Ueber die Verrichtungen des Grosshirns.

Von

Prof. **Fr. Goltz** zu Strassburg i. E.

Unter Mitwirkung von Dr. **E. Gergens**.

Unter den vielen Räthseln, welche die Lehre von den Verrichtungen des Grosshirns noch immer darbietet, ist wohl eines der merkwürdigsten die Erfahrung, dass nach Verwundungen, die mit erheblichem Verlust an Hirnmasse verbunden waren, oft gleichwohl keine dauernden Störungen zurückbleiben sollen. Um diese Thatsache zu erklären, lehrte bekanntlich Flourens (1), dass die ganze Masse des Grosshirns in allen Theilen denselben Funktionen dient, und dass daher nach Ausfall eines Theils dessen Funktionen sehr wohl von denjenigen Abschnitten stellvertretend übernommen werden können, welche unversehrt geblieben sind. Ja dieser Beobachter ging so weit zu behaupten, dass wenn man das Grosshirn bei einem Thiere bis auf einen kleinen Rest ausrotte, dieser Bruchtheil noch im Stande sei, vollständig die Rolle auszufüllen, welche bis dahin dem ganzen Grosshirn zufiel. Nach Flourens sollte also jeder beliebige Theil des Grosshirns in seinen Funktionen ersetzbar sein durch jeden beliebigen anderen Theil desselben Organs. Neuere Forscher haben die Lehre von Flourens Einschränkungen unterzogen oder sie ganz verworfen. Carville und Duret (2) geben zwar zu, dass jeder Abschnitt einer Hälfte des Grosshirns eintreten könne für jeden beliebigen Abschnitt derselben Hälfte, aber sie leugnen aus guten Gründen, dass ein beliebiger Bezirk der einen Hirnhälfte ersetzt werden könne durch den symmetrischen oder nicht symmetrischen der entgegengesetzten Hirnhälfte. Soltmann (3) wiederum vertritt genau den Gegensatz dieser Ansichten.

Er hält es für ganz unwahrscheinlich, dass ein Punkt der einen Hirnhälfte vertreten werden könne durch einen anderen Punkt derselben Hälfte, sondern vertritt die Meinung, dass nach Substanzverlust auf einer Seite nur der symmetrische Abschnitt der entgegengesetzten Seite Ersatz leisten könne. Und auch er hat gute Gründe für seine Meinung bereit. An einer Stelle seiner sonst gediegenen Arbeit spricht Soltmann (3) S. 131 sogar den Gedanken aus, es könne vielleicht das Kleinhirn nach Ausrottung von Theilen des Grosshirns dessen Funktionen übernehmen. Während die genannten Forscher das Prinzip von Flourens wenigstens theilweise aufrecht erhalten, steht Hitzig (4), (5) u. (6) auf einem vollständig abweichenden Standpunkt. H. schreibt den verschiedenen Theilen des Grosshirns räumlich fest abgegrenzte Funktionen zu und hält es demgemäss für unmöglich, dass ein Theil des Gehirns nach seiner Vernichtung etwa ersetzt werden könnte durch einen anderen Abschnitt, dem ganz andere Funktionen bereits zugewiesen sind. In allen den Fällen also, in welchen nach Substanzverlust des Grosshirns eine vollständige Herstellung erfolgt, sei anzunehmen, dass die betreffenden räumlich umgrenzten Centren nicht vollständig, sondern nur theilweise zerstört seien. Der zurückgebliebene Rest erstärke allmählich und könne dann dasselbe leisten wie das unbeschädigte Centrum. Nach Hitzig würde demnach nur innerhalb gewisser kleiner Abschnitte von gleichartiger Funktion eine Stellvertretung der einzelnen Theilchen für einander möglich sein. Selbstverständlich muss Hitzig auch den Gedanken von Soltmann verwerfen, dass eine Hirnhälfte etwa eintrete für die andere; denn beide Hälften haben nach ihm ja ganz verschiedene Funktionen. Es ist Hitzig schon von Hermann (8) mit Recht vorgehalten worden, dass diese schnelle Herstellung der Funktionen nach Verletzungen des Grosshirns sich trotz solcher Aushülfe mit Hitzig's theoretischen Ansichten nicht vereinigen lasse. Hitzig ist in seiner Erwiderung nicht glücklich gewesen. Seine Bemerkung (6. S. 443), „die Physiologen müssten sich nun einmal an die den Pathologen längst bekannten Erfahrungen über auffällig schnelle Restitution verloren gegangener centraler Funktionen gewöhnen“, kann wohl nur eine scherzhafte Ausrede sein. Sollte sie ernst gemeint sein, so kann ich meinerseits als Physiolog erwidern, dass ich mich an diese Thatsache nicht eher gewöhnen werde, als bis eine brauchbare Erklärung für dieselbe gewonnen worden ist.

Es bedarf wohl kaum der Ausführung, dass die obigen bisher bekannt gewordenen Versuche einer solchen Erklärung unbefriedigend sind. Das Ergebniss einer vorurtheilslosen Würdigung aller Meinungen ist danach, dass eine wirklich haltbare Grundlage noch erst zu erstreben ist. Indem ich mich an diese Aufgabe machte, schien es mir vor Allem geboten, zunächst die Thatsachen zu vervollständigen und zuzuschauen, innerhalb welcher Grenzen die angeblich vollständige Herstellung der Funktionen des Grosshirns nach Ausrottung desselben wirklich erfolgt. Dass dergleichen Versuche am besten an Thieren höherer Gattung angestellt werden, darüber ist wohl kein Zweifel, und deshalb hat man neuerdings mit Recht Hunde zu diesem Zweck vorgezogen. Nun ist es aber bisher in wenigen Fällen gelungen, Hunde, denen ein grösserer Abschnitt des Grosshirns entfernt war, dauernd am Leben zu erhalten. Flourens hat seine kühne Hypothese fast nur durch Experimente an Tauben und anderen niedrig stehenden Thieren gestützt. Die wenigen Versuche an Säugethieren, welche er mittheilt, sind sehr oberflächlich geschildert und von nur geringem Werth. Einige vortreffliche sehr mit Unrecht vernachlässigte Beobachtungen an Hunden verdanken wir Bouillaud (9). Auch er konnte aber nur ein einziges Thier längere Zeit am Leben erhalten, dem er ein Stück des Grosshirns auf beiden Seiten zerstört hatte. In neuester Zeit haben Hitzig, Carville und Duret, Soltmann, Schiff, Hermann und Andere bei Hunden das Grosshirn verstümmelt, aber auch bei diesen Versuchen handelte es sich in der Regel nur um die Entfernung verhältnissmässig kleiner Stücke. Alle diese Beobachter sahen, sofern die von ihnen operirten Thiere längere Zeit am Leben blieben, Wiederherstellung der Funktionen.

Die Gründe, weshalb es so schwierig ist, einen Hund am Leben zu erhalten, dem ein grösserer Abschnitt des Grosshirns zerstört wurde, sind bekannt genug. Die furchtbare Blutung oder die schnell eintretende Entzündung des Gehirns tödten das Thier, bevor die Beobachtungen, auf die es wirklich ankommt, auch nur begonnen werden können. Ich durfte nur dann hoffen glücklicher als meine Vorgänger zu sein, wenn ich neue Wege einschlug.

Methode.

Den Grundgedanken zu dem Versuchsverfahren, welches ich gewählt habe, verdanke ich der Erinnerung an meine Thätigkeit als

Prosektor zu Königsberg. Ich habe damals verschiedenemal die mit erstarrender Masse ausgefüllten Arterien des Gehirns freipräparirt. Um den Gefässbaum bloss zu legen, benutzt man am einfachsten eine gewöhnliche Spritzflasche, mittelst deren man leicht die halbfaulen Massen des Gehirns losspült, ohne die Gefässe selbst zu beschädigen. Ich beschloss nun zu prüfen, ob es etwa gelingen möchte, auch die lebende Gehirnmasse mit Schonung der gröberen Gefässe in ähnlicher Weise heraus zu spülen. Gleich der erste Versuch fiel so gut aus, dass er mich zur Fortsetzung ermuthigte, und so ist diese Arbeit entstanden. Das Verfahren selbst hat in seinen Einzelheiten während der sechs Monate, dass mich diese Untersuchungen bisher beschäftigten, mancherlei Abänderungen durchgemacht, die ich sogleich beschreiben will. Alle meine Versuche wurden an Hunden ausgeführt, welche ich vor der Operation chloroformirt habe. Um den Schädel bloss zu legen, machte ich meistens zunächst einen Schnitt in der Mittellinie und löste die Haut auf der einen Seite ab, so dass der Schläfenmuskel sichtbar wurde. Dann wurde je nach der Absicht, welche ich in dem speziellen Versuchsfall verfolgte, dieses oder jenes Stück des Muskels abgelöst, um die Knochenstelle frei zu legen, an welcher die Trepanöffnung angebracht werden sollte. Je nach Bedürfniss wurden ein, zwei oder noch mehr Trepanlöcher gebohrt und dann nach Spaltung der harten Hirnhaut durch Kreuzschnitt zur Ausspülung der Hirnmasse geschritten. Als Flüssigkeit wählte ich durchweg gewöhnliches Brunnenwasser, welches vor seiner Anwendung ungefähr auf Blutwärme gebracht war. Es ist übrigens ohne Nachtheil für den Ablauf der Operation, Wasser zu benutzen, welches bedeutend kälter ist als das Blut. In vielen Fällen habe ich sogar absichtlich recht kaltes Wasser durch das Gehirn gespült, wenn es galt einer Blutung Herr zu werden. Die Triebkraft für den Wasserstrahl habe ich mir auf verschiedene Weise beschafft. Gegenwärtig verwende ich regelmässig eine kleine Druckpumpe, wie sie zu Einspritzungen in den Mastdarm üblich ist. Im Beginn der Versuche benutzte ich ein Druckgefäss, das in gewisser Höhe angebracht war. Eine ganze Reihe von Versuchen führte ich auch mittelst einer gewöhnlichen gut gearbeiteten grossen Wundspritze aus. Die Druckpumpe ist jedenfalls vorzuziehen, wenn man die genügende Zahl von Assistenten zur Hand hat, denn sie gestattet viel schnellere Beendigung der Operation, weil sie einen stetigen Wasserstrahl von beliebiger Dauer liefert.

Die Druckpumpe treibt das Wasser in einen Kautschukschlauch, welcher an seinem Ende mit einer passenden Kanüle versehen ist. Ich habe mir eine Anzahl derselben von verschiedener Krümmung arbeiten lassen. Einige davon endigen statt mit einer einfachen Oeffnung mit einem Sieb, so dass das Wasser beim Pumpen wie aus der Brause einer Giesskanne in vielen dünnen Strahlen hervordringt. Sind die Trepanlöcher fertig, und die harte Hirnhaut durchschnitten, so fasse ich die Kanüle, während ein Assistent die Pumpe in gleichmässige Bewegung setzt. Sobald das Wasser in regelmässigem Strahle hervordringt, bohre ich die Spitze der Kanüle oberflächlich in die graue Substanz des blossgelegten Gehirns ein. Der weitere Erfolg hängt von der Zahl der Trepanlöcher ab, die man zuvor gebohrt hat. Ist nur ein Trepanloch da, so quillt das Gehirn durch den Wasserdruck gehoben wie ein Pilz aus dem Loche hervor. Der Wasserstrahl gehörig gewendet zerreisst die emporgequollene Masse in Fetzen, und diese werden durch fortwährende zweckmässige Drehung der Kanüle vollständig losgespült. In kurzer Zeit kann man so einen kraterförmigen kreisrund abgegrenzten Substanzverlust der oberflächlichsten Schicht des Grosshirns erzeugen. Ausgedehnter sind die Zerstörungen, wenn man mehrere Trepanlöcher angelegt hat und die Durchspülung des Gehirns von einem Loch zum anderen vornimmt. Man erzeugt dann zwei kraterförmige Vertiefungen, die durch eine Art von Stollen mit einander verbunden sind. Es leuchtet ein, dass man durch Benutzung von vielen Trepanlöchern und manichfaltige Drehung der in jedes Loch eingeführten Kanüle die ganze Oberfläche des Gehirns beliebig durchfurchen und in Fetzen und Flocken herausspülen kann. Natürlich sind aber auch die Aussichten auf Erhaltung des Lebens um so ungünstiger, je ausgedehnter die Verwüstungen des Gehirns waren. Selbst unter so ungünstigen Verhältnissen verliefen einzelne Fälle überraschend gut. So lebte ein Hund, welchem am 14. Februar in einer Sitzung auf der linken Seite des Schädels fünf Trepanlöcher angebracht waren, welche sämmtlich zur Einführung der Kanüle verworther wurden, unter manchen Wechselfällen bis zum 15. März. Bei diesem Thier standen also alle fünf Trepanlöcher durch weite Kanäle mit einander in Verbindung und bei weitem die Hauptmasse der grauen Substanz einer ganzen Hemisphäre wurde in einer Sitzung herausgespült und vernichtet. Man kann sich denken, dass auch dieses Verfahren keinesweges wenig blutig ist. Selbst bei Anwen-

dung der Brause mit den vielen dünnen Oeffnungen kann man Zer-reissungen der dünnwandigen Venen nicht immer vermeiden und hat oft mit einer starken venösen Blutung zu kämpfen. Immer aber haben wir die Blutung durch einfache Mittel stillen können. Nicht ein einziges Thier ist uns unmittelbar in Folge des Blutverlustes zu Grunde gegangen. Die Blutstillung wird in vielen Fällen sehr erleichtert durch eine Erscheinung, welche denjenigen, der sie zuerst sieht, schwer beunruhigt, die aber bei dieser Operation ohne Bedeutung bleibt. Bei sehr vielen Thieren tritt nämlich während der Durchspülung plötzlich Stillstand der Athmung und des Herzschlages ein, also völliger Scheintod. Eingehende Studien zur Erklärung dieses Zufalls habe ich nicht gemacht. Es ist wohl der Druck auf das verlängerte Mark, welcher die Erscheinung hervorbringt. Vermuthlich wird das Herz durch Reizung des Ursprungs der Vagusnerven zum Stillstande gebracht. Der Stillstand der Athmung erfolgt wahrscheinlich in der Einathmungsphase mit zusammengezo-genem Zwerchfell. Da wir diesen Zufall sofort bei der ersten Operation kennen und überwinden lernten, so hat er uns später, so oft er auch eintrat, nie Sorge gemacht, sondern wurde lediglich als regelmässiges Vorkommniß angemessen berücksichtigt. Sobald der Stillstand der Athmung da ist, muss man auf Einleitung der künstlichen Athmung bedacht sein. Diese führt ein Assistent einfach so aus, dass er rhytmisch das Zwerchfell des Thieres durch zweckentsprechenden Druck auf den Bauch nach oben drängt und wieder loslässt. Inzwischen führt der Operateur die eigentliche Operation schnell zu Ende, indem er die herausgedrängten Hirnfetzen und die Blutreste rein fortspült. Um auch die Nachblutung möglichst zu verhüten, habe ich neuerdings folgendes Verfahren bewährt gefunden. Ich lege den abgelösten Hautlappen in normale Lage zurück, so dass die Trepanlöcher vollständig bedeckt werden und richte auf die behaarte Seite des fest gegen den Schädel gedrückten Hautlappens einen andauernden Strom sehr kalten Wassers. Die Blutung aus den Trepanlöchern wird dadurch gründlich gehemmt und es kommt auch zu keiner nachträglichen Bildung eines Blutsackes. Weit unangenehmer als die Blutung aus dem Inneren der Schädelhöhle, die in vielen Fällen sehr gering ist, ist oft die Blutung aus dem Knochen selbst schon während des Trepanirens. Auch diese kommt aber gerade während der Durchspülung des Gehirns nicht selten ganz von selbst mit zum Stillstande. Das während

und unmittelbar nach der Trepanation mit Blut überschwemmte Operationsfeld wird dann bei der Durchspülung ganz blutfrei und sauber. Ist der Zweck der Operation erreicht, so schliesse ich die Hautwunde bis auf ein kleines Stück, das offen gelassen wird, durch Knopfnähte. Die kleine Lücke lasse ich offen, damit eine etwaige Nachblutung Platz zum Abträufeln hat. Schliesst man die Wunde vollständig, so kann es zur Bildung eines Blutsacks kommen, der zwar an sich nicht gefährlich ist, aber doch eine langwierige Wundbehandlung zur Folge zu haben pflegt. Der vorhin beschriebene Stillstand der Athmung dauert in manchen Fällen viele Minuten hindurch fort, so dass die Gehülfen, welche die künstliche Athmung besorgen, wechseln müssen. Von Zeit zu Zeit unterbricht man diese Arbeit um zu sehen, ob das Thier etwa schon von selbst athmet. Sobald man den ersten freiwilligen Athemzug bemerkt, kann man den Hund sich selbst überlassen. Er erholt sich dann ziemlich schnell. So bedrohlich diese Asphyxie scheint, so ist sie doch niemals tödtlich. Es ist uns kein einziges Thier in der Asphyxie gestorben. Bei sehr jungen Hunden tritt dieser Zwischenfall viel seltener auf als bei erwachsenen. Für den weiteren Verlauf scheint, wie schon angedeutet wurde, die Asphyxie eher vortheilhaft als nachtheilig zu sein. Die Stillung der Blutung ist eine leichte und vollständige. Es bleibt eine reine Wunde nach der Operation zurück, die weit schneller zu heilen pflegt, als dies bei Wunden der Fall ist, welche mit grossen Klumpen geronnenen Bluts bedeckt bleiben. Die Störungen, welche das Thier darbietet, sobald es sich nach Beendigung der Operation von der Betäubung erholt hat, werden der Gegenstand ausführlicher Betrachtungen werden. Hier will ich nur noch einige Worte über den allgemeinen Krankheitsverlauf der operirten Hunde hinzufügen.

Die Wundbehandlung war eine einfache. Die Wunden wurden täglich durch warmes Wasser gereinigt und dafür gesorgt, dass das Sekret bequemen Abfluss hatte. Trotz aller angewendeten Sorgfalt entzieht sich das Endergebniss jeder sicheren Vorausberechnung. Eine grosse Zahl von Thieren ist uns wie anderen Beobachtern gestorben. Die häufigste Todesursache war ausgebreitete Entzündung des Gehirns und seiner Häute. Es ist mir bisher räthselhaft geblieben, von welchen Umständen diese meist tödtliche Erkrankung begünstigt wird. Fast scheint es mir, als wenn allgemeine Witterungsveränderungen dabei in Frage kommen. Es kam nämlich

wiederholt vor, dass eine Anzahl von verwundeten Thieren gleichzeitig oder schnell nach einander erkrankte und starb. Einige Zeit nach einer solchen Aera des Missgeschickes folgte dann wieder eine Periode, in welcher alle Operirten ohne jeden Unfall glatt und rasch genasen, ohne dass sich inzwischen irgend welche äusseren Umstände in angebbarer Weise geändert hätten.

Sehr wichtig ist die Auswahl der für die Operation verwendeten Thiere. Bejahrte Hunde sind zu diesen Versuchen ganz unbrauchbar. Auch solche, die das Säuglingsalter kaum hinter sich haben, sind nicht zu empfehlen. Am günstigsten ist der Verlauf bei solchen, die bereits mindestens einige Monate alt und noch in vollem Wachsthum begriffen sind. Gemeine Dorfhunde, die vor ihrem Eintritt in's Institut das Gefühl der Sättigung noch nicht kennen gelernt hatten, erwiesen sich am widerstandsfähigsten. Einzelne von ihnen haben nacheinander fünf verschiedene Operationen, deren jede mit Trepanation und Gehirnausspülung verbunden war, überstanden. Zwischen je zwei Operationen lag jedesmal eine Frist von einer oder mehreren Wochen. Die Wunden heilten in der Regel um so schneller, je öfter das Thier bereits operirt war. Zur Fütterung der Hunde verwendeten wir rohes Pferdefleisch, Milch und Küchenabfälle, namentlich Knochen.

Nach dem Vorangegangenen erhebe ich durchaus nicht den Anspruch, den Werth der von mir angegebenen Operationsmethode übermässig zu preisen. Ich halte es durchaus für möglich, dass man mit Hilfe der älteren Verfahren, z. B. der Auslöflung des Gehirns, ebenso weit kommen kann, wenn man Zeit und Geduld hat. Jedenfalls ist aber, so weit meine Kenntniss der Literatur reicht, bisher Niemand im Stande gewesen, so ausgedehnte Zerstörung des Grosshirns bei Erhaltung des Lebens zu erzielen, wie ich. Es ist mir gelungen, durch eine Reihe in gewissen Zwischenräumen nach einander wiederholter Durchspülungen die eine Hälfte des Grosshirns so übel zuzurichten, dass an der ganzen dem Schädeldach anliegenden Oberfläche des geschrumpften Organs die Windungen verschwunden waren. Das Thier hat Wochen lang mit so verstümmeltem Hirn gelebt und zu zahlreichen Beobachtungen gedient.

Indem ich mich jetzt zu der ausführlichen Schilderung der Beobachtungen wende, werde ich es vorziehen, die einzelnen Erscheinungsreihen gruppenweise geordnet zu besprechen, da ich die voll-

ständige Mittheilung der einzelnen Krankheitsgeschichten für zu ermüdend halte. Herr Dr. Gergens hat mit mir die Mühen der Behandlung und Beobachtung voll getheilt und die Krankheitsgeschichten geführt. In der Mehrzahl der Operationen hat uns ausserdem Herr Dr. Tiegel unterstützt. Während der Operation waren also in der Regel vier Mann mit Einschluss des Institutsdieners beschäftigt. Die Störungen, welche ich regelmässig nach Verstümmelung einer Grosshirnhälfte beobachtet habe, lassen sich in drei Gruppen vereinigen: 1) Störungen der Empfindung, 2) Störungen des Sehvermögens, 3) Störungen der Bewegungen.

Was den Grad der Verstümmelung anlangt, so wurde bei jeder Operation immer eine erhebliche Ausrottung von Hirnmasse beabsichtigt und auch fast immer erreicht. Um ein Beispiel anzuführen, so hatte der Substanzverlust, welcher durch Benutzung eines einzigen Trepanloches erzielt wurde, etwa einen Durchmesser von 1,7 Centimeter. Verwerthet man zwei und mehr Trepanlöcher zur Durchspülung, so ist die Ausdehnung der wirklichen Zertrümmerung gar nicht zu schätzen, weil man nicht angeben kann, wie viel graue Substanz durch die unterminirenden Spülkanäle, die gleich Schusskanälen das Hirn durchziehen, ausser Funktion gesetzt ist. Wir werden sehen, dass der Grad der Störungen im Allgemeinen gleichen Schritt hält mit der Grösse des Substanzverlustes. Dagegen ist der Ort des Substanzverlustes, so weit bis jetzt meine Untersuchungen gediehen sind, von keinem entscheidenden Einfluss, d. h. der Charakter der Störungen ist derselbe, ob nun das Trepanloch weiter nach vorn, z. B. am vorderen Rande der sogenannten erregbaren Zone von Hitzig angebracht ist, oder ob dasselbe weit hinten im Bereich des Hinterlappens angelegt wird. In den nachfolgenden Mittheilungen darf ich deshalb eine ermüdend genaue Bezeichnung des Ortes der Verletzungen in der Regel unterlassen.

Störungen der Empfindung nach Verstümmelung einer Hälfte des Grosshirns.

Der Leser wird vielleicht mit Verwunderung die Ueberschrift dieses Abschnitts betrachten. Es trifft sich nicht oft, dass in Sachen der Physiologie des Gehirns zwei Menschen einer Ansicht sind. In dem Punkte aber herrscht unter fast allen Schriftstellern eine Meinung, dass die Hautempfindung durch Verstümmelung des Gross-

hirns nicht geschädigt wird. Gleichwohl ist dieser Satz irrig. Jede irgend erhebliche Verstümmelung des Gehirns hat immer eine merkbare Abstumpfung der Empfindung in der entgegengesetzten Körperhälfte zur Folge. Hermann (8. S. 82) allein hat in einem Falle diese Thatsache richtig angegeben. Sie ist am leichtesten festzustellen unmittelbar nachdem die Thiere aus dem Chloroformrausche erwacht sind. Am auffälligsten ist die Abstumpfung der Empfindung bei solchen Hunden, die einen sehr grossen Substanzverlust erlitten haben. Man warte bei einem derartigen Thier ab, bis das Bewusstsein wiedergekehrt ist, was am besten daran erkannt wird, dass der Hund bei Anrufung seines Namens mit dem Schwanze wedelt. (Es sei die linke Halbkugel verletzt.) Man drücke dem Thier die linke Vorderpfote oder Hinterpfote. Sobald der Druck einen gewissen Grad erreicht hat, sucht das Thier die Pfote der Misshandlung zu entziehen und winselt oder heult, sobald ihm dies nicht gelingt. Unterwirft man hierauf die Pfote rechts derselben Gewalt, so wird die Pfote nicht fortgezogen, und das Thier giebt in keiner Weise durch die Stimme Schmerzensäusserungen kund. In manchen Fällen war die Anästhesie rechts so vollständig, dass man mit ganzem Körpergewicht dem Thier auf die Pfote treten konnte, ohne eine Bewegung auszulösen, während jeder heftige Druck links sofort übel aufgenommen wurde. Diese hochgradige Herabsetzung der Empfindung betrifft nicht blos die Haut der Gliedmassen, sondern auch die des Rumpfes und des Gesichts. Ich habe einem solchen Thier die Haut der rechten Oberlippe mit der Klemmpincette zusammengepresst und die zugeschobene Pincette hängen lassen, ohne dass eine Bewegung erfolgt wäre. Kneipen des Ohrs links bringt Winseln hervor. Rechts bleibt derselbe Versuch vollständig negativ. Auch die Bindehaut des Auges schien rechts weniger empfindlich als links. Dagegen habe ich mich nicht davon überzeugen können, dass etwa die beiden Hälften der Zunge verschieden empfindlich gewesen wären. Kneipen der rechten Hälfte rief ebenfalls Schmerzensäusserungen hervor.

Folgender Fall verdient noch mitgetheilt zu werden. Einem Hunde war eine Durchspülung der linken Hemisphäre zugefügt worden. Er lag da, als ein kleines Hündchen, welches frei im Zimmer umherlief, mit ihm zu spielen unternahm. Der Verwundete liess sich von diesem, ohne sich zu rühren, ruhig die rechtsseitige Vorderpfote benagen. Sowie aber das Hündchen seine Zähne auch

an der linken Vorderpfote des Kranken probiren wollte, erhielt es durch lautes Knurren eine heftige Abweisung.

Man fragt, wie es möglich gewesen ist, dass so handgreifliche Beobachtungen der Mehrzahl der Forscher entgehen konnten. Die Antwort ist die, dass diese Anästhesie deshalb und mit Recht vernachlässigt wurde, weil sie ein sehr vergängliches Symptom ist. Schon am Tage nach der Operation wird man selten Bewegungen vermissen, wenn man die Tags zuvor empfindungslosen Pfoten heftig kneipt. Durch stärkeren Druck, durch Stechen mit Nadeln und dergl. kann man dann meist auch leicht von jeder Hautstelle aus Schmerzensäusserungen hervorbringen. Auf diese Erfahrungen sich stützend hat man eben behauptet, dass die gewöhnliche Hautempfindung nach Verstümmelung des Grosshirns nicht gestört sei. Diese Annahme ist eine übereilte. Wenn auch die Anästhesie bald nach der Verletzung schwindet, so bleibt doch eine Abstumpfung der Empfindung zurück, die allerdings mit den rohen Mitteln, die man zur Prüfung der Empfindung anwandte, nicht erkannt werden konnte.

Nachdem ich mich zunächst persönlich überzeugt hatte, dass selbst längere Zeit nach der Verstümmelung ein Druck auf die Zehen der rechten Pfote ausgeübt viel schwieriger Schmerzensäusserungen auslöste als links, so bemühte ich mich, diesen Unterschied zahlenmässig festzustellen. Zunächst versuchte ich mit Hülfe des Schlitten-Inductoriums zu prüfen, ob rechts ein geringerer Rollenabstand nöthig sei als links, um das Thier durch Reizung zum Aufschreien zu bringen. Diese Versuche gaben zwar das erwartete Ergebniss, aber der Unterschied in den Zahlen des Rollenabstandes war nicht erheblich genug, um den sehr grossen Unterschied der Hautempfindung auf beiden Seiten zu verdeutlichen. Ich ging daher zu einem anderen Verfahren über, das sich ausgezeichnet bewährt hat. Ich beschloss das Gewicht zu ermitteln, welches auf jeder Seite mindestens nothwendig ist, um durch seinen Druck auf die Zehen dem Thier den Ausdruck des Unbehagens oder Schmerzes zu entlocken. Da es nicht angeht, einem Hunde grössere Gewichte direkt auf die Zehen zu setzen, so musste eine kleine Hülfsvorrichtung angewendet werden. Diese besteht aus zwei dünnen, aber doch hinreichend festen Latten, welche an dem einen Ende miteinander durch ein Scharnirgelenk verbunden sind, das man sich durch einen Lederstreifen herstellen kann. Legt man einen Körpertheil, z. B.

die Hand, zwischen die Latten, so kann man leicht durch Auflegen von Gewichten auf die obere Latte denjenigen Druck ermitteln, welcher mindestens erforderlich ist, damit eine schmerzhaft Empfindung zu Stande kommt.

Nach den bekannten Gesetzen des Hebels wird man nicht bloss durch Wechsel der Gewichtsgrössen selbst sondern ebenso durch Verschiebung des Gewichts auf der lastenden Latte den Druck beliebig variiren können. Um nun diesen Apparat für einen Hund zu benutzen, muss man das Thier dahin bringen, sich gutwillig die Pfote zwischen die Latte legen zu lassen. Die bequemste Stellung dazu ist die kauende mit nach vorn ausgestreckten Vorderfüssen, wie sie Hunde so gern einnehmen, wenn sie beobachtend ruhen. Ein so lagerndes Thier lässt sich die eine Pfote nach der anderen leicht in den Apparat stecken. Während das Thier sich ruhig verhält und seine Aufmerksamkeit durch einen Beobachter irgend wie beschäftigt wird, legt ein anderer rasch Gewichte auf die obere Latte so lange, bis der Hund unter Ausdrücken des Unwillens oder Schmerzes seine Pfote der Quetschung entzieht. Eine Weile darauf wird derselbe Versuch mit der anderen Pfote angestellt. Da der Versuch keineswegs quälend ist, so gelingt es nicht schwer, den Versuch mit allen Pfoten zu wiederholen.

Die Versuche mit dieser einfachen Vorrichtung liefern sehr überraschende Zahlen, wie einige Beispiele erläutern mögen:

Einem kräftigen jungen Hunde war zu vier verschiedenen Zeiten immer eine Quantität Hirnmasse linker Seits ausgespült worden. Zuletzt war das Thier am 10. Februar operirt worden. Am 1. März war bei oberflächlicher Betrachtung keine Spur einer Bewegungsstörung mehr an ihm wahrzunehmen. Er lief und sprang wie ein gesunder Hund unter gleichmässiger Benutzung aller vier Gliedmassen umher. Die Wunde des Kopfes war längst vernarbt. Drückte man ihm die Zehen der rechten oder die der linken Vorderpfote mit den Fingern zusammen, so schien er auf beiden Seiten in vollständig gleicher Weise zu antworten. Dieser Hund wurde nun am 1. März einem Versuch mit dem Empfindungsmesser unterworfen. An der linken Vorderpfote ertrug er einen Druck von 4000 Gramm, bevor er ungeduldig wurde. An der rechten Vorderpfote dagegen musste man den Druck bis auf 10000 Gramm steigern, um denselben Grad von Unwillen zu erregen. Am linken

Hinterfuss wurden 4000 Gramm als Schwellenwerth der Schmerz-
erregung, am rechten Hinterfuss 5000—6000 Gramm ermittelt.

An demselben Tage, d. i. am 1. März wurde noch ein zweiter
Hund demselben Versuch unterworfen, welcher am 25. Januar eine
Verstümmelung des linken Grosshirns erlitten hatte (Durchspülung
durch zwei Trepanlöcher) und der inzwischen gleichfalls genesen
war. Dieses grössere Thier ertrug links vorn eine Last von 6000
Gramm, bevor es sich befreite. Rechts vorn gehörten volle 16000
Gramm dazu, um ihm gleiche Aeusserungen des Unbehagens zu
entlocken.

Ob dieser Unterschied in der Empfindung beider Körperhälften
sich allmählich wieder vollständig ausgleichen würde, wenn man die
Thiere viele Monate nach der Verstümmelung am Leben liesse,
bleibe vorläufig dahingestellt. Wenn ich aus anderen Thatsachen,
die später mitgetheilt werden sollen, vermuthen darf, so möchte ich
einen Zweifel aussprechen. Ich neige vielmehr zu der Ansicht, dass
nach einem erheblichen Defekt der einen Grosshirnhälfte die be-
schriebene Empfindungsstörung nie ganz verschwinden dürfte.

Wenn man die Thiere Wochen und Monate lang nach Ver-
stümmelung des Grosshirns in ihrem ganzen Verhalten beobachtet,
so fallen einem viele Unregelmässigkeiten auf, die sich zum Theil
bequem erklären lassen aus der nachgewiesenen Abstumpfung der
Empfindung auf der gelähmten Seite. (Unter der gelähmten Seite
verstehe ich die der Hirnverletzung gegenüberliegende.) Ein ge-
sunder Hund, der an der Kette liegt, wird, sobald er sich mit einem
Fusse in der Kette verwickelt, sich alsbald wieder zu befreien
suchen, oder wenn ihm das nicht gelingt, heulen oder winseln. Ein
Thier dagegen, dem ein erhebliches Stück der linken Grosshirn-
hälfte fehlt, wird öfters mit einer Verschlingung der Kette um den
rechten Fuss angetroffen, ohne dass es Unbehagen äussert. In an-
deren Fällen lässt der Hund die rechte Pfote in möglichst unbe-
quemer Weise auf einer Kante liegen, weit in's Freie hinausragen,
wie er es niemals an der linken lange erdulden würde. Geht ein
Hund mit einem erheblichen Substanzverlust der linken Halbkugel
in seinem Käfig umher, so tritt er nicht selten mit den Pfoten der
rechten Seite namentlich der Hinterpfote in seinen Wassernapf, ohne
Anstoss daran zu nehmen. Mit der linken Pfote weiss er den
Wassernapf beim Gehen sorgfältig zu vermeiden. Auch manche
andere Handlungen, die den Eindruck von Ungeschick und Tölpel-

haftigkeit machen, erklären sich mindestens zum Theil aus der Abstumpfung der Empfindung. Lockt man einen Hund, welcher von seiner Hirnwunde vollständig seit Wochen genesen ist und in der Ebene ganz normal laufen kann, eine Treppe herauf oder herunter, so benimmt er sich dabei sehr ungeschickt. Sieht man näher zu, so überzeugt man sich, dass dies von einer mangelhaften Benutzung der rechten Gliedmassen herrührt, welche häufig fehltreten und vom Rande der Stufen abgleiten. Eine dem Wesen nach ähnliche Erscheinung beobachtet man, wenn man das Thier auf einen freistehenden Tisch setzt. Der Hund tritt dann, am Rande entlang laufend, mit den Füßen der rechten Seite in's Leere und stürzt leicht vom Tische herab. Hitzig (5. S. 422 und 440) hat diese Erscheinung zuerst gesehen und beschrieben, aber meiner Meinung nach nicht richtig erklärt. Ich leite diese Störungen von dem mangelhaften Empfindungsvermögen der rechten Gliedmassen ab. Der Hund verfehlt die Stufe und merkt nicht zeitig genug, dass er in's Leere tritt, weil er mit den betreffenden Pfoten nicht richtig zu tasten versteht. Und die mangelhafte Fähigkeit zu tasten hängt innig zusammen mit der Abstumpfung der Empfindung.

Schiff (10) hat zuerst in durchaus zutreffender Weise darauf aufmerksam gemacht, dass der Tastsinn solcher Thiere auf der der Verletzung entgegengesetzten Seite geschädigt ist. Reicht man dem Hunde einen oder wenige Tage nach der Operation von der rechten Seite einen guten Bissen, z. B. einen Knochen, so weiss er ihn nicht zu fassen, auch wenn man ihm den Knochen fest gegen die Lippen drückt. Er wittert den Knochen und bewegt den Kopf planlos hin und her, aber ohne Erfolg. So wie man ihm aber denselben Knochen von der linken Seite her nähert, schnappt er mit Sicherheit danach. Dass dieser Vorgang übrigens ausser durch Störung des Tastsinnes noch durch einen anderen Umstand, der Schiff entgangen ist, erklärt werden muss, soll im nächsten Abschnitt mitgetheilt werden. Hat der Hund endlich den Knochen richtig gefasst und zerkaut, so fallen ihm, wie Schiff ebenfalls richtig geschildert hat, nicht selten Stücke davon aus der rechten Mundhälfte zwischen den Lefzen heraus, die er dann manchmal lange vergeblich sucht. Er verliert diese Brocken, weil er eben rechts eine Störung der Empfindung hat. Schiff spricht einer alten von ihm aufgestellten Theorie zu Liebe überall nur von Störung der Tastempfindung und leugnet, dass eine Störung auch der Schmerz-

empfindung bestehe. Diese Annahme ist aber, wie die oben geschilderten Versuche mit den Gewichten beweisen, unzweifelhaft hinfällig. Es ist eben die gesammte Hautempfindung in allen ihren Qualitäten in der einen Körperhälfte geschädigt. Die Gruppe von Erscheinungen, welche wir unter dem Begriff des Tastsinnes zusammenfassen, wird überhaupt meiner Meinung nach gar nicht durch eine ganz besondere Nerveneinrichtung vermittelt. Genau dieselben Nervenbahnen, welche die Tastempfindungen bei schwacher Erregung wachrufen, können andererseits Schmerzempfindungen erwecken, wenn sie heftig erregt werden. Wird das Grosshirn auf einer Seite verstümmelt, so führt die Erregung der Haut auf der entgegengesetzten Körperhälfte zu einer unvollkommeneren Tastempfindung und eine Steigerung der Tastreize bringt schwieriger eine Schmerzempfindung zu Stande. Dieser Satz würde ungefähr der richtige Ausdruck für die beobachteten Thatsachen sein.

Ueber die Störungen des Sehvermögens nach Verstümmelung des Grosshirns.

Im vorigen Abschnitt haben wir gesehen, dass bei Thieren mit erheblichem Substanzverlust der einen Grosshirnhälfte die centripetalen Erregungen, die ihnen von der Haut der entgegengesetzten Körperhälfte zufließen, nicht mehr die normale Empfindung auslösen. Wir werden nunmehr erfahren, dass auch andere Funktionen, welche eine centripetale Leitung voraussetzen, bei solchen Geschöpfen schwer beeinträchtigt sind. Ich werde darthun, dass nach erheblicher Verstümmelung des Grosshirns auf einer Seite immer das Sehvermögen auf dem Auge der entgegengesetzten Seite eine merkwürdige Einbusse erfährt.

Flourens hat bekanntlich behauptet, dass Thiere, denen man das Grosshirn ausgerottet hat, vollständig erblinden. Longet hat zuerst diese Angabe widerlegt. Er meinte aber, dass solche Thiere ihre Gesichtseindrücke nicht mehr für zweckmässiges Handeln zu verwerthen wissen. Dass diese Ansicht unhaltbar ist, habe ich (11) durch zahlreiche Versuche an Fröschen bewiesen, indem ich zeigte, dass diese Thiere nach Ausrottung des ganzen Grosshirns selbst unter erschwerenden Umständen mit grossem Geschick Hindernisse zu vermeiden im Stande sind.

Fast alle Schriftsteller leugnen, dass eine blossе Verstümmelung des Grosshirns das Sehvermögen schädigen könne. Schiff (12. S.

337) erklärt ausdrücklich, dass selbst die Ausrottung einer ganzen Hälfte des Grosshirns keinen Einfluss habe auf das Auge. Bei Hitzig (7 S. 548) allein finde ich die kurze Notiz, dass nach Verletzung des Hinterlappens das Auge der entgegengesetzten Seite erblinde. Wir werden sehen, dass diese Angabe nur einen kleinen Theil der Wahrheit enthält.

Wenn man einem Hunde einen erheblichen Theil der grauen Hirnrinde auf einer Seite herauspült, so wird das Thier in der ersten Zeit nach der Operation allerdings immer blind auf dem entgegengesetzten Auge. Es kommt dabei aber nicht darauf an, ob die Verstümmelung gerade den Hinterlappen betroffen hat. Die Erscheinungen sind eben dieselben, wenn die Verletzung ausschliesslich innerhalb der sogenannten motorischen Zone Hitzig's gelegen ist. Wird das Thier nach der Operation sich selbst überlassen, so sieht man es beim Umherlaufen mit der rechten Seite des Kopfes gegen im Wege stehende Hindernisse anrennen. (Ich setze, wie immer voraus, dass die Verletzung an der linken Hirnhälfte vorgenommen wurde.) Aufmerksam geworden auf diese Thatsache hielt ich dem Thierte verschiedene Gegenstände so vor den Kopf, dass die linke Netzhaut keinen Lichtstrahl derselben empfing, während im rechten Auge ein vollständiges Bildchen entworfen werden musste. Das Thier gab durch keine Bewegung Kunde davon, dass es die betreffenden Gegenstände wahrnahm. Am Tage nach der Operation sind manche Hunde bereits bei vortrefflichem Appetit. Ich gebe einem solchen Thier von vorn her ein Stück Fleisch. Es wird begierig verzehrt, und das Thier lugt mit begehrliehen Augen nach mehr aus. Darauf fasse ich vor dem Thierte sitzend das Stück Fleisch mit der linken Hand und nähere es seinem rechten Auge, während ich das Thier mit der rechten Hand beschäftige. Der Hund schnuppert an meiner rechten Hand herum, nimmt aber das rothe Stück Pferdefleisch nicht wahr, welches ich ihm dicht vor das rechte Auge halte. So wie ich aber mit der linken Hand über den Kopf des Hundes hinweg das Fleischstück in den Bereich des linken Auges bringe, wendet er sofort den Kopf und schnappt die ersehnte Beute fort. Hunde haben bekanntlich eine grosse Abneigung gegen den Anblick glänzender Gegenstände. Nähert man dem verwundeten Thier eine Glasglocke von der linken Seite her, so wendet es unwillig den Kopf ab. Hält man ihm dieselbe Glasglocke vor das rechte Auge, so lässt sie es vollständig gleichgültig.

Nachdem wir diese und ähnliche Versuche einige Tage bei dem Thier mit Erfolg wiederholt hatten, schien es uns, als wenn der Hund das Sehvermögen auf dem rechten Auge wiedergewönne. Er lief niemals mehr gegen Hindernisse an, schien manches, was sich nur auf seiner rechten Netzhaut abbildete, zu bemerken, verstand aber immer noch nicht Fleisch zu finden, das ihm von rechts her genähert wurde.

Ich beschloss die räthselhafte Störung des Sehvermögens, die hier offenbar vorlag, näher zu prüfen. Dazu war es nöthig, die Benutzung des gesunden Auges auszuschalten. Verschiedene Bemühungen das gesunde Auge durch einen Verband zu bedecken, waren erfolglos, weil die Thiere immer bestrebt waren, sich den Verband abzureissen. Daher entschloss ich mich bei mehreren Hunden das linke gesunde Auge auszurotten, um die Funktionen des kranken Auges richtig zu schätzen. Die Beobachtungen, welche ich an diesen Thieren anstellen konnte, sind ausserordentlich merkwürdig und haben mir viel zu denken gegeben. Ich halte es daher für angemessen, die beiden interessantesten Fälle ausführlich mitzutheilen.

I. Einer mittelgrossen sehr kräftigen Bulldogge wurden am 8. November 1875 an der linken Schädelfläche im Bereich des planum temporale zwei Trepanlöcher gebohrt und das Gehirn von einem Loch zum andern durchspült. Von den Erscheinungen, die das Thier nach der Operation darbot, werde ich hier nur diejenigen erwähnen, welche zum Gesichtssinn Bezug haben. Bald nach der Operation konnte das Thier selbstständig laufen, stiess aber dabei öfter mit der rechten Kopfhälfte gegen Möbelstücke an.

Am 10. Nov. scheint der Hund vollständig blind auf dem rechten Auge. Lässt man mit Hülfe eines Spiegels den Reflex des hellen Himmels auf das rechte Auge fallen, so rührt er sich nicht. Thut man das gleiche auf der linken Seite, so wendet er den Kopf unwillig ab. Hält man ein brennendes Streichhölzchen in unmittelbare Nähe des rechten Auges, so bleibt er gleichgiltig. Links entzieht er sich diesem beleidigenden Anblick wie ein gesundes Thier.

Am 28. November ist das Thier äusserst munter und zum Spielen aufgelegt. Er versteht es mit grossem Geschick Fleischstücke mit dem geöffneten Rachen aufzufangen, die ihm aus grosser Entfernung zugeworfen werden und wird täglich in dieser Kunstfertigkeit geübt. Das Sehvermögen des rechten Auges hat sich zwar zum

Theil wiedergefunden, ist aber entschieden noch immer gestört. Er versteht es nicht Fleisch oder ein Trinkgefäss zu finden, wenn diese Dinge ihm von rechts her genähert werden. Drohende Geberden vor seinem rechten Auge ausgeführt erschrecken ihn nicht. Beim Herumlaufen stösst er nicht mehr gegen Hindernisse an.

Es schien mir nach diesen und anderen Erfahrungen, als wenn das Thier durch die Bilder der rechten Netzhaut nicht mehr zu leidenschaftlichen Bewegungen gebracht werden könne. Um die Richtigkeit dieses Gedankens zu prüfen, liess ich folgenden Versuch anstellen.

Es ist bekannt, dass Hunde sehr leicht in Schreck oder Wuth versetzt werden, wenn sich ihnen Menschen in einem fremdartigen Aufzuge nähern. Schornsteinfeger und slovakische Drahtbinder werden von allen Strassenkötern mit Vorliebe angefallen. Der eigene Herr wird von seinem Hunde angebellt, wenn er plötzlich in einem ungewohnten Aufzuge vor ihn tritt. Auf meine Anordnung hin steckte sich nun der Institutsdiener in eine abenteuerliche Vermummung von möglichst grellen Farbentönen. Er hüllte sich in eine lange feuerrothe Decke, setzte vor das Gesicht eine abschreckend hässliche Larve mit langem schwarzem Barte und deckte sein Haupt mit einem alten Hute, der mit bunten Tüchern umwickelt war. Es wurde nun so eingerichtet, dass der Vermummte geräuschlos in's Zimmer trat, ohne von dem Thiere gesehen zu werden. Während ich und meine Assistenten uns mit dem Hunde beschäftigten, trat er hinter uns. Auf ein Zeichen wichen wir zur Seite und die höllische Gestalt wurde dem Hunde so plötzlich sichtbar. In einer eigenthümlichen Mischung von Wuth und Entsetzen stürzte er sich mit gesträubter Mähne sofort auf den Vermummten, dass die Kette, die er trug, fast zerrissen wäre. Der Verabredung gemäss zog sich der Diener sogleich in's Nebenzimmer zurück. Das Thier beruhigte sich nur langsam nach dem Erlebniss. Dieser Vorversuch war am 8. December 1875 angestellt worden.

Am 11. December schälte ich dem Hunde in tiefer Chloroformnarkose den linken Augapfel aus.

Nachdem inzwischen das Thier sich bereits erholt hatte und den besten Appetit zeigte, wurde am 14. December der Versuch vom 8. genau in derselben Form wiederholt.

Beim Anblick der phantastischen Gestalt stand der kauende Hund nicht einmal auf, sondern starrte nur wie blödsinnig die Er-

scheinung an. Erst als auf meine Weisung der Vermummte plötzlich einige schnelle Schritte gegen den Hund hin bis in seine unmittelbare Nähe trat, liess dieser ein leichtes Knurren hören.

An den folgenden Tagen wird wie früher dem Hunde seine tägliche Fleischportion in Stücken aus weiter Entfernung zugeworfen. Er folgt durch entsprechende Kopfbewegungen den Armbewegungen des Werfenden, sieht also augenscheinlich, aber er vermag die zugeschleuderten Bissen nicht mehr mit dem früheren Geschick aufzufangen. Die Mehrzahl der Stücke fällt zu Boden.

Obwohl diese Uebungen täglich fortgesetzt werden, hat er am 6. Januar 1876 noch nicht die frühere Sicherheit im Auffangen wiedergewonnen.

Am 10. Januar wird der Hund einer neuen Operation unterworfen. Weiter nach hinten wird abermals auf der linken Schädelfläche ein neues Trepanloch angelegt. Darauf wird eines der überhäuteten älteren Löcher aufgesucht und von neuem geöffnet. Zwischen dem neuen und alten Trepanloch wird das Gehirn in ziemlich beträchtlicher Masse herausgespült.

Am Tage darauf, also am 11. Januar, verhält er sich gleichgiltig, als der Reflex eines Spiegels in sein Auge geschickt wird.

Die Wunde verheilt auffallend schnell. Schon am 14. ist er soweit gekräftigt, dass er einen anderen Hund anknurrt, welcher sein Fressen theilen will.

Im Uebrigen verhielt er sich nach dieser Operation sehr theilnahmslos, erhob sich selten von seinem Lager, stierte wie blödsinnig vor sich hin, blieb äusserst gefrässig und wurde jeden Tag fetter.

Am 29. Januar wurde abermals der Versuch mit der Vermummung angestellt. Diesmal blieb er vollkommen ruhig liegen, auch als die Gestalt dicht an ihn herantrat.

Das Thier ist aber keineswegs blind. Frei in's Zimmer gelassen, biegt er mit voller Sicherheit allen Hindernissen aus, die ihm in den Weg gestellt werden. Wirft man ihm Fleischstücke zu, nachdem man ihn hat hungern lassen, so folgt er wie früher mit dem Kopfe den Armbewegungen, aber ist jetzt ganz ausser Stande auch nur ein einziges Mal ein Fleischstück aufzufangen, obwohl er sich Mühe giebt.

Seine Theilnahmslosigkeit ist nicht etwa eine einfache Folge des grossen Hirndefects, sondern vielmehr durch die eigenthümliche Störung des Sehvermögens bedingt. Weil die Gesichtseindrücke in

ihm keine Gemüthsbewegung mehr erwecken, so erlebt er wenig und versinkt in träges Hinbrüten.

Sobald er ausnahmsweise durch ein noch unbeschädigtes Sinnesorgan angeregt wird, bekommt das Thier seine alte Lebhaftigkeit für einige Zeit wieder. Es war zu anderen Zwecken für das Institut eine Ente gekauft worden. Als ihm dieses Thier hingehalten wurde, glotzte er sie ebenso stumpf an, wie jeden beliebigen anderen Gegenstand. Sobald aber die Ente absichtlich zu lautem Schreien gebracht wurde, sprang er in äusserster Aufregung bellend empor und wollte sich ihrer bemächtigen.

Noch am 4. Februar wird bemerkt, dass er Fleisch als solches nicht zu erkennen vermag. Er beleckt einen vorgehaltenen blutigen Finger und übersieht dabei ein grosses Stück Fleisch, welches man dicht vor seinem Auge herabhängen lässt.

Am 5. Februar wurde eine dritte Hirndurchspülung, und zwar diesmal rechts, vollzogen. Es folgte aber eine eitrige Meningitis, der das Thier am 15. Februar erlag.

II. Einem jungen kräftigen Dorfhunde wurde am 29. November 1875 nach derselben Methode, wie dem so eben beschriebenen Hunde, ein Theil des linken Grosshirns ausgespült. In derselben Sitzung wird ihm ausserdem das linke Auge ausgeschält. Nach der Operation läuft er gegen Hindernisse an.

Schon am 1. December lässt sich feststellen, dass er Gesichtswahrnehmungen hat. Er folgt den Bewegungen einer hoch über seinem Kopfe hin und her bewegten Hand mit seinem Kopfe, vermeidet alle ihm in den Weg gestellten Hindernisse gut, vermag aber Fleischstücke nur mühsam zu finden.

Am 7. December wird folgender Versuch gemacht. Ein Stück Pferdefleisch wird an einer Schnur von oben in seinen Käfig herabgelassen. Er wittert alsbald den Leckerbissen, sucht aber lange planlos umher, bevor er ihn findet. In einem zweiten Versuch wird ein Stück Fleisch an der Wand des Käfigs festgeklebt. Er streift beim Suchen mehrmals fast mit dem Auge daran vorüber und entdeckt es erst spät. Ein zweiter junger Hund in den Käfig gelassen, schnappt unter gleichen Umständen im Nu das Fleisch weg.

Beim Anblick eines Vermummten verräth er keine Furcht.

Am 10. Januar 1876 hat sich das Sehvermögen bedeutend gebessert. Er wendet beim Anblick einer Glasglocke den Kopf weg.

Am 12. Januar wird ihm ein neuer Theil der linken Halbkugel

des Grosshirns ausgespült, indem hinter den beiden älteren noch ein drittes Trepanloch angelegt wird.

Am 13. Januar scheint das Sehvermögen sehr gering. Der Anblick der Peitsche, vor welcher er sonst davon lief, flösst ihm keine Furcht ein. Sowie man aber mit der Peitsche knallt, verkriecht er sich ängstlich in einen Winkel.

Am 29. Januar hat sich das Sehvermögen wieder etwas gebessert. Er scheint mit Interesse zuzusehen, wie der Diener an einer entfernten Stelle des Zimmers Fleisch schneidet.

An demselben Tage wird er einer dritten Operation unterworfen. Es werden zwei neue Trepanlöcher links näher der Basis angelegt und ein erheblicher Theil des Grosshirns ausgespült.

Am 31. Januar scheint er vollständig blind. Personen scheint er nur durch den Geruch zu erkennen. Schleicht man sich geräuschlos an den Käfig, während ihn ein anderer beschäftigt, so wird er des neuen Ankömmlings später nicht gewahr, wenn sich die andere Person entfernt.

Am 2. Februar hat sich das Sehvermögen noch nicht wieder eingestellt. Die Pupille, welche unmittelbar nach der Operation etwas erweitert und starr war, zieht sich heute äusserst energisch zusammen, sowie das Thier mit dem Kopf in die Sonne gehalten wird. Der Hund selbst macht dabei keine abwehrende Bewegung, obwohl die Strahlen unmittelbar seine Netzhaut empfindlich reizen müssen.

Am 10. Februar wird die vierte Operation mit ihm vorgenommen. Da kein ausreichendes Feld zur Anlegung vollständig neuer Trepanlöcher mehr links vorhanden ist, so werden in grosser Ausdehnung die Knochenbrücken zwischen alten und neuen Löchern weggebrochen. Die alten und neuen Lücken werden dazu benutzt, um die noch vorhandenen Reste der grauen Substanz wegzuspülen.

Am 18. Februar ergeben Proben, dass wieder etwas Sehvermögen vorhanden ist. Er vermeidet beim Gehen geschickt Hindernisse und folgt den Bewegungen von Menschen, die geräuschlos im Zimmer hin und her gehen, mit dem Auge. An diesem Tage wird noch folgender Versuch gemacht. Wenn man einen sehenden jungen Hund mit den Händen zum Fenster hinaus hält, so sträubt sich das Thier mit grosser Kraft dagegen und begehrt in's Zimmer zurück, weil der Anblick der gähnenden Tiefe ihm Entsetzen einflösst. Unseren

einäugigen Hund kann man im ersten Stock beliebig zum Fenster hinaus halten, ohne dass er durch Sträuben Angst verräth.

Eine andere bemerkenswerthe Reihe von Versuchen wurde am 21. Februar mit ihm angestellt. Er wurde auf einen leeren Tisch gesetzt, der mitten im Zimmer sich befand, und durch Schmeichelworte herabgelockt. Das Thier lief am Rande des Tisches entlang, hie und da mit der rechten Pfote in's Leere tretend, schien von Zeit zu Zeit mit dem Blick die Tiefe zu messen, war aber nicht dazu zu bewegen, hinab zu springen. Es wurde jetzt ein Stuhl neben den Tisch gestellt, der hoch genug war, dass das Thier mit grösster Bequemlichkeit vom Tisch auf den Stuhl und von da auf den Erdboden gelangen konnte. Aber er verstand es nicht das ihm dargebotene Hilfsmittel zu benutzen. Ein viel jüngerer unverstümmelter Hund wurde zu ihm auf den Tisch gesetzt. Als darauf beide angerufen wurden, sprang der kleine Hund sofort auf den Stuhl und von da auf den Boden, ohne dass der Einäugige ihm gefolgt wäre. Es wurden nun zwei andere Hunde zu ihm gesetzt, die ebenfalls eine Durchspülung der linken Hirnhälfte erlitten hatten, aber beide Augen besaßen. Auch diese sprangen angerufen sofort auf Stuhl und Boden, den Einäugigen allein zurücklassend.

Ich liess nun eine grosse viereckige Platte auf vier Klötze stellen, um die Höhe auszuprobiren, von welcher das Thier herabspringen würde. Wenn die Platte sich 32 Centimeter über dem Erdboden befand, so wagte er es ebensowenig herabzuspringen, wie von dem höheren Tische. Erst dann, als die Klötze so weit erniedrigt waren, dass die Platte nur noch 26 Centimeter über dem Fussboden stand, sprang er nach einigem Zögern herunter. Ich glaube nicht, dass er die geringe Tiefe des Erdbodens nun plötzlich richtig mit dem Auge schätzte, sondern vermuthete, dass er beim Herabneigen des Kopfes die Nähe des Erdbodens witterte. Am Tage darauf wurden dieselben Versuche nochmals genau mit demselben Erfolge angestellt.

Noch ein anderer ähnlicher Versuch mag hier Platz finden. Der Hund wurde wieder auf den Tisch gesetzt, und ein zweiter Tisch daneben gestellt, dergestalt, dass der Zwischenraum von beiden Tischen mit Leichtigkeit von jedem Hunde übersprungen werden konnte. Es wurde nun dem hungernden Hunde ein Stück Fleisch vor die Nase gehalten und dieses dann auf den Rand des benachbarten Tisches gelegt. Er vermochte nicht den Zwischenraum über-

springend sich des Fleisches zu bemächtigen, während andere verstümmelte Hunde, die beide Augen besaßen, sofort hin übersprangen und das Fleisch fortschnappten. Die beiden Tische mussten bis auf 25 Centimeter einander genähert werden, bevor es ihm gelang, gelegentlich einmal von einem Tisch auf den andern hinüber zu treten. Dies glückte ihm auch nur dann, wenn er zufällig mit der linken Pfote voran trat. Er strauchelte dagegen leicht, so wie er mit der rechten Vorderpfote voran hinübertappte.

Der Leser könnte den Verdacht aussprechen, dass das Thier vielleicht aus psychischen Gründen, aus Mangel an Muth oder aus Dummheit so unzweckmässig gehandelt habe. Ein solcher Verdacht wird aber durch das übrige Verhalten des Thieres widerlegt.

Er war nichts weniger als dumm oder feige. So hatte er sich bald gemerkt, dass er an jedem Vormittage aus seinem Behälter herausgeholt wurde, um sich der Reinigung der Wunde zu unterwerfen. Da ihm diese Hantirung unbequem wurde, so setzte er später jedesmal dem Versuch ihn herauszuholen gewaltsamen Widerstand entgegen. Man musste ihn mit List zu fassen suchen, wenn man seine Bisse meiden wollte. Er befand sich mit mehreren Hunden zusammen in einem grossen Käfig. Wurde eine Schale mit Fleisch hineingestellt, so stürzten sich die anderen sofort darauf. Er selbst wurde erst aufmerksam, wenn er das Geräusch des Fressens der anderen hörte. Dann aber fand er schnell durch die Witterung die Schüssel und wusste sich seinen Antheil am Mahle zu sichern. Warf man einen Knochen in den Käfig, so konnte man im Voraus wissen, dass der Einäugige ihn nach einiger Zeit in den Zähnen haben würde, denn er verstand es mit grösster Frechheit Anderen ihre Beute zu rauben oder zu stehlen.

Liess man ihn im Zimmer herumlaufen, so ging er Hindernissen geschickt aus dem Wege, während er, wie angegeben, Fleisch nicht sah, entfernte Personen nicht erkannte. Um strenge zu prüfen, ob er den Gegenständen wirklich mit Benutzung des Auges auswich, stellte ich am 28. Februar 1876 noch folgenden Versuch an. Es wurde ihm auf das einzige rechte Auge ein Bausch Wolle gelegt und eine Kautschukkappe derartig darüber festgebunden, dass kein Lichtstrahl in's Auge gelangen konnte. Um ihn daran zu hindern, dass er sich die Kappe abreisse, wurde ihm der Kopf ausserdem in einen Maulkorb aus Draht gesteckt. Sich selbst überlassen, weigerte er sich trotz aller Lockrufe sich von der Stelle zu bewegen. Erst

als der Wasserstrahl einer Spritze von hinten her auf ihn gelenkt wurde, ergriff er die Flucht und rannte dabei mit grosser Kraft gegen einen ihm in den Weg gestellten Stuhl an. Jetzt wurde das Auge wieder frei gemacht, der Hund genau auf dieselbe Stelle gestellt und ihm dieselbe Spritzenladung plötzlich von hinten verabreicht. In eiliger Flucht vermied er dieses Mal zahlreiche ihm in den Weg gestellte Möbel.

Am 4. März wurde der Versuch gemacht, den letzten Rest der linken Halbkugel des Grosshirns noch mehr zu verkleinern. Eine am Hinterkopf angelegte Trepanöffnung blutete sehr stark. Es gelang diesmal nur eine verhältnissmässig kleine Menge von Hirn herauszuspülen. Abgesehen vom Wiedereintritt leichter Bewegungsstörungen, die wir im nächsten Abschnitt kennen lernen werden, traten keine neuen Erscheinungen auf. Das Thier starb am 8. März an einer ausgebreiteten Meningitis.

Da dieser Hund während der langen Zeitdauer der Beobachtung stark gewachsen war, so zeigte der durch so viele Operationen übel zugerichtete Schädel eine auffällige Missgestaltung. Die Reste der *dura mater* links waren sehr verdickt. Die unverletzt gebliebene rechte Hirnhälfte füllte auf Kosten der verkümmerten linken Hälfte die Schädelhöhle über die Mittellinie hin aus. An der ganzen von oben her sichtbaren Oberfläche des sehr geschrumpften Restes der linken Halbkugel des Grosshirns liessen sich nirgends normale Windungen oder Furchen wahrnehmen. Es scheint, dass die vielen Durchspülungen die ganze Schicht der grauen Substanz an der Oberfläche vernichtet haben.

Wie sind die wunderbaren Störungen des Sehvermögens bei diesen Thieren zu erklären? Es gilt, deutlich zu machen, wie es möglich ist, dass ein Thier, welches Hindernisse mit grossem Geschicke umgeht, das also nicht blind sein kann, gleichwohl Fleisch nicht wahrnimmt, die Schätzung der Tiefe verloren hat und beim Anblick furchterregender Gegenstände nicht erschrickt.

Ich erinnere hier an eine höchst interessante Beobachtung, die Lussana und Lemoigne (13. I. S. 14) an einer Taube gemacht haben, und die ein genaues Seitenstück zu meiner Beobachtung an Hunden darbietet. Diese Forscher haben einer Taube die linke Hälfte des Grosshirns und das linke Auge ausgeschnitten. Das Thier verstand es vortrefflich bei seinen Bewegungen Hindernissen auszubiegen,

sah aber vorgeworfenes Futter nicht und gerieth nicht in Furcht beim Anblick drohender Geberden.

Lussana und Lemoigne erklären diesen merkwürdigen Zustand folgendermassen: Sie sagen, das rechte noch vorhandene Auge steht in keinem Zusammenhange mit der noch erhaltenen rechten Hälfte des Grosshirns. Desshalb können bei dem verstümmelten Thier die Gesichtseindrücke nicht mehr zum Organ des Bewusstseins gelangen. Das Thier kann also keine Furcht mehr empfinden beim Anblick von drohenden Geberden. Dagegen ist die Verbindung zwischen dem rechten Auge und dem unversehrten Mittel- und Kleinhirn und was dahinter liegt, ungeschädigt. Die Centralorgane für die Fortbewegung, welche hinter dem Grosshirn liegen, sind unverletzt und werden durch die Eindrücke, welche sie vom unverletzten Auge empfangen, richtig regulirt, so dass das Thier rein maschinenmässig den Hindernissen aus dem Wege geht. Nach dieser Ansicht würde ein solches Thier also ohne Bewusstsein sehen. Es würde die Netzhautbilder zweckmässig verwerthen und doch keine bewusste Lichtempfindung haben.

Ich lasse es dahin gestellt, ob der Erklärungsversuch von Lussana und Lemoigne für die Erfahrungen an Tauben genügt. Mir scheint er jedenfalls unzureichend, um die von mir beschriebenen Erscheinungen an den verstümmelten Hunden zu erklären. Ich bin überzeugt, dass bei Hunden jede Halbkugel des grossen Hirns mit beiden Augen in Verbindung steht, dass also von dem rechten Auge aus Erregungen auch der rechten Hälfte des Grosshirns zufließen und in's Bewusstsein gelangen können. In der That haben die von mir verstümmelten Thiere auf mich auch nicht den Eindruck gemacht, als wenn sie gar keine bewusste Gesichtsempfindung hätten. Ich habe hierbei natürlich die Periode im Sinn, welche Wochen lang nach der Verletzung anhebt. (Unmittelbar nach der Verstümmelung sind viele Thiere zweifellos vollständig blind auf dem entgegengesetzten Auge.) Hätte z. B. der zuletzt beschriebene Hund, bei welchem die linke Halbkugel so gut wie ganz vernichtet war, gar keine bewusste Lichtempfindung gehabt, so wäre es nicht verständlich gewesen, warum er die Verschliessung des rechten Auges mit der Kappe so übel aufnahm.

Durch meine Versuche an Fröschen (11. S. 65) habe ich bereits im Jahre 1868 dargethan, dass die Fähigkeit bei der Fortbewegung des Körpers mit Benutzung der Augen Hindernisse zu vermeiden,

eine Funktion der Hirnthteile ist, welche hinter dem grossen Gehirn liegen. Ich stimme daher durchaus der Ansicht von Lussana und Lemoigne bei, dass die Thiere mit verstümmeltem Grosshirn wesentlich maschinenmässig ohne eine verwickelte Ueberlegung oder eine grosse Willensanstrengung nöthig zu haben, Hindernissen aus dem Wege gehen. Aber das verstümmelte Organ des Bewusstseins erhält immerhin von dieser stillen Thätigkeit der Vierhügel u. s. w. Kenntniss, wenn auch diese Kenntniss eine anomal veränderte ist, wie das Organ, welches sie empfängt.

Es liegt in der Natur der Sache, dass jede Vorstellung, die wir uns von dem Empfinden eines Anderen machen, eine Hypothese bleiben muss. So ist es also auch nur eine Hypothese, wenn ich es ausspreche, wie etwa die Gesichtsempfindungen beschaffen sein mögen, die ein Hund auf dem rechten Auge hat, nachdem ihm die linke Hälfte des Grosshirns längere Zeit zuvor vernichtet wurde.

Ich stelle mir vor, das ein solches Thier einen ausserordentlich geringen Farbensinn und auch einen sehr verschlechterten Ortsinn der Netzhaut besitzt. Es sieht alles grau in grau, verwaschen, wie in Nebel gehüllt. Diese Annahme würde die ganze Reihe der Thatsachen hinreichend erklären. Ein solcher Hund erkennt ein Stück Fleisch nicht mehr als solches, weil das, was ihm vorhin als ein hellrother, scharf umgrenzter Gegenstand erschien, jetzt vielleicht eine mattgraue, verschwommene Masse darstellt. Er erkennt eine Peitsche nicht mehr als Peitsche, eine Person nicht mehr als ein bestimmtes Individuum, weil die Anschauungsbilder, die er empfängt, verwaschen und farblos sind, und nicht entfernt denen gleichen, welche er in der Erinnerung aufbewahrt hat. Dagegen nimmt er die Bewegungen eines Körpers, z. B. einer Hand ganz gut wahr, weil er sich der Wanderung des verwaschenen Anschauungsbildes bewusst wird. Auch bleibt sein bewusstes Empfinden in Einklang mit dem maschinenmässigen Handeln der niederen Centralorgane, wenn er beim Gehen Hindernisse vermeidet. Denn er unterscheidet die im Wege stehenden Körper von ihrer Umgebung hinreichend durch die wechselnde Lichtstärke an den Grenzen, wenn er auch die Einzelheiten in der Natur der Körper selbst nicht wiedererkennt. So können wir ja auch in ziemlich dichtem Nebel, wenn wir langsam gehen, vorwärts kommen ohne anzustossen. — Diese Andeutungen mögen genügen. Sollte sich eine Erklärung finden, welche die Thatsachen noch besser

in Zusammenhang zu bringen vermöchte, so würde ich meine Hypothese gern aufgeben.

Wir haben gesehen, dass die Thiere nach erheblicher Verstümmelung immer zuerst blind sind auf dem entgegengesetzten Auge, dass sich dann allmählig das Sehvermögen wieder einstellt, aber eigenthümliche Störungen zeigt. Es fragt sich, ob sich diese Störungen nicht vielleicht mit der Zeit noch mehr zurückbilden. Ueber diesen Punkt habe ich noch keine ganz zuverlässigen Erfahrungen, und ich kann mich daher nur mit Vorsicht ausdrücken. Da ich später noch auf diese Sache zurückkommen muss, so will ich hier nur kurz bemerken, dass meiner Ueberzeugung nach die Störung des Sehvermögens nach vollständiger oder sehr erheblicher Vernichtung der grauen Substanz einer Seite sich nicht ausgleichen wird.

Die Widersprüche unter den früheren Beobachtern haben durch meine Darstellung eine hinreichende Aufhellung erfahren. Wenn Hitzig und auch Ferrier fanden, dass Thiere nach gewissen Verletzungen auf dem gekreuzten Auge erblinden, so ist das nicht unrichtig, aber ihre Gegner hatten ebenfalls Recht, wenn sie diese Thatsache leugneten. Denn die Erblindung dauert nur kurze Zeit und dann kehrt das Sehvermögen wieder. Die ganze Frage ist bisher so wenig gefördert worden, weil man nur zwei Gegensätze kannte: »Blind oder sehend«. Ueberzeugte man sich, dass die Thiere sehen, so bekümmerte man sich nicht weiter darum, wie sie sehen. Es wäre natürlich auch vom höchsten Interesse, das Sehvermögen von Menschen eingehender zu prüfen, welche einen erheblichen Substanzverlust des Gehirns erlitten haben.

Da nach einseitiger Verstümmelung des Grosshirns sowohl die Empfindungsnerven der Haut, als auch die Sehnerven auf der entgegengesetzten Körperhälfte eine Störung ihrer Funktionen zeigen, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch andere hirnwärtsleitende Nerven, z. B. der Hörnerv, Einbusse ihrer normalen Verrichtungen erfahren werden, doch stehen mir brauchbare Versuche zur Entscheidung dieser Frage nicht zur Verfügung.

Ueber die Störungen der Bewegung nach Verstümmelung einer Hälfte des Grosshirns.

Sofern eine Störung der Empfindung sich nur offenbaren kann durch eine entsprechende Störung der Bewegung, haben die früheren

Abschnitte schon zahlreiche Anomalieen behandelt. In diesem Kapitel soll namentlich die Beschreibung derjenigen Abweichungen folgen, welche die verstümmelten Thiere in ihrem ganzen übrigen Verhalten zeigen. Es werden hier also die Bewegungen besprochen werden, von denen man annimmt, dass sie ein Ausfluss der Willkür sind.

Die Störungen der Bewegungen nach einseitiger Verstümmelung des Grosshirns sind die auffälligsten Symptome und sind deshalb schon frühzeitig beobachtet. Flourens wusste bereits, dass unmittelbar nach der Ausrottung einer Hälfte des Grosshirns eine vorübergehende Schwäche in den Bewegungen der gekreuzten Gliedmassen bemerkbar wird. Bouillaud (9. S. 64) hat zuerst die charakteristische Störung in den Bewegungen der entgegengesetzten Vorderpfote beschrieben, indem er angibt, dass das verletzte Thier oft mit dem Fussrücken auftrat. Später hat Vulpian (14. S. 686) dieselbe Erscheinung richtig geschildert. Unter den Neueren haben Hitzig und seine Nachfolger diese Störungen ausführlich behandelt, doch glaube ich diesen Angaben in Folgendem neue Beobachtungen hinzufügen zu können.

Hat man einem Hunde einen sehr erheblichen Theil des linken Grosshirns weggespült, so scheint das Thier in vielen Fällen unmittelbar nach der Operation auf der rechten Seite vollständig gelähmt. Die rechten Gliedmassen liegen schlaff da, lassen sich widerstandslos in allen Gelenken einbiegen. Macht das Thier, welches in der Regel eine Drehung der Wirbelsäule nach links zeigt, einen Versuch aufzustehen, so bricht es alsbald nach rechts zusammen, weil die Gliedmassen der rechten Seite den Dienst als Stütze versagen. Manchmal nach Stunden, manchmal auch erst nach Tagen, ändert sich das Bild der Erscheinungen. Die Thiere fangen an, von selbst aufzustehen und umher zu humpeln. Dabei machen sie meist Reitbahnbewegungen nach links herum. Die rechte Schulter lassen sie herabsinken. Die rechte Vorderpfote knickt in allen Gelenken ein, und oft wird der Fussrücken statt des Zehenballens auf den Boden aufgesetzt. Auch der rechte Hinterfuss wird beim Gehen nachgeschleppt und nicht ordentlich gehoben. Bald tritt eine weitere Besserung ein, die rechte Schulter wird höher getragen, und der rechte Vorderfuss wird seltener mit dem Fussrücken aufgesetzt. Auch die Neigung zu Reitbahnbewegungen lässt nach. Das Thier geht grosse Strecken gerade aus und macht nur von Zeit zu Zeit

noch eine Schleife im Gange, oder der Durchmesser der Kreise wird grösser. Allmählig hören die Reitbahnbewegungen ganz auf. Das Thier läuft auch nicht mehr auf dem Fussrücken. Ist dieses Stadium vorüber, so kann das Auge des Ungeübten in dem Verhalten des Hundes nichts Abweichendes mehr entdecken. Er scheint mit derselben Geschicklichkeit wie seine Genossen herumzuspringen. Beobachtet man indess das Thier sorgfältig und möglichst häufig, so gewahrt man die noch vorhandenen Störungen leicht. Bringt man das Thier in einen Raum mit möglichst glattem Fussboden, so gleitet es mit den rechten Gliedmassen leicht aus. Schüttelt sich der Hund, so verlieren gleichfalls dabei die rechtsseitigen Pfoten den Halt und fahren nach aussen. Selbst wenn das Thier ruhig dasitzt, gleitet die rechte Vorderpfote oft nach aussen ab und verharret lange in einer Abductionsstellung, welche dem normalen Thier bald unbequem würde. Man kann dem Hunde auch künstlich diese wunderliche Stellung bereiten, indem man ihm die Pfote gleichsam wegstehend sie allmählig in diese äusserste Abductionsstellung bringt. Erst nach langer Zeit verbessert der Hund die Stellung seiner Gliedmassen. Lässt man das Thier an den Vorderbeinen haltend, den Hinterkörper herabhängen, so ist die Haltung der Hinterbeine unsymmetrisch. So weit bestätigen meine Angaben im Wesentlichen die sorgfältigen Beobachtungen von Hitzig. Nur in dem einen Punkte stimme ich mit diesem Forscher nicht überein, dass Hitzig die Reitbahnbewegungen nicht erwähnt, welche ich regelmässig nach erheblicher Verstümmelung des Grosshirns gesehen habe.

Ist die Herstellung des Thieres so weit vorgeschritten, dass man beim Gehen, Laufen und Springen desselben keinerlei Unregelmässigkeit wahrnimmt, so ist der Hund sogar im Stande auf drei Beinen sich gut fortzubewegen. Ich band einem Hunde, der am 15. Januar eine ausgedehnte Durchspülung der linken Grosshirnhälfte erlitten hatte, am 7. Februar das linke Vorderbein so kurz an das Halsband, dass er diese Gliedmasse als Stütze nicht mehr gebrauchen konnte. Er lernte schnell auf den drei übrigen Gliedmassen umher zu hinken, in ganz derselben Weise wie dieses ein gesunder Hund thun würde, welchem man eine Gliedmasse unbrauchbar macht. Als ich ihm darauf die rechte Vorderpfote in derselben Weise fesselte, so gelang es ihm viel schwieriger sich auf den übrigen drei Pfoten zu bewegen. Er hatte zuerst immer die Neigung nach rechts umzufallen, und schien über dies Missgeschick offenbar

verdriesslich. Nach einigen Stunden hatte er sich aber soweit eingeübt, dass er ohne jeden Unfall durch grosse Strecken auf den drei Beinen einherhinken konnte.

Der Hund braucht seine Vorderpfote nicht bloss als Werkzeug für die Fortbewegung des gesammten Körpers, sondern er verwendet sie auch oftmals zu besonderen Zwecken, ähnlich wie der Mensch seine Hände. Auf diese Thätigkeit der vorderen Gliedmaassen habe ich nun vorzüglich meine Aufmerksamkeit gerichtet und so eine Anzahl neuer Beobachtungen gewonnen, die wie mir scheint, besonders geeignet sind, die Bewegungsstörung der verstümmelten Thiere zu kennzeichnen.

Wenn ein Hund, welcher einen erheblichen Substanzverlust des linken Grosshirns erfahren hat, in eine Lage gebracht wird, in welcher er Veranlassung hat, seine Vorderpfoten wie eine Hand zu gebrauchen, so wählt er stets ausschliesslich die linke Pfote.

Viele Hunde benutzen ihre Vorderpfote, ähnlich wie die Katzen, um sich das Haar des Kopfes zu putzen. So lange ihre Kopfwunden eitern, wischen sie den Eiter mit der Pfote ab, belecken die Pfote und führen sie wieder zur Wunde. Ein Hund, welcher eine Verletzung des Grosshirns erfahren hat, verwendet hierzu ausschliesslich die Pfote der verletzten Seite.

Liegt ein Hund an der Kette, und legt man ihm einen Knochen hin, so, dass er ihn mit dem Maul nicht fassen kann, so wird er bestrebt sein den Knochen mit der Vorderpfote zu holen, dafern er ihn erreichen kann. Der links verstümmelte Hund benutzt hierzu lediglich die linke Pfote.

Hat er den Knochen erreicht und in Sicherheit gebracht, so hält er den Knochen, während er ihn benagt, ausschliesslich mit der linken Vorderpfote fest.

Hunde pflegen bekanntlich, wenn sie satt sind, Leckerbissen gern zu vergraben, um sie dann gelegentlich wieder hervor zu holen. Ich belauschte einen Hund, welcher beschäftigt war einen Knochen im Stroh zu verscharren. Er verwendete zu diesem Zweck nur die linke Vorderpfote. Ihm fehlte ein Stück der linken Hälfte des Grosshirns.

Ich pflege die Hunde, welche operirt sind, in grossen, oben offenen Käfigen unterzubringen, welche ringsum von einer hölzernen Schranke umgeben sind, die eine Höhe von 80 Centimeter hat. Da ich den Thieren oft Knochen aus meiner Haushaltung mitbringe, so

begrüssen sie mich lärmend beim Eintreten und richten sich dabei auf den Hinterbeinen auf, um über die Schranke hinweg zu gucken. Ein unversehrter Hund stützt sich bei dieser Stellung gleichmässig auf beide Hinterpfoten. Die verstümmelten legen vorzugsweise nur die linke Pfote auf den Rand der Schranke und fahren mit der rechten, ohne den Rand zu erreichen, zwecklos an der Wand des Käfigs hin und her.

Eines Tages wurde eine brünstige Hündin in's Institut gebracht. Ein Hund, der von einer erheblichen Verstümmelung des linken Grosshirns unlängst genesen war, interessirte sich sofort für sie und versuchte sie zu besteigen. Allein er war nicht im Stande die Begattung zu vollziehen, weil er die Hündin mit der rechten Vorderpfote nicht gehörig zu umfassen vermochte.

Diese zahlreichen Erfahrungen wurden noch in sehr interessanter Weise bereichert durch eine Anzahl von Beobachtungen an abgerichteten Hunden.

Hunde können bekanntlich sehr leicht dahin abgerichtet werden, dass sie auf Aufforderung die Vorderpfote darreichen. Der Institutsdiener erhielt nun von mir den Auftrag, beim Ankauf von Thieren vorzüglich auf den Erwerb von solchen bedacht zu sein, welche jenes Kunststück bereits gelernt hatten. Da er sich ausserdem selbst sehr für diese Versuchsreihe interessirte, so gab er sich grosse Mühe auch seinerseits anderen Hunden diese Fertigkeit beizubringen. So fand ich Gelegenheit, an einer ganzen Anzahl von Hunden, welche höchst prompt jede von beiden Vorderpfoten auf Commando darreichten, eine Durchspülung der linken Hirnhälfte vorzunehmen. Das Ergebniss war in allen Fällen dasselbe. Die Hunde verloren nach der Operation die Fähigkeit, die rechte Pfote darzureichen. Einige erlernten später von Neuem dieses Kunststück, andere lernten es nicht wieder. Einen besonders lehrreichen Fall will ich hier mit Anführung von Daten angeben.

Einer sehr klugen, jungen, lebhaften Hündin, welche auf Aufforderung beide Vorderpfoten gleich willig zu reichen verstand, wurde am 1. December 1875 mittelst zweier Trepanlöcher das linke Grosshirn von vorn nach hinten durchspült. Nach der Operation hat das Thier schwache Neigung sich nach links im Kreise zu drehen, tritt mit dem Fussrücken auf, rennt mit der rechten Seite gegen Hindernisse an und fällt leicht auf die rechte Seite.

Schon am Tage darauf ist das Thier auffallend kräftig, frisst gierig und läuft lebhaft herum.

Fordert man die Hündin auf, die linke Pfote zu geben, so wird diese sofort willig auf die Hand gelegt. Stösst man darauf an die rechte Vorderpfote an und redet man dem Thiere besonders eifrig zu, doch diese zu reichen, so bleibt die Pfote gleichwohl wie eingewurzelt auf dem Erdboden stehen. Wird man immer eindringlicher mit der Forderung, so macht die Hündin ein ganz betrübtes Gesicht und endlich überreicht das Thier von links her über's Kreuz abermals die linke Pfote, wie als Ersatz für die rechte, welche es nicht zu bieten vermag.

Täglich werden nun diese Versuche von uns Allen wiederholt.

Schon am 8. December giebt das Thier auf eindringliches Zureden zögernd auch die rechte Pfote, zieht es aber bei weitem vor, die linke darzureichen.

Am 7. Januar 1876 ist das Thier durch tägliche Uebungen wieder so weit gebracht, dass sie beide Vorderpfoten nach einander ebenso prompt darreicht wie vor der Operation.

Am 13. Januar wird die Hündin einer zweiten Operation unterworfen. Es werden näher der Basis zwei neue Trepanlöcher angelegt und eine erhebliche Menge Gehirn herausgespült. Das Thier, welches inzwischen vollständig genesen war und mit derselben Sicherheit umherlief wie jeder gesunde Hund, zeigt nach der zweiten Operation wieder genau dieselbe Störung wie nach der ersten. Beim Versuch zu gehen knickt die rechte Vorderpfote um, die Hinterpfote schleift nach. Das Thier dreht sich nach links im Kreise und fällt leicht auf die rechte Seite. Beim Kneipen der Pfoten auf der rechten Seite reagirt sie nicht.

Am 14. Januar hat sich das Thier schon wieder so weit erholt, dass es die linke Pfote gern darreicht. Die rechte Pfote rührt es dagegen nicht vom Erdboden, und wenn man angelegentlicher drängt, reicht es wieder die linke zum zweiten Mal.

Erst am 5. Februar fängt sie an, auch die rechte Pfote darzureichen, aber weit seltener und zögernder.

Am 15. Februar werden in einer dritten Operation abermals links zwei neue Trepanlöcher vorgelegt und wiederum ein Theil des Grosshirns vernichtet.

Die Störungen nach dieser Operation waren wieder genau dieselben wie nach den beiden ersten.

Das Thier ward wieder unfähig, die rechte Pfote zu geben. Allmählich schwanden die bekannten Störungen beim Gehen vollständig, während die Wunde verheilte. Aber das Thier lernte jetzt nicht wieder die rechte Pfote so darzureichen wie die linke. Noch so dringend aufgefordert gab es immer die linke statt der rechten.

Am 6. März wurde das Thier einer vierten Operation unterworfen, welche ungünstig verlief. Wie die Section später ergab, kam es zu einer Blutung in die rechte Hirnhälfte hinein, welche am 7. März den Tod herbeiführte.

Die anderen Fälle, in welchen ich Thieren, die abgerichtet waren, eine Verstümmelung des Grosshirns zufügte, verliefen ähnlich wie dieser. Immer ging die Fähigkeit verloren, die Pfote zu geben, welche der verletzten Seite gegenüber liegt. Einzelne Thiere erlernten nach längerer Zeit diese Fähigkeit wieder, andere nicht.

Einer sonderbaren Erscheinung will ich hier noch gedenken, welche viele Thiere in dem späteren Stadium zeigen, nachdem sie bereits wieder fähig geworden sind, vollständig normal wie gesunde Hunde zu laufen. Die Thiere bekommen dann die Neigung auf drei Beinen zu stehen. Sie benutzen ausser den beiden Hinterbeinen noch ein Vorderbein als Stütze und halten das andere Vorderbein gehoben. Bald heben sie das rechte, bald das linke Vorderbein. So wie sie zum Gehen oder Laufen gebracht werden, verwerthen sie alle vier Gliedmassen ganz regelmässig.

Ausser den Muskeln der Gliedmassen erfahren auch die Muskeln des Rumpfes und gewisse Muskeln des Kopfes eine Abschwächung ihrer Thätigkeit, wenn das Grosshirn der gekreuzten Seite beschädigt wurde.

Kurze Zeit nach Verletzung der linken Hälfte des Grosshirns bewegt der Hund auf Anrufen nur das linke Ohr, das rechte entweder schwächer oder gar nicht. Dieser Unterschied schwindet aber schon nach wenigen Tagen vollständig, und es werden dann beide Ohren gleichmässig bewegt.

In der Stellung der Zunge habe ich bei Thieren mit ausge dehntester Zerstörung einer Hälfte des Grosshirns eine Abweichung nicht zu bemerken vermocht.

Ebenso wenig habe ich Anomalien in der Bewegung der Augen gesehen, so lange die Verletzung auf das Grosshirn beschränkt blieb.

Beiläufig will ich hier erwähnen, dass wir mehrmals eine tiefgreifende Entzündung des gekreuzten Auges beobachtet haben,

welche mit einer hochgradigen Empfindungslosigkeit des betreffenden Auges zusammenfiel. Sobald die Empfindung wiederkehrte, besserte sich auch alsbald der Zustand des Auges.

Was den zeitlichen Verlauf der beschriebenen Bewegungsstörungen anlangt, so lässt sich darüber Allgemeingiltiges nicht angeben. Je grösser der Substanzverlust war, um so intensiver und nachhaltiger ist auch die Bewegungsstörung. Auf den Ort der Verletzung kommt es aber nicht an, sofern die Verletzung eine erhebliche ist. Bleiben die Thiere am Leben, so bessern sich die Erscheinungen schnell bis zu einem gewissen Grade. Dann aber scheint ein Stillstand einzutreten. Es folgt das zweite Stadium, in welchem noch einige dem Laien nicht bemerkbare Störungen zurückbleiben, welche, so viel ich bis jetzt beobachtet habe, nicht mehr weichen.

Dieser Punkt ist von höchster theoretischer Bedeutung, denn ich lege, wie wir sehen werden, auf die Störungen, welche sich von selbst ausgleichen, im Gegensatz zu Hitzig wenig Gewicht. Dagegen messe ich nur denjenigen Störungen, welche bleibend sind, eine wesentliche Bedeutung bei. Zu den vorübergehenden Störungen zähle ich die Neigung im Kreise sich zu drehen, die Eigenthümlichkeit beim Gehen oder Laufen mit dem Fussrücken aufzutreten und den Hinterfuss nachzuschleppen. Kurz all' die Störungen bei der gewöhnlichen Fortbewegung des Körpers auf ebenem Boden, welche Hitzig besonders betont, sind als vergängliche für mich von geringem Werth. Als Ausdruck der wirklichen Funktionsschädigung des Grosshirns betrachte ich nur die dauernden Störungen. Dazu zähle ich die Neigung mit den rechten Pfoten auszugleiten, und zweitens die Vernachlässigung der rechten Pfote, wenn es gilt dieselbe als Hand zu benutzen. Das Ungeschick beim Besteigen und namentlich beim Herabsteigen von einer Treppe hängt mit der Neigung zum Ausgleiten zusammen und braucht deshalb nicht besonders berücksichtigt zu werden.

Wenn ich angebe, dass ich diese letzten Störungen für dauernde halte, so halte ich mich auch hier wieder für verpflichtet einzugestehen, dass ich mich in diesem Punkte irren könnte. Bis jetzt habe ich solche Thiere nur Wochen und höchstens einige Monate beobachtet. Man wird sie viele Monate, noch besser Jahre lang am Leben erhalten, um mit Sicherheit sagen zu können, welche Thätigkeiten nach Verstümmelung des Grosshirns unwiederbringlich verloren sind.

Es muss hier noch die Frage besprochen werden, ob die nach Verstümmelung des Grosshirns auftretenden Bewegungsstörungen nicht vielleicht lediglich eine nothwendige Folge der gleichzeitigen Abstumpfung der Empfindung sind. Hitzig leitet sie von einer Störung des Muskelbewusstseins ab. Ich habe gegen die Annahme, dass das Muskelbewusstsein gestört ist, an sich nichts einzuwenden, aber diese Störung des Muskelbewusstseins ist selbst nur eine untrennbare Theilerscheinung der Abstumpfung der Empfindung im Allgemeinen. Was ferner Hitzig (5. S. 438) als: »Defekt der Willensenergie« beschreibt, scheint mir nichts anderes zu sein als eine geringere Stufe dessen, was er Störung des Muskelbewusstseins nennt.

Ich bezweifle nicht, dass sich manche der beschriebenen Bewegungsstörungen ableiten lassen als Folge der notorisch vorhandenen Empfindungsstörung. Wenn z. B. das Thier leicht ausgleitet, sobald es sich schüttelt, so könnte man sagen: Es merkt zu spät und zu unvollkommen, dass die Stellung der rechtsseitigen Gliedmassen eine unsichere wird und beugt deshalb zu spät durch entsprechende Muskelwirkung diesem Unfall vor. Aber es scheint mir nicht möglich, alle vorhandenen Bewegungsstörungen in analoger Weise zu erklären. Wie wollte man z. B. aus einer Empfindungsanomalie erklären, dass das Thier es verweigert, die rechte Pfote zu reichen? Mir drängt sich vielmehr auf Grund der unbefangenen Zergliederung der Thatfachen eine andere Deutung auf. Wenn ich das Thier, indem ich seine rechte Pfote berühre, schmeichelnd auffordere, mir diese Pfote zu geben, so kann ich aus seinem Gesichtsausdruck sehr deutlich ablesen, dass es meinen Befehl versteht, und wenn es schliesslich wie aus Verzweiflung mir übers Kreuz die linke Pfote hinüberreicht, so ersehe ich daraus weiter, dass das Thier auch den besten Willen hat meinen Wunsch zu befriedigen. Aber es ist ihm unmöglich das zu thun, was ihm geheissen wird. Zwischen dem Organ des Willens und den Nerven, die den Willen ausführen, hat sich irgendwo ein unbesiegbarer Widerstand aufgebaut. Dem Thiere scheint die Gliedmasse vielleicht wie bleiern unbeweglich. Nur wenn der Willensimpuls zum Gehen oder Laufen gegeben wird, spielt die rechte Vorderpfote in dem regelmässigen Maschinengetriebe mit. In der späteren Zeit verringert sich der mächtige Widerstand zwischen dem Willensorgan und den Nerven der rechten Pfote etwas und dann lernt das Thier wieder, wenn auch mit grosser Anstren-

gung, seine alte Fertigkeit. Für immer aber scheint der Verkehr zwischen dem Willen und den Werkzeugen der rechten Seite ein erschwerter zu bleiben.

Was ich hier für die Nerven und Muskeln der Vorderpfote ausgeführt habe, gilt ähnlich für die übrigen Muskeln der rechten Seite. Wenn ein Thier eine erhebliche Verstümmelung der linken Halbkugel des Grosshirns erfahren hat, so erfahren eben alle diejenigen centrifugalen Verrichtungen der rechten Seite eine Abschwächung, welche vom Organ des bewussten Willens befehligt werden, weil dieses Organ, soweit es noch vorhanden ist, mit der rechten Körperhälfte nicht durch so bequeme Leitungen verbunden zu sein scheint wie mit der linken.

Schlussfolgerungen.

Wir haben gesehen, dass nach möglichst ausgiebiger Zerstörung einer Hälfte des Grosshirns in der ersten Zeit nach der Operation sehr schwere Störungen an der entgegengesetzten Körperhälfte beobachtet werden können. Sind diese Störungen im höchsten Grade ausgeprägt, so ist das Thier auf der betreffenden Seite empfindungslos, blind und gelähmt. Bleibt das Thier aber am Leben, so bessern sich diese Störungen schnell, und nach Wochen und Monaten bleibt als vielleicht dauernder Rest noch zurück: Eine geringe Abstumpfung der Empfindung, eine merkwürdige Störung des Sehvermögens, und eine Einbusse in gewissen oben genauer beschriebenen Bewegungen.

Hitzig und seine Nachfolger haben behauptet, dass die in der ersten Zeit nach der Verletzung auftretenden hochgradigen Störungen als ein Ausfall derjenigen Funktionen zu betrachten sind, welche vor der Operation durch die vernichteten Hirntheile besorgt wurden. Kehren nun die Funktionen wieder, so müssen die verlorenen Organe offenbar ersetzt worden sein. Im Eingange dieser Abhandlung ist der verschiedenen Hypothesen gedacht, die man in dieser Richtung aufgestellt hat. Wir sind jetzt in den Stand gesetzt, die Haltlosigkeit dieser Hypothesen darzulegen.

Carville und Duret meinen im Anschluss an Vulpian, dass die neuen Centren, welche die Funktionen der vernichteten alten übernehmen, in dem erhaltenen Rest derselben Grosshirnhälfte ihren Sitz haben. Auf den ersten Blick könnte dieser Einfall eine

scheinbare Stütze in der Thatsache finden, dass eine zweite Operation, eine weitere Verstümmelung des zurückgelassenen Restes wieder dieselben Störungen hervorbringt wie der erste Eingriff. Aber zu welchen Abenteuerlichkeiten führt diese Vorstellung sowie man sie weiter verfolgt? Wenn sich nun an die zweite Operation die dritte, vierte u. s. w. anschliessen, wie ergeht es da den Centren? Lassen sie sich von Windung zu Windung weiter hetzen, wie ein Sperling, den ein Knabe verfolgt, sich immer wieder auf einen andern Zweig setzt, wenn er verjagt wird? Und was ist der schliessliche Ausgang dieses Treibjagens? Werden sich sämtliche Centren, die sich vorher so bequem in der ganzen Hirnhälfte ausbreiten konnten, endlich in dem letzten unversehrten Fetzen grauer Substanz einträchtiglich zusammendrängen? Und wenn man ihnen auch da den Garaus macht, wenn man die eine Halbkugel völlig vernichtet, was dann? Weiter dieser Hypothese nachzugehen ist wohl überflüssig.

Schon Soltmann hat übrigens richtig darauf hingewiesen, dass auch die Erfahrungen an Menschen der Hypothese von Carville und Duret widersprechen. Man fand Verkümmern der einen Grosshirnkugel bei Menschen, welche keine erhebliche Bewegungsstörungen vor dem Tode gezeigt hatten.

Wie Carville und Duret durch Soltmann widerlegt sind, so haben jene ebenso siegreich die Hypothese Soltmann's beseitigt. Soltmann glaubt, dass nach Verstümmelung einer Halbkugel des Grosshirns die andere Halbkugel stellvertretend wirkt. Wäre dies der Fall, so müsste, wenn eine Verletzung zuerst der einen Seite stattgehabt hat, und die Störungen sich inzwischen ausgeglichen haben, nunmehr die symmetrische Verletzung an der bis dahin unversehrten Hirnhälfte doppelseitige Störungen hervorrufen. Diese Folgerung trifft aber, wie Carville und Duret richtig angeben, durchaus nicht zu. Ich selbst habe in diesen Tagen bei zwei Hunden, die von einer Durchspülung des linken Grosshirns genesen waren, eine Durchspülung der rechten Grosshirnhälfte vorgenommen. Diese beiden Hunde knicken mit dem linken Vorderfuss um, drehen nach rechts herum und fallen leicht auf die linke Seite, während nach der ersten Operation alle diese Symptome auf der entgegengesetzten Seite erschienen.

Ebenso wenig haltbar erscheinen mir die Ausführungen Hitzig's. Dieser Forscher hat eben auch den Irrthum begangen, den trügerischen Erscheinungen, welche unmittelbar nach der Operation zu

beobachten sind, einen zu grossen Werth beizulegen. Er hat die Bemerkungen früherer Forscher auf diesem Gebiet (13. I. S. 1), welche bereits sehr treffend vor einer Benutzung der Beobachtungen des ersten Stadiums gewarnt haben, nicht gekannt. Nothnagel (15. a) hat diese Mängel in den Schlussfolgerungen Hitzig's bereits dargethan¹⁾.

Der ganze Gang dieser Abhandlung hat Erfahrungen in Fülle dargeboten, welche unvereinbar sind mit der Theorie Hitzig's. Hier erinnere ich vor Allem an den Fall von dem Hunde, bei welchem es mir gelungen war, durch eine Anzahl von Operationen die ganze graue Substanz der linken Halbkugel herauszuspülen.

Das Thier war nach allen Eingriffen im Stande auf einer nicht zu glatten Fläche zu gehen und zu laufen wie ein unversehrter Hund, bewegte den Kopf, die Zunge, die Lippen, das Auge, die Augenlider, die Ohren, die Kaumuskeln und den Schwanz in scheinbar normaler Weise. Mag man sich nun die Umgrenzung der Hitzig'schen Centren konstruiren wie man wolle, die Vernichtung der gesamten Oberflächen-Schicht der einen ganzen Halbkugel, musste in diesen vorgebildeten Centren eine furchtbare Verheerung anrichten. Warum kam es nicht zu ausgebreiteten andauernden Störungen?

Unvereinbar mit Hitzig's Auffassung scheint mir ferner die Thatsache, dass das Ergebniss der einzelnen Akte der Hirn-Durchspülung einander so überaus ähnlich war. Mochten nun die Trepanlöcher vorn oder hinten angebracht sein, wenn nur eine erhebliche Masse Hirn d. h. einige Gramm herausgespült wurde, so war der Gang der Störungen genau derselbe. Thiere, bei welchen die Verletzung, wie die Section ergab, allein auf dem Hinterlappen, also die unerregbare Zone beschränkt war, zeigten doch durchaus dieselben Erscheinungen wie solche, bei denen sie weit vorn im vordersten Abschnitt der erregbaren Zone stattgefunden hatte. Ganz unbekannt waren diese Thatsachen Hitzig übrigens auch nicht. Er gibt zu (5. S. 439), nach Verletzung des Hinterlappens »Defekt der Willensenergie« beobachtet zu haben, aber er liess sich nicht dadurch bestimmen, seine Auffassung zu berichtigen.

1) Was die eigenen Untersuchungen Nothnagel's anlangt, so befinde ich mich nirgend in Widerspruch mit den Angaben dieses Forschers, welcher seine Entdeckungen in sehr vorsichtiger Weise verwerthet hat.

Dieselben Einwendungen, welche ich gegen Hitzig's Lehre vorgebracht habe, sind natürlich ebenso gegen Ferrier zu richten, auf dessen Untersuchungen einzugehen ich deshalb für überflüssig halte.

Nachdem ich so die Hinfälligkeit der bisher aufgestellten Hypothesen beleuchtet habe, habe ich die Pflicht, die Lösung des Räthfels selbst zu suchen. Soltmann ist, wie ich glaube, dicht an dieser Lösung vorbeigegangen. Wenn er die Vermuthung aussprach, es könne vielleicht auch das Kleinhirn an der Wiederherstellung der Funktionen theilhaftig sein, so hat er meiner Meinung nach vollkommen Recht. Nur hat das Kleinhirn, das Mittelhirn und was dahinter liegt, nicht etwa eine Last übernommen, welche vorher dem Grosshirn zugewiesen war. Es hat vielmehr lediglich eine Rolle wieder aufgenommen, welche ihm vor der Operation ebenso zukam, und welche nur in Folge der Operation für einige Zeit eingestellt war. Mit anderen Worten, es handelt sich bei der sogenannten Wiederherstellung nach Verstümmelung des Grosshirns gar nicht um die Bildung neuer Centren, sondern nur um die Wiederaufnahme alter Funktionen durch unversehrte Centren, deren Thätigkeit unterbrochen war. Die groben maschinenmässigen Bewegungen, wie das Gehen, Laufen, u. dgl. welche in der ersten Zeit nach Verletzung des Grosshirns geschädigt werden, sind gar nicht an das Bestehen des Grosshirns geknüpft, d. h. haben ihr nächstes Centrum gar nicht in diesem Organ, sondern weiter hinten im Kleinhirn und seinen Verbindungen.

Wie aber erkläre ich die Störungen dieser groben Bewegungen nach Verletzung des Grosshirns, wenn das Grosshirn nicht das wesentliche Centrum für diese Thätigkeiten ist? Meine Antwort ist: Durch einen Hemmungsvorgang, welcher sich von der Hirnwunde aus nach hinten fortpflanzt. Vermöge dieser Hemmung werden eine sehr grosse Zahl von Centren, die selbst durch die Operation nicht im geringsten geschädigt wurden, für kürzere oder längere Zeit gelähmt. Allmählig aber, je nachdem der Reizungszustand, welcher die Hemmung veranlasst, schneller oder langsamer abläuft, weicht diese Hemmung. Die eine Zeit lang gewissermassen latent gebliebenen Centren gewinnen ihre alte Erregbarkeit wieder und eine ganze Reihe von Funktionen, welche erloschen schienen, erwacht in voller Energie. Erst nach vollständiger Beseitigung dieses Hemmungszustandes, erst nachdem alle diejenigen Centren, welche nicht vernichtet wurden, ihre Funktionen wieder

aufgenommen haben, lassen sich diejenigen Störungen klar erkennen, welche durch die wirkliche Vernichtung von Hirnsubstanz hervorgerufen sind. Diese in dem letzten Stadium zu beobachtenden Störungen sind dann aber bleibender Natur. Eine Neuerzeugung vorher vernichteter Hirnsubstanz halte ich bei höheren Thieren für vollständig unerwiesen.

Diese Ausführungen bitte ich nicht als eine künstlich zurecht gemachte Hypothese anzusehen. Ich halte sie vielmehr für die natürliche Folgerung, die man aus meinen Untersuchungen über die Funktionen des Rückenmarks ziehen muss.

Wenn man bei einem Hunde das Rückenmark durchschneidet, so beobachtet man unmittelbar darauf eine ganze Reihe von Lähmungserscheinungen. Die hinteren Gliedmassen, die Harnblase und der Mastdarm scheinen gelähmt. Die Fähigkeit zu Erectionen ist erloschen. Nach Reizung der Haut des gelähmten Hinterkörpers sieht man weder am Hinterkörper noch am Vorderkörper Bewegungen auftreten. Man hat aus diesen Thatsachen früher geschlossen, dass die Centren für die Entleerung des Harns und Koths und das Centrum für den Vorgang der Erection im Gehirn gelegen sind. Diese Annahme war, wie ich bewiesen habe, eine irrige. Die genannten Centren haben ihren Sitz im Lendenmark, denn nach einiger Zeit, manchmal erst nach Wochen kehren die genannten Funktionen alle wieder. Die Centren, welche ihnen vorstehen, waren durch den Schnitt in's Rückenmark nicht etwa von ihren ausführenden Organen abgetrennt, sondern sie unterlagen nur einer andauernden Hemmung, deren Ursache in der Verwundung des Rückenmarks zu suchen ist. Wir haben also unter den Störungen, welche unmittelbar nach einer Verwundung des Rückenmarks zu beobachten sind, zwei ganz verschiedene Gruppen von Erscheinungen zu unterscheiden, nämlich erstlich die Hemmungserscheinungen, welche vergänglich sind und zweitens die Ausfallserscheinungen, wie ich sie hiermit nennen will, welche bleibender Natur sind. Letztere sind durch die Vernichtung oder dauernde Zusammenhangstrennung der nervösen Substanz bedingt. Alle die Störungen, welche mit der Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zusammenhängen, sind also Ausfallserscheinungen.

Es leuchtet ein, dass ebenso wie nach Verwundung des Rückenmarks auch nach jeder Verletzung des Hirns unter den zahlreichen Störungen, welche das erste Stadium auszeichnen, die Hemmungs-

erscheinungen in ihrer Bedeutung wesentlich von den Ausfallserscheinungen zu sondern sind. Die Sichtung zwischen beiden Gruppen kann grosse Schwierigkeiten bereiten, weil wir ja eben nur ein entscheidendes Merkmal besitzen, nämlich die zeitliche Dauer. Es kann nun sehr zweifelhaft sein, in welchem Zeitpunkt man sich für berechtigt halten darf zu sagen: Hier liegt eine Störung vor, die nicht vergänglich ist, die also eine Ausfallserscheinung darstellt. Darum habe ich die wenigen Ausfallserscheinungen, welche ich nach Verstümmelung des Grosshirns gesehen habe, auch nur mit Zurückhaltung als solche bezeichnet. Es ist vielleicht möglich, dass dieselben noch eine Einschränkung erfahren, nachdem ich in die Lage gekommen sein werde, über Beobachtungen zu verfügen, welche sich auf eine Dauer von vielen Monaten erstrecken.

Es lässt sich übrigens mit mathematischer Sicherheit beweisen, dass unter den Störungen, welche wir im ersten Stadium der Verstümmelung antreffen, echte Hemmungserscheinungen sein müssen. Wenn man einem Hunde, welchem ein ausgiebiger Theil des linken Grosshirns herausgespült ist, in den ersten Stunden nach der Operation die linke Hinterpfote kneift, so stösst er keinen Schmerzensschrei aus, er macht aber auch keine Spur einer anderen Reflexbewegung. Mache ich dieselben Versuche mit einem Thier, welches vor Monaten eine vollständige Durchtrennung des Rückenmarks erlitten hat, so zieht das Thier die gekniffene Pfote mit grosser Heftigkeit fort. Das Centrum für diesen Reflex liegt eben im Lendenmark. Warum versagt nun dieser Reflex bei dem Thier, welches ein unversehrtes Rückenmark, aber eine frische Gehirnwunde besitzt? Offenbar deshalb, weil das betreffende rechtsseitige reflektorische Centrum im Rückenmark in Folge seiner Verknüpfung mit der frischen, links gelegenen Hirnwunde eine Hemmung erlitten hat.

Diese Hemmung kann selbstverständlich nur auf dem Nervenwege bewirkt sein. Von einer direkten Schädigung des Rückenmarks durch grobe mechanische Erschütterung oder durch Anomalien der Blutbewegung kann keine Rede sein.

Hier will ich beiläufig noch einen Reflexversuch mittheilen, den ich noch nicht gefunden hatte, als ich meine Arbeit über die Funktionen des Lendenmarks veröffentlichte. Wenn es gelingt, einen Hund lange am Leben zu erhalten, dem das Rückenmark ziemlich hoch oben im Bereich des Brustmarks durchschnitten ist, so lässt

sich bei dem Thiere zu der Zeit, wenn alle Hemmungserscheinungen längst vorüber sind, folgender Versuch anstellen. Kratzt man dem Thier ganz leicht die Haut der Seite des Bauchs, so macht das Thier sofort äusserst gewaltsame Kratzbewegungen mit dem entsprechenden Hinterfuss. Das Centrum für diesen wunderlichen Reflex liegt also im Rückenmark. Es kann dieser Reflex wie die übrigen, die im Rückenmark ihr Centrum haben, leicht unterdrückt werden durch gleichzeitige Reizung einer beliebigen anderen Hautstelle.

Macht man diesen Kratzversuch bei einem Thier, welches kurze Zeit zuvor eine Durchspülung des linken Hirns erlitten hat, so misslingt er vollständig. Das betreffende Centrum im Rückenmark ist dann wie die übrigen gehemmt. Stellt man dagegen diesen Versuch von Neuem auf der rechten Seite an, wenn inzwischen alle Hemmungserscheinungen verschwunden sind, so gelingt er oft überraschend leicht.

Nach dem Vorstehenden ist es also der Irrthum Hitzig's, dass er als Ausfallserscheinungen angesehen hat, was grossentheils nur vorübergehende Hemmungserscheinungen waren. In dem ersten Stadium, welches er ausschliesslich berücksichtigt hat, überwuchern in der That bei weitem die Hemmungserscheinungen.

Auch ein Experiment, welches er in seinem letzten Aufsatz (6. S. 445) beschreibt, findet meiner Ueberzeugung nach lediglich seine Deutung in einer Hemmungswirkung. Er sucht bei einem Hunde die Hirnstelle auf, nach deren elektrischer Reizung die gekreuzte Vorderpfote zuckt und sticht in dieselbe Hirnstelle eine Messerspitze ein. Das Thier bekommt danach eine vorübergehende Schwächung der Bewegung derselben Pfote. Aus diesem Versuch geht nicht nothwendig hervor, dass die betreffende Hirnstelle einen Theil eines Centrums für die vordere Gliedmasse darstellt. Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel. Wenn man das Halsmark eines Hundes elektrisch reizt, so kann danach Erektion des Penis eintreten. Sticht man in dieselbe Stelle des Halsmarks ein Messer, so kann danach die Fähigkeit zur Erektion lange Zeit verloren gehen. Gleichwohl ist das Halsmark nicht Centrum für die Erektion. Der erregende wie der hemmende Reiz auf das Halsmark ausgeübt, wirken vielmehr auf ein weit entlegenes direkt gar nicht getroffenes Centrum im Lendenmark. So wirkt auch der Stich mit dem Messer meiner Meinung nach hemmend auf ein tiefer gelegenes

Centrum, das allerdings mit der gestochenen Stelle in Nervenverbindung steht. Dass endlich die Versuche mit elektrischer Reizung, so sehr sie ihrem Entdecker zum Ruhm gereichen, doch für sich allein nicht geeignet sind, um die Lage von Centren zu ermitteln, hat Hitzig selbst zugegeben.

Wie die psychischen Funktionen durch Verstümmelung des Grosshirns geschädigt werden, soll Gegenstand späterer Mittheilungen sein.

Am Schlusse dieser Abhandlung angelangt, möge noch eine interessante anatomische Beobachtung Platz finden.

Wenn man das Gehirn eines Thieres untersucht, welchem man Wochen lang vor dem Tode einen beträchtlichen Theil der einen Grosshirnhälfte zerstört hatte, so zeigt der Rest der verstümmelten Hirnhälfte eine auffallende Windungsarmuth. Bei Vergleichung mit der gesunden Gehirnhälfte fehlen auf der verletzten Seite manche Furchen ganz, und die vorhandenen sind weniger geschlängelt. Kurz der Rest der verstümmelten Hirnhälfte macht den Eindruck, als wenn er von dem Hirn eines niedriger organisirten Thiers gemeinerer Rasse herrührte. Die Ursache dieser merkwürdigen Verstreichung der Faltungen nach theilweiser Verstümmelung ist offenbar die, dass der stehengebliebene Rest der Hirnhälfte, vom Druck der Umgebung befreit, an Volumen zunimmt und die durch die Ausspülung entstandene Lücke auszufüllen strebt.

Verzeichniss der Literatur,

auf welche in dieser Abhandlung Bezug genommen ist.

- 1) Flourens, *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*. Seconde édition, Paris 1842.
- 2) Carville et Duret, *Archives de physiologie normale et pathologique* 1875.
- 3) Soltmann, *Jahrbuch für Kinderheilkunde* N. F. IX. S. 106.
- 4) Hitzig, *Untersuchungen über das Gehirn*. Berlin 1874.
- 5) Hitzig, *Archiv von Reichert und Du Bois-Reymond* 1874. S. 263 u. 392.
- 6) Hitzig, ebendasselbst 1875. S. 428.
- 7) Hitzig, *Centralblatt für die med. Wissensch.* 1874. S. 548.
- 8) Hermann, *Pflüger's Archiv* X. S. 77.

9) Bouillaud, *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* par F. Magendie. Tome X. Paris 1830. P. 36.

10) Schiff, *Lezioni di fisiologia sperimentale* Firenze 1873. S. 523. Uebersetzung davon im 3. Bande des *Archivs für experimentelle Pathologie*.

11) Goltz, *Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervencentren des Frosches*. Berlin 1869.

12) Schiff, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Lahr 1858—59.

13) Lussana e Lemoigne, *Fisiologia dei centri nervosi encefalici*. Padova 1871.

14) Vulpian, *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*. Paris 1866.

15) Nothnagel, a. *Virchow's Archiv* 57. Bd., b. 58. Bd., c. 60. Bd., d. 62. Band.

(Aus dem physiologischen Institut in Strassburg.)

Ueber lokale Gefässnerven-Centren.

Von

Dr. **E. Gergens**, Assistent am physiol. Institut in Strassburg,
und Dr. **E. Werber**.

Seitdem durch die neueren Arbeiten von Goltz die früher allgemein als feststehend angenommene, von Claude Bernard begründete Lehre von den vasomotorischen Nerven bedenklich erschüttert worden ist, nachdem auch Gegner der Goltzischen Ansichten über gefässerweiternde Nerven, wie Vulpian, Putzeys und Tarchanoff zur Rettung ihrer Anschauungen die von Goltz zuerst vermutheten localen tonusregulirenden Centren, allerdings unter Modificirung der diesen Apparaten zugeschriebenen Eigenschaften haben annehmen müssen, seit dieser Zeit hat sich das Interesse der Physiologen, wie eine Reihe von neueren Arbeiten beweist, in erhöhtem Maasse der Frage von der Abhängigkeit des Gefäss-tonus vom Nervensystem zugewendet. Wir wollen hier nicht eingehen auf das für und wider in Bezug auf gefässerweiternde und gefässverengernde Nerven, uns interessiren zunächst die neuerdings