

Betreffs anderer Factoren (Aenderung des Druckes und der Vertheilung des Blutes, Producte des Muskelstoffwechsels etc.), die noch überdies an der motorischen Acceleration, wenn auch in viel geringerem Maasse, theilhaftig sein könnten, wird auf eine Untersuchung von Johansson hingewiesen.

---

Zum Schlusse erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich den Herren Dr. Hofmann und Dr. Wiener meinen herzlichsten Dank sage für ihre freundliche Assistenz bei der langwierigen Registrirung der Herzschläge und bei den Operationen.

---

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Strassburg.)

## **Zur Physiologie des Labyrinths.**

### **IV. Mittheilung.**

#### **Die Beziehungen des Grosshirns zum Tonuslabyrinth.**

Theilweise nach Versuchen von Ida H. Hyde.

Mitgetheilt von

**J. Rich. Ewald.**

---

Eine der auffallendsten Erscheinungen, welche Tauben nach Operationen am Labyrinth darbieten, ist die typische Kopfverdrückung einseitig labyrinthloser Thiere. Sie tritt anfallsweise auf und jeder einzelne Anfall nimmt einen so regelmässigen und typischen Verlauf, dass sich 6 verschiedene Stellungen des Kopfes angeben lassen, welche für diese merkwürdige Bewegung charakteristisch sind. Ich habe sie einzeln abgebildet und als Stellung I—VI bezeichnet<sup>1)</sup>. Die Rolle, welche diese 6 Stellungen bei den

---

<sup>1)</sup> Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden 1892.

Kopfverdrehungen spielen, ist eine doppelte. Erstens bezeichnen sie in der den Zahlen entsprechenden Reihenfolge den Weg, den der Kopf durchläuft, um in die bei der jedesmaligen Verdrehung erreichten Endstellung zu gelangen. Sie bilden also gewissermaßen die Durchgangsstationen, welche vom Kopf in schneller Folge auf seinem Wege durchheilt werden. Es gelangt z. B. der Kopf immer nur in die Stellung VI — wenn dies die Endstellung der betreffenden Kopfverdrehung ist — indem er die Stellungen I—VI durchläuft. Aber diese ganze Verdrehung wird nicht gleich im Beginn der Epoche der Anfälle ausgeführt. Indem sich die Kopfverdrehung ausbildet, wird der Kopf anfänglich während einiger Tage nur bis Stellung II, dann einige Tage lang nur bis Stellung III u. s. w. gebracht, und so bezeichnen die angegebenen 6 Stellungen auch zugleich die Endstellungen, bis zu welchen sich die Verdrehung allmählich ausbildet. Während der Epoche der Anfälle bilden sich also diese letzteren zu immer stärkerer Kopfverdrehung aus, und nachdem sie eine kürzere oder längere Zeit auf ihrer Höhe verblieben sind, nehmen sie in umgekehrter Reihenfolge der Endstellungen allmählich wieder ab. Dabei braucht nicht immer das Maximum der Störung, wie es die Stellung VI angibt, erreicht zu werden, ja es kann die Verdrehung nur bis Stellung III ausgebildet werden, und schon dann wieder eine Besserung eintreten. Ueberhaupt sind die individuellen Verschiedenheiten in der Ausbildung und im Verlauf der Anfälle sehr in die Augen springend. Aber sie beziehen sich nur auf die Schnelligkeit, mit der sich die Störung ausbildet, auf den Grad, den sie erreicht, auf die Dauer der einzelnen Anfälle und auf die Länge der Zeit, während welcher diese Anfälle auftreten. Gewöhnlich pflegt am 6. bis 8. Tage nach der Operation die Epoche der Verdrehungen zu beginnen. Sie kann jedoch auch schon am 5. Tage eintreten und kann bis zum 20. auf sich warten lassen. Die Epoche der Anfälle kann 14 Tage oder Jahre lang dauern. Aber trotz aller dieser individuellen Unterschiede ist doch die Gesetzmässigkeit der Erscheinung eine ganz erstaunliche und mich immer von neuem überraschende. Bis jetzt habe ich noch kein Thier beobachtet, welches keine Kopfverdrehung gezeigt hätte, kein Thier gesehen, bei dem die Verdrehungen nicht in der durch die angegebenen Stellungen gekennzeichneten Weise abgelaufen wären.

Und gerade diese erstaunliche Gesetzmässigkeit in dem Ver-

halten der Kopfverdreungen macht dieses Symptom ganz besonders geeignet, um an ihm den Verlauf der vom Tonuslabyrinth ausgehenden Störungen zu beobachten. Nicht, dass man die anderen Symptome, wie z. B. das Kopfwackeln nach Plombirung paralleler Kanäle nicht auch zum Studium heranziehen sollte, aber nur die Kopfverdreung gestattet uns ein früheres oder späteres Eintreten der Störung, eine geringere oder stärkere Ausbildung derselben, eine längere oder kürzere Dauer der krankhaften Erscheinung in so einfacher und sicherer Weise zu erkennen, und überdies allein durch die Beobachtung des sich völlig selbst überlassenen Thieres. Es wird uns daher hauptsächlich dies Symptom bei der Beurtheilung der Mittel, welche das Thier besitzt, um die Labyrinthstörungen zu compensiren, leiten und uns lehren, welche Beziehungen zwischen den Functionen des Tonuslabyrinths und denen anderer Organe bestehen.

Lange<sup>1)</sup> hat bereits in einer von mir angeregten Arbeit nachgewiesen, dass die Kleinhirnstörungen nichts direct mit den Labyrinthstörungen zu thun haben. Beide treten in ihrer eigenthümlichen Weise auf, und beide werden bis zu einem gewissen Grade wieder compensirt, gleichgültig, ob das andere Organ bereits zerstört ist oder nicht. Die Störungen lassen sich einander superponiren. Nur ein geringer Unterschied in der Heftigkeit des Auftretens und in der Dauer, während der sich die Symptome in ursprünglicher Stärke erhalten, lässt sich bei der Combination der beiden Operationen feststellen. Indirect scheint daher jedes der beiden Organe die allmählich eintretende Compensirung der Störungen des anderen zu erleichtern, ersetzen können sie sich einander nicht.

Hier müssen einige Worte über die Begriffe der Adaption und der Ersatzercheinungen, welche ich in meinem Buche<sup>2)</sup> aufgestellt habe, eingeschaltet werden. Unter Adaption verstehe ich diejenigen Vornahmen des Thieres, welche den Zweck haben, die eingetretene Störung zu compensiren und bei welchen nur solche Mittel zur Verwendung kommen, welche in gleicher

---

1) Lange B., In wie weit sind die Symptome, welche nach Zerstörung des Kleinhirns beobachtet werden, auf Verletzungen des Acusticus zurückzuführen? Pflüger's Arch. Bd. 50. p. 615.

2) l. c. p. 270.

Weise auch von dem normalen Thiere gebraucht werden. Eine blinde Katze benimmt sich kurze Zeit nach Entfernung der Augen in gleicher Weise wie eine sehende, wenn diese vorübergehend ins Dunkle gebracht wird. Sie bewegt sich vorsichtig und orientirt sich so gut es eben ihr Ortssinn, ihr Gehör, ihr Geruch und Getast ohne besondere Uebung und Ausbildung zulassen. Sie adaptirt sich an den Mangel des Gesichts. Aber sie folgt nicht mehr wie früher dem Diener durch alle Räume des Instituts, sie springt nicht mehr nach dem auf den Boden geworfenen Fleischstück. Beides hat sie bisher nur mit Hilfe des Gesichtssinnes ausführen können, und sie muss nun erst lernen auf die betreffenden Geräusche zu achten, welche es ihr ermöglichen, bei diesen Handlungen den Mangel der Augen zu compensiren. So entstehen Ersatzerscheinungen. Sie werden erst nach dem Verlust der normalen Functionen ausgebildet und gewissermaassen von dem Thier erlernt. Sie können übrigens auch negativer Natur sein: ursprünglich läuft die geblendete Katze, wenn man sie erschreckt und jagt, wild gegen ein Hinderniss an, in späterer Zeit wird sie sich in einem ihr nicht bekannten Raume lieber hinkauern und zur Wehr setzen, als blindlings davon eilen. Ein sehr charakteristisches Beispiel bietet der Hund mit durchschnittener Lendenmark, welcher allmählich wieder lernt, mit horizontalem Rücken durch das Zimmer zu gehen. In den ersten Wochen nach der Operation schleift er seinen Hinterkörper auf dem Boden nach, so dass der Rücken nach abwärts gerichtet ist und die Schwanzwurzel den Boden berührt. Allmählich lernt er aber immer mehr, seine ganze Körperlast durch die Vorderbeine zu stützen. Die Brust- und Vorderbeinmuskulatur erstarkt und er balancirt endlich beim Gehen durch das Zimmer den ganzen Körper mit beständig horizontal gehaltenem Rücken allein auf den Vorderbeinen. Die Hinterbeine hängen von dem Becken herab und berühren mit den Zehen den Boden. Die hierdurch ausgelösten Reize bewirken ein reflectorisches Pendeln der Hinterbeine, und so werden die Gehbewegungen des Thieres denen des normalen Hundes in merkwürdiger Weise wieder ähnlich. Thatsächlich ist dabei das Symptom des abwärts gerichteten Rückens, welches nach der Durchschneidung des Lendenmarkes auftrat, durch eine Ersatzercheinung völlig ausgeglichen worden.

Ich möchte übrigens die Begriffe der Adaptions- und Ersatz-

erscheinungen auch auf die unserer Beobachtung nicht direct zugänglichen Vorgänge innerhalb des Körpers, speciell im Nervensystem, ausdehnen. Die Ausbildung neuer nervöser Leitungsbahnen würde z. B. eine Ersatzerscheinung sein.

Kehren wir zu den Tauben mit einseitigem Labyrinthmangel zurück und fragen wir, weshalb die Kopfverdrehung nicht unmittelbar nach der Operation auftritt, und weshalb sie nach einer mehr weniger langen Epoche ihres Bestehens schliesslich wieder verschwindet.

Dass der Functionsausfall des Tonuslabyrinthes nicht sofort seine ganze Wirkung ausübt, sondern durch einen nur allmählich abnehmenden Reizzustand des Octavusstammes selbst (Pseudofunction) theilweise ausgeglichen wird, geht aus der Beobachtung der Thiere direct hervor. Aber warum verdrehen sie nicht sofort nach der Operation den Kopf ein wenig, da ja ein gewisser Functionsausfall des Tonuslabyrinths sofort zu constatiren ist, und warum wird der Kopf nicht später mit Abnahme der Pseudofunction beständig immer mehr und mehr bis zur Stellung VI verdreht. Hier handelt es sich um eine Adaptionerscheinung. Wenn man eine Taube daran gewöhnt hat, ein auf dem Kopfe befestigtes leichtes Stäbchen zu tragen, so kann man ein kleines Gewicht einseitig an demselben befestigen und dieses allmählich nicht unbedeutend vergrössern, ohne dass dadurch die Taube zu einer schiefen Haltung des Kopfes veranlasst würde. Sie pickt auch mit dieser einseitigen Belastung des Kopfes Erbsen auf und kann ohne irgend welche Störung fliegen. Und doch müssen alle Muskeln, die den Kopf und den Hals bewegen, in ganz besonderer Weise zusammenwirken, um die einseitige Belastung zu compensiren. Wir beobachten dasselbe zuweilen auf der Strasse, wenn ein Pudel seinem Herrn den Schirm oder Stock nachträgt, und denselben nicht ganz in der Mitte gepackt hat. Er hält deswegen den Kopf doch nicht schief. Die vorhandenen und dem Thiere normaler Weise zu Gebote stehenden Innervationsmittel gleichen die Asymmetrie der Belastung aus. Die Gradhaltung des Kopfes ist unter diesen Umständen eine Adaptionerscheinung, welche erst bei einem Uebermaass der einseitigen Belastung versagt. Sie versagt auch, wenn das Thier aufgeregt ist, oder wenn es eine besondere direct vom Willen dictirte Bewegung mit dem Kopf auszuführen beabsichtigt, wo denn offenbar die Willensimpulse nicht in derselben Weise

asymmetrisch wie es zur Compensirung nöthig wäre und wie es bei den reflectorischen Bewegungen thatsächlich geschieht, zu den Muskeln gelangen. So erklärt sich auch das anfallsweise Auftreten der Kopfverdrehung und die Unfähigkeit des Thieres, die Störung durch einen besonderen Willensact wieder zu beseitigen. Der Anfall geht eben nur vorüber, wenn das Thier aufhört eine Bewegung des Kopfes zu intendiren, sich gewissermaassen ganz harmlos sich selbst überlässt.

Das Aufhören der Kopfverdrehungen möchte ich dagegen als Ersatzerscheinung auffassen, indem ich annehme, dass sich allmählich die Art der Innervation auch für die willkürlichen Muskelbewegungen ändert, so dass die fehlende Einwirkung des Tonuslabyrinthes auch bei willkürlichen Anstrengungen ausgeglichen wird. Um einen solchen Ersatz herbeizuführen, müssen Einrichtungen getroffen werden, welche im normalen Thiere nicht vorhanden sind, und wir können füglich fragen, von welchen Theilen des Körpers diese practische Regulirung und Umformung der Functionen ausgeht.

Es ist in dieser Beziehung zunächst wichtig, zur Gewinnung eines einheitlichen Standpunctes, uns einen kurzen Ueberblick über den Ersatz des Tonuslabyrinths bei den verschiedenen Wirbelthieren zu verschaffen. Die einseitig labyrinthlosen Frösche zeigen unmittelbar nach der Operation bereits die Kopfverdrehung in demselben Grade, den sie überhaupt erreicht. Es hängt dies offenbar damit zusammen, dass bei den Kaltblütern keine Reizung des Octavusstammes durch die Operation gesetzt wird, und daher in Folge des Mangels einer Pseudofunction die Störung gleich im ganzen Umfange auftritt. Die Adaptionerscheinungen werden daher nicht durch späteres Anwachsen der Störung unzureichend. Es werden auch keine Anfälle beobachtet. Erhält man die Thiere lange Zeit am Leben, so zeigen sie auch nach einem Jahre noch dieselbe charakteristische Haltung des Körpers wie unmittelbar nach der Operation. Legt man sie auf den Rücken, und kehren sie sich dann in die normale Lage zurück, so bleibt auch nach dieser langen Zeit die gekrenzte Hinterpfote häufig in gestreckter Lage liegen und wird nicht an den Körper herangezogen. Eine Abschwächung der Symptome ist nur in ganz geringem Maasse zu bemerken. Ersatzerscheinungen sind also so gut wie nicht vorhanden.

Bei den einseitig labyrinthlosen T a u b e n bilden sich die Ersatzerscheinungen nur ganz langsam, und nie sehr vollständig aus. Gewöhnlich ist erst nach vielen Wochen die Epoche der Kopfverdrehtungen beendet. Es dauert zuweilen Monate, bis die Thiere wieder in die Höhe fliegen können. Wie oben bereits erwähnt, machen sich individuelle Verschiedenheiten dabei sehr bemerkbar, und so scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass sich einmal bei einem Thiere die Kopfverdrehtung nur ganz rudimentär ausbilden könnte, weil die Ersatzerscheinungen zu schnell eintreten, oder dass bei einem anderen Thiere die betreffenden Anfälle aus dem umgekehrten Grunde nie ganz verschwinden.

Bei den H u n d e n, denen man ein Labyrinth vollständig zerstört hat, gehen die Erscheinungen im Verlauf von wenigen Monaten so vollständig zurück, dass sich das Thier nur bei Anwendung feinsten Prüfungen von einem normalen unterscheiden lässt.

Endlich müssen wir für den M e n s c h e n einen noch vollständigeren Ersatz, als wir ihn bei den Hunden kennen gelernt haben, annehmen, da nach der allmählichen Zerstörung sogar beider Labyrinth, oder für den Fall, dass dieselben von Jugend auf functionsunfähig waren, nur ganz unbedeutende Störungen beobachtet werden können. Früher hat man von diesen gar nichts gewusst, und erst in letzter Zeit haben die interessanten Arbeiten von James<sup>1)</sup>, Alois Kreidl<sup>2)</sup>, Pollak<sup>3)</sup> u. A. einige Symptome von dem Functionsausfall des Tonuslabyrinths am Menschen aufgedeckt. Zu diesen mögen bei noch genauerer Untersuchung der Taubstummen noch einige bisher unbeachtete Störungen hinzukommen, es wird aber immer richtig bleiben, dass die Ersatzerscheinungen beim Menschen den höchsten Grad ihrer Ausbildung erreichen.

Eine ähnliche Verschiedenheit in der Ausbildung von Ersatz-

---

1) James, W., The sense of dizziness in deaf-muter. Amer. Journ. of Otology 4. 1882.

2) Kreidl, A., Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuchen an Taubstummen. Pflüger's Arch. Bd. 51. p. 119.

Derselbe. Zur Lehre vom Gleichgewichtsorgan. Centralbl. f. Physiologie. 1893. p. 165.

3) Pollak, J., Ueber den galvanischen Schwindel bei Taubstummen u. s. w. — Pflüger's Arch. Bd. 54, p. 188.

erscheinungen treffen wir nach der Fortnahme der Augen an. Der geblendete Frosch ist vollkommen hilflos und verhält sich in vieler Beziehung zum Verwechseln ähnlich wie ein grosshirnloser. Die Anregungen, welche das Thier durch den Sehact unter normalen Verhältnissen erhält, sind so wichtig für alle Vornahmen des Thieres und werden so wenig durch andre Anregungen nach der Blendung ergänzt, dass die Störung eine erstaunlich grosse ist. Es konnte daher das Verhalten des geblendeten Frosches zu dem Irrthum führen, der Goltz'sche Quackversuch beruhe auf Blindheit des Thieres. In der That gelingt der Versuch nach Fortnahme des Auges fast ebensogut, wie nach Entfernung des Grosshirns.

Die blinde Taube hat Schrader<sup>1)</sup> in musterhafter Weise beschrieben. Wir sind erstaunt, in nur so geringem Umfange die Ersatzercheinungen auftreten zu sehen. Es fallen nicht nur diejenigen Handlungen des Thieres fort, bei denen das Sehen eine nothwendige Bedingung ist, sondern in hohem Grade auch noch alle diejenigen Lebensäusserungen, welche zwar ohne den Sehact ausgeführt werden können, zu denen aber ein Gesichtseindruck die einleitende Veranlassung zu geben pflegt. Die Taube bewegt sich wenig, findet sich in ihrem Verschlag schlecht zurecht, nimmt nur Nahrung auf, wenn sie durch excessiven Hunger dazu getrieben wird. Sie kümmert sich nicht um ihre Genossen, der Geschlechtstrieb scheint erloschen, kurz, wie auch Schrader richtig bemerkt, die blinde Taube ähnelt noch in vieler Beziehung dem grosshirnlosen Thiere, wenn wir auch bei den Tauben schon im Stande sind, sehr deutliche Unterschiede zwischen den Folgen beider Eingriffe festzustellen.

Ganz im Gegensatz zur blinden Taube imponirt uns am blinden Hunde, und noch mehr an der blinden Katze, wie vorzüglich der Mangel des Gesichtes ergänzt wird. Die blinde Katze weiss schliesslich im Hause Bescheid wie die sehende. Sie begattet sich und zieht die Jungen auf, sie fängt Mäuse und springt auf das zu Boden geworfene Stück Fleisch mit ganz überraschender Sicherheit. Alle anderen Sinne werden herangezogen, um das fehlende Auge zu ersetzen, und wäre nicht der Gesichtssinn für

---

1) Schrader, M., Zur Physiologie des Vogelgehirns. Pflüger's Archiv. Bd. 44. p. 175.



viele Dinge unersetzlich, so könnten wir das operirte Thier wohl nur schwer von dem normalen unterscheiden.

Die Verhältnisse beim blinden Menschen mit der ausserordentlich hohen Ausbildung der Ersatzerscheinungen sind bekannt. Wir brauchen hier füglich nicht darauf einzugehen.

Es erscheint nun als höchst bemerkenswerth, dass ein enger Zusammenhang zwischen der Nothwendigkeit des Sehactes für das Zustandekommen der normalen Lebensäusserungen einerseits, und der Bedeutung des Grosshirns für das Sehen andererseits zu bestehen scheint. Wir können nämlich sagen: Je weniger Einfluss das Grosshirn auf das Auge hat, desto grösser ist die durch Fortnahme der Augen verursachte Störung im Verhalten des betreffenden Thieres. Nimmt man daher an, dass auch die übrigen Grosshirncentren mit der Ausbildung des Sehcentrums etwa gleichen Schritt halten, so lässt sich der Satz aufstellen: Wahrscheinlich werden die Ersatzerscheinungen für das Auge von den Grosshirncentren ausgebildet. Beim Frosch hat man bisher kein Sehcentrum gefunden, und der geblendete Frosch ist auch völlig hilflos. Bei den Tauben scheint mir ein Sehcentrum erwiesen zu sein. Wenn es auch andererseits durch die Schrader'schen Untersuchungen feststeht, dass die grosshirnlose Taube noch ihre Gesichtsempfindungen verwerthen kann (ein Befund, den wir in Folgendem zu bestätigen Gelegenheit finden werden). Beide Angaben lassen sich aber sehr wohl mit einander in Einklang bringen. Das Sehcentrum wird nicht plötzlich in der Thierreihe von einem Gehirntheil zum anderen verschoben worden sein. Das nicht im Grosshirn gelegene Sehcentrum ist offenbar bei der Taube noch functionsfähig, aber gleichzeitig können doch bereits die Centren im Grosshirn eine wichtige Rolle beim Sehact spielen. Beim Hunde wird das Sehen schon durch die Fortnahme relativ kleiner Theile des Grosshirns sehr beeinträchtigt. Trotzdem sind auch bei ihm, wie die Goltz'schen Versuche lehren, die ausserhalb des Grosshirns gelegenen Centren noch nicht völlig zu Grunde gegangen. Was endlich den Menschen betrifft, so ist die Abhängigkeit des Sehactes vom Grosshirn bei ihm eine noch viel grössere als beim Hunde.

Ist nun das Eintreten der Ersatzerscheinungen nach Fortnahme eines Sinnesorganes von der Ausbildung der Grosshirncentren, welche die nicht geschädigten Sinnesorgane versorgen,

abhängig, so müssten also auch die Ersatzerscheinungen für das Tonuslabyrinth durch die Grosshirncentren ausgebildet werden. Diese Annahme erscheint sehr verlockend, und es kann uns nicht gegen sie einnehmen, dass das Tonuslabyrinth nur indirect und in gewisser Beziehung als Sinnesorgan (Goltz'scher Sinn und Otolithenapparat) functionirt. Denn alles was wir bisher von den Sinnesorganen angeführt haben, bezieht sich in gleicher Weise auch auf die Bewegungen, mag man die betreffenden Grosshirncentren nun als motorische oder sensible ansprechen.

Dies ist der Gedankengang, der mich veranlasst hat, bei den verschiedenen Thieren Versuchsreihen anzustellen und anstellen zu lassen über die Abhängigkeit der Ersatzerscheinungen nach Fortnahme oder Verletzung der Labyrinth von der Ausbildung der Grosshirncentren. Die Versuche am Frosch habe ich schon seit längerer Zeit abgeschlossen. Hier liegen die Verhältnisse sehr einfach und sind schon von Schrader<sup>1)</sup> in gewisser Beziehung klar gelegt worden. Doch hat Schrader nicht genügend lange Zeit Thiere am Leben erhalten, von denen gleich bei der ersten Operation die einen nur das Labyrinth, die anderen Labyrinth und Gehirn verloren hatten. Nur durch viele solche Vergleichsthier, welche sehr lange am Leben geblieben sind, kann man ein sicheres Urtheil über die geringen sich zeigenden Unterschiede gewinnen. Schrader constatirte, dass bei labyrinthlosen Fröschen durch Fortnahme des ganzen Grosshirns die Labyrinthsymptome nicht beeinflusst werden. Er zeigte damit, dass die Störungen der beiden Organe nicht direct von einander abhängig sind und beim Frosch superponirt werden können, wie Lange<sup>2)</sup> dies in Beziehung auf das Kleinhirn und das Labyrinth bei den Tauben nachgewiesen hat. Ueber die geringe Besserung der Symptome, welche nach langer Zeit auch bei den Fröschen eintritt, hat Schrader aus oben erwähntem Grunde keine ausreichenden Beobachtungen angestellt, und so musste ich zum Vergleich einseitig und doppelseitig labyrinthlose Frösche, von denen ein Theil zu gleicher Zeit entgrosshirnt worden war, viele Monate lang am Leben erhalten. Danach zeigte es sich in der That, dass schliess-

---

1) Schrader, M., Zur Physiologie des Froschgehirns. Pflüger's Archiv Bd. 41 p. 75.

2) l. c.

lich, meist erst am Ende der Beobachtungszeit, die Grosshirn besitzenden Frösche im Gebrauch der Muskulatur ihren grosshirnlosen Genossen überlegen waren. Der Sprung ist bei den ersteren weniger steil und weniger schief nach der Seite hin gerichtet. Beim Herabkommen auf den Boden fallen sie etwas weniger unglücklich auf. Die Schwimmbewegungen erfolgen häufiger mit beiden Beinen gleichzeitig, während die grosshirnlosen Thiere die hinteren Extremitäten nur alternirend bewegen. Aehnlich hat sich auch bei den einseitig labyrinthlosen Thieren ein geringer Unterschied entwickelt. Er lässt sich aber schwer in Worten ausdrücken, und man kann nur sagen, dass bei den Grosshirn besitzenden Fröschen die Störungen sämmtlich an Intensität etwas mehr abgenommen haben. Ueberhaupt ist aber der Unterschied, den der Besitz des Grosshirns hervorbringt, nur ein sehr geringer, und wir gelangen also zu dem Resultat: Ebenso gering, wie die Ausbildung von Ersatzerscheinungen bei den labyrinthlosen Fröschen ist, ebenso unbedeutend ist auch der Einfluss, den die Entfernung des Grosshirns auf die Stärke der Labyrinth Symptome hat.

Dieselbe Frage an Tauben zu behandeln übertrug ich Fräulein Ida H. Hyde, deren Versuche und Resultate in Folgendem geschildert werden sollen. Es wurde zunächst eine Anzahl von etwa 10 grosshirnlosen Tauben hergestellt, was bekanntlich, wenn man auf vollständige Entfernung des Grosshirns hält, keine ganz einfache Aufgabe ist, da sehr viele Thiere die Operation nicht überstehen. Immerhin waren Hyde's Resultate in Bezug auf das Ueberleben der Thiere günstiger als diejenigen ihrer Vorgänger, welche hier in Betracht kommen. Munk<sup>1)</sup> erhielt 80 % Todesfälle; Schrader<sup>2)</sup> 75 %. Munk hat es wahrscheinlich gemacht, dass die älteren Autoren wohl meist nur unvollständige Entfernungen des Grosshirns herbeigeführt haben. Sie wurden, wie mir scheint, zum Stehenlassen von grösseren Resten durch ungünstige Operationsbedingungen veranlasst. Man muss sich vor allen Dingen bei der Operation genügenden Platz durch Fortnahme des Schädel-

---

1) Munk, H., Ueber die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren. Sitzungsber. d. Berliner Academie. 1883. p. 793 u. 1884. p. 549.

2) Zur Physiologie des Vogelgehirns I. c.

dachs in möglichst grosser Ausdehnung verschaffen. Munk ist in dieser Beziehung wenig ängstlich vorgegangen, lässt aber doch noch in der Medianlinie eine Knochenspange über dem grossen Sinus zwischen den beiden Hirnhälften stehen und nimmt dann die Hemisphären von hinten und der Seite her fort. Die Knochen- substanz bröckelt er langsam Stückchen für Stückchen mit einer Pincette ab, wobei er nach vorn, hinten und der Seite (unten) so weit geht, wie man überhaupt rationeller Weise gehen kann. Schrader und Hyde<sup>1)</sup> sind ihm in dieser letzteren Beziehung gefolgt. Man geht nach vorne so weit, bis man der Spitzen der Riechlappen ansichtig wird. Hierzu ist es nöthig, keilförmig nach vorne noch ein Stück weit zwischen die Orbitalränder vorzudringen. An dieser Stelle sind die beiden Schädeltafeln bereits um 1–2 mm von einander durch spongiöse Knochenmasse getrennt. Von der vordersten Spitze läuft dann der Knochendefect jederseits an dem Orbitalrand entlang, bis er scharf nach hinten umbiegend einer Linie folgt, welche man sich von dem Mittelpunkt der Cornea zur Linea semicircularis (Ansatz der Nackenmuskulatur) gezogen denken kann. Den hinteren Rand des Defectes bildet die Grenze zwischen Grosshirn und Kleinhirn, aber auch hier sind die beiden Knochentafeln schon beträchtlich von einander entfernt und ihr Zwischenraum mit spongiöser Masse angefüllt.

Schrader ist noch etwas weiter gegangen als Munk, d. h. er hat sich noch mehr Platz für die Operation geschafft, indem er es unterliess, eine mediane Knochenbrücke zwischen vorne und hinten stehen zu lassen. Da eine solche Brücke nur beim Operiren hinderlich ist, den Heilprocess ungünstig beeinflusst und in keiner Weise nützt, so ist dies Vorgehen zu billigen. Auch Hyde hat das ganze Schädeldach entfernt. Munk schont ferner den Sinus, seinen Bluterguss fürchtend. Schrader schneidet ihn hinten durch, torquirt ihn und schlägt ihn nach vorne zurück. Hyde hat ihn vorn und hinten durchgeschnitten und sich um ihn weiter nicht bekümmert, denn von ihm geht die Gefahr der Blutung nicht aus. Munk und Schrader haben dann mit Stäbchen die Hemis-

---

1) Statt der Pincette benutzte Hyde eine flache Zange, mit der man leicht zwischen Knochen und Dura, ohne letztere zu verletzen, vordringen kann. Die Entfernung des Schädeldaches gelingt auf diese Weise sehr viel schneller als bei Gebrauch einer Pincette.

phären von hinten her von ihrer Unterlage abgehoben und die Pedunculi — Munk mit dem Stäbchen, Schrader mit einem Messer — durchtrennt. Darauf lässt sich das gesamte Grosshirn in toto aus dem Schädel herausnehmen, und es werden dadurch die Lobi optici, die Thalami optici, das Chiasma nerv. opt. und die Stümpfe der Pedunculi in der Schädelhöhle sichtbar. Hyde verfuhr bei der Herausnahme der Hemisphären etwas anders. Nachdem sie die Dura mit dem Sinus entfernt hatte, gebrauchte sie zur Herausnahme der Hemisphären einen grossen Excavator — seine runde Platte hat 5 mm Durchmesser —, welcher wohl auch durch einen ganz flachen runden Löffel von derselben Grösse, der beinahe rechtwinklig vom Stiel abgebogen ist, ersetzt werden könnte. Mit diesem Instrumente werden die Hemisphären von hinten her aufgehoben, nach vorn gewälzt und von den Pedunculis abgerissen. Die Praxis hat dabei ergeben, dass der stumpfe Löffel das Chiasma nicht verletzt und dass nicht leicht irgend welche Reste des Grosshirns zurückbleiben. Im Wesentlichen handelt es sich also um die Munk'sche Methode, das Grosshirn in toto von der Unterlage abzuheben. Das Gesichtsfeld soll bei der Operation immer klar bleiben. Ist die Blutung dennoch so gross, dass sie einen freien Ueberblick verhindert, so pflege ich den Anblick der freigelegten Fläche durch einen constanten kalten Wasserstrahl zu ermöglichen. Hyde hat in den meisten Fällen die Blutung mit warmer, physiologischer Kochsalzlösung zum Stehen gebracht, eine Methode, die ich selbst bei der Enthirnung nie angewendet habe und von deren Ueberlegenheit über andere Methoden ich mir auch durch die Hyde'schen Versuche noch kein endgiltiges Urtheil habe bilden können. Der Hautschnitt wurde stets in der Medianlinie ausgeführt, was offenbar wegen der geringeren Blutung besser ist, als ihn nach Schrader in die Richtung von Ohr zu Ohr zu verlegen. Die Wunde wurde nach Stillung der Blutung sorgfältig vernäht, ohne einen Wattetampon in der Schädelhöhle zu lassen. Nach völliger Beendigung der Operation<sup>1)</sup> schlug man um Flügel und Brust einen Gaselappen, der durch eine Nadel zusammengehalten wurde. Es hindert dies die Tauben sich zu be-

---

1) Während der ganzen Operation befindet sich die Taube in meinem Taubenhalter, der durch Fixirung des Kopfes das Operiren wesentlich erleichtert. Auch Schrader hat stets den Taubenhalter benutzt.

wegen, und so verblieben sie einige Tage lang. Hyde fand auch, dass es vortheilhaft für das Befinden der Thiere sei, gekochte Erbsen zu füttern, ferner gab sie stets einige Kieselsteinchen zum Futter.

Wie schon oben bemerkt, war die Sterblichkeit der so operirten Tauben eine relativ geringe, etwa 50%. Wenn die Thiere die Operation 10 Tage bis einige Wochen gut überstanden hatten, so führte Hyde nun an ihnen die Labyrinthoperation aus. Auf die Symptome, welche die grosshirnlosen Thiere vor der Labyrinthoperation darboten, soll hier, da die Enthirnung ja zu einem besonderen Zwecke vorgenommen wurde, nicht näher eingegangen werden. Nur sei erwähnt, dass stets darauf geachtet wurde, ob die Thiere noch auf Licht und auf Schall reagirten. Letzteres war immer der Fall, ersteres konnte bei zwei Tauben, welche sich überhaupt sehr ungern bewegten, nicht nachgewiesen werden. Die Sectionen, welche theilweise von Hyde, theilweise von mir ausgeführt wurden, ergaben sämmtlich<sup>1)</sup> vollständigen Verlust des Grosshirns, wie es bei der geschilderten Operationsmethode auch kaum anders möglich ist. Bei einigen Thieren war ausser dem Grosshirn noch ein kleiner Theil der Thalami optici zu Grunde gegangen, ob nachträglich oder schon bei der Operation konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Hyde war also in der Lage, gewissermaassen als Nebenresultat ihrer Versuche die Schrader'sche Angabe, dass grosshirnlose Tauben noch auf Licht reagiren, den Munk'schen Behauptungen gegenüber bestätigen zu können.

Den geschickten Händen Hyde's und ihren an Präparirübungen und Lupenarbeiten gewöhnten Augen, war es ein Leichtes von mir die Methodik der hier in Betracht kommenden Labyrinthoperationen zu erlernen, so dass sie nach einer kurzen Lehrzeit die Operationen vollkommen selbständig ausführte. Sie plombirte einen oder beide Canales externi, um das horizontale Kopfwackeln zu erzeugen; oder sie plombirte den Canalis anterior auf der einen und den Canalis posterior auf der anderen Seite (also

---

1) Bei dieser Angabe wird von einer Taube abgesehen, welche schon eine Woche nach der Operation spontan hoch aufflog und hierdurch verdächtig wurde. Hyde fand bei der Section, dass ein Stückchen Grosshirn erhalten war.

immer die functionell zusammengehörigen Canäle), um das diagonale Kopfwackeln entstehen zu lassen. Endlich nahm Hyde auch einseitig oder doppelseitig das gesammte Labyrinth heraus, wobei ich immer als Bedingung stellte, dass die 5 Octavusstümpfe gesehen und mit einem feinen Häkchen hin- und herbewegt werden mussten.

Was nun die Resultate, zu denen Hyde gekommen ist, anbelangt, so können dieselben nicht mit ähnlichen Operationen früherer Autoren verglichen werden. Es ist unwahrscheinlich, wie Munk richtig hervorhebt, dass die früheren Gehirnoperationen vollständig ausgeführt wurden, zugleich ist es aber ganz sicher, dass die Labyrinthoperationen unbrauchbar waren. Die Methodik für die Fortnahme des ganzen Organs wie für die Verletzungen desselben war noch nicht ausgebildet, und grade beim Labyrinth kommt so viel auf die Ausführung der Operation an. Denn einerseits kann durch den Ausfluss der Bogenflüssigkeiten das gesammte Organ anormal werden, andererseits werden kleine zurückbleibende Reste häufig abgekapselt, und wenn sie mit einem der Stämme noch in Verbindung stehen, so bewirken sie normale oder anormale Restfunctionen. Uebrigens haben sich die früheren Autoren Flourens<sup>1)</sup>, Berthold<sup>2)</sup>, Bernhardt<sup>3)</sup>, Loevenberg<sup>4)</sup>, Cyon<sup>5)</sup> meist darauf beschränkt, zu zeigen, dass die ihnen bekannt gewesenen Labyrinthstörungen (ein Gemisch von Ausfalls- und Reizerscheinungen) auch nach den von ihnen ausgeführten Gehirnzerstörungen bestehen blieben, und dass daher die Labyrinthstörungen nicht nur der Ausdruck psychischer Vorgänge sein können. Es ist dies eine Thatsache, die wir heute allgemein an-

1) Flourens, Nouvelles expériences sur l'indépendance respective des fonctions cérébrales. Comptes Rendus des Séances de l'Acad. des sciences T. 52. p. 673.

2) Berthold, E., Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Arch. f. Ohrenheilkunde. IX. N. F. III. p. 77.

3) Bernhardt, A., Experim. Beiträge zur Physiologie d. Bogengänge d. Ohrlabyrinths. Pflüger's Arch. Bd. 12. p. 471.

4) Loevenberg, Ueber die nach Durchschneidung der Bogengänge des Ohrlabyrinths auftretenden Bewegungsstörungen. Arch. f. Augen- u. Ohrenheilkunde. Bd. 3. p. 1.

5) Cyon, E., Ueber die Function der halbzirkelförmigen Kanäle. Pflüger's Arch. Bd. 8. p. 306.

erkennen und aus der Art der Störungen selbst mit Sicherheit erschliessen.

Durch die vorherige Fortnahme des Gehirns werden die Labyrinthstörungen qualitativ nicht geändert. Die Plombirung der horizontalen Canäle bewirkt auch bei den grosshirnlosen Thieren horizontales Kopfwackeln und Mangel der Reactionsbewegungen bei horizontaler passiver Rotation, falls gleichzeitig die Gesichtseindrücke ausgeschlossen sind. Dasselbe gilt auch für die anderen Kanalpaare, nur dass es sich natürlich bei ihnen um die ihrer Lage entsprechende Ebene handelt. Nach einseitiger Fortnahme des ganzen Labyrinths tritt die typische Kopfverdrehung ein. Nach doppelseitiger Fortnahme wird der Kopf zwar grade gehalten, sinkt aber bei Belastung und ebenso im Dunkeln, falls er nicht gestützt wird, der Schwere folgend herab u. s. w. Es genügt hier diese wenigen am meisten in die Augen springenden Symptome anzuführen. Die übrigen feineren Veränderungen waren aber ebenfalls leicht nachweisbar. Im Grossen und Ganzen traten die Störungen etwas stärker als bei den Grosshirn besitzenden Thieren auf und entwickelten sich schneller. Besonders deutlich war dies bei der Kopfverdrehung zu beobachten. Sie erreichte fast bei allen Thieren Stellung VI. Bei einer Taube wurde bereits am folgenden Tage nach der Operation der Kopf in Stellung VI gehalten. Es lässt dies auf eine herabgesetzte Adaptionfähigkeit schliessen, und da die Adaption rein reflectorisch zu Stande kommt, und die Reflexe an hirnlosen Thieren prompter abzulaufen pflegen, so erscheint dieses Resultat zunächst sehr auffallend. Bedenkt man aber, dass auch die Empfindungsorgane, durch welche die reflectorische Adaption zu Stande zu kommen scheint, durch die Entgrosshirnung geschädigt worden sind, so wird dadurch die geringere Adaption verständlich, ja nothwendige Folge des Grosshirnmangels.

Aber dasjenige Resultat der Hyde'schen Beobachtungen, auf welches das Hauptgewicht zu legen ist, liegt in der geringen Ausbildung der Ersatzercheinungen bei den grosshirnlosen Thieren. Die Epoche der Kopfverdreungen dehnte sich bei allen einseitig labyrinthlosen Tauben übermässig — und zwar bis zu ihrem Tode — aus. Bei einem Thierte wurde die Kopfverdrehung zur dauernden Stellung, die auch nach 6 Monaten niemals aufgegeben wurde. Keine der einseitig operirten Tauben lernte wieder fliegen, keine



der doppelt operirten Tauben wieder selbständig essen oder trinken. Das Kopfwackeln nach den Plombirungen besserte sich nur sehr langsam und konnte auch nach vielen Wochen durch geringe Reize fast in ursprünglicher Stärke wieder hervorgerufen werden. Wir unterlassen es, eine Beschreibung jedes einzelnen Thieres und jedes einzelnen der vielen merkwürdigen Symptome (vergl. Cap. I, II und VI meines Buches über den Nervus Octavus) zu geben. Es würde damit nichts erreicht werden, da sich jedes Symptom im Einzelfalle auch bei einer grosshirnbesitzenden Taube ähnlich stark entwickeln und auch einmal besonders lange erhalten kann. Eine Vergleichung der Gesammterscheinungen lässt aber den geschilderten Einfluss des Grosshirns in unverkennbarer Weise hervortreten.

So ergab sich denn für die Taube: Der geringen Ausbildung ihrer Grosshirncentren entsprechend, werden auch die Ersatzerscheinungen für die Labyrinth-symptome nach Fortnahme des Grosshirns zwar in recht deutlicher Weise, immerhin doch nur in geringem Umfange vermindert. Die Hyde'schen Tauben bestärken uns daher in der Vermuthung, es möchten die Grosshirncentren bei der Ausbildung der Ersatzerscheinungen eine wichtige Rolle spielen. Freilich bleibt dies vorläufig noch eine Vermuthung, welche erst als bewiesen betrachtet werden kann, falls bei den Hunden die sonst so stark ausgebildeten Ersatzerscheinungen nach Fortnahme gewisser Gehirncentren ausbleiben werden. Sollte uns dieser Beweis glücken, so würden wir durch die Kenntniss, von welchen Gehirntheilen die Ersatzerscheinungen ausgebildet werden, zu gleicher Zeit sowohl über die Labyrinthstörungen wie über die Grosshirnfunctionen einen neuen Aufschluss erhalten.

---