

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Strassburg i. E. und der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.)

## **Die elementaren Störungen einfacher Functionen nach oberflächlicher, umschriebener Verletzung des Grosshirns.**

Von

**Dr. Jacques Loeb.**

---

Wie man weiss, treten nach Exstirpation eines kleinen, umschriebenen Bezirkes aus der Oberfläche des Grosshirns beim Hunde functionelle Störungen auf, welche bald stärker, bald schwächer sind und im Allgemeinen bei Thieren, die zum ersten Male eine solche Operation erleiden, nach einiger Zeit wieder zurückgehen. Derartige Störungen will ich als elementare Functionsstörungen bezeichnen, im Gegensatz zu den Störungen complicirter Art, welche, wie die Charakteränderungen, nach tieferen oder wiederholten oberflächlichen Operationen an einem Thiere zu beobachten sind. Als einfache Functionen fasse ich hier die Thätigkeit der einzelnen Sinne und der Motilität auf, so lange an jeder Erscheinung noch klar und eindeutig zu erkennen ist, welchem der einzelnen erwähnten Qualitätenkreise sie angehört.

Ich habe nun die elementaren Störungen, soweit sie im Bereich des Sehens, der Sensibilität und der Motilität auftreten, eingehender untersucht und gefunden, dass sie alle einen gemeinsamen Charakter haben und nichts Anderes sind, als der Ausdruck von zwei rein mechanischen Momenten.

Wenn wir die Körperhälfte und Gesichtsfeldhälfte, welcher die 'lädirte' Hemisphäre angehört, die „gleichseitige“ oder „Operationsseite“, die andere die „gekreuzte“ oder „gegenüberliegende“ nennen, so lauten die beiden Gesetze der elementaren Functionsstörungen folgendermassen:

I. Treffen zwei Reize, welche in der Qualität und Intensität einander gleich sind, gleichzeitig symmetrische Stellen der Retinae oder der Haut, so kommt der Reiz auf der gekreuzten Seite weniger zur Wirkung, als der Reiz, welcher auf der Operationsseite angreift. Durch Erhöhen der Intensität des Reizes auf der gegenüberliegenden Seite kann man diesem jedoch dieselbe Wirksamkeit ertheilen. Die Verstärkung, welche der Reiz dazu erfahren muss, ist bei verschiedenen Thieren verschieden. Sie muss — innerhalb gewisser Grenzen — stärker sein, wenn die Störung, der Gesammtheit ihrer Symptome nach zu urtheilen, schwerer erscheint.

II. Wenn ein der Qualität und Intensität nach bestimmter Reiz auf der gekreuzten Seite angreift, so tritt die Reaction später ein und läuft langsamer ab, als wenn derselbe Reiz auf der Operationsseite angreift. Die zeitliche Differenz ist mit dem Metronom zu bestimmen und ist um so grösser, je stärker die Störung in der Gesammtheit ihrer Symptome erscheint.

Diese Sätze beruhen auf einer grösseren Zahl von Beobachtungen und umfassen thatsächlich alle Störungen, welche nach oberflächlicher Verletzung des Grosshirns vorher intacter Thiere bisher beobachtet sind. Ich will mich aber in dieser vorläufigen Mittheilung darauf beschränken, diese Sätze nur durch zwei Beispiele zu erläutern.

Bei Thieren, welchen ich ein Stück der Rinde, oder besser der Oberfläche des Grosshirns, auf einer Hemisphäre entfernt hatte, fand ich früher eine minimale Sehstörung, welche nur für die Gegenstände in der gekreuzten Gesichtsfeldhälfte in die Erscheinung tritt. Da die Thiere aber auf optische Eindrücke aus dieser Gesichtsfeldhälfte noch sehr deutlich reagirten, so bezeichnete ich diese Störung, welche bald stärker, bald schwächer erschien, als Hemiambyopie. Bei allen Hunden nun, welche durch eine einseitige oberflächliche umschriebene Läsion des Grosshirns hemiambyopisch geworden sind, lassen sich folgende 3 Versuche jederzeit und ausnahmslos, mit der Sicherheit eines physikalischen Experimentes, demonstrieren.

1) Hält man gleichzeitig und plötzlich dem Hunde mit Hemi-

amblyopie an zwei symmetrischen Stellen des Gesichtsfeldes je ein Fleischstück vor, so nimmt der Hund stets das auf der Operationsseite befindliche. — 2) Versetzt man jedoch das auf der gegenüberliegenden Seite befindliche in leichte oscillirende Bewegung — ein bewegter Gegenstand ist ein stärkerer Reiz —, während das andere unbewegt bleibt, so springt das Thier nach dem ersteren auf. Die Geschwindigkeit der oscillirenden Bewegung, welche zu diesem Effect nöthig ist, ist bei verschiedenen Thieren verschieden und muss — innerhalb gewisser Grenzen — um so stärker sein, je stärker die Hemiamblyopie in der Gesamtheit ihrer Symptome sich ausprägt. — 3) Hält man dem Hunde allein in der gekreuzten Gesichtsfeldhälfte ein Fleischstück vor, so springt er regelmässig nach diesem auf, auch wenn dasselbe nicht bewegt wird. Während also dieser Reiz, wenn er allein vorhanden ist, dazu ausreicht, Reaction von Seiten des Hundes zu erzielen, bleibt er stets wirkungslos, wenn zur gleichen Zeit ein zweiter, an Qualität und Intensität ihm gleicher, auf der Operationsseite angreift. Da aber innerhalb gewisser Grenzen, welche hier nicht überschritten werden, das Gesetz gilt, dass *ceteris paribus* der intensivere Reiz der wirksamere ist, so kann die ausnahmslose Bevorzugung des auf der Läsionsseite angreifenden Reizes nur darin ihre Erklärung finden, dass derselbe gegenüber dem anderen wie ein physikalisch stärkerer Reiz wirkt.

Die Möglichkeit, diese Erscheinungen auf eine Störung des Geruchsinnes oder der Motilität zurückzuführen, war bei diesen Versuchen ausgeschlossen.

Analog den Sehstörungen verhalten sich die einseitigen elementaren Störungen der Sensibilität und Motilität, nur dass im letzteren Falle der Reiz vom Centralorgan ausgesandt wird. Wenn ein normaler Hund — um das einfachste Beispiel auszuwählen — nachweisbar auf ein in der Medianebene ihm vorgehaltenes Stück Fleisch zugeht, so können wir annehmen, dass dabei beide Körperhälften in genau gleicher Weise innervirt werden. Der normale Hund langt dann auch in gradliniger Bewegung an dem Fleischstück an. Der Hund mit einseitiger Motilitätsstörung jedoch kommt, wie Goltz fand und ich bei meinen Versuchen wiederholt bestätigt sah, auch bei langsamem Gehen etwas seitlich neben dem Fleischstück an, und zwar so, dass die

Ablenkung nach der lädirtten Seite hin stattfindet. Die Innervation von der lädirtten Hemisphäre aus bleibt also in ihrer Wirkung gegen die der anderen Hemisphäre zurück.

Die Verzögerung, welche die Erscheinungen aus dem Qualitätenkreise der gestörten Functionen in ihrem zeitlichen Verlauf erleiden, ist leicht nachweisbar bei Thieren mit Hemiamblyopie, mit Störungen der Sensibilität und der Motilität. Im letzteren Falle drehen sich die Thiere nach der gekreuzten Seite hin langsamer um, als nach der Operationsseite.

Wenn ich nun auch die ausführlichere Beschreibung der Thatsachen mir für später vorbehalten muss, so möchte ich mir doch gestatten, hier noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Ich will zunächst darauf hinweisen, dass die beiden Gesetze der elementaren Functionsstörungen durchaus nicht isolirt dastehen im Gebiet der Erfahrungen, welche man bis jetzt nach Veränderungen im Centralnervensystem gemacht hat. In der Physiologie und Pathologie des Rückenmarks ist man auf ähnliche Thatsachen gestossen. Eine Theorie aufzustellen über die Ursache der beiden Gesetze ist nicht meine Absicht; nur um darauf hinzuweisen, wie nahe die Möglichkeit einer Erklärung liegt, will ich daran erinnern, dass schon die Berücksichtigung der Thatsache, dass Leitungsbahnen durch den operativen Eingriff ins Gehirn ausser Function gesetzt werden, zur Erklärung genügt. Wir brauchen dann nur anzunehmen, dass die Vorgänge im Bereich der gestörten Function, statt der normalen Bahnen mit einem relativen Minimum des Widerstandes, solche von grösserem Widerstand durchlaufen müssen und dadurch an Intensität einbüssen und auch mehr Zeit brauchen.

Wie unmittelbar nach der Operation die Intensität der Störung am stärksten ist, so ist auch dann die Abschwächung der Wirksamkeit der Reize und die Verzögerung der betreffenden Vorgänge am grössten. In den ersten Tagen nach der Operation kann die Abschwächung einen so hohen Grad erreichen, dass z. B. von der gekreuzten Gesichtsfeldhälfte her nur eine sehr geringe Reaction mehr zu erzielen ist. Das habe ich aber nur nach Läsionen mit dem Messer, nie dagegen nach oberflächlichen Zerstörungen mit der Bohrmaschine beobachtet. — Ebenso lassen sich jene Gesetze nicht mehr demonstrieren nach tiefgehenden und wiederholten Operationen. Es machen dann die elementaren Functions-

störungen complicirteren Erscheinungen Platz, zu deren Erforschung Goltz eben erst durch die Entdeckung der gesetzmässigen Charakteränderungen die Bahn gebrochen hat.

Man hat bisher nur Sehstörungen schwerer, complicirterer Art beschrieben, bei welchen in erster Linie das Sehen seiner Qualität nach verändert zu sein schien: Hirnsehschwäche oder Seelenblindheit. Nun haben wir in der Hemiamblyopie, wie sie in jenen 3 Versuchen sich documentirt, eine elementare Störung kennen gelernt, in welcher es sich nur um eine quantitative Veränderung des Sehens handelt, während keine Qualität dieser Function gestört ist. Vielleicht ist es berechtigt zu prüfen, ob nicht auch in jenen complicirteren Sehstörungen in Wirklichkeit nur eine quantitative, nicht auch eine qualitative Veränderung des Sehens vorliegt. Wenn wir verschiedene Thiere mit Hemiamblyopie vergleichen und in der Betrachtung vom geringsten Grad der Störung zu immer schwereren aufsteigen, so sehen wir zunächst, dass die Intensität der Symptome der Hemiamblyopie stärker werden kann, ohne dass sich etwas anderes als eine rein mechanische Störung ohne qualitative Veränderung des Sehens nachweisen liesse. Aber dann begegnet man stärkeren Graden von Hemiamblyopie, bei welchen noch immer jene drei Versuche gelingen, das Thier aber diesen oder jenen Gegenstand seiner Bedeutung nach nicht mehr zu erkennen scheint. Neben der quantitativen Veränderung des Sehens, die uns schon bekannt ist, erscheint nunmehr auch eine qualitative, Symptome der Hirnsehschwäche oder Seelenblindheit sind vorhanden. Und endlich begegnen wir Thieren, die in der gekreuzten Gesichtsfeldhälfte keinen Gegenstand mehr erkennen, während das Sehvermögen der entsprechenden Retinapartieen durchaus nicht erloschen ist. Aber diese scheinbaren Veränderungen der Qualität des Sehens lassen sich sehr leicht aus der vorhandenen rein mechanischen Störung erklären. Wir erkennen Gegenstände ihrer Form nach genauer unter anderem auf Grund feiner Nuancirungen in der Vertheilung der Lichtstärke. Besteht nun eine Sehstörung der Art, dass die physiologische Wirkung eines Reizes gegen die Norm abgeschwächt ist — und das ist, wie wir sahen, bei der Hemiamblyopie der Fall —, so bleibt eine Reihe dieser Nuancirungen wirkungslos, unter der Reizschwelle. Geschieht das mit relativ vielen solcher Nuancirungen, ist der Grad der Abschwächung,

welchen die physiologische Wirkung eines Reizes erleidet, ein relativ hoher, so bleiben erst einzelne und schliesslich alle Gegenstände unerkant. Wir sehen also, dass die Thatsachen, welche wir durch das Studium der elementaren Sehstörungen gewonnen haben, ausreichen, auch die complicirteren Sehstörungen zu erklären. Es ist gleichgültig, ob man diese einfachen Schlussfolgerungen als eine Theorie der Hirnsechwäche oder Seelenblindheit annehmen will oder nicht. Ich habe damit nur zeigen wollen, dass, wenn ein Thier Gegenstände übersieht oder nicht erkennt, die Theorie der localisirten Erinnerungsbilder zwar kühn, aber doch nicht die einzige oder einfachste ist, auf welche die Physiologie sich angewiesen sieht.

Dass im Gebiet der Sensibilität und Motilität die Störung nach oberflächlichen Gehirnläsionen auch nur jenen rein mechanischen Charakter hat, muss zu der Vermuthung führen, dass überhaupt die Oberfläche des Grosshirns nur in dieser Form auf kleinere Läsionen reagirt. Ob dieses auch in der That für das Hören, Riechen und Schmecken stattfindet, habe ich bisher noch nicht untersucht.

Endlich hat es den Anschein, als ob mit jenen zwei Gesetzen für die elementaren Störungen einfacher Functionen ein objectives Maass gewonnen sei, welches an Stelle subjectiver Schätzung feste Grössen der Mechanik zu setzen erlaubt. Die Versuche, mit welchen Verf. zur Zeit beschäftigt ist, sollen ermitteln, inwieweit das möglich ist.

Die Versuche wurden im physiologischen Institut zu Strassburg i. E. begonnen und im thierphysiologischen Institut der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin weitergeführt. Herrn Prof. Dr. Goltz und Herrn Prof. Dr. Zuntz bin ich für ihre gütige Unterstützung und ihr liebenswürdiges Entgegenkommen zum tiefsten Danke verpflichtet.

---