

# Die Bildung von Bogenfasern als primäre Reflexbahn der vitalen (protopathischen) Empfindungen.

VON

C. U. ARIËNS KAPPERS (AMSTERDAM).

Man nimmt im allgemeinen und aus guten Gründen an, dass die ersten Reize, für welche die Haut empfindlich ist, die sogenannten *vitalen Reize* sind — d. h. solche, welche das Leben und Verhalten des Tieres beeinflussen.

Diese Reize, welche von HEAD deshalb auch wohl als *protopathische Reize* bezeichnet wurden (von protos = erst entstandene und pathein = fühlen), verlaufen, im Nervensystem angelangt, auf gekreuzten (Bogen-)Fasern zu der anderen Seite hinüber und werden dort — also auf die andere Seite des Körpers — effektuiert oder nach oben geleitet.

Neben diesen *vitalen* oder *protopathischen Reizen* entsteht mehr und mehr eine Empfindlichkeit für Reize, welche von HEAD als *epikritische Reize* bezeichnet wurden — die man auch *gnostische Reize* nennen könnte. Es sind dies feinere (mehr kritische) Empfindungen, welche den Körper, das Leben selber, nicht direkt beeinflussen, denen gegenüber das Leben relativ indifferent steht.

Diese Reiz-Empfindlichkeit bildet sich erst später aus, und zwar im Anschlusse an vitale Reize und deren Organe.

HEAD hat diese Einteilung nur für Hautempfindungen aufgestellt. Meines Erachtens gilt sie aber auch für die Empfindungen der höheren Sinnesorgane:

Der *vitale Faktor* in den Sinnesempfindungen des *Labyrinthes* ist der Gleichgewichtsnerv, der N. vestibularis. Seine Empfindungen sind für die Haltung des Körpers, für die Gravitätsstatik (kurz *Gravistatik*) von direkter Bedeutung. Sie werden sofort effektuiert, und steigen nicht oder kaum zum Bewusstsein auf (werden gnostisch kaum verwertet).

Die *epikritische* oder *gnostische* Empfindung der Sinnesorgane des *Labyrinthes* ist das Gehör, vom N. cochlearis übermittelt, dessen Empfindungen für das Verhalten oder für die Haltung des Körpers meistens nur von wenig Gewicht sind, gnostisch aber (beim Menschen z. B.) höchste Bedeutung haben.

So hat auch das *Auge vitale Komponenten*. Die primitive *Lichtempfindung*, welche für die *Photostatik* wichtig ist, reguliert den Stand des Körpers in Bezug auf die Lichtquelle, auf das Licht im allgemeinen, und ist für das Leben — namentlich bei niederen Tieren, die für ihren Körper und ihre Nahrungssuche gewisser Lichtverhältnisse bedürfen, von groszer Bedeutung.

Der *gnostische Faktor des Lichtes*, für die Erkenntnis der Welt (auch beim Lesen und Schreiben u. s. w.) ist ohne weiteres deutlich. Letztere wird nicht unmittelbar effektuiert aber, ins Bewusstsein aufgenommen, trägt sie bei zu unserem Weltbild.

Der *vitale Faktor der Hautempfindungen* ist die Wahrnehmung der groben Berührungen, der grösseren Kälte oder Wärme und des Schmerzes.

Hierauf wird wieder reflektorisch geantwortet, meistens durch Abwehrbewegungen.

Die vitalen Hautempfindungen dringen zwar ins Bewusstsein durch, namentlich der Schmerz, sie werden aber bald vermieden und zunächst nicht weiter gesucht, untersucht, d. h. nicht gnostisch verwertet.

Die *gnostischen Empfindungen* des Körpers, der Haut (und der Muskelsensibilität) ermitteln dagegen unsere Stereognosis, d. h. unsere Kenntnis des Raumes und der Objekte in dem Raume, insofern dieselben durch Betastung erkannt werden können (man denke an den Blinden).

Auf diese feinen, gnostischen Reize wird nicht notwendigerweise unmittelbar reflektorisch geantwortet. Sie werden auch nicht vermieden, im Gegenteil aufgesucht.

So viel über das, was die Unterscheidung in vitale und gnostische Reize anbelangt.

In zweiter Instanz möchte ich darauf hinweisen, dass die motorische Effektuierung, welche auf diese beiden Reizkategorien folgt, meistens sehr verschieden ist. Abgesehen noch davon, dass vitale Reize mehr *reflektorisch* effektuiert werden als gnostische Reize, ist es auch eine bekannte Tatsache, dass die motorische Antwort auf protopathische Hautreize meistens *negativ* ist, d. h. der Reiz wird vermieden. Dies gilt m. E. auch für vitale Sinnesempfindungen:

Die stark einseitige Empfindung einer Macula des *Gleichgewichtsorganes* wird vermieden, besser: korrigiert durch eine solche Veränderung der Körperstellung, dass der Reiz wieder ins Gleichgewicht kommt mit anderen Reizen.

Die zu starke *Lichtaufnahme*, namentlich, wenn sie einseitig ist, wird korrigiert, vermieden. Viele photostatische Tiere: Fische, z. B. fliehen das starke Licht und leben im Halbdunkel.

Namentlich aber bei den *Hautempfindungen* ist die Negativität der vitalen oder protopathischen Reflexe klar (SHERRINGTON).

Starke Kälte oder Wärme, starke Temperaturschwankungen im allgemeinen, Schmerz, grobe Berührungen: auf alle diese Reize wird fast immer geantwortet mit negativen Reflexbewegungen, d. h. mit einem Entfliehen.

Dem steht gegenüber, dass *epikritische, gnostische* Reize oft *positive Reflexe* zum Vorschein rufen. Man neigt sich dem Flüstern zu, den Lauten — wenn sie nicht durch ihre Härte in die Reihe der protopathischen fallen.

Das Auge sucht sich zu orientieren über das Wesen der Dinge, das es lockt, solange nicht die Härte des Lichtes abstößt. Gerade ein sanft schimmerndes Licht reizt unsere Aufmerksamkeit, unsere Zuneigung.

Die Hand, die Fingerspitzen suchen die Erfahrung der tastbaren Wirklichkeit, wenn sie nicht schmerzt.

*Den zwei Kategorien der Empfindungen entsprechen also im grossen und ganzen zwei Kategorien von Reflexen.*

Weniger bekannt ist es, dass ihnen auch *zwei Kategorien von Fasersystemen im Zentralnervensystem* entsprechen.

Namentlich für die Hautempfindungen ist dies in meisterhafter Weise ermittelt worden.

Unter den Untersuchern, welche sich dabei ein Verdienst erworben haben, nenne ich nur EDINGER, FABRITIUS, PETRÈN und BROUWER.

Wir wissen, dass sich die *vitalen Reize* im Rückenmarke fast sofort *kreuzen*, dass dagegen die *gnostischen Reize auf derselben Seite* aufsteigen und absteigen, und sich auch in ihrem spinalen sensitivo-motorischen Reflex-Organismus nicht oder kaum kreuzen.

Die Auffassung, dass die aufsteigenden sensiblen Wurzelfasern bloss dazu dienen, mittelst der Hinterstrangkern und Thalamus die gnostischen Eindrücke auf das Vorderhirn zu projizieren, ist nicht richtig. Manche geben auch Kollateralen ab in die motorische Region des Rückenmarkes (überwiegend gleichseitig). Bei niederen Tieren ist dies sogar ihre Hauptfunktion. Bei der absteigenden Dichotomie jener Fasern ist dies überall die Hauptfunktion.

Eine Erklärung für dieses Verhalten ist indessen nie gegeben, sogar nie versucht worden.

Weshalb zieht der vitale Reiz fast sofort auf die andere Seite des Rückenmarkes hinüber?

Weshalb führen die gleichseitig auf- und absteigenden Hinterwurzeldichotomien und deren überwiegend gleichseitige Kollateralen die der gnostischen Empfindungen?

Weshalb ist es nicht gerade umgekehrt im Rückenmark?

Eine vollständige Erklärung, auf Grund der in den letzten zehn Jahren ermittelten Gesetze der Neurobiotaxis und stimulogenen Fibrillation kann ich jetzt noch nicht geben, obschon einige Punkte uns auch jetzt schon dafür den Weg weisen.

Ich möchte hier zunächst hinweisen auf den Verband, der besteht zwischen diesen ver-

schiedenen Kategorien von Empfindungen und deren verschiedenartigen Reflexen einerseits und dem eigentümlichen Verlaufe ihrer Rückenmarkswege anderseits.

Betrachten wir in Fig. 1 den Kreis R als eine nicht funktionierende Reizquelle, in Fig. 2 den Kreis R' als Quelle starker protopathischer (vitaler) Reize, in Fig. 3 R'' als Quelle

der (meistens weniger intensiven) gnostischen (epikritischen) Reize, dann sehen wir dasz eine Abneigung von den vitalen Reizen in Fig. 2 erreicht wird durch Kontraktion der von R abgekehrten Längsmuskulatur (M), während in Fig. 3 die Zuneigung zu dem gnostischen Reiz zu stande kommt durch eine Kontraktion der R'' zugekehrten Längsmuskulatur (M).

Die gekreuzte Übertragung des Reizstromes in dem Rückenmarke im ersteren Falle ist also in völliger Übereinstimmung mit dem negativen Reflex, d. h. mit der Abneigung von der Reizquelle, während im zweiten Falle der positive Reflex, (die Zuneigung zu der Reizquelle) und die gleichseitige Reflexübertragung mit einander in Übereinstimmung sind.

Figur 4 zeigt uns auf einem Querschnitt den Verlauf des Reflexreizes bei negativer Antwort auf vitalen Reflexwegen, Fig. 5 bei positiver Antwort auf gnostische Reize.

Im ersteren Falle findet man einen gekreuzten, im zweiten einen homolateralen Verlauf und Ablauf des Reizes.

Auch der Nutzen des gleichseitigen Aufsteigens und Absteigens der dichotomisierten Fasern ist unter diesem Gesichtspunkt deutlich, weil dadurch die nahe liegenden gleichseitigen Segmente dieselbe Wirkung integrieren.

Wie jedoch gesagt ist, möge die Sache uns teleologisch hierdurch näher gerückt sein, die Ursache jener Bahnbildung ist damit nicht erkannt.

Diese müssen wir in den Gesetzen finden, welche uns die Reize haben kennen lernen als die gestaltenden Kräfte des Nervensystems.

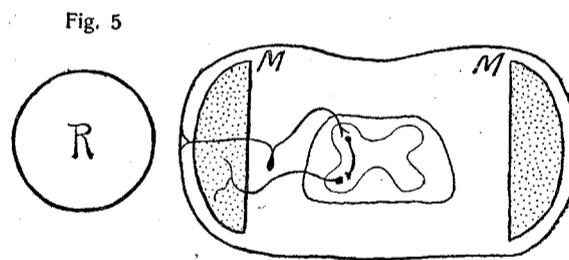
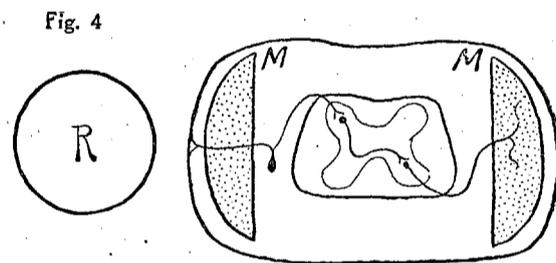
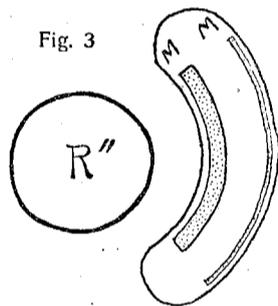
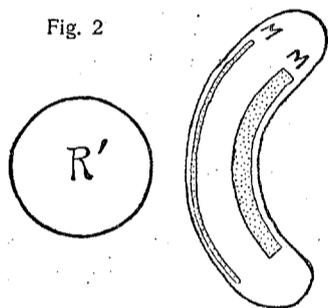
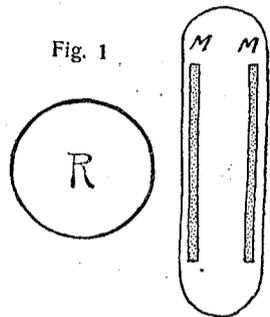
R = Reizquelle.  
Fig. 2 demonstriert die Abneigung zu der Reizquelle bei Kontraktion der Kontralateralen,  
Fig. 3 die Zuneigung bei Kontraktion der gleichseitigen Muskeln (M.)

Die Frage, die uns jetzt interessiert, ist also diese: wie kann man sich denken, dasz die gestaltenden Kräfte des Nervensystems diese Fasern gebildet haben?

In dieser Hinsicht verweise ich auf die von mir an anderen Stellen öfters erwähnten Gesetze der *Neurobiotaxis* und diejenigen der *stimulogenen Fibrillation*, welche in sehr ingenüser Weise von Bok ans Licht gebracht wurden.

Die Gesetze der Neurobiotaxis können kurz zusammengefasst werden in den Satz: dasz Bahnverbindungen, seien es dendritische, seien es axonale, sich immer bilden zwischen stimulatив korrelierten Gebieten, und dasz dabei die Haupt-Dendriten sich bilden und schliesslich auch der Zelleib der Ganglienzelle sich verschiebt in der Richtung der maximalen Reizladung.

Das Gesetz der stimulogenen Fibrillation fügt dem hinzu, dasz die Achsenzylinder (die sich ebenfalls zwischen stimulatив korrelierten Gebieten bilden) auswachsen mit dem Reizverlauf,



R = Reizquelle.  
Fig. 4 demonstriert den kontro-lateralen Reflexbogen,  
Fig. 5 den homo-lateralen Reflexbogen der Hautsensibilität.

dasz sie im Gegensatz zu den Dendriten (die stimulo-petal wachsen), stimulo-fugal oder, besser gesagt, stimulo-konkurrent (mit dem Reiz mitgehend) wachsen, und zwar (wie bekannt) vor der Bildung der Dendriten.

Diese beiden Gesetze hat Bok neuerdings benutzt, die Bildung und die bestimmte Selektivität in der Ausbildung der motorischen Wurzelverbindungen der Reflex-Bahnen im allgemeinen zu erklären.

In welcher Weise diese Gesetzmäßigkeiten nun auf die Ausbildung der positiven und negativen Reflexe und deren Bahnen bei *verschiedenartigen Reizungen derselben Hautstelle* angewandt werden können, erfordert noch weitere Untersuchungen.

Indessen haben wir in der Mitteilung Boks schon wertvolle Hinweise für die Erklärung des gekreuzten Verlaufes der primitiven sekundären Sensibilitätsbahn. Bok hat in 1917 darauf hingewiesen, dasz der Reflexbogen veranlaszt wird von dem Effektor, in dem Sinne, dasz dieser alle Reize zu sich zieht, welche infolge seiner Kontraktion den Körper treffen.

Es ist nun klar, dasz, wenn ein Tier (wie das obengezeichnete) in einem *an allen Seiten gleichmäßig* reizenden Medium liegt (also ohne eine besonders lokalisierte Reizquelle, wie in der Figur) eine, durch irgend einen anderen Einfluß verursachte Kontraktion des linken Muskels die rechte Seite des Körpers nach auszen exponiert, d. i. mehreren und stärkeren Einflüssen aussetzt, als die gebeugte Seite.

Die gestreckte Seite wird infolgedessen diejenige, welche die meisten Reize von der Auszenwelt empfängt, und diese Reize werden sich nach den Bokschen Regeln der Reflexbahnbildung korrelieren mit der kontrolateralen Muskelkontraktion.

Ueber den *scheinbaren* Widerspruch dieser Genese der Reflexbahn mit den Erfahrungen von *Uexküll* und *Magnus*, dasz im ausgebildeten Nervensystem ein Reiz geneigt ist in einen erschlafften Muskel hinein zu ziehen, darüber später <sup>1)</sup>

In Übereinstimmung mit meiner Auseinandersetzung ist es, dasz die Ausbildung der Bogenfasern, welche (vergl. Fig. 4) den negativen Reflex ermitteln <sup>2)</sup>, in der Phylogenese der gleichseitigen Reizübertragung und den positiven Reflexen, namentlich der Ausbildung der gleichseitigen sensitivo-motorischen Reflexkollateralen <sup>3)</sup> voran geht.

Hiermit in Übereinstimmung ist auch, dasz das Hochhinaufsteigen der gleichseitigen Wurzelfasern erst predominant wird bei höheren Tieren, und dasz es gerade diese Fasern sind, welche mittelst der Hinterstrangkern und des Zwischenhirns eine Projektion erhalten auf der Rinde, welche bekanntlich das *gnostische Zentrum* kat' exogen darstellt.

1) Hier sei bloz bemerkt, dasz nach *Magnus* diese Reflexauslösung bedingt wird durch die Anwesenheit der *sensiblen Innervation* in der erschlafften Extremität. Dasz hier ein erschlaffter Muskel-Tonus den Reizstrom anzieht, glaube ich nicht, vielmehr ein Zustand von Reizung jener Gegend durch Reckung. Jedenfalls liegt dabei auch ein den Gesetzen der Neurobiotaxis entsprechendes Korrelat vor.

2) Wie auch der Abwehrreflex des Fusztes und der Zehen (BABINSKY) ontogenetisch älter ist, als die Zuneigung jener Teile zum Fuszsohlreiz.

3) Dieselben entstehen erst beim Frosch (VON LENHOSSEK).

## L I T E R A T U R.

- EDINGER, Einiges vom Verlauf der Gefühlsbahnen. Deutsche mediz. Wochenschr. 1890.
- PETREN, Ein Beitrag zur Frage vom Verlaufe der Bahnen vom Hautsinne u. s. w. Scand. Arch. f. Physiol. Bnd. 13, 1902.
- SHERRINGTON, The integrative action of the nervous system. London, 1906.
- HEAD and RIVERS, A human experiment in Nerve division. Brain Fol. 31, 1908.
- FABRITIUS, Studien über die sensible Leitung im menschlichen Rückenmark u. s. w. Arbeiten a. d. path. Instit. der Universität Helsingfors. Bnd. II, 1908.
- ARIENS KAPPERS, Weitere Mitteilungen über Neurobiotaxis. Die Selektivität der Zellenwanderung. Die Bedeutung synchronischer Reizverwandschaft. Folia Neurobiologica. Bnd. I, 1908.
- BOK, Die Entwicklung der Hirnnerven und ihrer zentralen Bahnen. Die Stimulogene Fibrillation. Folia Neurobiologica. Bnd. IX, 1915.
- BROUWER, Die biologische Bedeutung der Dermatomerie. Folia Neurol. Bnd. 9, 1915.
- ARIENS KAPPERS, Further Contributions on Neurobiotaxis N<sup>o</sup>. IX. The dynamic polarisation of the Neurone. Journ. of Comp. Neur. Bnd. 27, 1917. — Psych. en Neur. Bladen, Amsterdam, 1916.
- BOK, The development of reflexes and reflextracts I. The reflex-circle. Psych. en Neur. Bladen, Amsterdam, 1917.