

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
<b>Herausgeber:</b>	Naturforschende Gesellschaft in Bern
<b>Band:</b>	15 (1957)
<b>Artikel:</b>	Die vergleichende Hirnanatomie als Basis einer vergleichenden Funktionslehre
<b>Autor:</b>	Feremutsch, Kurt
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-319489">https://doi.org/10.5169/seals-319489</a>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

KURT FEREMUTSCH

## Die vergleichende Hirnanatomie als Basis einer vergleichenden Funktionslehre \*

Aus dem anatomischen Institut der Universität Bern

Direktor: Prof. Dr. E. Hintzsche

Es mag als Wagnis erscheinen, vorwiegend anatomische Probleme zum Gegenstand eines akademischen Vortrages zu machen, zumal es sich dabei um ein Spezialgebiet handelt, das einer weiteren Hörerschaft fremd vorkommen muß. Die anatomische Forschung ist eine morphologisch gerichtete, zuweilen unter funktionellen Gesichtspunkten. Morphologie aber ist heute nicht modern; wenigstens glauben Viele — wohl auch Unberufene —, daß sie den Höhepunkt ihrer wissenschaftlichen Bedeutung überschritten habe. Gelegentlich gesteht man ihr noch einen gewissen didaktischen Wert zu. Solche Meinungen zu widerlegen, ist nicht meine Absicht. Ich weiß, daß jede Wissenschaft soviel wert ist, als sie als Bestandteil unserer Kultur leistet, ich weiß aber auch, daß auf der Höhe der Zeit steht, wer mit chemischen Methoden oder mit elektronenphysikalischer Optik dem Leben und seiner Mannigfaltigkeit zu Leibe rückt, oder forschungsfreudig dem Experimente huldigt. Mit dem Strome der Zeit geht, wer bestrebt ist, die lebendigen Gestalten in ein Gefüge von Prozessen zu verwandeln, indem man sich dem Leben umso näher wähnt, je tiefer in die chemischen und mikrophysikalischen Prozesse man eingedrungen ist. Daß man aber je nur Grund- und Teilprozesse erforscht und von ihnen aus das Ganze deuten und verstehen will, wird gerne übersehen. In solchem Sinne dürften meine Ausführungen über ein Kapitel der vergleichenden Anatomie nicht als modern gelten. Und doch mache ich gerne ein Zugeständnis an unsere Zeit, indem ich zu zeigen versuche, auf welche Weise unter Umständen enge Beziehungen bestehen zwischen der Morphologie und Physiologie, zwischen der Gestaltenkunde und der Lehre von den prozeßhaften dynamischen Geschehen am Organischen,

---

\* Öffentliche Antrittsvorlesung gehalten am 30. Juni 1956.

die man generell als Funktion bezeichnet. Doch muß darauf hingewiesen werden, daß mit «dynamischem Geschehen» ein großer Raum der möglichen Erscheinungen erfaßt wird, der sich von der zellulären Dynamik bis zum Verhalten des gesamten Organismus ausdehnt als ein Stufenbau (HARTMANN 1948, 1950). An ihm sind das Morphologische und Physiologische nur zwei — methodologisch bedingte — Aspekte. Wie sie kategorial zu fassen und zu deuten sind, liegt auf einer anderen Ebene und bedarf hier der weiteren Erörterung nicht.

Die Morphologie befaßt sich mit dem Substrat des Organismus, mit dem, was formhaft und statisch erfassbar ist, während die Physiologie das an dem Substrat sich Abspielende untersucht. Nun ist aber der lebende Organismus nie nur Form oder nur Funktion, sondern stets beides zugleich. Es bedarf daher einer echten synthetischen Betrachtung — und nicht nur des Nebeneinanderstellens der Phänomene — um die dynamischen Gestalten als Ganzes zu sehen, das heißt eine Morphologie im weitesten Sinne zu betreiben. Ihr erscheint dann das Individuum nicht mehr nur als Einzelfall typologischer Abstraktion, sondern als lebendige Einheit und als Element im biologischen Gefüge der Arten.

Der Anatom, der gewohnt ist Formen zu sehen, will diese wenn möglich nicht nur einzeln und beschreibend erfassen, sondern vergleichend und begriffen in ihrem Werden. Mit andern Worten heißt das, hineingestellt in einen Zusammenhang zeitlichen und räumlichen Geschehens. Das ist so bei der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte, die zum Abbild der Stammesgeschichte werden können, es ist nicht anders bei der Paläontologie, die die Zeugen der Stammesgeschichte ordnet und es ist nicht minder so bei der Embryologie, deren synthetische Betrachtung zur Auffassung der Ontogenese als eines funktionellen Ganzen führt. Aber selbst die Resultate dieser morphologischen Forschungsrichtungen sind nicht mehr als Elemente einer modernen Organologie. Der Vergleich ist es, der im gedanklichen Ordnen der morphologischen Einzelbefunde zur Erkenntnis größerer gestaltlicher Zusammenhänge wird. Vergleichende Anatomie — nicht in ihrer Methodik, sondern in ihren Ergebnissen — ist ein Weg zur Erfassung der einzelnen Lebewesen und des Lebens als einer großartigen Morphogenese. Vergleichende Physiologie könnte der andere sein!

Solange die Physiologie aber nur descriptiv bleibt, auch wenn sie die feinsten Einzelheiten zellulärer Prozesse begreift oder deren gesetzmäßige Bedingtheit aufweist, muß sie eingeengt bleiben, weil ohne echten Vergleich der Einzelfall, auch aufs äußerste analysiert, kein allgemeines Ge-

setz und keinen Zusammenhang verraten kann. Mir scheint, hier sei jene scheinbare Antinomiegrenze, welche Anatomie und Physiologie scheidet, wo der Anatom zum Begreifen makroskopischer Gestalten tendiert, der Physiologe aber zu den kleinsten Dimensionen zellulärer Grundprozesse — etwa der nervösen Impulsleitung oder der Sinnesfunktionen — gelangen will. Grundprozesse jedoch sind nicht das Entscheidende und Spezifische, sondern nur Fundament für tausendfältige Abwandlung im Großen (FEREMUTSCH 1952a).

Eine vergleichende Funktionslehre in diesem Sinne fehlt uns, wenn auch Ansätze dazu vorhanden sind. Sie fehlt uns jedenfalls als ein Gebäude, wie die moderne vergleichende Anatomie es ist, die unter dem Einfluß entwicklungsphysiologischer, embryologischer und paläontologischer Untersuchungen ein neues Bild von der organischen Welt und vom Menschen gewinnen will. Ich will aber nochmals festhalten: entscheidend ist hier nicht die Methodik — sie steht ja gleichsam nur am Anfang des Unterfangens — sondern das Ordnen der Phänomene, für das der Vergleich Werkzeug des Denkens ist.

Beispiele aus der Hirnanatomie sollen die Gedankengänge näher erläutern, wobei es sich freilich nur um eine kleine Auswahl handeln kann.

Die Lehre von der Funktionsbedeutung des Kleinhirns für die Motorik nahm ihren Ausgang von der Feststellung, daß bei den Wirbeltieren dieses Organ einen besonderen Formwandel durchmacht. Es ist ein konstant vorkommendes Organ und zeigt auch auf primitiver Stufe eine relativ beträchtliche Größe. In seiner einfachsten Form erscheint es als eine quere Falte am vorderen Ende des sogenannten Rautenhirns und hat enge Beziehungen zu den Nerven, welche dort aus dem Gleichgewichtsorgan in das Rautenhirn eintreten. Ein Teil dieser Querfalte, nämlich der mittlere, hat außerdem Verbindungen zum Rückenmark, und zwar erkannte hier die experimentelle Anatomie Faserbahnen aus dem Sinnesorgan der Haut, aus den Muskeln und Gelenken. Die vergleichende Anatomie lehrt indessen, daß diese Form des Kleinhirns nur eine Urform ist, aus der sich das Kleinhirn aller höheren Wirbeltiere bis zu den Säugern und zum Menschen sich allmählich entwickelt. Man erschloß daraus eine besondere funktionelle Bedeutung, die außerdem durch die Tatsache gestützt wird, daß die Kleinhirne der Fische und Vögel verglichen mit denjenigen der Reptilien oder landlebenden Säugetieren verschiedene Formtypen darstellen, also von einander abweichen hinsichtlich Größe und Faltung. In der aufsteigenden Tierreihe ist nun

am Kleinhirn eine Massenentfaltung der Seitenteile sehr auffällig. Es kommt zur Bildung von Hemisphären. Das geschieht aber nicht dadurch, daß die alten Seitenteile (der ehemaligen Falte) sich weiterentwickeln — das ist zum Teil auch der Fall — sondern dadurch, daß Neues aufgebaut wird. Auch der Mittelteil — der sogenannte Wurm — wird vergrößert und mit der Entfaltung des ganzen Organes in die Länge gezogen. Die Bildung der Hemisphären und ihre besonders starke Ausprägung bei den Säugern geht parallel der Entwicklung der Extremitätenmuskulatur und konform der Entfaltung der Großhirnrinde, die gerade für die Säugetiere so charakteristisch ist. Diese Zusammenhänge sind nicht auf eine einfache Formel zu bringen oder mit Gewichtsangaben zu belegen, sondern ergeben sich aus einer differenzierten morphologischen Analyse, die auch die Faserverbindungen berücksichtigt. Solche besondere Faserbeziehungen hat denn die anatomische Forschung auch aufzeigen können und der Vergleich der Befunde bei systematisch verschiedenen hoch stehenden Tiergruppen ließ eine allmähliche Erweiterung alter Faserverbindungen und ein Hinzukommen neuer erkennbar werden. Auf diese Weise kam man zur Einteilung des Kleinhirns in ein Alt-Kleinhirn mit Beziehungen zum Gleichgewichtsorgan und zum Rückenmark und in ein Neu-Kleinhirn mit Beziehungen zum Großhirn und den diesem zugeordneten Teilen.

Die Anatomie erkannte die zentrale Stellung des Kleinhirns innerhalb der motorischen Systeme, die vergleichende Forschung aber wies die immer differenziertere Stellung innerhalb dieser Systeme nach. Für den von seiten der Morphologie postulierten Zusammenhang mit dem Großhirn hat nun gerade die physiologische Forschung bedeutende Tatsachen beibringen können und nur von ihnen soll hier die Rede sein. Zunächst aber ist zu erwähnen, daß, wenn die Anatomie die zentrale Stellung des Kleinhirns innerhalb der Motorik aufgedeckt hat, die Physiologie das Aktuelle der Leistung nachweisen konnte und sie als koordinierende innerhalb der Stellungs-, Haltungs- und Gleichgewichtsfunktionen erfaßte. Die funktionellen Beziehungen zum Großhirn bestehen nun vor allem darin, daß die Zentren der Sinnesorgane und der Körpermotorik im Kleinhirn ebenfalls repräsentiert sind, und zwar an denselben Stellen, wo im Kleinhirn auch die peripheren Bahnen aus Sinnesorganen und Muskeln (und zwar deren sensible Komponente) lokalisiert werden können. Der Einfluß wiederum auf die Motorik ist entweder ein hemmender oder fördernder und wird selbst wiederum von tiefer liegenden Zentren des Hirnstammes beeinflußt (FULTON 1943, 1949).

Auf getrennten Wegen kamen Morphologie und Physiologie zur Erkenntnis, daß das Kleinhirn als ein dem motorischen Geschehen übergeordnetes Zentrum aufzufassen ist, dessen Ort im Leistungsgefüge die Anatomie zeigt, während die Physiologie seine Bedeutung nachweist. Wenn sie aber die Kleinhirnleistung als eine koordinierende und modulierende beschreibt, dann gilt das ebenso für die einfache und elementare Motorik der niederen Wirbeltiere, wie für jene differenzierte und komplexe der Säuger. Das heißt aber jetzt, vom Morphologischen her gesehen: die Kleinhirnfunktion spielt sich in dem einen Fall noch ganz auf der Ebene einer Rückenmarks- und Hirnstammotorik ab, im anderen aber auf einer höheren und differenzierteren, deren Grundlagen in den Systemen des Großhirns, zumal in den sogenannten extrapyramidal-motorischen Zentren zu suchen ist, und die eine Unwillkür-Motorik darstellt. Mit Koordination und Regulation ist hier etwas benannt, was selbst im einfachsten Fall schon ein recht kompliziertes Zusammenspiel vieler nervöser Zentren und ihrer Grundleistung ist, und es fragt sich, ob und wie seine Elemente zu fassen sind. Diese Analyse hätte aber nicht so sehr von unten her zu erfolgen, etwa durch Erforschung der Leitungsbogen und Reflexmechanismus, was zum Teil schon getan ist, sondern von oben her durch ein Studium der gesamten Körpermotorik. Dafür aber sind die physiologischen Tatsachen zu heterogen und zu spärlich. Ein Vergleich der Typen und die Beeinflussung derselben durch das Kleinhirn bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Stellung desselben innerhalb der Leitungssysteme könnte weitere Einsichten gewinnen lassen. Jedenfalls ist der Einfluß des Kleinhirns auf die Motorik eines langsam dahinschreitenden Reptils ein anderer als bei einem wendigen Fisch oder bei einem segelnden Vogel — und doch allemal in der Art derselbe. Es wäre überdies abzuklären, wie groß der Anteil des Großhirns am Aufbau der motorischen Systeme ist.

In diesem Zusammenhang ist nun auf die Bedeutung der sogenannten extrapyramidal motorischen Zentren für die Körpermotorik hinzuweisen. Sie finden sich in besonders differenzierter Form nur bei den Säugetieren und beim Menschen, lassen sich aber auch bei den übrigen Wirbeltieren nachweisen, wo sie geradezu Hauptzentren der Motorik sind. Zwischen der anatomischen Struktur dieser Zentren bei den Affen und beim Menschen bestehen praktisch keine Unterschiede, und doch lehrt uns die Physiologie, daß die Störungen der Motorik, die einerseits nach experimentellem Eingriff oder bei krankhaften Läsionen erfolgen, in dem einen und anderen Fall ganz andere Bilder darbieten. Man weiß

zwar, daß Tiere mit verschieden hoher systematischer Stellung (etwa Hunde und Affen) bei Eingriffen an ihrem Nervensystem eine verschiedene Reaktionsweise, namentlich auch bezüglich der Restitution zeigen, und daß offenbar ein Zusammenhang zwischen der Entwicklungshöhe des Zentralnervensystems und der Motorik besteht (FISCHEL 1956) — im großen und ganzen aber, sind die neueren vergleichend-anatomischen Befunde und die systematische Rangordnung der Tiere für eine vergleichende Lehre vom Aufbau der Motorik noch recht wenig ausgenutzt. Hier aber könnten sich Morphologie und Physiologie ergänzen, wenn diese im Stande wäre der Typologie der Form eine Typologie der Funktion an die Seite zu stellen.

Als weiteres Beispiel will ich das basale Zwischenhirn, den Hypothalamus zur Erläuterung heranziehen. Die experimentelle Physiologie hat seine zentrale Stellung für die vegetativen Organfunktionen, wie Kreislauf- und Atmungsregulation, Temperatur- und Schlafsteuerung, Wasseraufnahme usw. aufgedeckt (HESS 1954), und die Morphologie wies die enge Verknüpfung des Hypothalamus mit dem Zentralorgan der endocrinen Steuerung, der Hypophyse nach (BARGMANN 1954, SPATZ 1951). Weniger bekannt in ihrer funktionellen Bedeutung sind die strukturellen Differenzierungen, von denen man annahm, daß sie sich in der aufsteigenden Tierreihe vereinfachten. Die vergleichend-anatomischen Befunde sind aber noch zu wenig belegt, jedenfalls gilt für die Primaten eher das Gegenteil (FEREMUTSCH 1953, 1955a, 1955b), und es sind weitere Untersuchungen in dieser Richtung angezeigt. Immerhin kann man darauf hinweisen, daß bei der Erforschung eines Organes des zentralen Nervensystems, das so eng mit den vegetativen Organfunktionen verknüpft ist, auch dessen spezifische Bauweise beachtet werden sollte. Denn wir wissen, daß gerade die vegetativen Organfunktionen bei den biologischen Verhaltensweisen eine große Rolle spielen, man denke an die Sexualfunktionen, an die Trieb- und Instinkthandlungen. An ihnen ist das Zwischenhirn maßgeblich beteiligt (FISCHEL) und sie sind gar nicht immer so fest eingefahren, wie man denken möchte, ja differieren bei verschiedenen Arten derselben Tierordnung oft ganz deutlich (LORENZ 1954). Wie sie auf ein entsprechend differenziertes nervöses Substrat zu beziehen sind, entzieht sich vorläufig unserer Kenntnis, doch könnte die vergleichende Forschung ein Weg sein, dem Verständnis der Substratzugehörigkeit näher zu kommen. Rangstellung des Tieres, Differenzierungshöhe des Organes und Spezifität der Leistung könnten eine Handhabe geben, die Besonderheit einer Tierart gegenüber einer ande-

ren strenger zu fassen und die Komponenten der Verhaltensweisen aufzudecken, soweit sie überhaupt von der neurologischen Seite her greifbar sind.

Für das Großhirn schließlich hat schon die alte vergleichende Anatomie die allmähliche Entwicklung aus einem recht einfach gestalteten Organ zu einem strukturell differenzierten belegen können. Sie konnte zeigen, daß beim Säugetier etwas Neues auftritt als Überbau der alten Teile, nämlich die Großhirnrinde, die bei den hochentwickelten Säugetieren die Hauptmasse des Endhirns darstellt und durch ihre Windungen charakterisiert ist. Mit Hilfe der Bauplanlehre und unter funktionellen Gesichtspunkten entstand die Lehre von der funktionell-morphologischen Organisation des Großhirnes. Freilich darf man darunter kein geschlossenes Lehrgebäude verstehen, sondern muß wissen, daß sie unter verschiedenen Aspekten auftrat. Etwa im Sinne der Erweiterung der Reflexbogenlehre, in der das Großhirn als höchstes Schaltzentrum für zu- und wegführende Bahnen angesehen wurde oder im Sinne einer Zentrenlehre, die wiederum betont anatomischen oder mehr funktionellen Charakter annahm (EXNER 1887, HITZIG 1874). Diese Zentrenlehre steckt ja wohl heute noch in allen Versuchen, eine Lokalisationstheorie zu schaffen.

Der modernen vergleichenden Forschung aber blieb es vorbehalten, auf die Sonderstellung des Gehirns hinsichtlich seiner Individualentwicklung hinzuweisen. Sie konnte zeigen, daß die Entwicklung des Gehirns eine besondere Bedeutung für das Werden des Organismus, insbesondere des menschlichen hat, und zwar nicht nur in bezug auf die Morphologie, sondern in weitestem Sinne in bezug auf das Biologische an der Entwicklung. Der Vergleich der Gewichtsverhältnisse des neugeborenen und erwachsenen Gehirns bei Mensch und Affen, dann der Verlauf der Wachstumsperioden nach der Geburt im Verhältnis zum gesamten Organismus ließen erkennen, daß darin der Mensch eine Sonderstellung einnimmt. Das ist das Bezeichnende für ein Wesen, das seinen Ursprung aus dem Tier genommen hat, und dessen Wesensart sowie die seiner spezifischen Leistungen an das Vorhandensein eines hochdifferenzierten Zentralnervensystems gebunden sind. In ähnlicher Richtung weisen auch vergleichende Untersuchungen an Schädelausgüssen bei rezenten und fossilen Tierformen und am Menschen. Die ursprünglich rein morphologische Fragestellung wurde zu einem zentralen anthropologischen Problem (HOFER 1953, PORTMANN 1944, SPATZ 1955). Daran zeigt sich so recht eindrücklich, wie jede vergleichende Forschung am Tier — sei sie nun

anatomisch oder physiologisch gerichtet — zur Erkenntnis des Menschen hintendiert oder in ihrem tiefsten Grunde es wenigstens tun sollte.

Was nun die anatomische Zentrenlehre anbelangt, hat sie ihre konsequenteste Form in der histologischen Lokalisationslehre gefunden (BRODMANN 1909, ECONOMO und KOSKINAS 1925). Auch sie fußt letzten Endes auf vergleichenden Untersuchungen und hat gelehrt, daß die Hirnrinde aus verschiedenen strukturierten Feldern aufgebaut ist, die den Säugetieren und dem Menschen in verschiedener Weise zukommen. Jene Felder, die man mit den nervösen Funktionen der Körpermotorik und der Sinnesorgane in Zusammenhang bringt, fehlen auch den Tieren nicht. Sie erfahren in der aufsteigenden Tierreihe kaum eine Veränderung, oder diese besteht entweder in einer geringen relativen Größenabnahme oder dann in einer besonders betonten Vergrößerung. Dies ist dann die Folge einer Spezialisierung, zum Beispiel des Sehvermögens bei nachtlebenden Formen, wie sie uns bei bestimmten Primaten entgegentreten. Daneben aber treten Felder auf, die erst bei den Primaten deutlich werden und beim Menschen ihre größte Entfaltung erfahren. Es handelt sich um Strukturfelder der Stirn-, Scheitel- und Schläfenregion, die in ihrer Art für den Menschen etwas Spezifisches darstellen. Der Weg zum menschlichen Gehirn und damit zum Menschen besteht also nicht so sehr darin, daß die Masse zunimmt unter gleichzeitiger Vergrößerung der Rindenoberfläche durch Windungsbildung, sondern vielmehr darin, daß das Vorhandene sich außerdem noch in sich selbst strukturell weiterdifferenziert und zur Basis einer Neu-Leistung wird. Diese Neu-Leistungen kann man füglich als menschliche bezeichnen und sie bestehen in der Sprache, im Lesen und Schreiben als Ausdruck äußerst feiner Korrelationen der Motorik und der Raumsinnes- und Hörempfindungen und in bestimmten seelischen Phänomenen im Sinne intentionaler Akte. Diese Erkenntnisse gehen aber weit über das Anatomische hinaus und werden gesondert noch zu betrachten sein. Jedenfalls gilt hier wiederum, daß die vergleichende Forschung das Besondere am menschlichen Gehirn erkannt und zum Teil auch schon gedeutet hat.

Die Lehre von den Funktionen des Großhirns basiert vorwiegend auf experimentellen Untersuchungen an Tieren, insbesondere in der neueren Zeit an Affen. Im Vordergrund stehen Einsichten in die Tätigkeit der motorischen und sensorischen Rinde sowie in den engen funktionellen Zusammenhang einzelner Rindenzentren untereinander. Daß sich dabei eine weitgehende Deckung der physiologischen mit den histologischen Zentren herausstellte, sei nur nebenbei vermerkt. Im einzelnen ist zu sa-

gen, daß die physiologische Analyse derart weit ging, daß man nicht nur die strenge somatotopische Gliederung in den Rindenabschnitten der Motorik und Sensibilität aufdeckte, sondern auch Felder fand, von denen aus schon im Gange befindliche Aktionen gehemmt oder andere gebahnt werden können. Man erkannte auch, daß verschiedene Erregungen sich zu bestimmten Kombinationen muskulärer Effekte zusammenfinden und daß dafür die Art der peripheren Ausgangssituation maßgebend ist. Die zentrale Steuerung peripherer Reizeffekte oder Reflexmechanismen wurde auf diese Art greifbar und ließ selbst die einfachste Muskelaktion als ein ganzheitliches Geschehen erscheinen und nicht, wie die alte Physiologie es glaubhaft machen wollte, als ein von allen Einflüssen losgelöstes, starres Reflexspiel auf der Basis bestimmter Leitungsbahnen. Die erwähnten Befunde beziehen sich alle mehr oder minder auf die eigentliche motorische Rinde, deren Beziehungen zum extrapyramidal-motorischen System ebenfalls erhellt werden konnten (BUZY 1949) und gleichzeitig auch lehrten, daß die praecentrale Rinde vegetativ-autonome Organfunktionen beeinflussen kann, wobei sie selber wiederum vom autonomen Nervensystem — peripherer und zentraler Art — abhängig ist. In diesem Zusammenhang mag auf neuere Befunde hingewiesen werden, wonach Zentren für die Kreislauf- und Atmungsfunktionen im Schläfenhirn bestehen (POIRIER and SHULMAN 1954). Sie umfassen ein Rinden-gebiet, das weitgehend mit der sogenannten Riechrinde in Zusammenhang steht, von dem aber die vergleichende Anatomie annimmt, daß es sich nicht mehr um ein eigentliches Riechzentrum handelt, sondern um die sogenannte Ammonshornformation, die auch bei Tieren mit geringem Riechvermögen und beim Menschen sehr gut differenziert ist. Ihre Beziehungen zum Zwischenhirn und über dieses zu anderen Rinden-bezirken lassen die erwähnten Befunde in einem neuen Lichte erscheinen und deuten darauf hin, daß wir es hier mit einem einheitlichen anatomischen und funktionellen Rindensystem zu tun haben, das mit den vegetativen Organfunktionen beim Tier aufs engste verknüpft ist. Wie weit dies auch beim Menschen der Fall ist, läßt sich nicht sagen. Man hat eher den Eindruck, als wäre die Gesamtleistung der Rinde — namentlich hinsichtlich einer psychischen Integration — von der Intaktheit dieses Systems abhängig.

Schwieriger gestaltete sich von jeher die Analyse der sensiblen Rinden-funktionen, insbesondere in bezug auf die Lokalisation der Sinnesqualitäten und der kommemorativen Leistungen, die gerade für den Menschen in der Umweltorientierung eine so große Rolle spielen.

Wir sehen, daß die Physiologie sehr detaillierte Angaben über die Repräsentation bestimmter Funktionen im Großhirn und über ihre aktuelle Bedeutung im nervösen Geschehen machen kann (FULTON 1943, GOTTSCHICK 1952). Dabei sind zwei Dinge vor allem im Auge zu behalten. Einmal, daß es sich bei der sogenannten Lokalisation nicht um eine solche bestimmter, gleichsam schon fertiger und fester nervöser Komplexfunktionen, wie Stehen, Gehen u. ä. handelt, sondern um Grundfunktionen motorischer oder sensorischer bzw. effektorischer und receptorischer Art. Sie sind — und das ist das zweite wesentliche Moment — nicht fest als solche verankert, sondern konstituieren sich stets neu und offenbar immer adäquat der entsprechenden Gesamtstruktur der nervösen Prozesse. Wesentlich fest bleibt lediglich die Somatotopik, d. h. die lagegerechte Vertretung der Körperperipherie und selbstverständlich die organgebundene Vertretung der motorischen und sensorischen Zentren. Sie sind ganz offensichtlich an die histologische Struktur der entsprechenden Felder gebunden und stellen den Ausdruck eines Bauplanes dar. Zentrenlehre und die Lehre von der Plastizität (BETHE 1931) des Zentralorgans bestehen eben nebeneinander.

Wenn nun aber der Mensch und die menschlichen Lebensfunktionen das Anliegen des Arztes sind, dann wird hier vor allen anderen Problemen dasjenige der Lokalisation des Seelisch-Geistigen zur Sprache gebracht werden müssen.

Ich will aber gleich vorwegnehmen, daß ich an eine Lokalisation des Seelischen schlechthin nicht glauben kann, obschon es solche Lokalisationsschemata gibt und stets neue Versuche unternommen werden, so zum Beispiel mit Hilfe der Methode des Elektro-encephalogramms, Seelisches (Aktivität, Vitalität oder Spontaneität) organgebunden an bestimmte Hirnstellen zu fixieren. Die kategoriale Analyse des seelischen Seinsbereiches zeigt eben, daß es ein Phänomenbereich ist, der über dem organisch-körperlichen steht und sich seiner nur zur Manifestation bedient. Die neurologische Analyse aber zeigt uns, daß wir stets nur bestimmte nervöse Funktionen mit bestimmten Hirnstellen in kausale Abhängigkeit bringen können — aber selbst für rein nervöse Komplexleistungen bleiben sie, wie wir gesehen haben, eben nur elementar (FOERSTER 1936).

Damit soll freilich nicht gesagt sein, daß die erwähnten Lehren von den Zentren mit spezifisch menschlicher Funktion falsch seien. Aber — und das geht aus einem Vergleich der klassischen Lokalisationsschemata hervor — an gleicher Stelle können ebenso gut auch Funktionen rein

nervöser Art lokalisiert werden (GOLDSTEIN 1927, KLEIST 1922/34, VON MONAKOW 1914). Das gilt ganz besonders für die Zentren des Sprechvermögens oder der mannigfaltig gestalteten Raumsinnesempfindungen. Spezifisch erscheinen sie also nur insofern, als sie beim Menschen als Werkzeug bestimmter Leistungen erscheinen, die uns als psychische imponieren. Das ist deutlich bei der Motorik als Grundlage der Sprache, der Mimik und Gebärden und bei der Sensorik und Motorik als Grundlage der körpereigenen und körperfremden Orientierung oder gestalterhafter Konstruktionen. Aber schon bei jenen seelischen Leistungen, die man in das Stirnhirn verlegt und die als Antrieb oder intentionales Verhalten beschrieben werden, werden die Schwierigkeiten der Analyse und Deutung groß. Die Frage geht ja wohl dahin, in bezug auf was ein Antrieb eben vorliege bzw. unter krankhaften Bedingungen gestört sei. Und das zeigt so recht deutlich, wie ganz offenbar hinter allem Instrumente stecken, die in dem einen oder anderen Fall neu gestimmt und für das Gestalten von Seelischem neu zusammengestellt werden. Und hier lehrt uns die anatomische Lokalisation, daß ja der ganze frontale Hirnbereich vorwiegend der effektorischen Sphäre zugehört, im Gegensatz zum occipitalen, der mehr receptorischen Charakter hat.

Greifbar im Versuch zu lokalisieren sind im ersten Ansatz stets nur nervöse Funktionen, Funktionen also, die organisch faßbare Elemente für das Neurologische sind. Sie sind im Experiment am Tier recht weit in ihrem Habitus erforscht und gelten auch für den Menschen. In zweiter Etappe gleichsam können nervöse Komplexleistungen als Werkzeug für Psychisches dienen, sie lokalisatorisch zu erfassen ist zum Teil möglich, soweit nämlich als sie im Vordergrund eine gut greifbare neurologische Elementarfunktion zeigen. Daneben aber gibt es andere seelische und insbesondere geistige Leistungen, die so nicht mehr faßbar und daher auch nicht lokalisierbar sind, es sei denn eben gebunden an die Intaktheit des gesamten Zentralorgans.

Will man aber auf vergleichendem Wege weiterkommen, dann bedarf es der engen Zusammenarbeit der Morphologie, Physiologie und der Verhaltensforschung am Tier. Grundsätzlich könnte darin ein Ansatz sein, beim Tier und beim Menschen psychische Grundfunktionen aufzudecken, welche in ihren elementaren Komponenten noch eine Beziehbarkeit auf das Substrat gestatteten. Die Lokalisation bezöge sich dann nicht so sehr auf das Seelische selbst, sondern auf seine organischen Elementarfunktionen, deren es sich als Instrument bedienen kann. Damit wäre die Organologie vom Menschen instand gesetzt, von ihrer Seite her

einen Beitrag zur Psychologie im Speziellen und zur Anthropologie im allgemeinen zu leisten. Wie weit sich dieser Wunsch tatsächlich erfüllen läßt, bleibt ungewiß.

Wir hoffen nun, mit den beigebrachten Beispielen Dreierlei gezeigt zu haben:

1. anhand gleichsam eines Längsschnittes wesentliche anatomische und physiologische Orte bestimmter nervöser Organfunktionen, die für die Koordination der Körpermotorik im Kleinhirn liegen, als übergeordnete Zentralstelle des vegetativ-autonomen Nervensystems das basale Zwischenhirn umfassen und uns im Großhirn als oberstes Integrationsorgan für konstruktive Leistungen entgegentreten.

2. können wir anhand der synthetischen Betrachtung sowohl morphologischer als auch physiologischer Befunde lernen, wie die verschiedenen Ebenen der nervösen Funktionen stets ineinandergreifen und auf diese Weise ein Funktions- und Leistungsgefüge bilden. Gleichzeitig bemerken wir aber auch, daß auf immer höherer Ebene dieses Leistungsgefüge ein anderes Gesicht bekommt, bis es uns in der Großhirnleistung als ein äußerst differenziertes ganzheitliches Geschehen erscheint, das beim Menschen Beziehungen zu Seelischem hat.

3. endlich erlauben uns die Beispiele, darzutun, auf welche Weise die Höherentwicklung des Zentralnervensystems von der tierischen Form bis zum Gehirn des Menschen sich vollzogen hat. Und damit ist die evolutive Problemstellung der Hirnforschung berührt. Aber gerade für sie ist die vergleichende Hirnanatomie eine Basis. Sie kann auf Grund des Vergleiches sagen, wo und wie die Weiterentwicklung erfolgte und worin sich die Differenzierung des Substrates zeigt. Sie versteht die besondere Form des menschlichen Gehirns als eine im Laufe einer langen Zeitperiode gewordene; so wie sie uns heute erscheint ist diese Form aufs Höchste entwickelt.

Die vergleichende Hirnanatomie ist aber noch in einem anderen Sinne eine Basis, nämlich weniger als Methode zur Erforschung der Evolution, als vielmehr zur Erforschung funktioneller Zusammenhänge, indem sie die Besonderheiten des Substrates aufzeigen kann, an das die Funktionen gebunden sind. Daß sich dabei erst die besonderen Fragestellungen ergeben, ist schon gesagt und zum Teil auch belegt worden. Wird die Forschung so verstanden — und sie ist dann Grundlagenforschung im besten Sinne — dann ergänzen sich Morphologie und Physiologie in der Erforschung lebendiger Organismen und der bekannte Gegensatz fällt dahin.

Was hier für die Hirnforschung an ausgewählten Beispielen dargelegt wurde, hat auch für andere Gebiete morphologischer und physiologischer Forschung Geltung, was unter anderem von WEBER (1954) für die Zoologie in schönster Weise gezeigt worden ist.

Mit dem Versuch einer synthetischen Betrachtung, die von der Morphologie i. e. S. über die Physiologie zu einer Lehre von den dynamischen Gestalten weiterschreitet, strebe ich einem anderen Ziele zu, nämlich einer Morphologie im erweiterten Sinne, deren Anliegen es ist, von den tierischen Lebewesen und vom Menschen als Ganzheit mit ihrer jeweils besonderen Lebensart zu künden. Der Weg dazu ist nicht so sehr der einer speziellen wissenschaftlichen Technik, als viel mehr einer rein schauenden Denkmethode. Freilich gerät man dadurch in Gegensatz zur heute üblichen Auffassung der wissenschaftlichen Forschung, die eine Spezialforschung ist. Sie verlangt Lösung von Einzelfragen, die sich je-weilen aus praktischen Bedürfnissen oder theoretischen Erwägungen ergeben. Sie lassen sich auch nur mit Hilfe einer spezialisierten Untersuchungstechnik lösen und bedingen die Aufsplitterung der modernen Forschung in Teildisziplinen, deren Vertreter einander kaum mehr verstehen. Die Gefahr, die darin besteht, braucht kaum betont zu werden. Die hier vorgetragene Auffassung bedeutet nun im Gange der fortschreitenden Forschung Rückblick mit dem Anspruch das Ganze überschauen zu wollen — sie ist aber auch Ausblick auf neue Problemlagen und offene Fragen. Es scheint mir daher, daß ihr gültiger Bereich in jedem Felde der Wissenschaft zu suchen ist, wo die fortschreitende Forschung versagen muß, nämlich im Unterricht, der ein Wissensgut als Ganzes vermitteln will als ein Element der Bildung und der Kultur. Diese Aufgabe der Universität, neben der Forschung, wird heute immer wieder etwas vergessen, obschon gerade durch sie das Kontinuum geistiger Tradition gewahrt wird. In der Bewältigung dieser Aufgabe wird Detailwissen unbefriedigt lassen, und Spezialisierung behindert den Blick auf das Ganze und verführt zur Einseitigkeit. Aber gerade diese Einseitigkeit liegt nicht im Wesen einer universellen Bildung, die zu vermitteln die höchste und verpflichtende Aufgabe der Universität ist.

So sehe ich denn in der Morphologie im erweiterten Sinne für unsere medizinische Wissenschaft das Fundament für die Bildung des Arztes und ein Element zum Aufbau einer Lehre vom Menschen. Wenn aber der Mensch, das Wissen von ihm und die Sorge um ihn das Anliegen des Arztes sind, dann darf diese Morphologie ohne Bedenken als ein Wagnis unternommen werden.

*Literaturverzeichnis*

- BARGMANN, W. (1954): Das Zwischenhirn-Hypophysensystem. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- BETHE, A. (1931): Plastizität und Zentrenlehre. Hdb. norm. pathol. Physiol. 15. Bd.
- BRODMANN, C. (1909): Vergleichende Lokalisation der Großhirnrinde. J. A. Barth, Leipzig.
- BUZY, P. C. (1949): The Precentral Motor Cortex. University of Illinois Press, Urbana. Illinois 1949. 2. Aufl.
- ECONOMO, C., und KOSKINAS, C. (1925): Die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer, Berlin, Wien.
- EXNER, S. (1887): Untersuchungen über die Lokalisation der Funktion in der Großhirnrinde des Menschen. Braumüller, Wien.
- FEREMUTSCH, K. (1952a): Form und Leistung des Gehirns. Mschr. Psychiatr. Neurol. 124, 223.
- (1952b): Das Kleinhirn. Fortschr. Neurol. Psychiatr. 20, 24.
- (1953): Der Hypothalamus der Menschenaffen. Z. Morphol. Anthropol. 45, 195.
- (1955a): Strukturanalyse des menschlichen Hypothalamus. S. Karger, Basel 1955.
- (1955b): Die Struktur des Hypothalamus einiger Prosimier. Verhdl. Schweiz. Anat. Fribourg. Acta anat. 25, 405.
- FISCHEL, W. (1956): Die höheren Leistungen der Wirbeltiergehirne. J. A. Barth, Leipzig.
- FOERSTER, O. (1936): Symptomatologie der Erkrankungen des Großhirns. Motorische Felder und Bahnen. Hdb. Neurol. 6. Bd.
- FULTON, J. F. (1943): Physiology of the Nervous System. Oxford University Press, London.
- (1949): Functional localization in frontal lobes and cerebellum. Oxford Clarendon Press.
- GOLDSTEIN, K. (1927): Die Lokalisation in der Großhirnrinde. Hdb. norm. u. pathol. Physiol. 10. Bd.
- GOTTSCHICK, J. (1952): Die Leistungen des Nervensystems. Fischer, Jena.
- HARTMANN, N. (1948): Zur Grundlegung der Ontologie. Gruyter, Berlin 1948.
- (1950): Philosophie der Natur. Gruyter, Berlin.
- HESS, W. (1954): Das Zwischenhirn. 2. Auflage. Basel, Benno Schwabe & Co.
- HITZIG, E. (1874): Untersuchungen über das Gehirn, Hirschwald, Berlin.
- HOFER, H. (1953): Die Paläoneurologie als Weg zur Erforschung der Evolution des Gehirns. Die Naturwiss. 40, 566.
- KLEIST, K. (1922/34): Die Kriegsverletzungen des Gehirnes. J. A. Barth, Leipzig.
- LORENZ, K. (1954): Psychologie und Stammgeschichte. In: HEBERER, Die Evolution der Organismen. Fischer, Stuttgart 1954, 2. Aufl.
- VON MONAKOW, C. (1914): Die Lokalisation im Großhirn. Bergmann, Wiesbaden 1914.
- POIRIER, L. J., and SHULMAN, E. (1954): Anatomical basis for the influence of the temporal lobe on respiration and cardiovascular activity. J. comp. Neurol. 100, 24.
- PORTMANN, A. (1944): Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen. Basel, Benno Schwabe & Co.

SPATZ, H. (1951): Über die Verknüpfung von Hypophyse und Hypothalamus. *Acta neuroveget.* 3, 5.

— (1955): Die Evolution des Menschenhirns und ihre Bedeutung für die Sonderstellung des Menschen. *Nachr. Gießener Hochschulges.* 24, 51.

WEBER, H. (1954): Stellung und Aufgabe der Morphologie in der Zoologie der Gegenwart. *Verhdl. D. zool. Ges. Tübingen* 1954.

(Manuskript eingegangen am 23. Juli 1956)

