

Emc. A 243

[III, 5]

KIELER UNIVERSITÄTSREDEN

WOLFGANG BARGMANN

DAS BILD
DER
MODERNEN ANATOMIE



Universitäts-
Bibliothek
Erlangen

Wolfgang Bargmann

DAS BILD
DER
MODERNEN ANATOMIE

Kommissionsverlag Lipsius & Tischer in Kiel
1951

Rede gehalten anlässlich der feierlichen Eröffnung des
Rektoratsjahres 1951/52 am 23. Mai 1951.

Dr. Alan Gregg
zugeeignet

Universitäts-
Bibliothek
Erlangen

Druck: Schmidt & Klaunig, Kiel

TV

KIELER UNIVERSITÄTSREDEN

[F. III.] Heft 5

Universitäts-
bibliothek
Erlangen

Die Tradition gestattet dem neugewählten Rektor, anlässlich der feierlichen Übernahme seines Amtes vor einem größeren Kreise über ein Problem der von ihm vertretenen Wissenschaft zu sprechen. Von einem Anatomen könnte man beispielsweise erwarten, daß er das strukturelle Verhalten eines Organes oder eines Systems schildere, um so Fortschritte der anatomischen Forschung sichtbar zu machen, eine Vorstellung von seiner Arbeitsweise und wissenschaftlichen Grundhaltung zu geben. Ich möchte heute jedoch Wesen und Gesamtaufgaben meiner Wissenschaft grob umreißen. In diesem Vorhaben bestärkt mich die Erfahrung, daß im Gespräch der Wissenschaftler untereinander immer wieder Unkenntnis der grundsätzlichen Fragen zutage tritt, deren Lösung der wissenschaftliche Mitmensch näherzukommen bestrebt ist.

I.

Zur Problematik jeder Wissenschaft läßt sich ein Zugang durch historische Betrachtung gewinnen.

Erste Versuche einer rationalen Ergründung der menschlichen Gestalt entstammen dem Reiche der Kunst, so das ägyptische Kanonsystem, das dem menschlichen Körper ein Quadratnetz überwarf, um mit seiner Hilfe Gestalten zu konstruieren, vor allem aber die

der Natur weit nähere Kanonlehre des Polyklet und Lysippos. Das wissenschaftliche Ergebnis der griechischen Gestaltforschung war die Gewinnung eines in der Körperlänge wiederkehrenden Verhältnismaßes. Viele Jahrhunderte später haben sich Alberti, Leonardo da Vinci und vor allem Albrecht Dürer in Anknüpfung an die Antike bemüht, das Bildungsgesetz der menschlichen Gestalt in Maß und Zahl auszudrücken, es aus der Natur herauszureißen. Bedeutsam sind ihre Proportionsforschungen nicht wegen des Ertrages, vielmehr deswegen, weil die neuzeitliche Anthropometrie an die Methodik Dürers anschließt. Anerkannt sei auch der didaktische Wert der alten Proportionsstudien für Menschen unserer Tage, deren visuelle Veranlagung genutzt werden soll. So spielt die Beschäftigung mit den Proportionslehren im Medizinunterricht der amerikanischen Negerstudenten an der Howard-University in Washington eine erfrischend lebendige Rolle. Die Hauptbedeutung der Vermessungen Leonardos und Dürers liegt jedoch auf einem ganz anderen Gebiete: Der Mensch wurde zum *Gegenstand methodischer Erforschung* erhoben. In der gleichen Epoche, die uns die künstlerisch-wissenschaftliche Gestaltanalyse in bis dahin nicht gekanntem Ausmaße schenkte, schlägt denn auch die Geburtsstunde der modernen Anatomie.

Dieses Ereignis ist eine Frucht der Renaissance, die sich nicht allein an die Entdeckung der äußeren Welt, des Kosmos, sondern an die Entdeckung des Menschen, des Mikrokosmos, wagt. Die Durchbrechung der Schranken, die Furcht, Ekel und religiöse Scheu vor der Welt unseres Organismus errichtet hatten, ist die Tat des Andreas Vesalius, des „Columbus des menschlichen Leibes“. Die erste Bekanntschaft mit der Anatomie seiner Zeit machte Vesalius als etwa 20jähriger wohl im Jahre 1533 an der Universität Paris, wo vor allem Jacobus Sylvius lehrte. Sylvius, ein ausgezeichneter

Anatom, verfügte über eigene, durch Zergliederung menschlicher Leichen gewonnene Erfahrungen. Wie sehr aber die Überlieferung das Auge selbst dieses trefflichen Forschers verschleierte, zeigt Sylvius' Haltung im Angesicht der Wirklichkeit. Galen hatte vor rund 1400 Jahren eine Fülle teils zutreffender, teils unrichtiger anatomischer Mitteilungen zusammengefaßt, die sich auf Zergliederungen von Tieren stützten. Seine Anschauungen bildeten das Fundament der abendländischen Anatomie bis in das 16. Jahrhundert hinein. Sylvius blieben die Widersprüche zwischen den Aussagen der galenischen Schriften und der Natur nicht verborgen. Dennoch vertrat er die Ansicht, die wahre Anatomie sei in den Schriften des großen Galen niedergelegt. Die Abweichungen der Natur von den Texten führte er auf Veränderungen der menschlichen Organisation seit den Tagen des großen Griechen zurück, in denen der Verfall der Menschheit zum Ausdruck komme. Soweit der Hintergrund, gegen den das Werk des Vesalius sich abhebt.

Die Wende zur modernen, auf *Naturbeobachtung* gegründeten Anatomie vollzog sich in Italien. An der Universität Padua, einem der glanzvollen Zentren des Geisteslebens der Renaissance, entfaltete Vesalius in den Jahren 1537—1542 eine überaus lebendige Lehr- und Forschungstätigkeit. Studenten und Ärzte aller Zungen drängten sich zu den Vorlesungen des jugendlichen Professors, der entgegen allem würdevollen Herkommen eigenhändig am menschlichen oder tierischen Leichnam demonstrierte und es nicht einem Gehilfen überließ, seine Worte durch Vorweisungen zu erläutern. Vor allem aber schuf Vesalius hier sein unvergängliches Hauptwerk, betitelt: „*De humani corporis fabrica libri VII*“. Die revolutionierende Wirkung der *Fabrica* beruhte sowohl auf ihrem wissenschaftlichen Inhalt und Gehalt als auch auf ihrer wissen-

schaftsmethodischen Form. In ihr finden wir die Fülle der Beobachtungen Vesals in systematischer Ordnung niedergelegt. Ein Großteil der durch die Jahrhunderte gläubig weitergegebenen Angaben Galens wird im Text der Fabrica als Irrtum entlarvt. Vor allem aber tritt nun erstmalig eine reichhaltige, vom Wirklichkeits-sinn her bestimmte Bebilderung von künstlerischer Reife und Schönheit in Erscheinung, hervorgegangen aus der Werkstatt des Tizian. Ein wesentlicher Teil der Illustrationen wird Tizians Schüler Stephan von Kalkar zugeschrieben.

Der von Mut beseelte Angriff Vesals auf das Galenische Dogma begegnete scharfer Ablehnung, insbesondere durch Sylvius, und bewundernder Anerkennung. Führende Akademien Italiens luden den Forscher zu öffentlichen Demonstrationen und Disputationen an der menschlichen Leiche ein, so Pisa, wo das Schaugerüst unter der Last der sich drängenden Wißbegierigen zusammenbrach.

Nach Vesals Vorstoß in Neuland erforschten Generationen emsiger Forscher mit Hilfe einfacher, aber eine geschickte und liebevolle Hand erfordernder Methoden das Gefüge des menschlichen Leibes, bis es schließlich im 19. Jahrhundert gelungen war, den Organismus in eine große Zahl charakteristisch gebauter Formglieder aufzulösen, gewissermaßen einen Bilderkatalog seiner gröberen Elemente anzulegen. Ebenso war eine Vorstellung von ihren vielfältigen Verknüpfungen und räumlichen Beziehungen gewonnen.

Der analytische Drang machte an der dem unbewaffneten Auge gesetzten Grenze nicht halt. Hinter der makroskopisch darstellbaren Gliederung des Körpers verbarg sich, wie die seit dem 17. Jahrhundert sich entwickelnde mikroskopische Forschung ahnen ließ, eine Wunderwelt, deren Enträtselung die Erfüllung des alten Wunsches verhieß, ein kleinstes Strukturelement als Träger der Lebenserscheinungen zu entdecken. Ansätze zu einer atomistischen

Theorie der Organisation des Lebendigen finden wir bereits in der Antike, etwa bei den Methodikern, die sich den Organismus aus einem feinsten Netzwerk von Porengängen aufgebaut dachten, deren Wände von Corpuskeln gebildet werden sollten. Erst die Entwicklung der Optik jedoch konnte der Naturforschung eine auf Beobachtung gegründete Organisationslehre geben. Das Mikroskop zeigte, daß sich eine Reihe von Baumaterialien und Organen des Körpers in feinste Fasern auflösen ließ, etwa Muskeln, Sehnen, Nerven und der Faserstoff des Blutes, eine Feststellung, welche die Grundlage für verschiedene Fasertheorien abgab. Der große Physiologe Albrecht von Haller sah in der Muskelfaser die Trägerin der Irritabilität, d. h. der Fähigkeit, Reize mit einer Verkürzung zu beantworten, in der Nervenfaser jene der Sensibilität, der Fähigkeit des Empfindens, in beiden also das Substrat lebendiger Kräfte. Eine dritte Faserart schließlich sollte das Grundgewebe aller nicht empfindlichen oder reizbaren Materialien des Körpers bilden. Hallers Theorie folgten verallgemeinernde Lehren, in denen die Fasern zu Trägern der Lebenskraft schlechthin erklärt wurden. Methodische Schwierigkeiten, noch mehr aber das Verharren in dogmatisch erstarrten, philosophisch befrachteten Vorstellungen ließen Hallers Zeitgenossen und Nachfahren nur einen Teil der Wirklichkeit sehen und überwerten, ein Schicksal, wie es allen Strömungen der Forschung beschieden ist.

Die Freigabe des Blickes erfolgte keineswegs nur auf der Grundlage methodischen Fortschrittes, sondern auch einer neuen Betrachtungsweise. Der bereits der späten Aufklärung, noch mehr aber der Romantik eigenen dynamisch-vitalistischen Grundhaltung und dem Offensein für die Idee der Entwicklung entsprangen Untersuchungen, die sich mit den Vorgängen des Werdens im mikroskopischen Raum beschäftigten. Erste entscheidende Schritte in

Richtung auf die moderne Lehre von der Organisation der Lebewesen wurden auf dem Gebiete der Botanik unternommen. Es hatte sich gezeigt, daß alle Pflanzen aus wohlbegrenzten, wenngleich in mannigfacher Abwandlung auftretenden Strukturelementen, den Zellen, bestehen, als deren integrierenden Inhalt Schleiden (1838) den schon vorher entdeckten Kern erkannte. Die zentrale Bedeutung des Zellkernes sollte darin bestehen, die Zelle aus sich hervorgehen zu lassen. Weiterhin gab Schleiden dem Gedanken Ausdruck, alle Zellen, seien sie auch sehr verschieden gestaltet, verdanken ihre Entstehung dem gleichen Bildungsprinzip. Auf Schleidens Vorarbeit fußen Theodor Schwanns umwälzende „Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstume der Tiere und Pflanzen“ (1839). In diesem Werke führt Schwann überzeugend aus, daß auch die tierischen Gewebe trotz aller Mannigfaltigkeit ebenfalls aus Zellen bestehen, „die durchaus den Pflanzenzellen analog sind und in ihren vegetativen Lebenserscheinungen zum Teil die merkwürdigste Übereinstimmung zeigen“. Im Aufbau des tierischen wie pflanzlichen Körpers waltet somit das gleiche Organisationsprinzip. Die Krönung der Zellenlehre bildete Rudolf Virchows Aussage, daß „die Zelle wirklich das letzte Formelement aller lebendigen Erscheinungen sowohl im Gesunden als im Kranken ist, von welchem alle Tätigkeit des Lebens ausgeht“. An die Stelle der Auffassung Schleidens und Schwanns, dieses Element entstehe durch eine Art Kristallisationsprozeß aus dem Zellkern, setzte Virchow schließlich den prägnanten Satz: „Omnis cellula e cellula“ (1858).

Das Ergebnis der verfeinerten Analyse war somit die Erkenntnis, alle Geschöpfe und damit auch der Mensch, seien aus elementaren Bausteinen zusammengesetzt, auf deren Teilleben das Leben des Gesamtorganismus beruhe. In einer unübersehbaren Zahl von

Untersuchungen wurden die strukturellen Besonderheiten der Gliederungen dieses Zellenstaates geschildert. Noch immer ist die Bestandsaufnahme nicht abgeschlossen. Ein Gleiches gilt für die Erforschung der Zelle selbst. Beschreibung des Zellenbaues und seiner Einzelheiten reihte sich an Beschreibung. Man fand feinste körnige Zellbestandteile, angeblich Träger der Lebenserscheinungen und damit erst die wahren Elementarorganismen, von anderer Seite wurde ein fädiger oder schaumiger Feinbau als die charakteristische Grundtextur der lebendigen Masse verkündet.

Der überwältigende Reichtum der Formen und Strukturen beschäftigte die Anatomen in solchem Maße, daß die Lehre vom Bau des Organismus sich zu einer systematisch beschreibenden Enzyklopädistik zu entwickeln drohte, die dem lebendigen Geschehen, der Funktion, ihre Aufmerksamkeit nur am Rande schenkte. Es wundert uns daher nicht, wenn seit Beginn des 20. Jahrhunderts zunächst Angriffe gegen den statischen Charakter der Lehre vom Bau des Körpers ausgelöst wurden, im Besonderen gegen Auffassungen, nach denen das Substrat der Lebensprozesse entweder in dieser oder in jener Weise gestaltet sein sollte. Ein weiterer Vorstoß richtete sich gegen die Vorstellung, der Organismus sei ein aus Zellen, Zellprodukten und Organen bestehendes Aggregat. Er zielte darauf ab, den Körper „in seiner Totalität, in seiner Wesenheit als Formerscheinung zu begreifen“ (Martin Heidenhain). Der dritte Angriff schließlich erstrebte die Aufgliederung des Organismus in Wirkungsgefüge, in funktionelle Systeme. Wir werden sehen, daß das Unterfangen einer funktionellen Analyse sich gleichfalls dem Problem der Ganzheit zuwendet. Die Thematik der modernen Anatomie läßt sich somit in der Begriffsreihe ausdrücken: *Dynamik, Funktion, Ganzheit*.

II.

Die Hemmungen, welche sich der Entfaltung begründeter Vorstellungen von einer *dynamischen Organisation* der Zelle entgegenstellten, ergaben sich aus der Unzulänglichkeit der verfügbaren Methoden. Dem Zellforscher boten sich zwar manche Möglichkeiten, die Struktur der toten Zelle und ihrer Abkömmlinge zu untersuchen, wenige und unvollkommene aber der Lebenduntersuchung. Erst als es gelang, Zellen außerhalb des Körpers *in vitro* zu züchten, konnte man den mikroskopischen Einblick in das lebendige Getriebe in größerem Umfange versuchen.

Was sich dem Auge des erwartungsvollen Forschers bot, war im Grunde enttäuschend: es sah die bereits den Klassikern bekannten Zellorganellen — übrigens nicht einmal alle — in optisch geringer Differenzierung, nun freilich in ihrer Form- und Ortsveränderlichkeit, eingebettet in eine halbflüssige, bald klare, bald trübe Substanz, das Grundplasma. Eine weitere optische Zergliederung der lebendigen Substanz war nicht möglich. So schien Hyrtl im Rechte zu sein, wenn er vor mehr als einem Jahrhundert behauptete, „was in den kleinsten Bestandteilen des menschlichen Leibes während des Lebens vorgeht, bildet keinen Gegenstand der Anschauung“, überdies liege jenseits des mikroskopisch Wahrnehmbaren „das Gebiet des Strukturlosen“, die Domäne physikalischer und chemischer Betrachtungsweisen und Verfahren.

Indessen wurde gerade aus dem Bereiche der Chemie und Physik, und zwar in ganz anderem Sinne als Hyrtl meinte, Licht in den submikroskopischen Raum des Lebendigen getragen. Eine Reihe indirekter physikalischer Methoden, wie das Polarisationsverfahren und die Röntgenographie, erlaubte nämlich, die Arbeit dort fortzusetzen, wo das Auflösungsvermögen der Mikroskope endete. Es entstand ein anschauliches, wenn auch hypothetisches Bild vom Feinbau der lebendigen Masse, welches die Leistungen der Zelle, ihre physikalischen Eigenschaften und chemische Zusammensetzung berücksichtigt. Nach heutiger Vorstellung durchdringen sich im Zellplasma ein plastisches deformierbares Gerüstwerk von Eiweiß-fadenmolekülen und ein gleichfalls kontinuierlicher flüssiger Anteil gegenseitig. Der Zusammenschluß der Proteinfäden zum Molekulargerüst erfolgt an sogenannten Haftpunkten, an denen die Seitenketten der Moleküle durch Kohäsions- oder Valenzbildungen verknüpft werden. Änderungen der Temperatur, des Ionengehaltes, der Quellung und andere Faktoren rufen Lösungen, Neuknüpfungen oder Umbauten von Haftpunkten hervor, so daß sich das molekulare Gerüst in steter Bewegung befindet. Veränderliche physikalische Eigenschaften des Zellplasmas wie flüssiger Aggregatzustand, Elastizität und Plastizität finden in dieser bildhaften Vorstellung eine Erklärung. Darüber hinaus aber kann die Brücke von der Feinbaulehre der Mikroskopiker zur Welt der submikroskopischen Struktur geschlagen werden: Mikroskopische Bildungen innerhalb der Zelle wie Fibrillen und Membranen und ihre Verhaltensweisen lassen sich auf den Zusammenschluß molekularer Teilchen in besonderer Ordnung zurückführen. Frey-Wyssling, der Schöpfer der Haftpunkttheorie, hat diese Erkenntnis in dem Satze niedergelegt:

„Structura omnis e structura“.

Wie jede Modellvorstellung wird auch die Haftpunkttheorie Korrekturen unterworfen sein. Abzuwarten bleibt insbesondere der Ertrag der Elektronenmikroskopie, die uns das Gefüge des molekularen Bereichs zu erschließen und sichtbar zu machen beginnt. Schon ist auf Grund elektronenoptischer Beobachtungen die Erörterung über den molekularen Feinbau des roten Blutkörperchens, um nur ein Beispiel zu nennen, in vollem Gange. An die Stelle symbolhafter Schemata werden allmählich Abbilder der Ultrastruktur selbst treten können. Wie nun auch der Aus- oder Umbau der Theorie sich vollziehen mag: die lebendige Masse besitzt auch im submikroskopischen Bezirk ein geordnetes und zwar dynamisches Gefüge.

Mit dieser Erkenntnis wird der Anatomie ein weites Feld der Grundlagenforschung zugewiesen, auf dem sie sich mit der Physiologischen Chemie und Physiologie begegnet. Hinter dieser Konvergenz der Fächer steht eine für die Entwicklung der modernen Biologie bedeutsame Einsicht. Sie betrifft das Problem *Struktur und Funktion*, Begriffe, die lange Zeit so behandelt wurden, als seien sie Gegensätze. Gerade die Erforschung des submikroskopischen Gefüges der Zellen aber lehrt, daß Funktion *Geschehen* im Molekulargefüge, d. h. Strukturwandel ist; im kleinsten Raum lassen sich Struktur und Funktion nicht mehr trennen. Die Ultrastrukturen des Lebendigen sind also nicht einer Maschine vergleichbar, an der die Funktion ablaufen kann. Prozesse sind mithin auch die Gebilde, die uns das Mikroskop innerhalb der lebendigen Zelle in ihrer Wandelbarkeit enthüllt, schließlich aber auch die makroskopische Struktur und die Gestalt des Organismus. Was im Lebendigen sich dem Auge als Gestalt und Struktur darbietet, bedeutet nach einem Worte von Bertalanffy's „einen zeitlichen Querschnitt durch einen raumzeitlichen Geschehensstrom“. Wir

werden hier an einen Ausspruch Goethes über die organische Gestalt erinnert, die wir uns allenfalls nur als „für den Augenblick Festgehaltenes denken“ dürfen.

Die Ausweitung der anatomischen Forschung ist mit besonderen wissenschaftsorganisatorischen Anforderungen verknüpft. Der Anatom wird sich weit mehr noch als bisher physikalischer und chemischer Methoden zu bedienen haben, um in den Feinbau des Organismus einzudringen. Seine Aufgabe ist es etwa, die Beziehungen mit chemischen Verfahren faßbarer, für das Lebendige bezeichnender Substanzen, etwa der Fermente, zu den bisher beschriebenen Zellorganellen unter verschiedenen Bedingungen zu untersuchen, oder den Einbau radioaktiver Elemente und ihr Schicksal in den Zellen und Organen zu verfolgen. Zum Aufgabenbereich der Morphologen zählt weiterhin die Auflösung des lichtmikroskopisch Sichtbaren in seine molekulare Architektur. Unerläßlich ist daher die Bereicherung unserer Forschungsmöglichkeiten durch die Elektronenmikroskopie. All dies setzt einen vom bisherigen Brauche abweichenden Entwicklungsgang unserer deutschen, im Wiederaufbau befindlichen Institute und eine engere Zusammenarbeit zwischen Anatomie, Physiologischer Chemie, Physiologie, Chemie und Physik voraus. In den langen Jahren der verhängnisvollen Trennung unseres wissenschaftlichen Lebens vom Auslande hat sich insbesondere in den Vereinigten Staaten die Cytochemie und die Elektronenmikroskopie erstaunlich entfaltet. Es bedarf zäher Anstrengungen, den Anschluß an diese Entwicklung und damit die Wiederherstellung unserer wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit zu gewinnen. Ohne die Opferbereitschaft der Öffentlichkeit und das Verständnis der Regierungen wird dies unmöglich sein. Ich habe bewußt davon abgesehen, die Richtigkeit, aber auch die Fragwürdigkeit des Schlagwortes „Forschung heißt Arbeit und Brot“

am Beispiel auch der Strukturforschung, etwa im Hinblick auf die Krankheitslehre, dazutun. Die Geschichte der Wissenschaft lehrt zur Genüge, daß dem von Nützlichkeitsbetrachtungen nicht bestimmten Suchen nach Erkenntnis stets köstliche Früchte geschenkt wurden, die Tausende und Abertausende nährten.

Nicht allein das Bild von der Organisation der Zelle, sondern auch unsere Auffassung von ihrer *Stellung im Organismus*, d. h. von der Verwirklichung der lebendigen Ganzheit, hat sich gewandelt. Schwann erörtert, „ob der Grund der organischen Erscheinungen in dem ganzen Organismus, oder in seinen einzelnen Elementarteilen liegt“. Für ihn schränkte sich die Frage nach der Grundkraft der Organismen auf die Frage nach den Grundkräften der einzelnen Zellen ein. Für Schwann bedeutete es keinen Einwurf gegen die Theorie, Ernährung und Wachstum würden nicht vom Ganzen, sondern von den kleinsten Teilen her bedingt, daß nicht jeder einzelne Elementarorganismus nach Trennung vom Ganzen weiter zu wachsen vermöge. Es sei ebensowenig ein Einwand gegen das selbständige Leben einer Biene, daß sie getrennt vom Schwarm auf die Dauer nicht fortbestehen könne. Gegen diese in der Philosophie des Altertums wurzelnde atomistische Anschauung erhob sich um die Jahrhundertwende der Neovitalismus, auf dem Gebiete der Morphologie die Kritik unseres vor kurzem verstorbenen Altmeisters Martin Heidenhain. Ihm schwebte als Zukunftsaufgabe vor, „den in seine Elemente zerlegten tierischen Körper, welcher, wenn wir auf dem anatomischen Gebiete bleiben, ein Aggregat von Zellen oder eine Kolonie gleichwertiger Individuen bedeutet, durch eine synthetische Theorie der Gewebe wiederum zu einem Ganzen zu vereinigen“ (1899).

Die Grundlage einer solchen Theorie könnte darin gegeben sein, daß es außer den Zellen auch *andere Formglieder* von typischer

Gestaltung im Organismus gibt, die in vielfacher Wiederholung auftreten, etwa Zellkomplexe mit der Fähigkeit, Nachkommen der gleichen Formeigenschaften hervorzubringen. Derartige Anlagen, Histosysteme, kennen wir in der Tat etwa als Darmzotten, Geschmacksknospen und Drüsenkammern. Diesen überzelligen Einheiten eignet die Fähigkeit der Spaltung und Knospung, die aber nicht zur völligen Teilung des Systems führt, sondern nur zur Vermehrung dieser Glieder bei Erhaltenbleiben ihres Zusammenhanges. Durch Vermehrung mancher Histosysteme entstehen gewebliche Stockbildungen, ähnlich den Polypenstöcken, wie etwa der Röhrenbaum der Lunge oder einer Drüse. Im Histosystem geht die Individualität der Zelle auf. Aber auch unterhalb des Niveaus der Zelle wirken nach Heidenhains Theorie teilungsfähige Einheiten, die submikroskopischen Protomeren, auf deren Spaltung beispielsweise des rhythmische Verdoppelungswachstum der Zellkerne beruhen soll. Die Selbstvermehrung der Gene ließe sich vielleicht als weiteres Beispiel submikroskopischer Teilkörper anführen.

Das Gesamtergebnis der *synthetischen Morphologie* ist ein großartiges Bild hierarchischer Gliederung des Organismus mit den Stufen Protomeren, Chromosomen, Kern, Zellen, Histosystem. Jedes dieser Systeme umschließt ein oder mehrere untergeordnete, auf deren Vervielfältigung sein Wachstum beruht. Freilich trägt dieses Bild Torsoscharacter, denn es ist bisher nicht gelungen, den Raum zwischen den bekannten Histosystemen und dem Umriß des Ganzen als Teilkörpergefüge zu erkennen. Überdies haftet der auf die Ganzheit gerichteten Schau der Mangel an, daß sie der *Hierarchie der Prozesse* nicht gerecht wird, auf der das Leben des Ganzen beruht.

Verkörperung der dem Ganzen dienenden Prozesse, der Funktionen, sind *Wirkungsgefüge*, die mit den morphologischen Gliederungen

zusammenfallen können, aber nicht zusammenfallen müssen; ja es gibt Wirkungsgefüge, die sich überhaupt nicht klar abgrenzen lassen, so jene Gemeinschaft von Zellen in Leber, Knochenmark, Milz und Lymphknoten an den Ufern des Saftstromes, die körpereigene Schlacken und körperfremde Gifte aufnehmen und damit zum Wohle des Ganzen beitragen. Räumlich voneinander getrennt, sind sie durch eine gemeinsame Funktion zusammengeschlossen. Ein anderes, nicht dem klassischen Organbegriff entsprechendes Leistungsgefüge sehen wir in dem System Inseln der Bauchspeicheldrüse und Leber verwirklicht, das den Zuckerhaushalt hormonal reguliert, oder in dem anatomischen Kontinuum Nervensystem, glatte Muskulatur und elastisches Faserwerk der Haut, das den Spannungszustand des Gewebes beeinflusst und an seinem Gefäßapparat angreift. Die Erkennung derartiger *funktioneller Systeme*, der besonders Benninghoff sich gewidmet hat, bildet einen wesentlichen Inhalt der neuen Anatomie.

Die Morphologen sind zugleich bemüht, Feinbau und Gestalt von Organen und funktionellen Systemen zu ihren spezifischen Leistungen in Beziehung zu setzen, d. h. in ihrem *Angepaßtsein* an die Funktion zu erkennen. Bisher haben sich die Bemühungen um ein Verständnis von Strukturen als funktionelle Angepaßtheiten auf mechanisch beanspruchte oder wirkende Materialien beschränken müssen, die Stützgewebe. Im Bälkchengefüge mancher Knochen beispielsweise liegt eine trajektorielle Bauweise vor. Auch die mikroskopische Struktur der Knochen läßt sich bis zu einem gewissen Grade vom Standpunkte der funktionellen Betrachtungsweise aus begreifen, klarer noch der Feinbau der Knorpel. Gegenüber anderen Gefügen versagt die funktionelle Betrachtungsweise. Architektur und Feinstruktur des Gehirns sind einer Deutung im Hinblick auf die spezifische Leistung nicht zugänglich.

Die Zuwendung der Anatomen zur funktionellen Betrachtungsweise geht mit einer Wandlung der Methodik einher, in der dem *Experiment* am Lebewesen eine bedeutende Stellung eingeräumt werden muß. Experimentelle Eingriffe, etwa ein Angebot von feinverteilten Fremdstoffen auf dem Blutwege, lassen zum Beispiel erkennen, ob ein weithin über den Körper verstreutes Heer von Zellen gleichsinnig reagiert und damit erst seinen Charakter als funktionelles System enthüllt. Experimentelle Änderungen der mechanischen Belastung, die Umbauten im Skelettsystem bewirken, können uns der funktionellen Deutung der Strukturen der Stützgewebe näherbringen.

Angesichts der Bemühungen der Anatomie um eine Aufgliederung des Organismus in funktionelle Systeme und ein Begreifen der Strukturen als Angepaßtheiten an die Funktion wird der Naturwissenschaftler die Frage nach der Rolle der *Kausalforschung* in unserem Fache stellen. Die Morphologie teilt mit anderen Bezirken der Biologie das Schicksal, sich auf noch sehr lange Sicht damit begnügen zu müssen, Lebenserscheinungen und Gefüge erst einmal klar zu erkennen, bevor sie das Problem ihrer Bedingtheiten angreifen kann. Seit Hans Spemann hat die Entwicklungsphysiologie, der höchstentwickelte Zweig kausaler Gestaltungserforschung, mit sinnreicher Experimentierkunst an Amphibienkeimen versucht, Formbildungsvorgänge kausal aufzulösen. Sie hat dabei katalytisch wirkende Substanzen als Auslöser von Differenzierungsvorgängen gefunden, nicht aber eine Erklärung dafür, daß diese Vorgänge zu bestimmt geformten, einem *Plane* gehorchenden Gliederungen führen. Es ist problematisch, ob im Lebendigen wirkende Pläne je auf physikalisch-chemisches Geschehen zurückgeführt werden können. Wir dürfen uns glücklich preisen, wenn es gelingt, Hilfsursachen im Sinne Platons zu ermitteln, „die der

Gott als mitwirkende Kräfte verwandte, um allen Dingen die Gestalt der möglichsten Vollkommenheit zu verleihen" (Timaios). Schließlich sind auch — am Rande bemerkt — der kausalen Erforschung im Bereiche der exakten Naturforschung Grenzen gesetzt.

Nach dem Gesagten scheint es die Aufgabe der Anatomie zu sein, den menschlichen Leib mit den mannigfachen Methoden der Naturwissenschaft zu zergliedern, so wie dies in der Zoologie oder Botanik mit anderen Objekten geschieht, und aus der Analyse heraus zu einer Gesamtschau der Physis des Menschen zu gelangen. Niemand wird die Bedeutung dieser Aufgabe gering einschätzen, denn ohne die genaueste Kenntnis der Leiblichkeit des Menschen, des Menschen als eines Gliedes der Tierreihe, wäre es arg um die Heilkunde bestellt. Viele von Ihnen kennen den sarkastischen Ausspruch des alten Anatomen Tiedemann: „Ärzte ohne Anatomie gleichen Maulwürfen: sie arbeiten im Dunklen, und ihrer Hände Tagewerk sind Erdhügel.“ Weder der Naturforscher noch der Arzt aber können und dürfen darin ihr Genügen finden, das Gefüge des menschlichen Organismus in seinen Beziehungen zu animalen und vegetativen Verrichtungen und als deren Ausdruck zu begreifen. Die Einheit von Leib, Geist und Seele ist das Merkmal des Menschen. Bezeichnenderweise hat der Pathologe Büchner das ganze Gewicht dieser Erkenntnis an den Anfang einer modernen Pathologie als Biologie des Menschen gestellt.

Man wird daher von der Morphologie eine Stellungnahme zum *Leib-Seele-Problem* erwarten. Wir wollen diese Erwartung in die uralte Frage kleiden: gibt es ein bestimmtes körperliches Substrat des seelischen und geistigen Lebens? Es kann nicht bestritten werden, daß dieses Leben an das Intaktsein der Struktur des Gehirns und an dessen Funktionsfähigkeit, d. h. letztlich die

chemisch-physikalischen Prozesse in den Nervenzellen — das sind Strukturwandlungen — gebunden ist. Die Erforschung der Strukturverhältnisse des nervösen Zentralorgans ist daher eine der interessantesten und dringendsten Aufgaben der Morphologie in Zusammenarbeit mit der Physiologie, der sich zunächst Anatomen, dann vor allem Psychiater gewidmet haben. Heute beansprucht die Neuroanatomie in Amerika einen unvergleichlich größeren Raum als in ihrer europäischen Heimat.

Vor knapp einem Jahrhundert noch mußte ein Forscher wie Leydig bekennen, seiner Zeit gehe jede Kenntnis über die Ordnung der Gehirnzellen ab. Auch war damals nur wenig über Gestalt und Feinbau der Nervenzellen bekannt. Mit der Entfaltung der mikroskopisch-anatomischen Methoden wurde die Sachlage völlig gewandelt. Die Hirnrinde zum Beispiel enthüllte nicht nur ihren erstaunlichen Reichtum an verschieden geformten und strukturierten Nervenzellen, deren Gesamtzahl auf 9 Milliarden geschätzt wird, sondern eine höchst verwickelte Gliederung in Kleinorgane, von denen man heute etwa 200 kennt. Die Lage dieser Kleinorgane wird in Hirnkarten festgehalten. An ihrer Erforschung hat der bedeutende Hirnanatom Oskar Vogt, ein Sohn Husums, den die Philosophische Fakultät unserer Christiana Albertina seit Kurzem zu ihren Ehrendoktoren zählt, bis zum heutigen Tage entscheidend mitgewirkt. Die brennende Frage, wie sich diese architektonische Differenzierung zur Funktion verhalte, konnte experimentell dahingehend beantwortet werden, daß die anatomisch unterscheidbaren Felder Sonderfunktionen ausüben. Von gewissen Rindenbezirken lassen sich durch elektrische Reizung bestimmte Bewegungen auslösen. Zerstörung von Feldern bedeutet Ausfall von Funktionen, wie er sich etwa in der Unfähigkeit äußert, Gesehenes oder gesprochene Sprache zu verstehen.

In den Anfängen der Hirnforschung bereiteten jene Zonen des Großhirns dem Verständnis besondere Schwierigkeiten, deren Erkrankung vielfach keine auffälligen klinischen Erscheinungen zeitigte. Gerade diese „stummen Zonen“ rücken in jüngster Zeit zunehmend in den Blickpunkt des Interesses. Zur stummen Region gehört der Stirnlappen des menschlichen Gehirns mit seiner außerordentlichen, die Verhältnisse auch bei den Menschenaffen weit übertreffenden Entwicklung. Die Ergebnisse der modernen Psychochirurgie sprechen dafür, daß zwischen seiner Ausbildung und jener der menschlichen Intelligenz, der Vorstellungskraft, der Initiative, des Ichbewußtseins und des moralischen Verhaltens deutliche Beziehungen bestehen. Da auch die Stirnregion in Kleinorgane aufgegliedert ist, erwartet Oskar Vogt „eine dem Zerfall in Felder entsprechende Aufteilung dieser zunächst grobgefaßten Funktionen in feinere Sonderfunktionen“.

Diese rohe Faustskizze der Lokalisationslehre, deren tatsächliche Ergebnisse weniger als ihre Auslegungen umstritten werden, soll nicht besagen, hier deute sich etwa ein Weg an, das Rätsel der Leib-Geist-Seele-Beziehungen im Sinne eines simplen Materialismus zu lösen. Der Psychiater Alfred Hoche hat einmal auf die grundsätzlichen Schwierigkeiten hingewiesen, denen die naturwissenschaftliche Zergliederung des Psychischen begegnet. Unser Denken, sagt er, arbeitet nach logischen Gesetzen, die unabhängig von jedem Inhalt absolut bindende Geltung besitzen. Diesem Denken sei ein materielles Geschehen zugeordnet, das also nach logischen Prinzipien ablaufe. Die Naturmächte mit ihren eigenen Gesetzen gehorchten mithin gleichzeitig einer ihnen fremdartigen Norm. Da wir auf eine solche Absurdität stoßen, so meint Hoche, stünden wir einem Geheimnis gegenüber, dem sich mit unseren heutigen Hebeln und Schrauben des Denkens

nicht beikommen läßt. Was hier nur an einem Beispiel sichtbar werden möge, ist einzig die Tatsache, daß wir mit wachsendem Geländegewinn auf dem Felde der morphologischen Forschung — soweit sie mit der Funktionsforschung im Bunde ist — mehr und mehr zu einer Auseinandersetzung mit metaphysischen Fragen gedrängt werden. Hieraus ergeben sich Folgerungen für die Gestaltung der medizinischen Lehre an unseren Universitäten.

Es ist unabweislich, daß die Beschäftigung mit Philosophie und Erkenntnistheorie in der Heranbildung des ärztlichen und wissenschaftlichen Nachwuchses ihren Platz finde. Vom Erlebnis des Forschens an der Leiblichkeit des Menschen zur philosophischen Problematik vorzustoßen erscheint mir als höchst lebendige Form eines Studium Generale und bester Weg zu einer umfassenden Wissenschaft vom Menschen, in der Natur- und Geisteswissenschaften sich vereinen. Dieser Weg ist freilich nur gangbar im Raume der *Universitas litterarum*. Zu ihr als Anatom mich zu bekennen war das tiefere Anliegen dieser Stunde.