

Die Lehre von der Faser als Form- und Funktionselement des Organismus.

Die Geschichte des biologisch-medizinischen Grundproblems
vom kleinsten Bauelement des Körpers bis zur Begründung
der Zellenlehre.

Von
Alexander Berg, Berlin,
Dr. med. habil. et phil.

Mit 36 Abbildungen (39 Einzelabbildungen) im Text.

(Eingegangen am 15. Mai 1942.)

Inhaltsübersicht.	Seite
Einleitung	333
I. Die Bedeutung der Faser in der Antike	337
1. <i>Homer</i>	337
2. <i>Corpus Hippocraticum</i>	337
3. <i>Aristoteles</i>	339
4. <i>Theophrast</i>	341
5. <i>Herophilos</i> und <i>Erasistratos</i>	342
6. <i>Asklepiades</i> und die Methodiker	345
7. <i>Galen</i>	346
II. Die Lehre von der Faser im Zeitalter der Begründung des modernen anatomischen Denkens	348
III. Die Lehre von der Faser als Form- und Funktionselement des Organismus im Zeitalter des Aufblühens der Physiologie	356
IV. Die Faser als Funktionselement der Bewegung	358
V. Die Lehre von der Faser in der Zeit der beginnenden Mikroskopie	369
VI. Die Faser als vitales Element	386
VII. Die Biologie und Pathologie der Faser bei <i>Baglivi</i>	394
VIII. Morphologische Strömungen	403
IX. <i>Boerhaave</i> und sein Schülerkreis	407
1. <i>Boerhaave</i>	407
2. Die mathematische Formulierung der Faserlehre durch <i>Schreiber</i>	409
3. <i>de Gorter</i>	412
4. Die praktische Bedeutung der Faserlehre	416
X. Die Lehre von der Faser bei <i>Albrecht von Haller</i>	420
XI. <i>Wolffs</i> Zellgewebsbildungstheorie	427
XII. Die Erforschung des kleinsten Bauelements im Anschluß an <i>Haller</i> und <i>Wolff</i>	429
XIII. Die Förderung der Gewebelehre durch <i>Bichat</i> und seine Nachfolger	444
XIV. Die Ablösung der Lehre von der Faser durch die Zellenlehre	449
Ergebnisse	456

Einleitung.

Eine der Grundlagen, auf welchen das moderne Lehrgebäude der Biologie und Medizin beruht, ist die Zellenlehre. Auf ihre fundamentale Bedeutung für Botanik und Zoologie, für die menschliche

Anatomie, die Entwicklungsgeschichte, die Vererbungslehre, aber auch für die theoretische Medizin, vor allem die Pathologie, braucht lediglich hingewiesen zu werden.

Die Zellenlehre ist eine der Errungenschaften menschlichen Forschergeistes, die einen langen, mühsamen Entwicklungsweg zurückgelegt haben. Nicht durch die geniale Tat *eines* Forschers ist sie *geformt* worden! Eingehendes Quellenstudium zeigt, daß die Fortschritte in der Naturerkenntnis nicht spontan erfolgen, sondern das Produkt einer schrittweisen Entwicklung sind. Die Pfade bei der Erforschung der Mikrostrukturen und Bauelemente des Organismus waren besonders schwierig und verschlungen. Viele Ärzte- und Naturforschergenerationen waren an ihrem Ausbau beteiligt. Über einen großen Entwicklungsabschnitt war die Lehre von der Faser Trägerin der Idee, die mannigfaltigen Formen des Gewebebaus und die verschiedenen Äußerungen der Funktionen auf ein kleinstes Strukturelement zurückzuführen. Die Begründung der Lehre von der zelligen Zusammensetzung der Organismen durch *Schleiden* und *Schwann* bedeutete den Wendepunkt von der Faserlehre zu den Anschauungen, die für die Biologie und Medizin unserer Tage grundlegend sind.

Die Aufgabe vorliegender Untersuchungen¹ ist es, die *Entwicklungslinien der Lehre vom kleinsten Strukturelement des Körpers* aufzuzeigen.

Die Idee, ein gemeinsames Bauprinzip allen Geweben zugrunde zu legen, findet sich bereits in der *Antike*. Da jedoch die Voraussetzungen zur Ergründung der Feinstrukturen, die optischen Hilfsmittel, fehlten, waren die Forscher darauf angewiesen, die makroskopischen Beobachtungen spekulativ weiter auszubauen und auf diese Weise den Körperaufbau zu erklären. Wir finden bereits in der Antike Vorstellungen von einem *Gewebebau* angedeutet. Der Faser kam schon eine gewisse Bedeutung zu. Von größerer Wichtigkeit erschien jedoch zunächst die Frage nach der Teilbarkeit und Konsistenz der Körpergebilde, die *Aristoteles* zum Einteilungsprinzip der Körperbestandteile machte. Bei *Erasistratos* findet sich die Vorstellung von einem dreifachen Gefäßkabel als Konstruktionselement des Gewebes. In der atomistisch-physikalisch eingestellten *methodischen Schule* wird das Körpergewebe als System von Porengängen aufgefaßt, deren Wände aus Atomen bestehen. Diese Ansätze, die morphologische Feinstruktur zur Grundlage der Biologie und Pathologie zu machen, werden durch *Galens* humoraltheoretische

¹ Am 9. Juni 1939 wurde in einem Vortrag ein Überblick über die Entwicklung der Faserlehre und ihre Bedeutung für die Strukturforschung gegeben. (Vgl. *Alexander Berg*: Die Lehre von der Faser als Baustein des Organismus. Ein Beitrag zur Vorgeschichte der Zellenlehre. *Klin. Wschr.* 1939 II, 1424—1428.) — Die dort angekündigte monographische Darstellung erleidet durch die Zeitumstände erhebliche Verzögerung. — Vorliegende Arbeit wurde von der Berliner Medizinischen Fakultät als Habilitationsschrift angenommen.

Einstellung für Jahrhunderte in den Hintergrund gedrängt und kommen erst zu Beginn der Neuzeit wieder zur Geltung.

Im Zeitalter der Begründung des modernen anatomischen Denkens (*Vesal*) rückte die morphologische Betrachtung des Körpers und damit die Faser wieder in den Vordergrund der Untersuchung. *Falloppio* nahm sich dieser Fragen besonders an. Aber erst im 17. Jahrhundert mit der Einführung des Mikroskops in die Forschung und mit dem Wiederaufblühen der atomistischen Denkweise gelangte die Fibrä zu größerer Bedeutung. Ein wichtiger Faktor war auch die Frage nach dem Vorgang der Muskelbewegung. Im Anschluß an die grundlegende Entdeckung *Harveys* wollten die Forscher die Vorgänge der Muskelbewegung des Herz- und Skelettmuskels ergründen. Diese Fragen erschienen ihnen von grundlegender Wichtigkeit zur Lösung des Lebensproblems überhaupt. Bei der Analyse des Muskelgewebes zeigte sich der Faserbau als die Grundstruktur. Mit Hilfe der optischen Geräte, Lupen und Mikroskope, wurde beobachtet, daß die gröberen, mit bloßem Auge eben erfassbaren Fasern sich in immer feinere zerlegen ließen. Die Muskelfaser wurde zum Prototyp der Faser und damit des Körperbauelementes.

Da die Strukturanalyse infolge der unzureichenden optischen Geräte und der primitiven Technik nur geringe Aussichten bot, den Aufbau der Gewebe tiefer zu erfassen, wurden die Lücken durch oft rein deduktive Theorien ausgefüllt. Mit Hilfe atomistischer Vorstellungen stieß man bis in die Atomarchitektur der Fasern vor. In ihrer atomistischen Prägung ermöglichte die Faserlehre, einen einheitlichen Bauplan in allen Organismen vorauszusetzen, sie auf ein Strukturelement zurückzuführen. Auch die anorganische Welt wurde in diesen Bereich gezogen, wie es z. B. *Stensen* und *Haller* unternahmen.

Die Faser wurde jedoch nicht allein als *Baueinheit* gedeutet, sondern auch als *Funktionselement* des Körpers aufgefaßt. Lange Zeit lag hierin der Schwerpunkt ihrer Wertung. Das Problem der tierischen Bewegung war das Problem der motorischen Faser. Aber auch für die Erklärung anderer physiologischer Erscheinungen hatte sie die Bedeutung einer Schlüsselstellung inne. Hierbei sei auf die Erörterung der Vorgänge der inneren Ernährung, des Wachstums, der Reifung und des Alterns hingewiesen. Auch konstitutionelle Unterschiede wurden als Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Fasern gedeutet.

Die Fibrä setzte sich immer mehr als Konstruktions- und Funktionselement durch, zunächst für bestimmte Gewebe, schließlich für den gesamten Körperbau. Als *Träger des Lebens* sah sie zuerst *Glisson* an: er entwickelte eine Lehre von der Irritabilität als Grundkraft des Organischen.

Bei der großen Bedeutung, welche die Faser in der Naturwissenschaft und Medizin des ausgehenden 17. Jahrhunderts einnahm, konnte es

nicht ausbleiben, daß sie auch zur *Erklärung pathologischer Zustände weitgehend herangezogen* wurde. Diese Deutung war im wesentlichen *mechanistisch* orientiert und enthielt Anschauungen von Spannungsanomalien, die, aus der Antike überkommen, zu großem Einfluß gelangten.

Zur Zeit Boerhaaves galt die Faser allgemein als das Bauelement aller Körpergewebe und hatte eine ähnliche Bedeutung wie später die Zelle. So erwies sich die Lehre von der Faser als wichtigste *Arbeitshypothese*. Bau und Funktion des Körpers konnten auf eine Einheit zurückgeführt werden. Sie zeigte sich als durchaus ausbaufähig und behielt ihre Gültigkeit bis zur Ablösung durch die *Zellenlehre* in den Jahren 1838/39, wenn sie auch im Wandel der Zeitauffassungen und der damit verbundenen Änderungen der Theorie manche Umbildung erfuhr, so z. B. gegen Ende des 18. Jahrhunderts als *Trägerin der Lebenskraft* angesehen wurde. Als mit den verbesserten Mikroskopen zu Beginn des 19. Jahrhunderts „Kügelchen und Bläschen“ immer häufiger beobachtet wurden, zeigte sich das Bestreben, diese Beobachtung in die Lehre von der Faser einzuordnen. In mancher Hinsicht verrät die Zellenlehre auch noch um das Jahr 1840 Spuren der Faserlehre, wie z. B. in der Betonung der Membran als wesentlichen Bestandteils auch der tierischen Zelle und in den Vorstellungen von der Zellengese im Sinne einer Kristallisation.

Die Lehre von der Faser nahm in der Naturwissenschaft und Medizin vor Begründung der Zellenlehre eine ähnlich grundlegende Stellung ein wie später diese. Bereits *Virchow* spricht in seiner 2. Vorlesung über Cellularpathologie (1858) von der Bedeutung „*der Lehre von der Faser*“. Es ist erstaunlich, warum dieses so wesentliche Moment der Wissenschafts- und vor allem Medizingeschichte bisher keine Darstellung gefunden hat. Diese Lücke will die vorliegende Arbeit ausfüllen und den Grund für eine medizinhistorische Bearbeitung der Gewebelehre legen.

Bei einer ideengeschichtlichen Überschau über die Entwicklung der Lehre vom kleinsten Strukturelement im Bereich des Organischen wird auch die Entwicklung der Zellenlehre in ihren Wurzeln klar ersichtlich.

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht die Morphologie und die Frage: wie dachten sich die Naturforscher und Ärzte den Aufbau der Organismen, welches Gebilde ist das kleinste Formelement des Körpers? Da die Untersuchung des Pflanzengewebes an bestimmten Entwicklungsabschnitten die Forschung und Gesamtentwicklung wesentlich beeinflusste, wurde die Anatomie der Pflanze ebenfalls berücksichtigt. Auch auf die spezielle Gewebelehre mußte eingegangen werden, um zu zeigen, wie sich die Forscher den Aufbau des Körpergewebes aus den Fasern im einzelnen dachten. Die Anschauung der Faser als Baueinheit ist mit der von der *Fibra* als Funktionselement innig verbunden, so daß die Physiologie mitherangezogen werden mußte. Auf die Pathologie ist nur im wesentlichen eingegangen worden, um die

fundamentale Bedeutung der Faser in der Medizin besser zu beleuchten. In einem Zeitraum von etwa 200 Jahren gibt es überhaupt kaum einen Arzt und Naturforscher, der in seinen Schriften nicht die Faser behandelt. Es wurden jedoch nur solche Forscher berücksichtigt, die für die Gesamtentwicklung Wesentliches beigetragen haben.

Notwendig erschien es, wichtige *Abbildungen* der Untersuchung beizugeben, da sie einen besseren Einblick in die Vorstellungen früherer Ärztegenerationen vermitteln.

I. Die Bedeutung der Faser in der Antike.

1. Homer.

In den homerischen Gesängen Ilias und Odyssee¹ findet sich das Wort ἵνες für faserartige Gebilde; es bezeichnet den sehnigen Nackenmuskel des Stiers² und wird ferner zum Unterschied vom Glied gebraucht³. Im wörtlichen Sinne bedeutet es also Sehnenfasern⁴, im übertragenen Stärke und Kraft.

2. Corpus Hippocraticum.

Für die *Hippokratiker*, die im wesentlichen humoral eingestellt waren, ergibt sich für die festen Körperbestandteile⁵ als eigentliches Unterscheidungsmerkmal die *Konsistenz*. Entsprechend wird der Unterschied im Gewebebau des männlichen und weiblichen Körpers auf verschiedene *Dichtigkeit* zurückgeführt. In diesem Zusammenhang findet sich bereits der Vergleich der Körpergewebe mit einem Tuchgewebe⁶.

¹ Vgl. hierzu Otto Körner: Die ärztlichen Kenntnisse in Ilias und Odyssee. München 1929. — Charles Vict. Daremberg: La médecine dans Homère. Paris 1865.

² Ilias 17, 522: „... ἀνὴρ, κόψας ἐξόπιθεν κεράων βοῶς ἀργαέλοιο, ἵνα τὰ μὲν διὰ πᾶσιν ...“

³ Ilias 23, 191: „... μὴ πρὶν μένος ἡελίοιο σκήλῃ ἀμφὶ περὶ χοῖα ἵνεσιν ἥδὲ μελέσσιν.“ Vgl. Homers Iliade, erklärt von J. U. Fuesli, Bd. IV, 6. Aufl. von F. R. Franke, Berlin 1887, S. 147 (Sammlung griech. u. lat. Schriftsteller mit deutschen Anmerkungen, herausgeg. von M. Haupt u. H. Sauppe).

⁴ Odyssee 11, 218 heißt es: die Sehnen verbinden Knochen und Muskel: „ἀλλ' αὐτὴ δίκῃ ἐστὶ βροτῶν, ὅτε τίς κε θάνῃσιν. οὐ γὰρ ἔτι σάρκας τε καὶ ὀστέα ἵνες ἔχουσιν. ...“

⁵ Die Gebilde, welche den Körper aufbauen, werden zusammenhanglos an verschiedenen Stellen der Schriften kurz skizziert, so die Knochen, Fleisch (σάρξ und μῆς), die Adern (φλέβες), ferner Sehnen, Nerven und Bänder unter dem Sammelbegriff (νεῦρα) nicht weiter unterschieden.

Besondere Bedeutung hat hierbei die Schrift *περὶ σαρκῶν*, welche die Frage nach der Entstehung und dem Aufbau des menschlichen Körpers untersucht. *Deichgräber*, der die Schrift neu herausgab und eingehend kommentierte, datiert sie in die zweite Hälfte des 5. Jahrhunderts v. Ztw. Siehe *Hippokrates: Über Entstehung und Aufbau des menschlichen Körpers (περὶ σαρκῶν)*, herausgeg., übersetzt und kommentiert von Karl Deichgräber mit einem sprachwissenschaftlichen Beitrag von E. Schwyzer, Leipzig u. Berlin 1935, S. 27.

⁶ Es heißt in der Schrift *περὶ γυναικείων* I, 1: „Ich behaupte, daß das Fleisch der Frau lockerer und zarter ist als beim Manne, und infolgedessen zieht der

In den *hippokratischen* Schriften findet sich auch bereits die Bemerkung, daß durch körperliche Arbeit das Fleisch härter wird, Muße und Ruhe aber den Körper zum Ansatz weicheren Fleisches veranlassen¹.

Das Wort *Faser* (ἵς, ἱνές) bezeichnet langgestreckte strangartige Gebilde², wobei der Begriff noch nicht scharf umrissen ist³. Der Ausdruck ἱνές wird teils im Sinne von *Blutfasern* gebraucht, vor allem bei der Blutgerinnung, bei der sich infolge der Abkühlung des Blutes Fasern bilden, die als „kalt“ und von kolloidaler Beschaffenheit charakterisiert werden⁴, teils werden Fasern im pneumonischen Sputum erwähnt⁵. Ferner bezeichnen die *Hippokratiker* sehnartigen Gebilde zwischen den Knochen und dem Fleisch (am Kopfe) als Fasern. Aus der Stelle geht nicht klar hervor, was sie darunter verstehen⁶.

Körper des Weibes rascher und in größerer Menge die Flüssigkeit aus der Bauchhöhle als der Körper des Mannes. Wenn man nämlich über einem Wasser oder über einem feuchten Ort zwei Tage und zwei Nächte reine Wolle und ein reines Gewand von dichtgefügtem Gewebe, das genau gleich schwer ist wie die Wolle, anbringt, so wird man, wenn man sie wegnimmt, beim Abwiegen finden, daß die Wolle bedeutend schwerer ist als das Gewand (von dichtgefügtem Gewebe). Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß von dem Wasser, das sich in einem Gefäß mit weiter Öffnung befindet, ständig etwas nach oben entweicht, und daß die Wolle, da sie locker und weich ist, ein größeres Quantum der entweichenden Flüssigkeit aufsaugen wird, während das Gewand infolge seines engen und dichten Gewebes sich sättigen wird, ohne eine besonders große Menge von entweichendem Wasser in sich aufzunehmen. In dieser Weise zieht nun auch das Weib, da es lockerer gebaut ist, mit seinem Körper aus der Bauchhöhle mehr Flüssigkeit und rascher als der Mann . . .“ Vgl. *Konrad Blersch*: *Wesen und Entstehung des Sexus in der Antike* (Tübinger Beitr. Altertumswiss., H. 29), Stuttgart u. Berlin 1937, S. 24. Wie *Blersch* bemerkt, sind es mechanisch-physikalische Gesetze, nach denen auch die embryonale Entwicklung abläuft. Unter der physikalischen Einwirkung eines dauernden Luftstromes, der die embryonale Stoffmasse von innen her bearbeitet, vollzieht sich das Wachsen, Festwerden, die Anordnung und Gliederung. Ebenda, S. 25.

¹ In dieser Betrachtungsweise erkennt *Blersch* „die wissenschaftliche Denkform jener alten milesischen Theorie wieder, welche durch Verdichtung und Verdünnung des Erdbodens die beiden Geschlechter sich bilden ließ“ (S. 24). Vgl. auch *E. Zeller*: *Über griechische Vorgänger Darwins*. Abh. kgl. Akad. Wiss. Berlin 1878, 115.

Die Erde galt schon in der Antike als Träger des Festen, auch im Körperbau, eine Vorstellung, die lange nachwirkte und in der Faserlehre große Bedeutung gewann.

² So bezeichnet es an einer anderen Stelle (*Littré* VI, 290, vgl. *Kapferer* VIII, 55) die Ureteren: „... ἐκ δὲ τῆς κοιλίης ἱνές ἐς τὴν κύστιν, ἣ διηθεῖ τὸ ὕγρον, τεταμέναι εἰσίν.“

³ Vgl. die Erklärung des Wortes ἱνές durch *Erotian*: *Erotiani vocum Hippocraticarum collectio*, *Ernst Nachmanson*, Uppsala 1918 (Collectio scriptorum veterum Upsalensis), S. 46, 10: „οἱ μὲν τὰ νεύρα, οἱ δὲ τὰς συνθετικὰς τούτων κτήδονας.“

⁴ *Littré* VIII, 594: αἱ γὰρ ἱνές εἰσι ψυχραὶ καὶ κολλώδεις.

⁵ *Littré* VII, 72.

⁶ *Littré* VI, 284: περὶ δὲ τὸ πρόσωπον καὶ τὴν κεφαλὴν οὐκ ἔστι νεύρα, ἀλλὰ ἱνές παρόμοιαι νεύροις μεταξὺ τοῦ τε ὀστέου καὶ τῆς σαρκὸς λεπτότεραι καὶ στερεώτεραι, αἱ δὲ νευροκοῖλοι.

Endlich werden im Gerüst der *Milz* Fasern erwähnt, die sich aus dem Kolloiden unter Einwirkung von mäßiger Kälte bilden und der Milz eine weiche, fibröse Beschaffenheit verleihen ¹.

3. Aristoteles.

Als Begründer der Gewebelehre ist *Aristoteles* ² anzusehen. Er unterscheidet bei den *Körpergebilden* zwei Gruppen, die *gleichartigen*, einfachen (*ὁμοιομερῆ* [ἀσύνθετα] μόρια) und *ungleichartigen*, zusammengesetzten Gebilde (*ἀνομοιομερῆ* [σύνθετα] μόρια), die Organe. Wenn er auch bei ihrer Unterscheidung und Differenzierung auf die stofflichen Verhältnisse (*ἔλη*) und ihre Konsistenzzustände größeren Wert legt als auf die feineren Strukturverhältnisse, so sind doch diese einfachen oder gleichartigen Körpergebilde als Gewebe anzusprechen. Dabei ist der *Begriff der Gewebe sehr weit gefaßt*, vor allem werden auch die Körpersäfte und Ausscheidungen zu ihnen gerechnet ³. Er versteht unter dem Begriff gleichartige ⁴, nicht zusammengesetzte Körperbestandteile rein stofflich gesehen solche, die unterteilt sowohl untereinander als auch dem Ganzen gleich sind, wie z. B. Knochen und Fleisch ⁵. Die Gewebe ihrerseits sind aus den *empedokleischen* Elementen hervorgegangen, die Organe bauen sich aus den Geweben auf ⁶. In diesem Sinne sind die Gewebe wegen der Organe da. Physiologisch sind die Gewebe die Träger der Empfindung, die Organe die der spezifischen Funktionen ⁷.

Die *Konsistenz* tritt bei der Unterscheidung der Körpergebilde noch stärker hervor als bei den Hippokratikern.

Er differenziert 1. die weichen und flüssigen, 2. die festen und harten Körpergebilde. Zu der ersten Gruppe rechnet er außer Blut, Lymphe ⁸, Fett, Talg, Mark und Fleisch auch die Se- und Exkrete, so die Galle, aber

¹ *Littré* VIII, 594; *Deichgräber*, a. a. O., S. 10: σὺν τῷ θερμῷ καὶ κολλῶδες καὶ τοῦ θερμοῦ πλείστον, τοῦ δὲ ψυχροῦ ἐλάχιστον, τοσοῦτον μόνον ὁκόσον πῆξαι τὸ κολλῶδες αὐτό, ὃ εἰσιν αἱ ἱνὲς αἱ ἐνεῶσαι ἐν τῷ σπληνί. καὶ διὰ τὰς ἱνὰς ταύτας μαλακός ἐστι ὁ σπλήν καὶ ἰνώδης.“

² *Aristotelis Opera graece et latine ex recensione Immanuelis Bekkeri*, fünf Bände, Berlin 1831—1870, Bd. I. — *Aristoteles: Tierkunde*, Ausg. *H. Aubert* und *Fr. Wimmer*, 2. Bde. Leipzig 1868. — *Aristoteles: Fünf Bücher von der Zeugung und Entwicklung der Tiere*, Ausg. *H. Aubert* und *Fr. Wimmer*. Leipzig 1860. — *Aristoteles: Vier Bücher über die Theile der Thiere*, Ausg. *A. v. Frantzius*. Leipzig 1853. — *G. H. Lewes, Aristoteles*. Ein Abschnitt aus einer Geschichte der Wissenschaften, aus dem Englischen übersetzt von *J. v. Carus*, Leipzig 1865.

³ *Tierkunde*, Ausg. *Aubert-Wimmer*, T. I. S. 192. Teile der Tiere, a. a. O., S. 53.

⁴ Teile der Tiere, Ausg. *Frantzius*, S. 53.

⁵ So wird von *Zeller-Nestle: Grundriß der Geschichte der griechischen Philosophie*, Leipzig 1928, S. 226, *ὁμοιομερῆ* als gleichteiliger Stoff interpretiert (vgl. ebenda S. 75).

⁶ *Aristoteles: Teile der Tiere* (Lib. I, Cap. I). Ausg. *Frantzius*, a. a. O., S. 47.

⁷ Ebenda S. 50f: „ἡ δ' αἰσθησις ἐγγίγνεται πᾶσι ἐν τοῖς ὁμοιομερεσί . . .“ (vgl. *Bekker*, a. a. O. I, S. 647).

⁸ *Tierkunde*, Ausg. *Aubert-Wimmer*, Bd. I, S. 311.

auch Milch und Samen. Zu den harten und festen zählt er Knochen, Knorpel, Nerven, Adern, Fasern und Membranen, aber unter anderen auch Gräten und Federn, Nägel und Hörner; denn er betrachtete ja die ganze Tierwelt¹. Er stellte sich vor, die Knochen wären in vieler Hinsicht den Venen ähnlich, denn sie ständen alle in Zusammenhang miteinander und enthielten das Mark, wie die Venen das Blut. Die Knochen hätten ihren Ursprung in der Wirbelsäule², wie die Venen im Herzen. Ein bezeichnender Analogieschluß, wie ihn *Aristoteles* gern gebraucht. Auch die Sehnen haben seiner Ansicht nach ihren Ursprung im Herzen³, was er daraus schließt, daß die Herzhöhlen Sehnen enthalten und die Aorta eine sehnige Ader ist, ganz besonders in ihren letzten Verzweigungen. Diese sind ähnlich straff gespannt und nicht mehr hohl, gleichen also den Sehnen, die an den Gelenkenden der Knochen ansetzen. In diesen Geweben finden sich nach *Aristoteles* ebenfalls Fasern, über deren Natur bei den höheren Tieren er sich nicht klar äußert⁴. Bei den blutlosen Tieren handelt es sich um Hohlkanäle, die den Adern der blutführenden Tiere entsprechend ἰχωρ enthalten⁵. Näher geht dagegen *Aristoteles* auf die sich bei der Blutgerinnung bildenden Fasern ein. Hier handelt es sich um die Ausfällung des zum Element Erde⁶ gehörenden Stoffes infolge von Kältewirkung. Das Blut enthält einen wäßrigen Teil, der kalt ist, und einen erdartigen, den *Faser(stoff)*, der gerinnt. Das geschieht infolge der Abkühlung. Es heißt: „Wenn aber dieser Faserstoff

¹ Bei seinen vergleichend-anatomischen Betrachtungen sieht er eine Analogie zwischen Knochen und Gräten, Nagel und Klaue, Hand und Schere, Feder und Schuppe. Siehe *G. H. Lewes*, a. a. O., S. 286. — *Gomperz* sagt hierzu: „Haben hier und anderwärts biologische Verallgemeinerungen und die sie bedingende Methode des Vergleichens *Aristoteles* in die Irre geführt, so bleibt diese Methode nichtsdestoweniger die Grundlage seiner physiologisch-anatomischen Forschung und zugleich seiner gewaltigsten Erfolge“. *Gomperz, Theodor*: Griechische Denker, Bd. 3. Berlin-Leipzig 1931, S. 130.

² Tierkunde, Ausg. *Aubert-Wimmer*, T. I, S. 333 (Lib. III, Cap. 7).

³ Ebenda I, S. 329 (Lib. III, Cap. 4). Diese Vorstellung ist von besonderer Wichtigkeit. Als im 17. Jahrhundert die Faser als allgemeines Bildungselement aufgefaßt wurde, sollten die Fibern aus den Arterienwandungen hervorgehen, wie z. B. *Descartes* annahm.

⁴ „Αἱ δὲ ἰνὲς εἰσι μεταξὺ νεύρου καὶ φλεβός. ἔναι δ' αὐτῶν ἔχουσιν ὑγρότητα τὴν τοῦ ἰχώρου . . .“ (*Bekker*; I, S. 515, 6; Tierkunde, Ausg. *Aubert-Wimmer*, I, S. 331).

Aubert-Wimmer beziehen μεταξὺ auf die örtliche Lage und verstehen unter ἰνὲς lockeres Bindegewebe. Hiervon kann keine Rede sein. Vielmehr will A. zum Ausdruck bringen, daß die Fasern zwischen Sehnen (bzw. νεῦρα) und Adern eine Mittelstellung einnehmen. Hierfür sprechen auch die anderen Stellen. Vgl. auch Tierkunde, *Aubert-Wimmer*, a. a. O., T. II, S. 14f. (Lib. VI, Cap. 3).

⁵ Tierkunde, a. a. O., T. I, S. 310f.: *Bekker*, I, S. 511): „Τῶν δ' ὁμοιομερῶν κοινότατον μὲν ἐστὶ τὸ αἷμα πᾶσι τοῖς ἐναίμοις ζῴοις καὶ τὸ μόδιον, ἐν ᾧ πέφυκεν ἐγγίνεσθαι (τοῦτο δὲ καλεῖται φλέψ) ἔπειτα δὲ τὸ ἀνάλογον τούτοις, ἰχωρ καὶ ἰνὲς.“

⁶ Teile der Tiere, herausgeg. von *Frantzius*, Lib. II, Cap. 5, S. 68.

herausgenommen wird, so gerinnt das Blut nicht, denn wie, wenn man aus dem Lehme das erdartige herausnimmt, das Wasser nicht gerinnt, so auch das Blut; denn *der Faserstoff ist Erde*. Wenn er nicht herausgenommen wird, so gerinnt es, wie mit Flüssigkeit vermischte Erde durch Kälte; denn nachdem die Wärme durch die Kälte vertrieben ist, verdampft das Flüssige, wie früher gesagt worden ist, und wird fest, aber nicht durch die Wärme, sondern von der Kälte getrocknet“¹.

Auch der Talg, der sich bei Tieren mit dichterem Blute findet, ist erdartig und gerinnt deshalb wie der Faserstoff². Talg und Fett aber entstehen aus dem Blute, das nicht zur Bildung von Fleisch verwendet wird³.

4. Theophrast.

Der Schüler des Aristoteles, der Botaniker *Theophrast*⁴, gebraucht die aus der tierischen Anatomie stammenden Bezeichnungen *φλέψ*⁵ und *ἕς* für entsprechende Bestandteile der Pflanzen.

Der Terminus *ἕς* bezeichnet eine Faser, die zusammenhängend, teilbar und, ohne sich zu verzweigen, in die Länge gezogen ist; sie durchzieht den ganzen Pflanzenkörper. *Strömberg* spricht sie als nicht saftführend an, weil sie im Gegensatz zu *φλέψ*, dem eigentlichen saftführenden Gefäß gebraucht wird⁶. Nach *Strömberg* werden in der Pflanzenanatomie *Theophrasts* unter dieser Bezeichnung trockene Bastfasern und trockene, hohle Fibern der Internodien verstanden. Der Terminus ist jedoch noch nicht scharf umrissen, da er auch für feine saftführende Gefäße, so z. B. im Blatt (Nerven) gebräuchlich ist, was *Strömberg* eingehend auseinandersetzt.

¹ Teile der Tiere (Lib. II, Cap. 5), Ausg. *Frantzius*, S. 68. Nach *A.* haben manche Tiere, wie die Hirsche und Rehe keinen Faser(stoff), weswegen ihr Blut auch nicht gerinnen soll. Ebenda S. 66f., vgl. auch Tierkunde, herausgeg. von *Aubert-Wimmer*, T. I, S. 322f., 330f.

² Teile der Tiere (*Frantzius*), S. 68f. (*Bekker* I, S. 651a): „τὸ γὰρ στέαρ γεωδές ἐστι, διὸ πῆγνται καθάπερ καὶ τὸ ἰνώδες...“

³ Ebenda: „αἷμα..., καὶ τὸ μὴ καταναλισκόμενον εἰς τὸ σαρκώδες μόριον τῶν ζῴων.“

⁴ Vgl. *Strömberg, Reinhold: Theophrastea*, Studien zur botanischen Begriffsbildung. Göteborg 1937. (Göteborgs Kungl. Vetenskaps och Vitterhets Samhälles Handlingar Femte Följden Ser. A, Bd. 6, Nr. 4.)

⁵ Der Ausdruck *φλέψ* in der Bedeutung von Pflanzenader findet sich in der ältesten Darstellung der griechischen Botanik im Corp. hipp. π. φύσιος παιδίου, *Littré* VII, 516; vgl. *Strömberg*, a. a. O., S. 130.

⁶ Auch später im 17. und 18. Jahrhundert waren sich die Naturforscher und Ärzte keineswegs einig, ob die Fasern als hohle oder solide Gebilde anzusehen wären (vgl. S. 367).

Das Kanalsystem wurde als das wesentliche erachtet, da der Zufluß des Nahrungsaftes für das Leben der Pflanze von größter Bedeutung ist. *Empedokles* und *Demokrit* gebrauchten in ihrer Pflanzenphysiologie für diese Kanäle ausschließlich die Bezeichnung *πόροι*. Vgl. *W. Capelle: Physiologus* CXIX (Jg. 1910), S. 285. Vgl. auch *Joseph Schumacher: Antike Medizin*, Bd. I. Die naturphilosophischen Grundlagen der Medizin in der griechischen Antike, Berlin 1940, S. 114 u. a.

Ohne im einzelnen auf diese Terminologie einzugehen, muß zusammenfassend gesagt werden, daß sich bereits in der Antike pflanzen- und tieranatomische Auffassungen und Terminologien in Abhängigkeit voneinander entwickeln, was in der gesamten Entwicklung der Lehre vom letzten Formelement, so in der Faser- und der Zellenlehre, immer wieder zum Ausdruck kommt.

5. Herophilos und Erasistratos.

Mit *Herophilos* und *Erasistratos* nimmt die anatomische Forschung einen ungeahnten Aufschwung, wobei auch die Gewebelehre und die Frage nach den feineren Strukturelementen erhebliche Förderung erfährt.

*Herophilos*¹ begnügt sich im wesentlichen mit der von *Aristoteles* gegebenen Einteilung der Körpergebilde und läßt dabei die Frage nach dem letzten Formbestandteil unberücksichtigt, indem er erklärt, als Erstes soll man das bezeichnen, was sich zuerst zeigt, auch wenn es nicht das Erste ist². Die Gewebelehre fördert er unter anderem dadurch, daß er versucht, Sehnen, Nerven und Bänder schärfer voneinander zu unterscheiden³, die Struktur der Gefäßwandungen und ihre unterschiedliche Dicke in Arterie und Vene zu bestimmen⁴. Ferner beschreibt er die schnigen Klappen im Herzen⁵.

¹ Vgl. unter anderem *Siebeking*: Art. *Herophilos*. In *Pauly-Wissowa*, Realenzyklop. der klassischen Altertumswissenschaft, Bd. VIII, Stuttgart 1913, Sp. 1104 bis 1110. — *Franz Susemihl*: Geschichte der griechischen Literatur in der Alexandrinerzeit, Leipzig 1891, Bd. I, S. 785ff. *K. F. H. Marx*: *Herophilos*. Ein Beitrag zur Geschichte der Medizin, Karlsruhe und Baden 1838. — Sein anatomisches Hauptwerk umfaßte, wie aus *Galen* (IV, 596) hervorgeht, mindestens 3 Bücher: *Ἡρόφιλος . . . ἐν τῷ τρίτῳ τῆς ἀνατομῆς*; vgl. *Susemihl*, a. a. O., S. 787.

² *Anonymi Londinensis ex Aristotelis Iatricis Menonius et alius medicis eclogae*, herausgeg. von *Hermann Diels*, Berlin 1893; deutsche Ausgabe: *Anonymus Londinensis*, Auszüge eines Unbekannten aus *Aristoteles* — *Menons* Handbuch der Medizin usw., herausg. von *Heinrich Beckh* u. *Franz Spät*, Berlin 1896, S. 36.

³ *Rufus von Ephesus*, de corp. hum. part. appellationibus. *Ch. Daremberg et Emile Ruelle*, Oeuvres de *Rufus d'Ephèse*. Paris 1878, S. 185: „κατὰ δὲ τὸν Ἡρόφιλον ἃ μὲν εἰσι προαιρετικά, ἃ καὶ ἔχει τὴν ἑκφυσιν ἀπὸ τοῦ ἐγκεφάλου καὶ νωτιαίου μυελῶς, καὶ ἃ μὲν ἀπὸ ὀστέων εἰς ὀστέων ἐμφύεται, ἃ δὲ ἀπὸ μύος εἰς μὲν, ἃ καὶ συνδεῖ τὰ ἄρθρα.“

Den Sehnerv bezeichnet er als Gang (*πόρος*) [*Galen* (*Kühn*) III, 813]. Die Bezeichnung *πόρος* findet sich auch für den Samenstrang *πόρος σπερματικός*, siehe *Galen* (*Kühn*) IV, 565, bedeutet also ein strangförmiges Gebilde mit einem Lumen. Nach *Walther Kranz* [*Hermes* 47, 25 (1912)] hatte der Pythagoräer *Alkmaion* bereits ausgesprochen, daß die Sinneswahrnehmungen durch Kanäle vermittelt werden. *R. Creutz* bemerkt, *Herophilos* habe nach dem Vorbilde *Alkmaions* für die Empfindungsnerven den Ausdruck *πόρος* beibehalten (*Med. Welt* 1940 I, 872). Vgl. *J. Schumacher*, a. a. O., S. 76.

⁴ *Galen* (*Kühn*) III, 445. Vgl. *Susemihl*, a. a. O., S. 790. *Marx*, a. a. O., S. 80, 87.

⁵ Vgl. *Aristoteles*, S. 340.

Galen (*Kühn*) V, 206 zit. *Herophilos* u. *Erasistratos*, folgt aber dem letzteren in der Auffassung.

Weit größere Bedeutung für die Lehre von den Körpergeweben und ihren kleinsten Formbestandteilen hat aber *Erasistratos*¹. Hier begegnet uns ein *neuer Begriff*² des Körpergewebes als ein Geflecht dreier, nur durch die Vernunft erkennbarer Gefäße, der Venen, Arterien und Neuren, wobei Neuron³ als eine Hohlfaser zu betrachten ist, als deren Inhalt wahrscheinlich Pneuma zu gelten hat. Dieses dreifache Gefäßnetz (τριπλοκία τῶν ἀγγείων) ist nach *Erasistratos* als der Grundbestandteil des menschlichen Körpers zu betrachten⁴. Die Venen, Arterien und Neuren (Nerven) haben so feine Lumina, daß sie sinnlich nicht mehr wahrnehmbar sind, und aus diesen nur durch die Vernunft erkennbaren Gefäßen (ἀγγεία ἀπλᾶ καὶ λόγῳ θεωρητά) sind alle Gewebe des Körpers geflochten wie ein Seil, das aus drei von Natur verschiedenen Strängen besteht⁵. Selbst die Häute der Venen und Arterien werden wie alle übrigen Gewebe aus diesen drei Gebilden geflochten, wie es uns *Galen* eindeutig überliefert⁶.

¹ Vgl. M. Wellmann: Art. *Erasistratos*. In *Pauly-Wissowa*: Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft (Stuttgart 1909), Bd. VI, S. 333—350; Wellmann: *Hermes* 35, 370f. (1900); Susemihl, *Fr.*, a. a. O., Bd. I, S. 798f.; R. Fuchs: In *Handbuch der Geschichte der Medizin* (1902), Bd. I, S. 295ff.; R. Fuchs: *De Erasistrato capita selecta*. *Hermes* 29, 171—203 (1894); R. Fuchs: *Erasistrateu*. Inaug.-Diss. Berlin 1892; R. Fuchs: *Rhein. Museum* 49, 532 (1894); Ch. Daremberg: *Rev. scientifique* 1881 I, 12ff.

² *Galen* (Kühn) III, 573; Anonymus Londin., griech. Ausg., a. a. O., S. 37 (XXX); Wellmann: *Realenzykl.*, a. a. O., S. 337, 22.

³ Der Terminus νεῦρον wird auch von *Erasistratos* noch nicht einheitlich gefaßt und kann Sehnen und Nerven bedeuten; wahrscheinlich sind dabei im wesentlichen „Nerven“ gemeint. Der Ausdruck νεῦρον wird von uns in der Übersetzung beibehalten.

⁴ So heißt es in der pseudogalenischen Schrift *Εισαγωγή* (Kühn XIV, 697): „*Erasistratos*, der als Anfang und Grundlage des ganzen Körpers das dreifache Gefäßnetz der Neuren, Venen und Arterien annimmt, läßt das Flüssige und das Pneuma weg; denn durch diese zwei Stoffe, sagt er, werde das Geschöpf erhalten, durch das Blut als Nahrung und durch das Pneuma als Hilfsmittel zur Äußerung der natürlichen Lebenstätigkeit. Er nimmt sie jedoch nicht als Grundlagen an.“ „καὶ Ἐρασίστρατος δὲ ὡς ἀρχὰς καὶ στοιχεῖα ὅλον σῶματος ἐποτιθέμενος τὴν τριπλοκίαν τῶν ἀγγείων, νεῦρα καὶ φλέβας καὶ ἀρτηρίας παραλείπει τὰ τε ὑγρὰ καὶ τὰ πνεύματα. ὅνσι γὰρ ὕλαις ταῦτα διοικεῖσθαι λέγει τὸ ζῶον, τῷ μὲν αἵματι ὡς τροφῇ, τῷ δὲ πνεύματι ὡς συνετηγῶ εἰς τὰς φυσικὰς ἐνεργείας. οὐ παραλαμβάνει δὲ αὐτὰς ὡς ἀρχὰς.“

⁵ *Galen* (Kühn) II, 96: „ὥσπερ τινὰ σειρᾶν ἐκ τριῶν ἱμάντων διαφερόντων τῇ φύσει πεπλεγμένην.“

⁶ *Galen* (Kühn) III, 537f.: „... τὰς δ' αὖ φλέβας, ὅτι καὶ τῶν ἀρτηριῶν αὐτῶν τὸν χιτῶνα καὶ πάντων ἀπλῶς τοῦ ζῶου τῶν μοσίων ἐκ φλεβὸς καὶ ἀρτηρίας καὶ νεύρου πεπλέχθαι φησί.“ — *Galen* gibt nur gelegentlich einige kürzere Bemerkungen über die Anschauungen des *Erasistratos*. Eine wichtige Ergänzung finden diese Angaben durch den Anonymus Londinensis, den H. Diels herausgab. Über die Anschauungen vom Gewebebau und den Grundstrukturen des Körpers heißt es: „Die Teile des Körpers sind teils einfach, teils zusammengesetzt. Einfach und zusammengesetzt nehmen wir im Sinne der einfachen Wahrnehmung, wie auch *Herophilos* die Bezeichnung anwendet, indem er folgendermaßen sagt: „Als erstes soll man das bezeichnen, was sich zuerst zeigt, auch wenn es nicht das Erste ist.“ *Erasistratos* ist nämlich weitergegangen in seinen Anforderungen an die Ärzte;

Auch den grobsinnlichen Nerv¹ und die Muskelfaser² stellt er sich aus diesem dreifachen Gefäßkabel gebildet vor.

Neben diesen faserartigen Geweben unterschied er noch eine andere Gebildeform, für die er die Bezeichnung *Parenchym* (παρέγχυμα) als anatomischen Begriff in die Terminologie einführte. Mit diesem Ausdruck bezeichnet er solche Gebilde, bei denen er keine besondere Feinstruktur

denn er nahm an, daß die ersten Körper nur mit der Vernunft wahrnehmbar seien, so daß die sichtbare Vene aus nur mit der Vernunft wahrnehmbaren Körpern bestehe, nämlich aus Vene, Arterie und Neuron (die Herausgeber übersetzten irrtümlich Vene, Ader und Sehne!). — Zu dieser Anschauung bekannte sich der Verfasser des Anon. Londin. nicht, indem er sagte: „Doch an ihn darf man sich nicht kehren“. (Deutsche Ausg. usw., S. 30.) Anonymus Londinensis, griechische Ausg. usw., S. 37f. (XXI, 18ff.) heißt diese Stelle: „ὑπέλαβεν γ(ῶν) τὰ πρῶτα [σώμα]τα λόγῳ θεωρητὰ (εἶναι), ὥστε τὴν [αἰσθητ]ήν φλέβα συνεστάναι ἐκ λόγῳ θ[εωρη]τ(ῶν) σωμάτων, φλεβός, ἀρτηρίας νεύρο(ν) ἀλλὰ τοῦ[τ]ον παραιτητέον.“

¹ Galen (Kühn) II, 96: „φλέβας ἔχειν ἐν ἑαυτῷ καὶ ἀρτηρίας τὸ νεύρον, ὥσπερ τινὰ σείων ἐκ τριῶν ἰμάντων διαφερόντων τῇ φύσει πεπλεγμένην.“

Die Nerven untersuchte er eingehend, vor allem auch die Frage, ob sie ein Lumen haben oder nicht, forschte nach ihrem Ursprung und unterschied bereits zwischen motorischen und sensiblen Nerven (κινητικὰ und αἰσθητικὰ τὰ νεύρα). Galen (Kühn) II, 96; vgl. Rufus Ephes. ed. Ruelle, a. a. O., S. 184f. — Eine kurze Übersicht über Erasistratos' hervorragende neurologische Untersuchungen, vor allem auch über die Hirnanatomie, gibt Wellmann: Realenzykl. usw., VI, S. 342.

Ursprünglich nahm Erasistratos an, die Nerven hätten ein Lumen, wären also hohl oder, richtiger gesagt, mit Pneuma gefüllte Gefäßrohre („εἰ τὰ τῶν νεύρων κοιλώματα“) vgl. Fuchs: Rhein. Museum 49, 550 (1894); vgl. ders. Rhein. Museum 58, 80 (1903); siehe Galen (Kühn) II, 97. Später erkannte er ihre Füllung mit Mark [Galen (Kühn) V, 602] und sprach sie als Ausläufer des Gehirns an, während er die Nervenscheiden als Fortsetzungen der Hirnhäute auffaßte, vor allem der Dura mater [„παχεῖα μὲν γάρ“; Galen (Kühn) V, 602]. Die Markfüllung stellte er sich jedoch porös vor, da das Pneuma hier durchgehen sollte. Die ungestörte Pneumazirkulation war eine Voraussetzung für den normalen Ablauf der Funktionen. Lähmungserscheinungen faßte Erasistratos als Stockung des Pneumas innerhalb der Nervenleitung auf, die dadurch zustande käme, daß zähe und klebrige Säfte (richtiger ihre Partikelchen) aus den begleitenden Venen in die Nerven- (Pneuma-)leitung eindringen. Galen (Kühn) V, 125: „παρεμπύσεως ὑγρῶν γινομένης εἰς τὰ τοῦ πνεύμονος ἄγγεια τὰ ἐν τοῖς νεύροις, δι' ὧν αἱ κατὰ προαίρεσιν κινήσεις συντελοῦνται.“ — Vgl. auch Rhein. Museum 49, 550 (1894); denn zur Gewährleistung einer normalen Funktion mußte das Innere der Nerven(leitung) für das Pneuma durchgängig sein — es handelte sich um das (πνεῦμα ψυχικόν) —, gleichgültig ob er sie sich wie zunächst hohl oder später markerfüllt vorstellte. — Wie später die Iatrophysiker, so vor allem Baglivi, die Dura als ein wichtiges Organ auffaßten, so lokalisierte auch Erasistratos die ψυχικὴ δύναμις in die harte Hirnhaut und faßte diese auf als den Sitz bestimmter Gemütskrankheiten, so der Phrenitis und Lethargie. Vgl. Rhein. Museum 58, 69 u. 73 (1903).

Durch experimentelle Untersuchungen, wie später Baglivi (Einschnitt und verschiedene Reizungen) am lebenden Tier, hatte er festgestellt, daß Reizzustände der Dura die motorischen Funktionen des tierischen Organismus beeinflussen. Er bezeichnete sie deshalb auch als ὄργανον πρῶτον [Galen (Kühn) V, 609f.].

² Ruphus Ephes. (ed. Ruelle), p. 184. Vgl. M. Wellmann: In Pauly-Wissowa: Realenzykl., a. a. O., VI, S. 344.

voraussetzte, sondern sie lediglich als Ausschwemmungen des Blutes, d. h. als Niederschlag feiner Partikelchen (Atome) aus dem Blute auf- faßte. Hierunter verstand er die sog. parenchymatösen Organe, wie sie noch lange Zeit nach ihm benannt wurden, die Leber, Milz, Nieren, Lungen, das Fett u. a. ¹.

Alle diese Substanzen und Gewebe wachsen und ergänzen sich, entsprechend seinen mechanistischen Anschauungen, durch Apposition der Atome ².

6. Asklepiades und die Methodiker.

Asklepiades von Bithynien und die *methodische Schule* ³, bei denen das physikalische Denken noch stärker ausgeprägt war, schufen in ihrer Auffassung, daß der Körper aus einem unendlich feinen Netzwerk von Porengängen ⁴ besteht, deren Wände ihrerseits aus feinsten Korpuskeln (*ὄγκοι*) ⁵ aufgebaut sind, die theoretischen Grundlagen für eine

¹ Galen (*Kühn*) I, 599: „ἐφεξῆς δὲ ἐκάστου τῶν σπλάγχχνων ἡ ἴδιος οὐσία. καλοῦσι δ' αὐτὴν οἱ περὶ τὸν Ἐρασίστρατον παρέγχυμα.“ — Galen (*Kühn*) XIV, 697: „πολλὰ δὲ καὶ ἄλλα τῶν σωμάτων εἶδη εὐρίσκεται. οὐκ ἐκ τῆς τριπλοκίᾳς συγκείμενα, οἷον εὐθὺς ὁ ἐγκέφαλος καὶ ὁ μυελὸς καὶ πάντα τὰ ὁστά.“ — Galen (*Kühn*) XIV, 709: „ὁ μὲν οὖν ἐγκέφαλος ἐξ οὐδενὸς τῶν προειρημένων, κατ' Ἐρασί- στρατον ἀρχικῶν ἀργείων φαίνεται πεπλεγθῆαι, διὸ καὶ παρέγχυμα τροφῆς δοκεῖ αὐτοῦ εἶναι.“ Vgl. R. Fuchs: Handbuch der Geschichte der Medizin, Bd. I, S. 300; Wellmann, a. a. O., S. 337.

² Die *Verdauung* faßte er nicht wie die *Hippokratiker* chemisch im Sinne einer πέψις auf, sondern mechanistisch-atomistisch als Zerkleinerung der Nahrungsstoffe in ihre Atome [Galen (*Kühn*) XIX, 372 f.; II, 76 f.; II, 166; XV, 247]. *Wachstum* deutet er als Anlagerung neuer Atome (προσθεσις), *Ernährung* als Ergänzung abgenutzter durch neue (ἀνάθησις). Galen II, 104; IX, 133. Diese Ideen finden wir in der Faserlehre des 17. und des beginnenden 18. Jahrhunderts wieder, wo sie eine große Rolle spielten.

Zur Atomistik und Physiologie des *Erasistratos* vgl. Galen (*Kühn*) II, 97 f.; II, 76 f.; II, 104, 166; XIV, 699; XIX, 372 f.; IX, 133; XV, 247; R. Fuchs: *Erasistrata cap. select.* Hermes 29, 179 (1894); Wellmann: *Realenzykl.* usw., VI, S. 334; vgl. auch H. Diels: Über das physikalische System des *Straton*, Sitzgsber. Berl. Akad. Wiss. 1893, 105, 117 und W. Jaeger: *Diokles von Karystos*, Berlin 1938, S. 227.

³ Über *Asklepiades* vgl. M. Wellmann: Art. „*Asklepiades*“ in *Pauly-Wissowa Realenzyklopädie*, a. a. O., Bd. II, Sp. 1632; Susemihl, a. a. O., Bd. II, S. 430; Villas, Hans: *Der Arzt und Philosoph Asklepiades von Bithynien*. Wien-Leipzig 1903; Meyer-Steineg, Th.: *Das Medizinische System der Methodiker*. Jena 1916 (Jena. med.-histor. Beitr. H. 7 u. 8, herausgeg. von Meyer-Steineg); derselbe, *Thessalos von Tralles*. Arch. Gesch. Med. 4, 97 f. (1911); Lutheritz, Karl Friedrich: *Die Systeme der Ärzte von Hippokrates bis auf Brown*. Dresden 1810, S. 167 ff.; *Asclepiadis Bithyni Fragmenta*, herausgeg. von Christian Gottlieb Gumpert. Wien 1794; Broussais, F. J. V.: *Examen des Doctrines médicales et des Systèmes de Nosologie*, 3. Edit., Tome I, Paris u. Brüssel 1829. Sprengel, Kurt: *Versuch einer pragm. Gesch. der Arzneykunde*, 3. Aufl., Bd. II, Halle 1827, S. 11 ff.

⁴ Über den Begriff πόροι vgl. W. Capelle: *Die Vorsokratiker*, S. 222 ff.

⁵ In diesem Zusammenhang kann die Atomistik (Antike) nicht erläutert werden, vgl. H. Diels: *Die Fragmente der Vorsokratiker*, 4. Aufl., Berlin 1922, Bd. II (Leukipp)

Erklärung des krankhaften Geschehens nach solidarpathologischen Grundsätzen. Die Krankheiten werden auf eine zu starke Anspannung oder Erschlaffung der Porenwände zurückgeführt¹. In dieser Theorie sehen wir die Vorläuferin der späteren Anschauungen von Spannungsanomalien der Fasern im Sinne einer zu starken Anspannung oder Erschlaffung, wenn auch der Begriff der Faser hier noch keine Rolle spielt.

7. Galen.

Galen kam in den uns hier interessierenden Anschauungen nicht weiter, obwohl er die Frage erörtert, ob die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit des Körpers nicht auf ein gemeinsames Formelement zurückzuführen sei, wobei er ausdrücklich den *Vergleich mit Bausteinen* gebraucht². Er fußt im wesentlichen auf *Aristoteles*³ und übernimmt die stoffliche Betrachtungsweise, ferner die von *Aristoteles* geprägte Unterscheidung in gleichartige und ungleichartige Teile⁴.

Dagegen läßt sich an einzelnen Beispielen zeigen, daß er der Faser am Aufbau der Gewebe eine gewisse Bedeutung zuspricht. So bildet die Faser z. B. das Gerüst des Muskels. Dieses Gerüst besteht aus feinen

Cap. 54, (Demokrit) Cap. 55; *Wilhelm Capelle*: Die Vorsokratiker, die Fragmente und Quellenberichte, übersetzt und eingeleitet, Leipzig 1935; *Karl Prächter*: Die Philosophie des Altertums, 12. Aufl., Berlin 1926, T. I, S. 104f., 449ff. u. a.; *Capelle, W.*: Geschichte der Philosophie, I. T., Göschen Bd. 857. Berlin-Leipzig 1922, Bd. 858 u. 859; *Zeller-Nestle*: Grundriß der Geschichte der griechischen Philosophie, 13. Aufl., Leipzig 1928, S. 78ff., 287ff.; *Kafka, G. u. H. Eibel*: Der Ausklang der antiken Philosophie und das Erwachen einer neuen Zeit. München 1928; *Gomperz, Theodor*: Griechische Denker, 4. Aufl., Bd. II. Berlin-Leipzig 1925; *Burnet, John*: Die Anfänge der griechischen Philosophie, 2. Ausg., übersetzt von *Else Schenkel*, Berlin 1913, S. 300ff.; *Gregory, J. C.*: Short history of atomisme from Demokritos to Bohr. London 1931; *Bauch, B.*: Das Substanzproblem in der griechischen Philosophie. Münster 1890; *Baeumker, Clemens*: Das Problem der Materie in der griechischen Philosophie. Münster 1890; *Arnim, H. v.*: *Epikurs* Lehre vom Minimum, Almanach d. Wien. Akad. 57, 383ff. (1907); *Kafka, Gustav*: Die Vorsokratiker, Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen, herausgeg. von *G. Kafka*. Dresden 1921; *Laßwitz, Kurd*: Die Erneuerung der Atomistik in Deutschland. Vjschr. wiss. Philos. 3 (1879); derselbe: Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton, Bd. II. Leipzig 1926; *Jordan, P.*: Atom und Organismus. Geist. Arbeit 5, Nr. 3, 3f. (1938); *Hartmann, G. B.*: Das Unzerteilbare in Idee und Wirklichkeit. Geist. Arbeit 4, H. 18, 3 (1937); *Gadamer, H. G.*: Antike Atomtheorie. Z. ges. Naturwiss. 1, 81ff. (1935); *Walden, P.*: Aus der Lebensgeschichte der Atomtheorie. Forschgn u. Fortschr. 1933, 347ff.; *Kranz, Walther*: Empedokles und die Atomistik. Hermes 47, 18—42 (1912); *Schumacher, J.*: a. a. O., S. 131ff. u. a.

¹ Vgl. hierzu die Arbeiten *Meyer-Steinegs*, S. 345, Anm. 3.

² *Galen* (Kühn) I, 242: „εἰ δὲ μήτε ἐκ πολλῶν διαφερόντων κατ' εἶδος, ἀλλ' ὁμοειδῶν ἀπάντων σὺνκειται, καθάπερ εἰ οὕτως ἔτυχεν οἰκία τις ἐξ ὁππῆς πλίνθου μόνῃ, ἢ λίθου, ἐν τῇ συνθέσει μόνῃ δηλονότι ἐξευρήσεις . . .“

³ *Galen* (Kühn) XV, 7: „ἀπερ' Ἀριστοτέλης καὶ ἡμεῖς ὀνομάζομεν ὁμοιομερῆ . . .“

⁴ *Galen* (Kühn) I, 241, IV, 384, XV, 7f., 25; X, 48; u. a.

Fibern, die aus dem Nerven, der den Muskel versorgt, und dem Band (Muskelsehne) hervorgehen¹. Der Nerv spaltet sich im Muskel immer mehr auf, die feinen Fibern sind schließlich feiner als das Spinnwebgewebe². Diese äußerst dünnen Fäserchen liegen in der Mitte des Muskels lockerer, nach den Enden zu enger und fester zusammen und bilden die Sehnen³. Das eigentliche *Muskelfleisch* wird dadurch gebildet, daß sich seine Substanz *um die Fasern als ein aus dem Blut ausgeschwemmtes Parenchym verdichtet*⁴. Der Unterschied zwischen Muskelfleisch der Skelettmuskulatur und des Herzens ist der, daß die Fasern des Herzens verschiedene Anordnung haben⁵, während die des Skelettmuskels in ein und derselben Richtung verlaufen⁶. Die Funktion führt er auf Anordnung der Fasern zurück⁷. Auch bezeichnet *Galen* die Fasern des Herzmuskels als solche ganz eigener Art — sie erscheinen vor allem derber —, ebenso die der Venen und Arterien⁸. Den festen Körperbestandteilen (Gewebe) legt *Galen* aber keine besondere Bedeutung zu, handelt sie an keiner Stelle zusammenhängend ab und erklärt ausdrücklich, daß diese Fragen für den Arzt kaum einen praktischen Wert haben⁹. In seinem Lehrgebäude herrschen die Säfte vor und die Frage nach den Qualitäten. Bewußt schließt er sich den *Hippokratikern* an¹⁰ und bestimmt durch seine humoraltheoretische Einstellung¹¹ das Denken der Ärzte auf Jahrhunderte, wodurch die Betrachtung der festen Körperbestandteile und die Frage nach ihrem Formelement in den Hintergrund tritt.

¹ *Galen* (*Kühn*) IV, 9; IV, 369; V, 209.

² *Galen* (*Kühn*) IV, 551: „καὶ νεῦρον . . . διέσπειρε, λύσασα πρότερον εἰς ἱνὰς ἀραχνῶν λεπιοτέρως. ἑτέρας δὲ ἱνὰς ὁμοίως λεπτὰς ἐκ τῶν συνδέσμων ἀγαγοῦσα, καὶ περιτυτῆσαι πάσαις αὐταῖς σάρκα.“

³ *Galen* XVIII, 2. T, 355:

⁴ *Galen* XV, 8: „καὶ σάρξ, ἣ τε τῶν μυῶν ταῖς ἰσὶ περιπλαττομένη καὶ αὐταῖς οὖσαις ὁμοιομερῆσιν, ἣ τ' ἐν τοῖς σπλάγχνοις ἦν δὴ καὶ παρεγχυμα καλεῖν Ἑρασί-στρατος εἰωθεν.“

Galen I, 601: „σύνθετοί τινες σάρκες ἐκ τε τῆς ἀπλῆς τῆς πρώτης σαρκὸς ἐτι τε τῶν ἰνῶν, αἷς αὐταὶ περιπεφύκασιν· ἡ γὰρ ὁσεῖα τῶν μυῶν οὐσία ταῦτ' ἐστὶν ἄμφο.“ Siehe auch *Galen* IV, 9. — Vgl. auch *Meyer-Steinagel*: Studien zur Physiologie des *Galenos*. Arch. Gesch. Med. 5, 177 (1912).

⁵ *Galen* II, 609: „τὴν μὲν καρδίαν ἐξ ἰνῶν ποικίλων τῇ θέσει συγκεῖσθαι . . .“

⁶ *Galen* II, 610: „ἀπλῶς μὲν γὰρ ἔχουσιν τῇ θέσει τὰς ἱνὰς οἱ μῦες . . .“

⁷ *Galen* II, 180f.

⁸ *Galen* I, 602: „πλὴν οὐ ταῦτό γένος τῶν ἰνῶν, ἀλλ' αἱ μὲν ἐν τοῖς μυσὶν νεύρων εἰσὶ καὶ συνδέσμων μόρια. τῆς καρδίας δὲ τὸ τῶν ἰνῶν γένος ἴδιον, ὥσπερ καὶ τοῦ τῆς ἀστηρίας καὶ φλεβὸς χιτῶνος.“

⁹ *Galen* V, 676.

¹⁰ *Galen* V, 673: „αὐτὸς μὲν γὰρ Ἱπποκράτης οὐκ ὠνόμασε σῶμα πρῶτον ἢ δεύτερον, ὥσπερ Ἀριστοτέλης . . .“

¹¹ *Galen* V, 676: „τεττάρων γὰρ ὄντων τῶν γενῶν, ἐξ ὧν συμπέτριγε τὸ σῶμα, γῆς, πυρὸς, ὕδατος τε καὶ ἀέρος, ἀκριβέστερον φαίνεται, καὶ μέντοι καὶ χρησιμότερον ἰατροῦ περὶ αὐτῶν ὁ Ἱπποκράτης γεγραφώς.“

II. Die Lehre von der Faser

im Zeitalter der Begründung des modernen anatomischen Denkens.

Seit *Galen* hatten sich die Anschauungen über die Körpergewebe und ihre Formelemente kaum geändert. Die *Araber*, vor allem der bedeutendste Arzt unter ihnen, *Avicenna* (Ibn Sînâ) (980—1037), hatte den alten galenisch-aristotelischen Anschauungen lediglich ein neues Gewand in dialektischer und zum Schematisieren neigender Form gegeben. Er trennte die festen und flüssigen Körperbestandteile schärfer voneinander und widmete diesen ein eigenes Kapitel in seinem Kanon¹, formulierte manche Anschauungen der antiken Autoren klarer und bestimmter, ohne über die Faser etwas wesentlich Neues hinzuzufügen².

Eine eindrucksvolle und klare Übersicht über die noch im 16. Jahrhundert herrschenden Vorstellungen vom Aufbau des Körpers übermittelt uns eine Tabelle von *Jacque Grévin*³ (vgl. Abb. 1).

Die Bestandteile des Körpers werden nach überkommener Weise in einfache (gleichartige) und zusammengesetzte (ungleichartige) differenziert. Uns interessieren hier lediglich die einfachen Gebilde, die in feste, flüssige und Pneumata unterschieden werden, eine Differenzierung, die sich bereits bei *Galen* findet. Die *Faser* wird unter den festen Bestandteilen (Solida) aufgeführt und zwischen Ligament und Membran eingereiht. Sie wird also hier *noch keineswegs als allen Geweben gemeinsames Bildungselement angesprochen*, sondern rückte erst allmählich an die erste Stelle, indem sie gegen Ende des 17. Jahrhunderts zum integrierenden Bestandteil aller Körpergewebe wurde.

Jean Fernel, Professor in Paris (1493—1541), bei aller Abhängigkeit von *Galen* und *Aristoteles* ein selbständiger Denker, hat sich für die

¹ *Avicennae Arabum Medicorum Principis Canon Medicinae Lib. I., Fen. I., Doctrin. IV. in Opera omnia collectae et editae a. Fabricio Raspano, Venetiis 1595.*

² Die Ligamente sind nervenähnliche Körper (Corpora nervo similia), die jedoch keine Empfindung haben. „Ligamentorum nullum vero sensum habuit...“ Die Membranen (panniculi) sind aus „Nervenfasern“ gewebt, die aber ohne Gefühl sind: „Panniculi, qui sunt corpora de filis nervosis non sensu perceptis texta...“ Ebenda S. 30. Manche Membranen stellen Umhüllungen innerer Organe dar, wie die Nierenkapsel. Das Fleisch (caro) hat die Aufgabe, leere Stellen des Körpers auszufüllen.

In der Bologneser Schulanatomie *Anatomia vivorum* (von *v. Toeplitz* als *Anatomia Ricardi Anglici*, Wien 1902, herausgegeben), S. 29ff. werden nach *Avicenna* die Körpergebilde in fasrige und nichtfasrige unterschieden; vgl. *Christ. Ferckel: Thomas von Brabant*, München 1912, S. 54f. — Siehe auch *Alfred Siggel: Das Paradies der Weisheit über die Medizin* von *Abu Hassan Ali b. Sahal Rabban at-Tabri*. Quellen und Studien zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaft, Bd. VIII (Berlin 1941), S. 228f.

³ *Grévin, Jacques* (1541—1570), Arzt in Paris, auch als Dichter hervorgetreten (vgl. *Biogr. Lexikon* usw., Bd. II, S. 849). Die Tabelle findet sich in seiner Schrift: *Partium corporis humani tum simplicium tum compositarum brevis elucidatio*, Antwerpen 1565, die zusammen mit *Vesals* Epitome im Jahre 1565 bei Christ. Plantin gedruckt wurde.

PARTIVM OMNIVM CORPORIS DIFFERENTIAE.

PER IACOBVM GREVINVM.

Partium corporis aliae sunt	Simplices seu similes quorum quaedam vocantur	Solidae, vt	Ossa Cartilagines Ligamenta Fibrae Membranae	Humidae, quae sunt vel	Omnino molles, vt	Sanguis Pituuta Vtraque bilis.	quorum nomine reliqui omnes corporis humores continentur.
Composite seu dissimiles harum differentie, a facultatibus, quarum sunt instrumenta desumuntur. Facultas autem omnis vel est	Animalis quae consistit vel in	Sensu, cuius organa vel	In cerebro consistunt vt ea quae sunt	Sensus communis Imaginatio Memoriae Appetitus.	Non omnino molles, vt	Caro Adeps Glandula Medulla eaq. vel	Propria musculorum Impropria viscerum. Cerebri Dorsi Ossium.
	Vitalis in pulsu & respiratione cõtenta cuius organa sunt vel	Praecipua	Cor, Arteriae.	Mouentia à cerebro depédentia, de quibus in musc.	Deducuntia, vt	Larinx, Aspera arteria.	Excipiëntia, pulmones mediastino in duas partes diuisi.
	Naturalis reposita in	Generatione cuius organa sunt	Vasa spermatica, Testes & scortum. Penis & vterus.	Alimentum praeparant & deducunt, vt	Alimentum conficiunt, vt	Os, Oesophagus, Venae, Intestina gracilia, Ventriculus, Hepar.	Crassa intestina, Folliculus fellis, Splen, Renes, Vreteres, Vesica.
	Auctione, cui subseruiunt nutritionis organa	Nutritio cuius organa vel	Alimentum ab excrementis vindicant vt	Reliquarum auxilio praeficiuntur, vt		Peritoneum, Adeps, Membrana carnosae, Mesenterium, Omentum.	

Abb. 1. Schema der Körperbestandteile nach Jacques Grévin (1565).

Elemente des Körperaufbaues in ganz besonderem Maße interessiert und muß zu ihren ersten Beobachtern an der Schwelle der Neuzeit gerechnet werden¹. Er faßte die Betrachtung der einfachen Körperbestandteile² als wichtigsten Ausgangspunkt der Untersuchung auf und fordert die analytische Methode³. Über die Unzulänglichkeit der technischen Hilfsmittel ist er sich klar, wenn er betont, daß das tiefere Eindringen in die Geheimnisse der Natur den Sinnen verschlossen und nur dem denkenden Verstande möglich ist⁴, eine Erkenntnis übrigens, die schon die Naturphilosophen der Antike vertraten. Das Feste aller Körperbestandteile setzt sich nach ihm aus der Faser zusammen. Diese Fasern, die er „villi seu stamina“ nennt⁵, gelten ihm als Basis der übrigen Substanz⁶. Sie sind die *ersten* Linien und stellen den festen und stabilen Faden dar, durch welchen das Ganze Halt bekommt. Seinerseits besteht das Formelement Faser aus den Bestandteilen Erde, Feuchtigkeit⁷ — welche die festen Erdpartikel sozusagen zusammenklebt⁸ — und aus dem belebenden Spiritus. *Durch diesen wird die Faser als Grundbestandteil des Festen gleichzeitig mit Leben ausgestattet*⁹.

Die Faser bildet durch gewebeartige Verknüpfung die Häute, wodurch diese eine größere Festigkeit erreichen¹⁰. Diese Häute sind ihm besonders wichtig, im Körper weit verbreitet und von vielseitigen funktionellen Aufgaben. Ihnen entspricht ihre verschiedene Konstruktion¹¹ und ihr Gehalt an verschiedenen Faserarten. Je nach der Empfindlichkeit beteiligen sich Nervenfasern in größerem oder geringerem Umfange an

¹ Joan. Fernellii, Ambiani, *Universa medicina, ab ipso quidem authore ante obitum diligenter recognita . . . etc.* (Editio postrema), Frankfurt a. M. 1577, Physiologica, Lib. I—VII.

² Den Begriff „pars“ definiert er: „Pars enim, est corpus toti cohaerens communi-que vita coniunctum et ad illius functionem usumve comparatum“. Ebenda, Lib. II, Cap. 2, S. 37.

³ „Haec summa est investigandi facultas, quam probatissimi Philosophi ἀνά-λυσιν, id est, dissolutionem appellarunt.“ Ebenda, Lib. I, Cap. I, S. 1.

⁴ Ebenda, Lib. II (De clementis), S. 36f.

⁵ Ebenda, Lib. V, Cap. VI, S. 68.

⁶ „Solida primum est lineamentum et stamen illud stabile atque constans, per quod toti robur inest et firmamentum, et qua tanquam basi reliquae substantiae innituntur.“ Ebenda, Lib. IV, Cap. V, S. 56.

⁷ „In solida crassamentum illud terrenum, humidum primigenium et insitus spiritus. In crassamento praeter terrenam substantiam, aquaeus est et tenax is humor, cuius interventu partes eius cohaerent, firmaque id soliditate consistit.“ Ebenda, S. 57.

⁸ „... humor, qui carnosa vocatus substantia, et qui seu concretus liquor solidis fibris adhaerescens . . .“ Ebenda, Lib. IV, Cap. V, S. 57.

⁹ Ebenda, S. 52f.

¹⁰ „... quo firme cohaereant, teneantur et sensu polleant certiore . . .“ Ebenda, Lib. I, Cap. 13, S. 29.

¹¹ Fernel, der mathematisch sehr interessiert war — er berechnete z. B. den Meridian —, definiert den Faserverlauf nach den Winkeln, die die Fasern miteinander bilden.

ihrem Aufbau. Das Peritoneum enthält z. B. viel von ihnen, da es sehr empfindlich ist ¹.

Bei *Jean Riolan* werden *Fernel's* Gedanken noch klarer formuliert ². Die Fasern, welche aus Erde bestehen, bilden auch für ihn die Grundlage der gesamten Körperarchitektur ³.

Um diese Fibern schlägt sich die Masse des Körpers aus dem Blute wie bei der *Kristallbildung* nieder, wobei sie die Rolle der Konsolidierungsbasis spielen ⁴, ähnlich wie der Zucker im modernen Zuckerfabrikationsverfahren. Auf die *Faser als Kontraktionselement* legt er besonderen Wert ⁵. Der gealterte Organismus des Greises besteht im wesentlichen aus Fasern, woraus er ableitet, daß diese Gebilde auch bei der Entstehung zuerst auftreten ⁶, wieder ein Beweis für die grundlegende Bedeutung, die er der Faser beimißt, was unter anderem auch daraus hervorgeht, daß er in der Fötalentwicklung die Fasern aus dem Samen entstehen läßt, wobei das belebende Pneuma als formende Kraft wirksam ist ⁷.

Der hervorragende Anatom *Andreas Vesal* (1514—1564), der Begründer der modernen Anatomie, legte durch seine *Fabrica* ⁸ den Grundstein der modernen anatomischen Lehre. Die Untersuchung der feineren Texturverhältnisse trat jedoch in seinem Werke gegenüber der deskriptiven Anatomie in den Hintergrund. Auf die Faser und die Gewebe kommt er aber gelegentlich auch zu sprechen. So wird in einer Abbildung seiner *Fabrica* die Entstehung des Venenwandgewebes aus Fasern schematisch dargestellt. Entsprechend den drei *galenischen* Kräften, die für die Körperfunktionen notwendig sind, der „vis attratrix“, „vis retentrix“ und „vis repultrix“, müssen auch drei verschieden verlaufende Faserzüge bei der Bildung bestimmter Häute beteiligt sein, gerade, schräge und querverlaufende, wie wir es z. B. bei den Venen finden (vgl. Abb. 2). Die Fasern

¹ Siehe Lib. I, Cap. 13, S. 28.

² Vgl. hierzu die Kommentare zu *Fernel* in *J. Riolan: Opera omnia*. Paris 1610.

³ „Ceterum fibras totius architecturae primum substerni his argumentis demonstratur: Primo quod sint terrenaе, terra autem sit basis totius operis.“ *Joannis Riolani ad Fernelli librum de spiritu et calido innato commentarius*, Scholion Cap. VI, *Opera omnia*. Paris 1610, S. 38.

⁴ „Fibrae igitur sanguinem in carnem transmutant . . .“ (ebenda).

⁵ „A villis illis seu funiculis contractis perfici, quibus caro munimentum et firmitatem aliquam praebet, ac villos ipsos nimis extendi in vehementi actione et contrahi prohibet, uti stupae filis intersitae et intertextae: Caro igitur non est pars princeps musculi, seu pars, sine qua actio fieri non potest . . .“ *Riolan: Anatome Sect. III, Cap. 2, De musculorum natura*, S. 79.

⁶ „Quod in valde sene vix quidpiam supersit praeter fibras, primum autem fuit in constitutione quod postremum manet in dissolutione.“ *De spiritu etc. commentarius* (vgl. Anm. 2), S. 38.

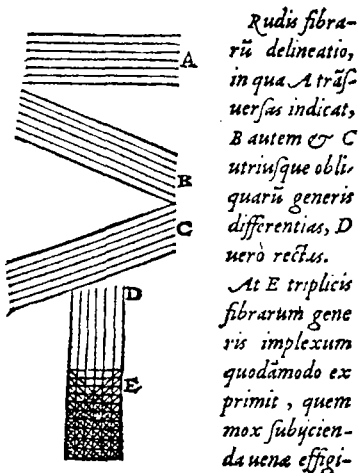
⁷ „Genitor enim spiritus cui insidet vis conformatrix, ex crassamento seminis ducit corporis prima lineamenta . . .“ (ebenda, S. 39).

⁸ *Andr. Vesalii: De humani corporis fabrica libri septem*. Basel 1543.

bezeichnet er in diesem Zusammenhang als gleichartige Bestandteile (similares partes) ¹.

An dem *Aufbau des Muskels* beteiligen sich, im Gegensatz zu *Galens* Anschauung, nach *Vesal* nur die Bandfasern ². Das Muskelfleisch entsteht in einem der Milchgerinnung analogen Vorgang, ein Vergleich, der

von späteren Autoren als besonders treffend gerühmt wird ³. Die Binsenstränge der Körbe, welche zur Milchgerinnung und Quarkbereitung dienen, entsprechen dem Fasergerüst, die Milch dem Blute und der geronnene Quark dem Fleisch des Muskels:



es accuratius proponet.

Abb. 2. Aus A. Vesal: De humani corporis fabrica (1555), Lib. III, S. 437. Die die Venenwandung aufbauenden Fasern bilden ein Netzwerk (E).

„Est autem sedes ea, ac thorax, simplex caro fibris obducta, quae non aliter fibris committitur, quam calathis aliisque fiscellis lac, dum harum rerum periti id in illis coagulant. Finge igitur fibras ex nervo et ligamento diffusas, iuncis respondere, lacti vero ipsi sanguinem, et caseo carnem proportionari. Nam ut ille ex lacte, ita haec ex sanguine paratur. Quamquam tanto veriore tibi confinges imaginem, quanto per caseum plures crebrioresque iuncos funiculosque porrectos, et non solum ad casei latera attensos, imaginatus fueris“ ⁴.

Mit *Gabriele Falloppio* (1523–1562), der sich mit den Körpergeweben eingehend beschäftigt ⁵, erreicht die

Gewebelehre einen wichtigen Abschnitt ihrer Entwicklung. Die Faser wird als wichtiges Bauelement der Gewebe besonders betont. *Falloppio*

¹ Venae autem tunica corpus est instrumentarium, ex similaribus partibus, fibris videlicet, conformatum. *Andreae Vesalii* Bruxelensis invictissimi Caroli V. imperatoris medici, De humani corporis fabrica. Libri VII, Basel 1555, Lib. III, Cap. I, S. 436.

² „Non est itaque musculus inter ligamentum et nervum natura medius: neque etiam illa quam vulgo imaginantur, ligamenti et nervi fit commixtio . . .“ De. hum. corp. fabr., S. 262.

³ Z. B. *Adrian van den Spieghel*, De humani corporis fabrica Lib. X, Venetiis 1627; Lib. IV, Cap. II, S. 92.

⁴ *Andreae Vesalii* Bruxelensis invictissimi Caroli V. imperatoris medici. De humani corporis fabrica Libri septem, Basel 1555, Lib. II, Cap. 2, S. 261.

⁵ *Falloppio* widmete in seinen *Observationes anatomicae* (zuerst erschienen Venedig 1561) diesem Gebiet bereits ein größeres Interesse. Weit eingehender beschäftigt er sich in einer größeren Arbeit, die nach seinem Tode *Volcher Coiter* (1534–1590) unter dem Titel „*Lectiones de partibus similaribus et selectorum explicationes*“ erstmalig 1575 in Nürnberg herausgab, mit den Geweben des Körpers. Im folgenden werden beide Arbeiten nach *G. Falloppio*: Opera omnia. Frankfurt a. M. 1606, Tome I, S. 354 ff. bzw. Tome II, S. 96–156 zitiert.

hebt hervor, daß die von *Aristoteles* überkommene Bezeichnung *partes simplices* für die Gewebe (in unserem Sinne) nicht zutreffend ist, da diese ja bereits aus Fasern zusammengesetzt sind ¹. Zur Unterscheidung von dem Zusammentreten verschiedenartiger Gewebe zu Organen, der „mixtio“, bezeichnet er den Aufbau der Gewebe aus Fasern als „compositio“, da es sich um der Substanz nach gleichartige Formelemente handelt ².

Besonders eingehend beschäftigt er sich mit der funktionellen Bedeutung der Fasern, die, wie er hervorhebt, eine dreifache Aufgabe im Körper zu erfüllen haben. Sie dienen der *Bewegung*, der Gewährleistung der *Passage* und der Bildung von *Geweben*, d. h. der Verknüpfung von Faserzügen in verschiedener Richtung.

Ein Körperbestandteil ³ kann sich nur dann partiell oder total bewegen, wenn er Fasern enthält. Die Hand bewegt sich, weil sie aus Muskeln besteht, diese aber, weil sie aus Fasern zusammengesetzt sind.

Die Art der Bewegungsfähigkeit der Organe wird durch die Fasern bestimmt, wobei *Falloppio* eine willkürliche, eine unwillkürliche und eine gemischte Bewegung unterscheidet. Träger der willkürlichen Bewegungsfähigkeit ist die Fleischfaser, *fibra carnea* oder *carnosa*, Träger der unwillkürlichen die fleischlose Faser, die als *nervig* oder *knorpelig* bezeichnet wird und vor allem in der Arterie vorkommt ⁴. Der Magen-Darmtractus, die Blasen, vor allem Gallen- und Harnblase, haben keine ausgesprochen willkürliche, aber ebensowenig eine rein unwillkürliche Bewegung. Ihre Bewegungsform nimmt eine Mittelstellung zwischen beiden ein ⁵. Dieser Mittelstellung entspricht das Vorkommen beider Faseranteile.

Die *zweite Aufgabe* ist die Aufrechterhaltung der *Passage*, denn die Richtung der Faserzüge bestimmt den Verlauf der Poren und Kanäle, an den die geordnete Bewegung des Nahrungssaftes und des Pneuma

¹ Nicht alle einfachen Teile bestehen aus Fasern, so machen z. B. die Knochen eine Ausnahme. De part. sim., Opera omnia, Tom. II, S. 106.

² Der Nerv z. B. baut sich aus Nervenfasern auf, die sich nicht hinsichtlich ihrer materiellen Natur, sondern lediglich nach der Anordnung unterscheiden („quia fibrae non differunt natura sed tantum situ“). Seine Zusammensetzung stellt also eine „compositio“, nicht aber „mixtio“ dar. De part. sim., Tom. II. Tract. V, Cap. 2, S. 102.

³ *Falloppio*, Opera omnia, Tom. II (De part. simil.), Tract. V, Cap. 15.

⁴ „Addatis quod istae partes, quae moventur ratione fibrarum, aut moventur ratione voluntaria, aut naturaliter, aut medio modo: voluntarie moventur musculi ratione fibrarum carnosarum, unde omnes partes quae habent fibras carnosas, possunt voluntarie moveri: arteriae autem se ipsas movent naturaliter, cuius motus causa sunt fibrae sine carne, quia sunt cartilagosae et nervosae . . .“, Ebenda, S. 140. Ähnliche Ansichten vertrat später *Baglivi*. Vgl. unten S. 395 f.

⁵ „Aliae vero medio modo se movent, veluti intestina, ventriculus et vesica, in quibus non ita apparet motus voluntarius, sed est motus quidam mixtus.“ Ebenda, S. 140.

(Spiritus) gebunden ist. Durch die Konstruktion feiner Porengänge in der Arterienwandung z. B., gewährleistet durch den longitudinalen Faserverlauf in der äußeren Tunica, erwächst diesem Gewebe eine wichtige Aufgabe beim Kreislauf der Spiritus, insofern dieselben, wie *Falloppio* ausdrücklich hervorhebt, den Weg nicht durch das *Lumen* der Arterie selbst, sondern durch diese feinen Poren bis zum Ende der Arterie nehmen¹. Ähnlich ist es in den Nerven, die nur aus längsverlaufenden Fasern bestehen².

Die dritte Aufgabe der Faser ist die Bildung eines Gewebes. Wenn die Natur nämlich einen Körperteil formen will, der sich über eine größere Dimension erstrecken soll, fertigt sie ihn als Gewebe, d. h. als eine Verknüpfung von Fasern, die in verschiedener Richtung verlaufen, um einen festeren Zusammenhalt zu gewährleisten und ein Einreißen oder Auseinanderweichen zu verhindern³. Wenn die Arterie z. B. nur gerade verlaufende Fasern hätte, wäre eine Bewegung nicht möglich, weil ihre Wandung auseinanderweichen würde, da die Fibern keinen Halt hätten. Der Begriff des Gewebes als Faserflechtwerk gewinnt immer mehr an Bedeutung⁴. Zur Erhöhung der Festigkeit besteht die Arterie aus zwei Häuten. Die innere Haut formen nur querverlaufende Fasern, die ausschließlich zur Bewegung dienen, d. h. das Lumen verengern. Die äußere besteht aus längsverlaufenden Fasern, die gerade, der Spiritusleitung dienende Gänge zwischen sich lassen. Wie sich *Falloppio* den Aufbau der Organe nach diesen Prinzipien denkt, erläutert er in seinen *Observationes*⁵, wobei wir hier nur als Beispiel den Gewebebau des Magens kurz skizzieren wollen.

Die Wandung des *Magens* besteht aus zwei eigenen Häuten und einer dritten, die vom Peritoneum ausgeht. Die innere Schicht besteht aus-

¹ „... habent autem talem usum pro transmissione, ut cor posset tran(s)fundero suos spiritus per universam arteriam, usque ad finem arteriae non per cavitatem sed per propriam substantiam: Ideo secunda tunica habet meatus rectos, ut reciperent influxum a corde.“ Ebenda, S. 141.

² „Requiritur enim ad transmissionem rectitudo meatuum et fibrarum atque ordo; exemplo sint nervi, qui habent fibras, in quibus quia adsunt meatus recti, ideo adsunt necessario fibrae rectae.“ Ebenda, S. 140.

„Cavitates nervorum sunt insensibiles ... quia ea soliditate praediti sunt, ut poros habeant, quia nullum est corpus mixtum, quod non habet poros.“

³ „Tertius usus fibrarum est ratione texturae: quando enim natura voluit formare partem aliquam, quae posset undique extendi per dimensiones, ut compositio esset valida ne disrumperetur et laceraretur, fecit ut textura ista constaret omnibus generibus fibrarum.“ Ebenda, S. 140.

⁴ So bilden die Membranen z. B. ein sehr weiches und zartes Gewebe (tenuitate, mollitie atque densitate telae araneae similium), dem Spinnwebgewebe ähnlich. Sie haben die Aufgabe, eine lockere Verbindung unter den Organen herzustellen, haben somit die Funktion der Füllsubstanz und entsprechen im wesentlichen dem Zellgewebe im Sinne *Hallers* oder dem lockeren Bindegewebe in unserem Sinne (vgl. *Falloppio*, a. a. O., Tom. II, S. 126).

⁵ *Falloppio*: *Observationes anatomicae, Opera omnia*, Tom. I, S. 409f.

schließlich aus Nervenfasern, die gerade, schräg und quer verlaufen. In ihr befinden sich die Gefäße, die hier enden¹. Die Gewebestruktur wird hier nicht ohne Distraktion sichtbar, wie in anderen Nerven und Membranen, da die Fasern eng aneinander liegen, wodurch eine größere Dichtigkeit und Festigkeit erreicht wird². Die innere Oberfläche (*crusta villosa*) enthält gerade verlaufende Fibern, die frei im Lumen enden³. Durch diese Faseranordnung werden feine Gänge gebildet, die für die Nahrungsaufnahme von Bedeutung sind. Teleologische Betrachtungen nehmen einen großen Raum in seiner Untersuchung ein. Hierbei setzt er die Magenoberfläche mit der der Zunge in Beziehung, bei letzterer ist die Bedeutung der Rauheit, Speisen und Flüssigkeiten besser fassen zu können⁴, besonders klar ersichtlich. Er vergleicht das Gebilde der inneren Haut mit einem Schwamm⁵. Die äußere Schicht des Magens (*tunica exterior*) besteht aus Fleischfasern⁶, die ausschließlich zur Bewegung dienen und Kontraktion und Extraktion bewirken, wobei die Richtung der Faserzüge bestimmend ist. Denn um die Bewegungen geordnet zu vollbringen, ist die Faseranordnung geschaffen; die Fasern sind nichts anderes als kleinste Teile einer Substanz, die in bestimmter Reihe und Ordnung zusammengefügt sind. Wenn nämlich das Organ zusammenziehende und ausdehnende Bewegungen in bestimmter Lage vollbringen soll, ist die Anordnung in Fasern notwendig. Auch muß das zur Bewegung dienende Pneuma geordnet zufließen können, was nur durch gerade Gänge, die durch die Faserstruktur bestimmt werden, gewährleistet ist. Diese Poren sind auch zur Pneumaleitung über größere Strecken notwendig⁷.

Bemerkenswert ist ferner, daß die *Niere*, die bisher als parenchymatöses Organ aufgefaßt wurde, als Gebilde aus Fasern erscheint. Der Bau ist typisch für einen fibrösen Körper. Er schließt es aus den von ihm gefundenen geraden Gängen⁸.

¹ „Interna ventriculi tunica tota nervosa est et per ipsam ducuntur vas atque in ipsa determinantur.“ Ebenda, S. 409.

² Die Zusammensetzung und der Aufbau der inneren Haut, vor allem ihrer Oberfläche, ist am Magen von Hund und Rind deutlich sichtbar, am menschlichen Magen jedoch nur, wenn dieser halb gekocht ist, erkennbar.

³ „Veluti in panno illo sericino vel bombycino patere potest, quem velutum vocamus.“ Ebenda, S. 409.

⁴ „Nam linguae superficies simili crusta vestitia est, quae quasi villis constat.“ Ebenda, S. 409.

⁵ „Tunica ista spongiosa veluti ac villosa apposita est.“ Ebenda, S. 410.

⁶ „Tota carnosa est pluribus fibris iisque carnis constans.“ Ebenda, S. 410.

⁷ „Hoc ita constituto patet pro ipsis spiritibus ordinatos requiri meatus, at ordinati meat(us) in aliquo corpore necessario efficiunt fibras.“ Ebenda, S. 411.
„Tertio ratione transmissionis . . . Quam ob rem ego colligam ad hoc ut facultas ad universas corporis movendi partes statim defluere possit necessario requiri, quod illud quam maxime fibrosum sit.“ Ebenda, S. 411.

⁸ Die von *Falloppio* angebahnten grundlegenden Untersuchungen über die Niere wurden von *Bartholom. Eustachio* (gest. 1574) in seiner Schrift: *De renum structura, officio et administratione*, Venedig 1563, wesentlich erweitert und ausgebaut.

Hieronymus Fabricius ab Aquapendente (1537—1619), der bedeutende Schüler *Falloppius*, interessiert sich in erster Linie für die *motorische* Faser¹; sie gilt ihm als Prototyp der Fasern schlechthin². Infolgedessen beschäftigt er sich besonders intensiv mit dem Aufbau und der Funktion des Muskels. Dabei finden sich Anklänge an die später von *Borelli* intensiv durchgeführten physikalisch-mathematischen Überlegungen³. Zum ersten Male erscheint im Muskel neben der Längsfaserung auch die Querfaserung. So wird ihm der Muskel zum Gewebe im eigentlichen Sinne des Wortes, wobei er den Weberfachaussdruck „Kette“ und „Schuß“ anwendet:

„... Si telam esset effectura: primo enim fibras carneas tamquam intentum stamen per longitudinem productas disponit, quod vulgo appellatur l'ordimento (entspricht dem Ausdruck ‚Kette‘): deinde per transversum tamquam subtegmen carnem apponit, fibras scilicet transversas, quae in tela vulgo trama (= ‚Schuß‘) dicitur“⁴.

An dem überkommenen Begriff vom Muskelfleisch (= Parenchym) als Ausschwemmung aus dem Blute hält er noch fest und faßt es als Polster (tomentum) für die Muskelfasern auf⁵.

III. Die Lehre von der Faser als Form und Funktionselement des Organismus im Zeitalter des Aufblühens der Physiologie.

Mit dem 17. Jahrhundert erfolgt der endgültige Durchbruch einer rein mechanistischen Biologie und Pathologie, der von einem bedeutenden Aufschwung der exakten physiologischen Forschung begleitet ist. Am wichtigsten wurde damals für die Medizin die Philosophie *René Descartes*'⁶ (1596—1650).

¹ *Hieronymi Fabricii ab Aquapendente, Opera omnia anatomica ac physiologica, Bernhadi Siegfried Albini editio, Lugd. Batav. 1738, De musculis, S. 383 f.*

² Das Muskelgerüst bilden die aus dem Samen entstandenen Sehnenfasern. Sie können in immer feinere Fäserchen zerteilt werden, welche die Grenze des Sichtbaren geradezu überschreiten: „In varias divisiones et fibras minutissimas, ac paene invisibiles in musculus findi et solvi observavimus, . . .“ *De musculi fabrica, S. 389.*

³ Vgl. ebenda: *De musculi utilitatibus, S. 418 f., Pars III* und die Abbildungen, durch welche die Funktion der Muskel nach dem Prinzip von Hebeln erklärt wird.

⁴ *H. Fabricii ab Aquapend; a. a. O., S. 392.*

⁵ Das Eingeweidefleisch enthält keine Fasern, sondern bildet lediglich Ausfüllungen zwischen den Gefäßen: „At caro viscerum alio modo videtur annecti. Etenim solum ad replenda vasorum spatia adhibetur, ut in jecore, pulmone, liene et renibus . . .“, ferner: „parenchyma ob id dicta, vasorum seu spatiorum secuta ordinem, fere sine ordine accedit“. (Ebenda, S. 392.)

⁶ *Renatus Descartes: De Homine, figuris et latinitate donatus a Florentio Schuyt etc., Lugd. Batav. 1662.* — Vgl. auch die spätere, besser illustrierte Ausgabe: *Renati Descartes Tractatus de Homine et de Formatione Foetus etc. Amsterdam 1677.* — Siehe auch *Paul Mony: Le Développement de la Physique Cartésienne. Paris 1934.*

Die Lehre von der Faser empfang von seiner Denkweise starke Anregung und Förderung ¹.

Descartes ließ die Faser aus Atomen zusammengesetzt sein und sich entsprechend seiner atomistischen Grundanschauung ergänzen. Der Ersatz erfolgt durch Anlagerung der von dem Körper aufgenommenen Korpuskeln in kongruente Grübchen ², die ihrerseits durch Abnutzung entstanden sind.

Die Faser bildet das Grundelement aller Körpergewebe ³, sogar des Gehirns ⁴, das also auch nicht mehr zu den parenchymatösen Organen gehört. Er läßt die Faser als Ausläufer der Gefäßwandungen vor allem der Arterien entstehen ⁵ und faßt auch die *feinsten Fasern als Hohlgebilde auf*, Vorstellungen, die für die Muskelbewegung und Nervenfunktion von Bedeutung sind. Durch die Leitung der hohlgedachten Nervenröhren (vgl. Abb. 2a) bewegen sich die Spiritusatome vom Gehirn zu den hohlgedachten Muskelfasern, blähen diese auf und bewirken dadurch die Muskelkontraktion ⁶. Man sieht schon daraus, daß ihm



Abb. 2a. Aus *R. Descartes: De homine, figuris et latinitate donatus a Flor. Schuyt, Lugd. Batav. 1662, S. 19. Fig. 7.* Darstellung eines Nerven (A). Die Tunica sive membrana exterior (Nervenscheide) bildet ein genügend weites Rohr, um mehrere kleinere Röhren (tubulos), Nervenfasern b, c, k, l in sich aufzunehmen.

¹ Die Grundlage des ganzen Körpers bildet die Erde. „Corpus autem statuum duntaxat machinamque quandam terrestrem esse suppono.“ *De homine* (1662), S. 1. *Descartes* betont hierbei eine Vorstellung, die Jahrtausende zurückreicht. Galt doch schon den Naturphilosophen der Antike die Erde als das Prinzip des Festen. Die biblische Vorstellung, daß der Leib aus Erde (Staub) besteht und wieder zu Erde wird, findet sich in den Schriften der Ärzte und Philosophen als Allgemeingut.

² Es handelt sich hier um eine Reminiszenz an die in der Atomistik *Demokrits* vertretene Lehre von der „Verfilzung“ der Atome nach ihrer Gestaltung. Vgl. *J. Schumacher, a. a. O., S. 143f.*

³ „Ad filamentorum quorundam radices, quae ex extremitatibus ramusculorum arteriarum egredientes componunt ossa, carnem, cutem, nervos, cerebrum, reliquaue membra solida secundum diversos modos, quibus coniunguntur, atque intextuntur.“ *Descartes: De homine, Ausg. 1662, S. 11.*

⁴ „Quod autem ad cerebrum attinet: non possis etiam quicquam rationi convenientius imaginari, quam ex pluribus filamentis diversimode contextis, illud compositum esse: quandoquidem omnis cutis, omnisque caro itidem ex fibris, filamentisque contextae conspiciuntur. Quod et in omnibus plantis animadvertimus.“ *Ebenda, S. 118f.*

⁵ Vgl. Anm. 3.

⁶ „Quorum etiam fibrae sic dispositae sunt, ut spiritibus introeuntibus, musculis intumescat, atque contrahatur . . .“ *De homine* (Ausg. 1662), S. 21; vgl. *Diepgen: Das physikalische Denken, Stuttgart 1939, S. 18.*

alles auf die Bewegung der Atome im Raum ankommt. Zwischen den Fasern, die die Gewebe aufbauen, verbleiben feine Poren und Gänge, durch welche die Bewegung der ernährenden Säfte erfolgt. Die Atome des ernährenden Blutes dringen durch die feinen Zwischenräume der Arterienwandung wie durch Siebe und bilden somit unzählige Rinnsale, die das Gewebe durchfließen. Sie alle entspringen aus den Arterien, gelangen längs den feinen Fäserchen durch alle Körperbestandteile und kommen schließlich an die Körperoberfläche. Es erscheint also auch hier die *Faser als Leitfaden der lebenswichtigen Atombewegung*. Nur solche Korpuskeln, die keine kongruenten Grübchen gefunden haben und deshalb überflüssig sind, gelangen schließlich durch die Poren der Haut nach außen. Während die Fasern beim jungen Menschen lockerer aneinander liegen und infolgedessen in ihren Zwischenräumen die Flüssigkeitsbewegung schnell und leicht vor sich gehen lassen, werden sie im Alter enger zusammengedrängt, und daraus folgt eine Verlangsamung der Bewegung¹.

IV. Die Faser als Funktionselement der Bewegung.

Mit den Fortschritten der Physiologie gewinnt neben der bisher im wesentlichen morphologischen Betrachtung die funktionelle Auffassung der Faser immer mehr an Bedeutung. Grundlegend wurden hierbei die Arbeiten des hervorragenden dänischen Arztes und Naturforschers *Niels Stensen*² (1638—1686).

Für die Entstehung der Faser³ nimmt er einen Kristallisationsprozeß der organischen Materie an⁴. Im Grunde ist er der gleiche, wie bei der Kristallbildung in der anorganischen Welt, denn es handelt

¹ „... in adolescentia, quia parva filamenta partes solidas componentia nondum sunt admodum arcte invicem conjuncta, rivulique per quos partes fluidae decurrunt satis lati sunt, istorum filamentorum motus minus tardus sit quam in senectute, ...“ *Descartes*, De formatione foetus in De homine, Aug. 1677, S. 210f.

² *Wilhelm Maar* hat die gesamten Arbeiten *Niels Stensens* in ausgezeichnete Weise neu herausgegeben: *Nicolai Stenonis Opera philosophica*, Vol. I u. II. Kopenhagen 1910; diese Ausgabe wurde im wesentlichen benutzt.

Über *Stensen* vgl.: Einleitung der *Maarschen* Ausgabe. — *Stenoniana* udgivet af *Vald. Meisen og Knud Larsen*, Kopenhagen, Bd. I. 1933. *M. K. Zahrtmann*. Oplysniger om *Niels Stensen* Historik middelser am København 1921. — *Gotfredsen, Edv.*: Der Däne *Niels Stensen*. Klin. Wschr. 1939 I, 474—477. *Peukers, Wilhelm*: Der Däne *Niels Stensen*. Freiburg 1884.

³ Diese Fragen behandelt er in der Schrift: „De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus“ (1669). Wiedergegeben in Ausgabe *Wilhelm Maar*, Kopenhagen 1910, Vol. II, Nr. XXVII, S. 181—227 (im folgenden benutzt); Faksimile-Ausgabe, herausgeg. von *Junk*, Berlin 1904. Deutsche Ausgabe, *Wolfgang Ostwald*, übers. v. *Karl Mieleitner* in *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften* Nr. 209. Leipzig 1923. — Vgl. Ausg. *Maar*, II, S. 193.

⁴ Vorstellungen dieser Art erhielten sich noch bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts, indem die Faser als die „Kristallisationsform der organischen Materie“ bezeichnet wurde, so unter anderem von *Reie*, siehe unten S. 431.

sich um eine Apposition der Atome durch Ausscheidung aus Flüssigkeiten. *Stensen* kennt seiner Korpuskulartheorie entsprechend einen Unterschied zwischen festen und flüssigen Körpern nur insofern, als die Bewegung der Atome in den festen Körpern langsamer und geschlossener vor sich geht.

Die Körper der unbelebten Welt wachsen durch Anlagerung der Atome von außen her (Appositionswachstum), wodurch Kristalle und Sedimente entstehen, die also aus der sog. äußeren Flüssigkeit abgeschieden werden¹. Im Organismus dagegen erfolgt die Hinzufügung neuer Atome durch Vermittlung der „inneren Flüssigkeiten“² (Intussusception), wobei Fasern oder Ausfüllungen der Zwischenräume zwischen ihnen entstehen:

„Quae particulae mediante interno fluido apponuntur solido, vel fibrarum figuram assumunt (dum partim in longitudinem extensae fibrillae diductis poris apponuntur, partim in fibrillarum interstitiis in novae fibrillae figuram a permeante fluido disponuntur) vel simplices repletiones constituunt, quibus duobus generibus partium plantae et animalia componuntur.“ *Ausg. Maar*, Vol. II, S. 193.

Das geeignete Objekt zum Studium der Faser war die Muskelfaser. So kommt *Stensen* zur besonders intensiven Beschäftigung mit dem Bau des Muskels und seiner Funktion, ein Problem, das seit *Harvey* mehr und mehr zum Zentralproblem der Lebenserscheinungen geworden war³. *Stensen* widmete ihm manche experimentelle Untersuchung. Er wendet sich gegen die Auffassung des Muskelfleisches als Parenchym

¹ *Stensen* beschrieb auch faserartige Gebilde in Spalten von Steinen, *Ausg. Maar*, II, S. 197f.

² Unter dem Begriff „innere Flüssigkeit“ versteht er solche, die mit der äußeren nicht in Verbindung steht, es sei denn durch Capillaren (intermedia capillarum vasorum II, S. 194). Zu der äußeren Körperoberfläche, die von äußeren Flüssigkeiten umspült wird, rechnet er auch solche Gebilde, die, wie wir sagen, mit Endothel ausgekleidet sind, die Luftröhre, den Magen-Darmtractus, die Blase und Harnröhre, den Uterus usw., a. a. O., II, S. 193. Die Flüssigkeiten, welche diese Körperoberflächen berühren, nennt er äußere. Als gewöhnliche „innere Flüssigkeiten“ bezeichnet er solche, die in Venen, Arterien und Lymphgefäßen enthalten sind, schließlich auch den *Nervensaft*, den er als zweite Art aufzählt. Über dessen Natur sagt er weiter nichts aus. „De altero fluido communi, quod substantia nervosa continetur, utpote primus cognito, nihil determino“, *Ausg. Maar*, Vol. II, S. 194. Gerade hierin kommt so recht *Stensens* geistige Einstellung zum Ausdruck. Er schweigt, während seine Zeitgenossen sich besonders bei dieser Frage in vage Spekulationen verlieren oder sogar ihr System aufbauen! Zur „besonderen inneren Flüssigkeit“ rechnet er unter anderem auch die Säfte, welche in dem bluterfüllten und nicht durchbluteten Parenchym vorkommen, und schließlich die, welche die motorischen Fasern umspülen, also die eigentliche Gewebsflüssigkeit. Bemerkenswert ist, daß er die *Muskelfaser an keiner Stelle als hohl oder safterfüllt bezeichnet*. „... aliud enim est in parenchymatis sanguineis, aliud in parenchymatis non sanguineis, aliud circa fibras motrices“. *Ausg. Maar*, Vol. II, S. 194.

³ Diese Frage untersuchte er in mehreren Schriften: *De musculis et glandulis observationum specimen* aus dem Jahre 1664, *Ausg. Maar*, Vol. I, Nr. XV, S. 161 bis 192; *Elementorum myologiae specimen seu musculi descriptio*, erschienen 1667 in Florenz, *Ausg. Maar*, Vol. II, Nr. XXII, S. 61—112; *Nova musculorum et cordis fabrica* (Leiden 1663), *Ausg. Maar*, Vol. I, Nr. XIV, S. 155f.

oder Polster. Der Muskel besteht nur aus Fasern¹. Die gröbere motorische Fiber² ist aus äußerst kleinen Fibrillen gebildet³. Er beschreibt, ähnlich wie *Fabricius ab Aquapendente*, querverlaufende Fibrillen, die von den Membranen (Muskelfascien) ausgehen. Da nicht anzunehmen ist, daß er bei seinen mit *Swammerdam*⁴ vorgenommenen mikroskopischen Untersuchungen schon die Querstreifung der Skelettmuskulatur, wie wir

sie heute kennen, hat sehen können, müssen wir annehmen, daß er interstitielle Bindegewebszüge beschrieb.

Das Muskelfleisch unterscheidet sich von der Sehne nur dadurch, daß die feinsten Fasern, die es zusammensetzen, einen lockeren Verband bilden, während sie in den Sehnen eng aneinander liegen. Damit war der vage Begriff des Parenchyms als etwas Ungeformten für ihn ebenso hinfällig, wie der ebenso unklare vom Blutpolster des Muskels (Tomentum).



Fig. 1.

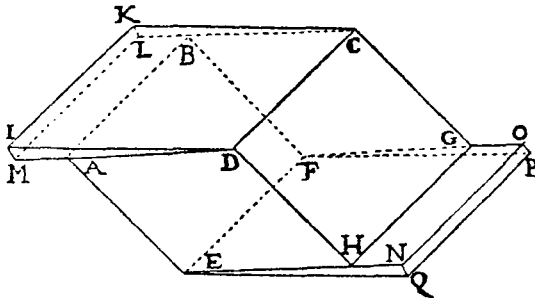


Fig. 2.

Abb. 3. Aus N. Stensen: Elementorum myologiae specimen etc., Ausg. Maar, Vol. II, S. 68. — Fig. 1. Theorie des Muskelbaues vor Stensen. — Fig. 2. Muskelbau nach Stensens geometrischer Theorie.

In seiner Schrift *Elementorum myologiae specimen* entwickelt er seine neue „geometrische Muskeltheorie“, die von *Haller* als einfachste Theorie der Bewegung bezeichnet wird⁵. Die schwierige Frage nach der großen Kraftentwicklung (Erklärung des Effektes) beantwortet er, indem er sie auf das Prinzip der parallelogrammartigen Faseranordnung zurückführt.

¹ „Caro non est parenchyma vel tomentum, sed eadem fibrillae, quae arcte sibi connexae tendinem componunt, laxius iunctae carnem constituunt. De musculis, Opera omnia I, S. 174.

² „Motricem eam appello, quod mihi videatur verum motus animalis organum.“ Element. myol. Ausg. Maar I, 69.

³ „Fibra motrix est minutissimarum fibrillarum sibi mutuo secundum longitudinem immediate iunctarum certa compages ...“ Ebenda, S. 69; 3.

⁴ *Swammerdam*, J.: *Biblia naturae* etc., accedit praefatio H. *Boerhaave* ... latinam versionem adscripsit H. D. *Gaubius*, Leiden 1738, Bd. II. — Siehe auch: *Opuscula selecta neederlandicorum de arte medica*, Amstelodami 1907, Vol. I, S. 82ff.

⁵ *Haller*, A. v.: *Elementa physiologiae* Bd. IV, Lausanne 1756, S. 549.

Die Fasern der fleischigen Mitte sind im Gegensatz zu der früheren Auffassung, nach der sie parallel verlaufen (vgl. Abb. 3, I und Abb. 4, I), in Parallelogrammen

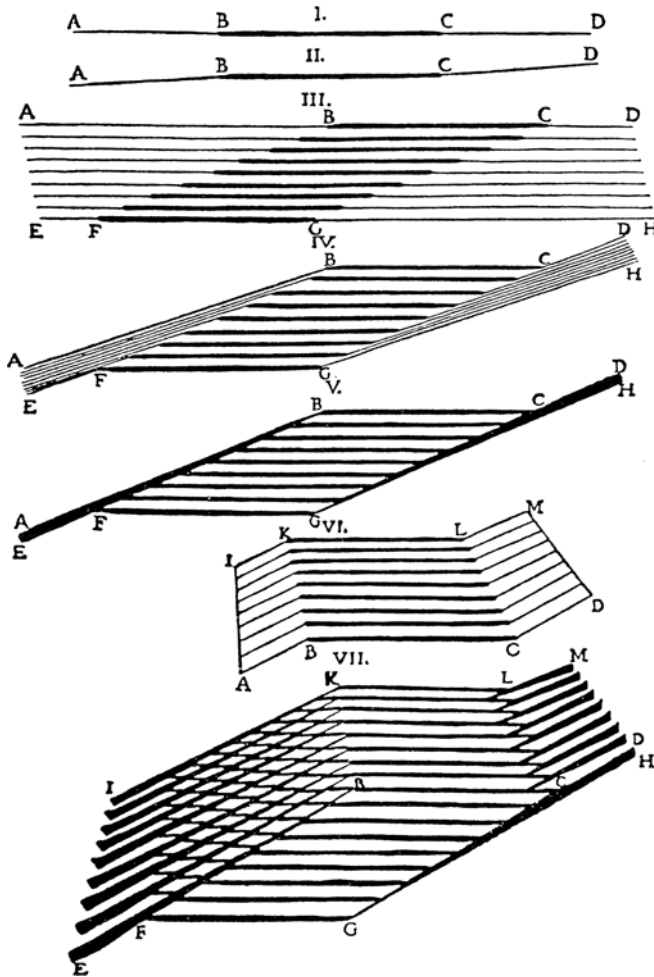
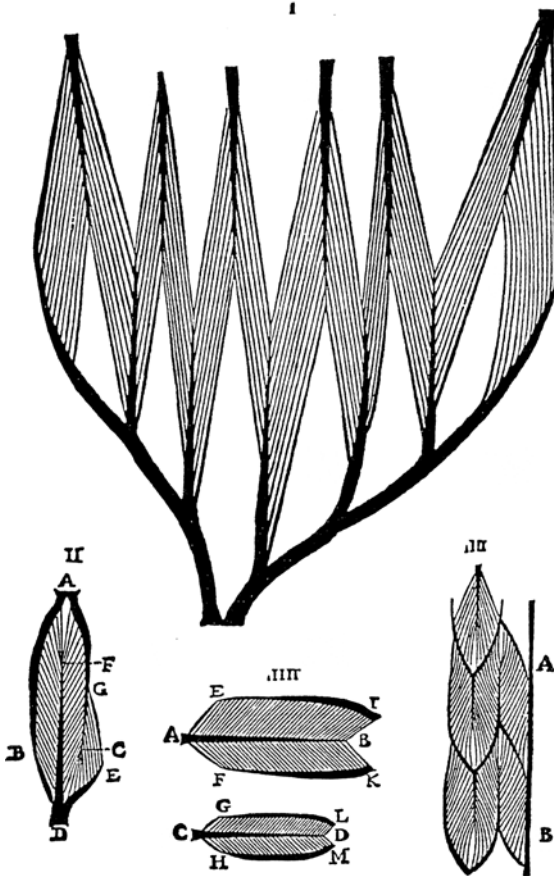


Abb. 4. Aus N. Stensen: *Elementorum myologiae*, Ausg. Maur, Vol. II, S. 107. Erklärung der Theorie vom *Aufbau des Muskels* nach geometrischen Prinzipien. — Fig. I. Einfache geradlinige „Fibra motrix“, *BC* fleischiger Teil, *AB, CD* Sehnen. — Fig. II. „Fibra motrix inflexa“, die Sehnen bilden Winkel. — Fig. III. Schematisierte Ausgangsform, die 9 Fasern sind so angeordnet, daß die fleischigen Anteile ein Parallelogramm bilden. — Fig. IV. Dieselben Fasern mit eingewinkelten sehnigen Enden, die in Fig. V fest verbunden die Sehnen bilden, *BCEG* „parallelogrammum carneum“, *ABFE* und *HGCD* die zwei „trapezia tendinea“; zwischen den fleischigen Anteilen Zwischenräume. — Fig. VI. Ansicht von oben (Perspektive), in verkleinertem Maßstabe, gibt bessere räumliche Vorstellung; diese Anordnung bezeichnet Stensen als „Versus“. *BCLK* „rectangulum carniū“, *ABKI* und *LCDM* „rectangula tendinea“. — Fig. VII. Muskel als Ganzes, bestehend aus 9 parallel geschalteten „Ordines“.

angeordnet (vgl. Abb. 3, II und Abb. 4, II—VII). Die Fasern der Sehne bilden nicht, wie man bisher annahm, eine geradlinige Fortsetzung der Fasern des Muskelbauches

(vgl. Abb. 4, I), sondern setzen in Winkeln an (vgl. Abb. 4, II). Dabei sind die eigentlichen motorischen Fasern so angeordnet, daß sie untereinander ein Parallelogramm bilden (Abb. 4, III B, C, F, G). Die Sehnen sind in einem spitz zulaufenden

TABVLA III.



Bündel keilförmig (trapezia tendinea) zusammengefaßt (vgl. Abb. 3, II und Abb. 4, IV A, E, B und D, H, G) ¹.

Die Fig. VII (Abb. 4) gibt eine schematische Darstellung des Muskelkörpers als Ganzes, der aus mehreren nebeneinander gelagerten Parallelogrammen besteht. So wird für *Stensen* die Morphologie der Muskelfaser zur Grundlage ihrer physiologischen Wirkung, ein mechanistischer Vorläufer der später von *Haller* ins Biologische übertragenen Ableitung der Funktion von der Struktur.

Als Beispiel, wie sich *Stensen* diese Aufbauarbeit im konkreten Falle vorstellt, bringen wir seine schematische Darstellung des Musculus deltoides (vgl. Abb. 5) ².

Die gleiche Grundauffassung, wie er sie über die Skelettmuskulatur entwickelt, setzt

Abb. 5. Aus N. *Stensen*: Elementorum myologiae, Ausg. *Maar*, Vol. II, S. 111, Tab. III. — Fig. 1. Darstellung des Faserbaues im Musculus deltoides. — Fig. 2. Musculus masseter. — Fig. 3 und 4. Muskeln von Fischen und Crustaceen zeigen das gleiche Aufbauprinzip.

¹ „Fibrarum motricium collectionem ita confirmatam, ut mediae carnes parallelepipedum obliquangulum constituent, tendines vero oppositi duo prismata tetragona componant.“ Elementorum myolog., Ausg. *Maar*, Vol. II, S. 68.

² Die Anordnung der Faser- und Muskelgruppen stellt ein kompliziertes Werk dar. Die einzelnen Faserzüge sind dabei so miteinander verbunden, daß sie bei der Bewegung zusammenarbeiten: „duodecim simplices numerantur musculi, eo modo singuli inter se uniti et compositi, quo in bicipiti manus binos simplices inter se unitos“. Ausg. *Maar*, Vol. II, S. 88.

Stensen schon im Jahre 1663 in einem Brief an *Th. Bartholinus* für den Herzmuskel auseinander. Er wendet sich gegen die Anschauung *Vesals*, die von der *Galens* nicht wesentlich abwich, daß das Herz verschieden wirkende gerade, schräge und querverlaufende Fasern enthält. Nach seiner Ansicht besteht die Herzmuskulatur trotz der verschiedenen Richtungen im Conus und der verschiedenen Windungen und Achterzüge aus Muskelfasern, die nach dem gleichen Prinzip wie die der Skelettmuskulatur verlaufen¹, aus gleichmäßig nach dem Parallelogramm der Kräfte angeordneten Fasern. Durch die Theorie von der parallelogrammartigen Anordnung der Skelet- und Herzmuskulatur erklärte *Stensen* die richtige Beobachtung, daß das Gesamtvolumen des Muskels sich bei der Kontraktion nicht ändert, lediglich eine Verkürzung bei gleichzeitiger Breitenzunahme erfolgt². Es war insofern eine Tat, als damals noch allgemein die Vorstellung von der Aufblähung der hohlgedachten Muskelfiber durch die Spiritus akzeptiert war, wobei man sich vorstellte, der Muskel würde im ganzen an Volumen zunehmen. Dem Nervenspiritibus spricht *Stensen* lediglich eine auslösende Wirkung zu.

Abgesehen von der Muskulatur hat sich *Stensen* natürlich auch mit der Faser als Bestandteil anderer Körpergebilde beschäftigt.

Im Oesophagus nahm er spiralförmig verlaufende Fasern an³. *Gotfredsen*⁴ übersetzt sie als „gekreuzt“, doch sind sie von *Stensen* als spiralförmig gekennzeichnet.

Die *Knochen*, die er mit Petrefakten vergleicht, werden im Laufe der Fötaientwicklung aus einer ursprünglich homogenen Substanz durch den Kristallisationsprozeß zu faserigen Gebilden. Schließlich versteinern sie und nehmen die feste Konsistenz an⁵. Aus dieser sehnigen Genese des Knochens wurde für ihn die Verbindung zwischen Knochen und Sehnenfaser besonders innig und fest. Auch in dieser Hinsicht kann man einen Fortschritt gegenüber der älteren Auffassung von dem Knochen als ungeformter Substanz sehen⁶.

Bald nach *Stensens* grundlegenden Arbeiten erschien *R. Lower* (1631—1691) klassischer Traktat über das Herz⁷, der die Lehre *Harveys*

¹ Ausg. *Maar*, Vol. I, S. 158f.

² Element. myol., Ausg. *Maar*, Vol. II, S. 100.

³ „Oesophagus in quibusdam, quibus contextitur, fibras multas licet possideat, spirales omnes ad duo tamen genera commode illas reduceris, duas nempe cochleas, quae, ubi contrario ductu sibi occurrunt.“ De musculis et glandulis, Ausg. *Maar*, Vol. I, S. 174.

⁴ *Gotfredsen*, E. a. a. O., S. 474.

⁵ „Cum omnia fere ossa in embryone tendines fuerint, et ipsae fibrae osseae maximam partem tendines sint, vel in os indurati vel osseis particulis circumsepti . . .“ Element. myol., Vol. II, S. 99.

⁶ Diese Anschauungen wurden im Anschluß an *Aristoteles* bis ins 17. Jahrhundert hinein vertreten, so unter anderen auch von *Falloppio*.

⁷ *Lower*, Richard: Tractatus de corde. Amsterdam 1669.

ergänzte und sich mit der Frage der Herzmuskelbewegung beschäftigte, daneben auch die Bewegung des Skelettmuskels behandelte. Wie *Stensen* kennt er keinen Unterschied in den Prinzipien der Bewegung im Bereich der Herz- und Skelettmuskulatur. Auch er führt die Tätigkeit und besonders

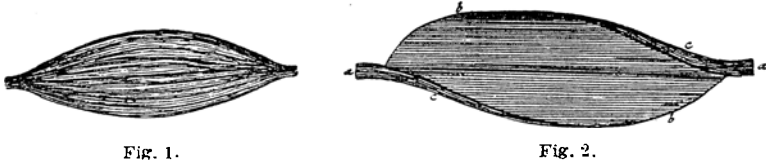


Abb. 6. Aus *It. Lower: Tractatus de corde*, Amsterdamm 1669. Tab. 3. Erklärung des Muskelbaues. Fig. 1 alte Vorstellung. Fig. 2 Bau des einfachsten Muskels nach *Lower*, *aa* Sehnen, *bb* die beiden Muskelbäuche, aus denen der einfache gerade Muskel besteht.

die Kraftentwicklung auf die architektonische Anordnung der Muskelfasern zurück. Er teilt sich daher mit *Stensen* in das Verdienst, die Vergrößerung des Volumens der Muskulatur bei der Kontraktion als einer



Abb. 6a. Durch den Vergleich mit zwei ineinandergreifenden Händen erläutert *Lower* Bau und Wirkung des einfachsten Muskels.

der ersten abgelehnt zu haben. Die Substanz des Muskels wird im Gegenteil enger, fester und härter¹. Auch die chemiastriische Theorie, wie sie besonders von *Borelli* und in noch ausgeprägterer Form von *Willis* vertreten wurde, nach der durch das Aufeinandertreffen von Nervenspiritus und Blutpartikeln die hohl gedachten Fibern ausgedehnt werden und der Muskel als Ganzes bei der Kontrak-

tion an Volumen zunimmt, wird von ihm mit der Begründung verworfen, daß ein solches Aufeinandertreffen sich so widerstrebender Stoffe in der natürlichen Harmonie des Körpers nicht denkbar wäre². Auch könnte die Seele diesen Vorgang nicht willkürlich steuern. Nach seiner Ansicht bestehen alle Muskeln aus zwei Bäuchen (vgl. Abb. 6, Fig. 2), auch wenn sie nach außen einfach und einheitlich erscheinen³. Die ältere

¹ Ebenda, S. 81.

² Ebenda, S. 82: „Certe vix credibile est, res adeo diversas saltem in corpore bene constituto existere, aut invicem committi . . .“

³ „Simpliciore musculi recti motu tanquam reliquorum omnium norma ordiemur,“ ebenda, S. 49 und ferner: „Motumque cum reliquis musculis omnino similem sortiri“ (S. 79).

Anatomie hätte diese Bauart nur für einen Muskel, den *Musculus biventer* (*digastricus*) angenommen. Nach *Lower* verlaufen dagegen bei jedem Muskel die fleischigen Fibern von zwei verschiedenen Ursprüngen zu zwei verschiedenen Sehnen. Er vergleicht den Vorgang der Muskelkontraktion mit der Kraftentfaltung in zwei Händen, die miteinander verhakt sind und sich bemühen, das Ineinanderfassen möglichst kraftvoll zu gestalten¹ (vgl. Abb. 6a).

Lower ist unverkennbar durch *Stensen* beeinflusst, was auch aus der Auswahl der Abbildungen und Beispiele ersichtlich ist. Wie *Stensen*



Abb. 7. Aus *R. Lower*: *Tractatus de corde*, Tafel 4. — Fig. 1. Faserarchitektur des *Musculus deltoideus*, *aa* Pars tendinosa superior, *bb* Pars tendinosa inferior. *cc* und *dd* zeigen die in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Muskelgruppen nach dem Prinzip des *Musculus biventer* (*digastricus*).

wählt er z. B. auch den *Musculus deltoideus*, um das Prinzip des Aufbaues an einem komplizierten Muskel zu erklären (vgl. Abb. 7).

Borelli.

Bei *Alphonso Borelli* (1608—1679), dem hervorragenden Förderer der Physiologie des Bewegungsapparates, dessen Lebenswerk postum 1680 erschienen war², wird der Begriff der Faser vom Standpunkt der Bewegungsmechanik eingehend behandelt. Das feinste Muskelement ist ein unendlich feines Fäserchen. Dieses feinste Fäserchen bildet zunächst die Wand von äußerst feinen Bläschen. Diese Bläschen schließen sich ihrerseits zu Ketten zusammen³ und bilden dadurch die feinste Muskelfaser (vgl. Abb. 8—10).

¹ „Adeo ut motus omnis muscularis non aliter perfici videatur, quam ubi duo homines accepta invicem dextra in mutuum amplexum sese arcte et propius attrahunt“. Ebenda, S. 80.

² *Borelli, Joh. Alphonsi*: *De motu animalium*, Lugd. Batav. 1685.

³ „Subtilissima fila, seu fibras musculorum, esse seriem machinularum formam porosa, seu rhomboidali similem catenae, ex rhombis filaribus compositae.“ *De motu animal.*, Pars I, S. 153.

Die Kontraktion kommt dadurch zustande, daß die Bläschen durch die zufließenden Nervenspiritus ausgedehnt werden. Diese Ausdehnung

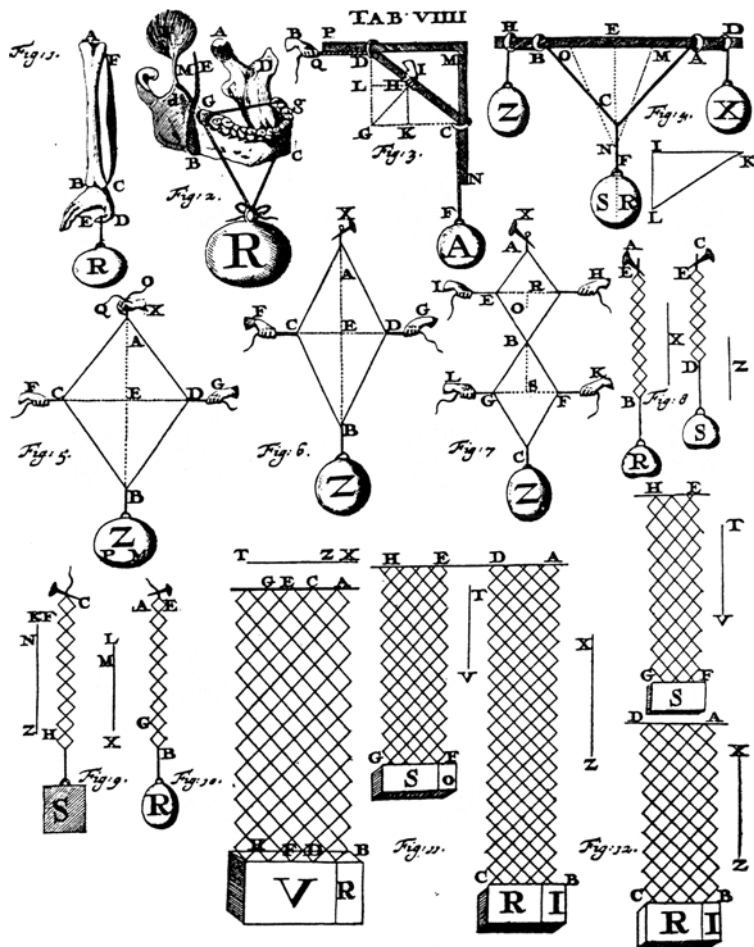


Abb. 8. Aus A. Borelli: De motu animalium (1685), Tafel 8, Fig. 1—4. Hebelgesetze in der Mechanik der tierischen Bewegung. Fig. 5—12 erläutern die Feinarchitektur der motorischen Faser. Fig. 5 großer Rhombus, zeigt die Mechanik der Verkürzung durch die Kräfte *F* und *G* in den Punkten *C* und *D*. Fig. 8—10 Bau einer Muskelfaser nach dem Prinzip der Rautenkette. Fig. 11 und 12 Bau und Wirkung eines Faserbündels (Schema).

erfolgt durch einen „Fermentationsprozeß“, ein Aufbrausen zwischen Nervenspiritus und Blutpartikeln¹. Hier ist Borelli ganz Iatrochemiker,

¹ „Ex affusione succi nervei intra sanguinem calentem necessario subsequi debet fervor et ebullitio.“ De mot. anim., Lib. II, S. 47 (propos. 27). — „Modus vero mechanicus, quo talis ebullitio et effervescentia perficitur, non est diversus ab eis, qui per vulgarem fermentationem fiunt.“ Ebenda, S. 47.

im übrigen aber denkt er ausgesprochen mathematisch-mechanisch. Die Bläschendehnung betrachtet er unter dem Bilde der geometrischen Raute, wie aus der Abb. 8 deutlich ersichtlich ist, um sie mathematisch klarer erfassen zu können¹.

Auch für den Nerven bilden die Fäserchen das Bauelement². Die gröbere Nervenfaser ist für ihn nicht ein Rohr, wie *Descartes* annahm, aber auch nicht solide, wie *Falloppio* glaubte, sondern zeigt im Innern eine schwammartige Struktur³, die *Borelli* mit dem Holundermark vergleicht⁴. Diesem Aufbau entspricht eine verschiedene Funktion. In den Zwischenräumen zwischen den längsverlaufenden Fäserchen bewegt sich das, was *Borelli* als „Succus nervus nutritivus“ bezeichnet, worunter er den zur Ernährung bestimmten Saft versteht. In dem schwammartigen „Mark“ erfolgt die Leitung des Trägers der spezifischen Nervenfunktion (Succus nervus spirituosus), den er wegen seiner flüchtigen Beschaffenheit mit dem Weingeist vergleicht: „... talis humor spirituosus non sit flatus, aut aer, sed habeat consistentiam liquidam qualis est spiritus vini“⁵. Er hat, wie bereits gesagt, bei den Vorgängen der Muskelkontraktion aktiven Anteil.

Die chemiastischen Vorstellungen vom Zustandekommen der Muskelkontraktionen haben ihren Vorläufer in *Thomas Willis* (1621—1675), auf dessen wichtige Beiträge zur Lehre von der Faser als Aufbauelement des Körpers und seiner Organe wir später zurückkommen. Seine Lehre von der Muskelbewegung, die man am besten als *Explosionstheorie* bezeichnen kann, finden wir in den Arbeiten aus den Jahren 1664 und 1670 entwickelt⁶. In Anlehnung an *N. Stensen*, der gezeigt hatte, daß nach der Unterbindung der Aorta descendens die Muskeln der unteren Extremitäten ihre Funktion verlieren, nach Lockerung derselben aber wiedererlangen („Stenonianischer Versuch“), schreibt er dem Blute eine wichtige aktive Rolle bei der Muskelkontraktion zu⁷. Sie ergibt sich unter anderem daraus, daß die Blutversorgung des Muskels zu reichlich ist, als daß es nur der Ernährung dienen könnte. Den zweiten Faktor bei der Kon-

¹ „Ergo necesse est, ut machinulae, seu vesiculae inflatae unius fibrae, sint contiguae aliis machinulis, simili modo contractis et ideo texturam conficiant, similem reticulato fasciculo ex machinulis rhomboidalibus composito.“ Ebenda, Pars I, S. 154 (propos. 116) (vgl. Abb. 8, Fig. 10 und 11).

² „Fasciculi nervei constant ex filis, seu fibris aequae longis, ac sunt ipsi nervi.“ Ebenda, Pars II, S. 240 (propos. 161).

³ „Igitur eodem modo fibrarum nervearum tubuli, habentes medullam spongiosam, saturari possunt usque ad turgentiam a succo spirituosus cerebri.“ Ebenda, Pars II, S. 234 (propos. 157).

⁴ Ebenda, S. 234.

⁵ De motu animalium, Pars II, Cap. XI, S. 230.

⁶ Dabei sind folgende besonders wichtig: Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus, London 1664, in Opera omnia Amsterdam 1682, S. 65—68; De motu musculari, Opera omnia, S. 27—41.

⁷ De motu musculari, S. 31.

traktion bilden die Spiritus. Durch ihr Zusammenprallen mit den Blutpartikelchen erfolgen feinste Explosionen, die er mit denen des Schießpulvers vergleicht¹. Im einzelnen vollzieht sich der Vorgang folgendermaßen². Die Leitung der Nervenspiritus geht aus dem den Muskel versorgenden Nerv in querverlaufende membranöse Fibrillen über, die von der Fascie ausgehen. Von ihnen gelangen die Spiritus in die Sehnen³, deren hohlgedachte Fasern „Vorratskammern“ für die Spiritus darstellen. Bei dem durch den Willen bestimmten Zufluß der Nervenspiritus, welcher hier die Rolle des auslösenden Faktors (um bei seinem Vergleich der Feuerwaffe zu bleiben, des Schlagbolzens am Gewehr) spielt, zu den Muskeln erfolgt auch ein gewaltiger Zustrom aus den Vorratskammern der Sehnenfasern in die hohlen motorischen Fibern, in denen durch das Zusammentreffen der Spiritus mit den Blutpartikeln eine heftige Explosion erfolgt. Hierdurch wird die Muskelfaser ausgedehnt und zur Kontraktion gebracht. Nach erfolgter Kontraktion kehren die unverbrauchten Spirituspartikel in die Sehne zurück, um dort bis zur nächsten zu verbleiben. Die Muskelfasern selbst aber erschlaffen (*rugatione laxatae*). Darin, daß jeder Muskel zwei Sehnen hat, sieht *Willis* folgenden Sinn: die Auffüllung mit hervorfliessendem Nervenspiritus kann von beiden Seiten gleichzeitig und gleichmäßig erfolgen. Daß das Zusammentreffen von Spiritus und Blutteilchen für die Kontraktion notwendig ist, andererseits aber auch die Spiritus aus den Sehnen hervorstürmen, schloß er aus einem Versuch, bei dem er ein Muskelfaserbündel von zwei Seiten unterband und feststellte, daß das zwischen den Ligaturen liegende Stück von der Bewegung ausgeschaltet war. Die Querfasern (*fibrae membranaceae*) haben neben der besagten Spiritusleitung zu den Sehnen auch noch die Aufgabe, für die Gleichmäßigkeit der Kontraktion Sorge zu tragen. Sie übermitteln den Anreiz zur Auslösung der Bewegung (*motus obeundi instinctum communicant*)⁴. Man könnte das mit der Rolle der Nervenbahnen vergleichen, die nach moderner Auffassung die Koordination der Muskelbewegung gewährleisten.

Durch diese Explosionstheorie unternahm *Willis* den Versuch, die Schwierigkeiten zu überwinden, die sich der Erklärung der Tatsache entgegenstellen, daß ein so unmerklicher Faktor, wie die durch den Nerv übermittelte Willensäußerung, eine so gewaltige Kraftentfaltung zur Folge hat (*Effektbegriff*). Ohne die Annahme der Explosionswirkung — so hebt er hervor — kann man das nicht erklären, kann Ursache und Wirkung nicht in Einklang gebracht werden.

¹ „Ita ut eorum impetus forti connixu excitatus, pulveris Pyrii explosioni similis videatur . . .“ *De cerebri anat.*, S. 66.

² Vgl. *De motu musculari*, S. 30f.

³ „Tum spirituum influorum copias a nervo exceptas ad tendines deferunt.“ *Ebenda*, S. 30.

⁴ Vgl. *De motu musculari*, S. 30f.

Der Nachteil seiner Theorie war der, von dem fruchtbaren Gedanken *Stensens*, die kontraktive Kraft des Muskels in seiner Struktur allein begründet zu sehen, abgelenkt zu haben.

V. Die Lehre von der Faser in der Zeit der beginnenden Mikroskopie.

Es ist verständlich, daß mit der Erfindung des Mikroskops¹ und seiner Verwendung als Forschungsinstrument ein neues wichtiges Moment in die Lehre von der Faser und ihrer Rolle für die Struktur der Gewebe hineinkam. Auf der anderen Seite standen manche Forscher, wie *Kerckring*², dem neuen Instrument ablehnend gegenüber. Man konnte auch bei der schwachen Leistungsfähigkeit der Vergrößerungsgläser und der unzureichenden mikroskopischen Präpariertechnik nicht zu viel erwarten, obwohl im Rahmen der Zeit Bewunderungswürdiges geleistet wurde³.

Am leichtesten waren die Schwierigkeiten bei der *Pflanze* zu überwinden. Infolge der *derberen Cellulosemembran* und der im Verhältnis zu den tierischen Geweben *gröberen Strukturverhältnisse* wird die Pflanze jetzt ein wichtiges Objekt beim Studium der *Faser*. Bezeichnend hierfür sind die einschlägigen Arbeiten von *Marcello Malpighi* und *Nehemiah Grew*, die beide Ärzte waren und von denen der erstere auch zu den Begründern der Mikroskopie des tierischen Körpers gehört.

Die mikroskopischen Arbeiten *Marcello Malpighis* (1626—1694) begannen etwa 1657. Er betont in seiner *Idea plantarum*⁴, dem Grundriß seiner späteren Arbeit⁵ über dieses Gebiet, daß die Untersuchung des Pflanzenbaues ein leichteres Eindringen in die feineren Strukturen des komplizierteren tierischen Gewebes⁶ ermögliche. Worauf es ihm beim

¹ Aus der Fülle der Literatur seien nur folgende Werke hervorgehoben: *Harting, P.*: Das Mikroskop. Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben; deutsche Ausg., herausgeg. von *Fr. Wilhelm Theile*, 1. Aufl. Braunschweig 1859, 2. Aufl. 1866. — *Petri, R. J.*: Das Mikroskop. Berlin 1896. — *Clay, Reginald and Thomas Court*: The history of the microscope compiled from original instruments and documents, up to the introduction of the achromatic microscope. London 1932.

² *Theodorus Kerckringii*: Spicilegium anatomicum, continens observationum Anatomicarum rariorum centuriam unam etc. Amstelodami 1670. S. 177: Per microscopia incertum in Anatomia iudicium.

³ Ein Beweis, in welche Einzelheiten die mikroskopische Forschung einführte, ist die Tatsache, daß *Borelli* auf Grund mikroskopischer Untersuchungen des Gerinnungsvorganges (vgl. *De motu animalium* (1685), Pars II, S. 193) die irrtümliche Interpretation des Begriffes *lyes* bei *Aristoteles* (vgl. oben S. 340) durch spätere Autoren widerlegte, die das Wort *lyes* statt als *Faserstoff*, wie es wahrscheinlich gemeint war, als „Faser“ im eigentlichen Sinne auffaßten, als ob das Blut präformierte und nicht erst bei der Gerinnung entstehende Fasern enthielte.

⁴ *Marcelli Malpighii*: Anatomes Plantarum Idea (Nov. 1671), in *Opera omnia seu Thesaurus locupletissimus Botanico-Medico-Anatomicus etc.*, Lugd. Batav. 1687, Tom. I.

⁵ *Marcelli Malpighii*: Anatomie plantarum in *Opera omnia*, Tom. I.

⁶ *Idea*, S. 1.

Pflanzenbau in erster Linie ankommt, ist die Faser (*fibra seu fistula*)¹. Ihr fällt sowohl in struktureller wie funktioneller Hinsicht die Hauptaufgabe zu. In den verschiedensten Pflanzenbestandteilen, dem Holz, der Rinde, dem Splint u. a. unterscheidet er als wesentliches Aufbau-element teils hohle, teils solide Fasern, die in der Hauptsache *längs* verlaufen. Die soliden Fasern, die vor allem im Holz vorkommen, sind ursprünglich hohl und erst später obliteriert.

In den Hohlfasern vollzieht sich die lebenswichtige Saftbewegung der Pflanze; sie machen aus dem Pflanzenkörper eine physiologische Einheit. Da der Saft in ihnen große Höhen zu überwinden hat, sind sie mit Klappen ausgestattet².

Neben diesen Hohlfasern gibt es von vornherein bandartige solide Fasern, welche die Wände der luftführenden Spiralgefäße bilden. Sie stellen, wie sich beim Auseinanderziehen ergibt, ein zartes Band von fast silberglänzender Farbe und geringer Breite dar, welches, spiralig aufgerollt, mit den äußeren Rändern zusammenhängend eine Röhre bildet (vgl. Abb. 9)³. Es handelt sich also um eine der modernen Mannesmannröhre ähnliche Form! In bestimmten Pflanzenteilen, z. B. in der Rinde, sind die Fasern nach Art eines Gewebes *netzförmig* miteinander verflochten⁴.

Neben diesen in der Hauptsache vertikal gerichteten Grundelementen des Pflanzenaufbaues kennt *Malpighi* eine horizontal gerichtete Gewebeform, welche die Zwischenräume zwischen Fasern und Gefäßen in bestimmten Pflanzenteilen ausfüllt. Die Bestandteile, die diese Gewebeform (Parenchym) zusammensetzen, nennt er „*utriculi seu sacculi*“, und es besteht kein Zweifel, daß er mit diesem Ausdruck größere Pflanzenzellen in unserem Sinne⁵ bezeichnen wollte. Ebenso sicher aber ist es, daß er, im Gegensatz zu der mehr oder weniger klar formulierten Annahme moderner Interpreten⁶, unter diesen Gebilden *keineswegs das wesentliche allgemeine Bauelement des Pflanzenkörpers* verstanden hat.

¹ Ebenda, S. 2ff. „Primo igitur certum esse ex dictis inducam, plura esse in plantis vasa seu fistulas.“ Ebenda, S. 12. — Es ist charakteristisch, daß *Malpighi* die „*fibra*“ auch „*fistula*“ nennt!

² *Anatome plant.*, S. 22.

³ „Componuntur expositae fistulae (spirales) zona tenui et pellucida, velut argentei coloris, lamina, parum lata, quae spiraliter locata et extremis lateribus unita, tubum interius et exterius aliquantulum asperum efficit.“ *Idea*, S. 3.

⁴ *Idea plant.*, S. 3. vgl. auch: „Vasa haec nec recta, nec parallela ducuntur; ut plurimum in fasciculum coagmentantur. Horum aliqua iterum inclinata et separata, rete efficiunt, unde tot delineata reticularia involucra, quibus lignum ambitur.“ *Anatome plantarum*, S. 22.

⁵ Das heißt natürlich nicht im Sinne eines wunderbar durchgestalteten organischen Bausteins.

⁶ So werden z. B. bei *Karl Sudhoff*: *Kurzes Handbuch der Geschichte der Medizin*, 3. und 4. Aufl., Berlin 1922, S. 277, *R. Hooke* und *Malpighi* als „Entdecker der Pflanzenzellen“ bezeichnet. — Vgl. hierzu die auf S. 452, Anm. 5, angegebene Literatur.

Aus dem Zusammenhang geht eindeutig hervor, daß er die Zellen („utriculi seu sacculi“) für Ausfüllmaterial hält (vgl. Abb. 9 und 10). Der einzelne *Hohlraum* dient als *Speicherkammer* der Nahrungssäfte. In diesen Zellräumen der Blätter erfolgt eine Umwandlung der Säfte¹, die dem Verdauungsvorgang im Tierreich entspricht.

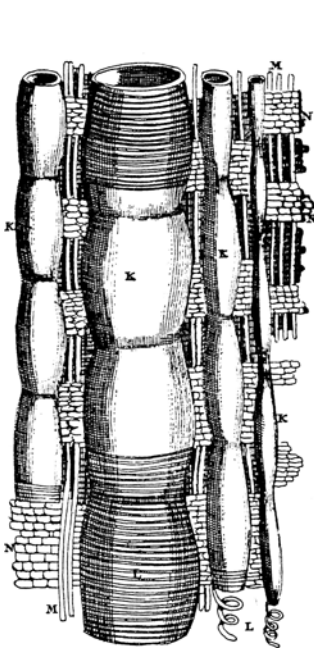


Abb. 9. Aus M. Malpighi: *Anatome plantarum*; Opera omnia, Lugd. Batav. 1687, Tafel 5, Fig. 19. Darstellung der *Struktur der Rebe* (Längsschnitt). KK Spiralgefäße, MM Hohlfasern („fibrae seu fistulae“), NN Zellräume („utriculi seu sacculi“) in horizontal angeordnete Serien zwischen den Stranggebilden verlaufend.

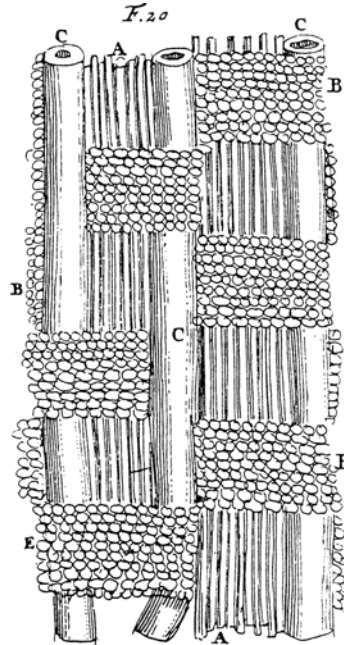


Abb. 10. Aus M. Malpighi: *Anatome plantarum*. Tafel 5, Fig. 20. *Längsschnitt durch Weidenholz* (Stamm). AA Holzfasern („lignae fistulae“) verlaufen parallel nebeneinander. CC Spiralgefäße („spirales fistulae“). BB transversal angeordnete Reihen der „Zellen“ („utriculi seu sacculi“), die den Zusammenhalt der Fasergebilde gewährleisten.

Der Pflanzenkörper ist somit ein System von Hohlkanälen und Hohlräumen, die miteinander in Verbindung stehen! Die Parenchymlagen verlaufen, wie gesagt, im Gegensatz zu den längsgerichteten Fasern und größeren Röhren in *horizontaler* Richtung, so daß ein Gewebe entsteht (vgl. Abb. 10 A, B und C)².

¹ „Folia a natura in hunc usum institui, ut in ipsorum utriculis nutritivus succus contentus, a ligneis fibris delatus excoquatur . . .“ *Idea plant. anat.*, S. 13. Der Chemismus der Assimilation wurde von ihm gewissermaßen geahnt.

² „Copiosae etenim emergent ligneae fistulae A, quae quasi parallela deducuntur et transversalium utriculorum ordines B ita superequitant, ut firmius fiat nexus“ etc. *Anatome plant.*, S. 26; vgl. Abb. 9 und Abb. 10.

Über den Bau der „utriculi seu sacculi“ äußert sich *Malpighi* nicht weiter. Daß auch ihre Wände aus Fasern bestehen, erscheint ihm wohl selbstverständlich. Klar ausgesprochen ist es bei *N. Grew*, der im gleichen Jahre wie *Malpighi* seine ersten Arbeiten über die mikroskopischen Untersuchungen des Pflanzenbaues der Royal Society vorlegte¹.

Grew ließ den Pflanzenkörper ausdrücklich und restlos aus Fasern aufgebaut sein (vgl. Abb. 12). Auch bezüglich der das Parenchym zusammensetzenden „utriculi seu sacculi“ drückte er sich klarer aus als *Malpighi*.

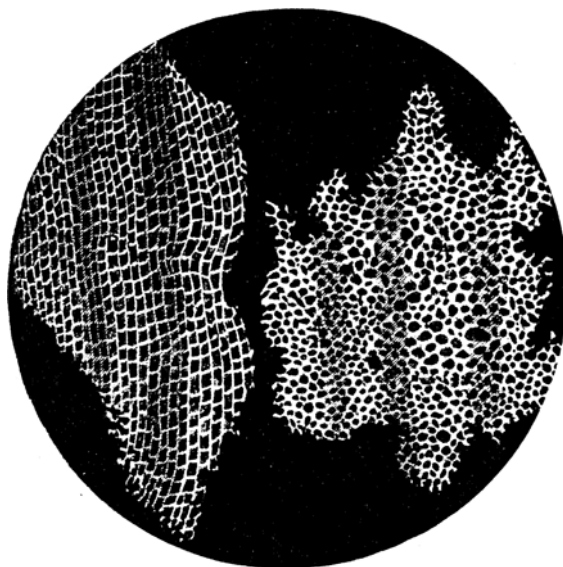


Abb. 11. Aus *Robert Hooke*: *Micrographia*, London 1665, S. 115. Schema XI, Fig. 1. Poren oder Zellen im Kork bei mikroskopischer Betrachtung. A Querschnitt, B Längsschnitt.

Während *Malpighi* ihnen eine stärkere Längenausdehnung zusprach, erschienen sie bei *Grew* ausschließlich als runde Bläschen mit gleicher Breiten- und Längenausdehnung², und werden von ihm als „Cells“, „Bladders“ oder „Pores“ benannt. Den Ausdruck „Cells“ hat er von *Robert Hooke* übernommen, der bekanntlich in seiner *Micrographia* (1665)³

¹ *Grew*, *Nehemiah*: *The anatomy of plants, begun with a general account of vegetation* (Presentes in Manuscript to the Royal Society, Sometime before the 11th of May, 1671), erschien mit den anderen Arbeiten über Pflanzenanatomie gesammelt in dem Werk: *The anatomy of plants with an idea of philosophical history of plants*. London 1682.

² „The Pores hereof are extended much alike both by the length and bredth of the Root“; *The Anatomy* (1682), S. 63.

³ *Hooke*, *R.*, *Micrographia or some physiological descriptions of minute Bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon*, London 1665. *Observ.* XVIII, S. 112 f.

diese Bezeichnung für die Poren prägte, die er im Kork und Hollundermark beobachtete ¹.

Hooke verglich das Korkgewebe hinsichtlich seiner Poren mit einer Honigwabe ², besonders deshalb, weil die Korkporen eine sehr dünne Wand im Vergleich zu den leeren Höhlen haben (vgl. Abb. 11 A). *Er hielt diese „Poren“ für Kanäle und Röhren*, durch die sich der Nahrungsaft (succus nutritivus) bewegt, und sah in ihnen ein Analogon zu den Gefäßen (Arterien, Venen usw.) der Tiere ³.

Von hier datiert die moderne Bezeichnung „Zelle“, obwohl Hooke in diesen Gebilden keineswegs ein Bauelement, sondern lediglich ein Saftleitungssystem gesehen hatte.

Grew zeichnet diese „Bläschen“ in seinen Abbildungen als kleine Kreise (Querschnitt); jedes hat seine eigene Begrenzung. Für die strukturelle Anordnung des Ganzen benutzt er den Vergleich mit einem Schwamm ⁴, der in anderem Zusammenhang häufig in der Literatur vorkam. Wichtiger ist ein weiterer Vergleich, der mit dem Schaum von Bier oder Bierschnee und feinem Backwerk ⁵, ebenso die Vorstellung, daß die Wandungen der Bläschen wie bei Wasserblasen durchsichtig sind ⁷. Aus unzähligen solcher Bläschen baut sich das Parenchym auf ⁶. Wichtig ist ferner, daß wir bereits den Hinweis finden, daß die größeren luft-

¹ „I no sooner dicern'd these (which were indeed the first microscopical pores I ever saw, and perhaps, that were ever seen, for I had not met with any Writer or Person, that had made any mention of them before this) but me thought I had with the discovery of them, presently hinted to me the true and intelligible reason of all the Phaenomena of Cork.“ Ebenda, S. 113.

² „I could exceeding plainly perceive in to be all perforated and porius, much like a Honey-comb, but that the pores of it were not regular; yet it was not unlike a Honey-comb in these particulars.“ Ebenda, S. 113.

³ „So prodigiously curious are the works of Nature, that even these conspicuous pores of bodies, which seem to be the channels or pipe through which the Succus nutritius, or natural juices of Vegetables are convey'd, and seem to correspond to the veins, arteries and other Vessels in sensible creatures, that these pores I say, which seem to be the Vessels of nutrition to the vastest body in the World, are yet so exceeding small, that the Atoms which Epicurus fancy'd would go neer to prove too bigg to enter them, much more to constitute a fluid body in them. And how infinitely smaller then must be the Vessels of a Mite, or the pores of one of those little Vegetables discovered to grow on the back-side of a Rose-leaf . . .“ Micrographia, S. 114.

⁴ „It is a most curious and exquisitely fine wrought Sponge.“ The Anatomy, S. 64.

⁵ „So that the Parenchyma of the Barque, is much the same thing, as to its Conformation, which the Forth of Beer or Eggs is, as a fluid, or a piece of fine Manchet as a fixed Body.“ The Anatomy, S. 64.

⁶ „The Sides also of the these Bladders are as transparent, as those of Water; or the Bodies of some Insects.“ Ebenda, S. 64.

⁷ „And because the Parenchyma is in no place openly and Visibly Pervious, but is every where composed of an Infinite Number of small Bladders.“ The Anatomy, S. 8.

führenden Gefäße durch Verschmelzung der Bläschen des Parenchyms entstehen, Vorstellungen, die erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts wieder neu „entdeckt“ werden mußten¹. Man könnte fast glauben, Grew hätte bereits die Zelle als Formelement des Pflanzenorganismus

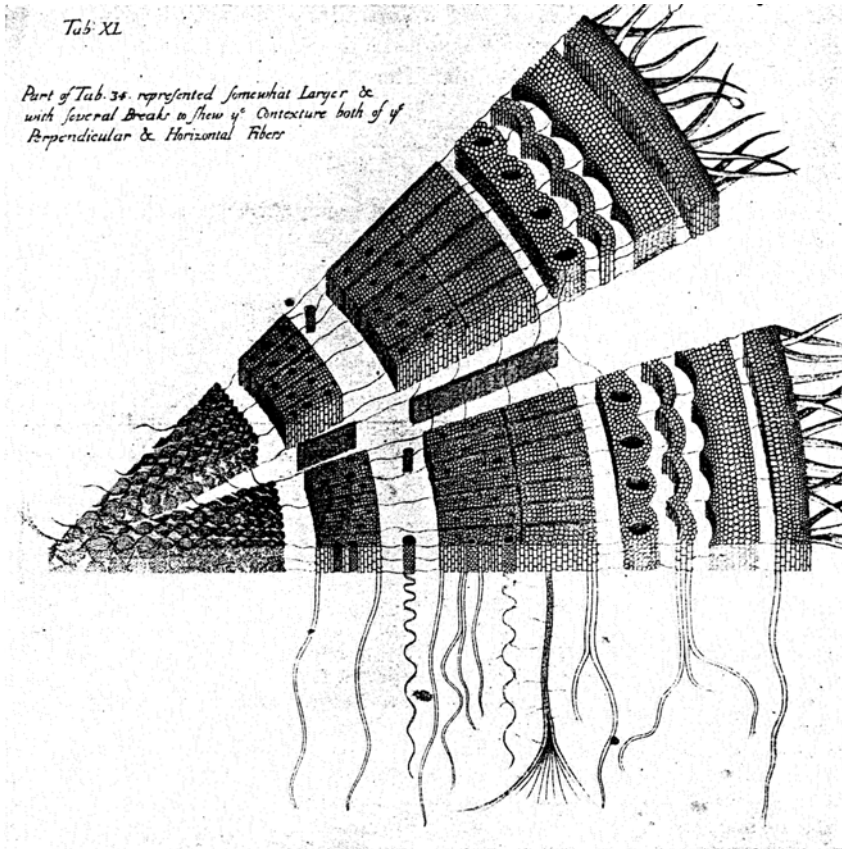


Abb. 12. Aus Nehemiah Grew: The anatomy of plants, London 1682, Tafel 40. Das gesamte Pflanzengewebe baut sich aus Fasern auf und kann in diese zerlegt werden.

gekannt, doch kann hiervon keine Rede sein. Auch für ihn ist das Konstruktionselement des Pflanzenkörpers, wie gesagt, die Faser. Charakteristisch dafür ist seine auf Tafel 40 wiedergegebene Darstellung (vgl. Abb. 12). Wie man dort sieht, bestehen alle Bestandteile des Pflanzengewebes aus Fasern und lassen sich in diese zerlegen. Nicht allein die größeren und kleineren Gefäße bzw. ihre Wandungen bestehen aus Fibern,

¹ Vgl. Treviranus, S. 453.

sondern auch die Wandungen der Bläschen („Cells“) sind ein feines Faser-
netzwerk.

Grew bringt hierbei einen Vergleich, der uns die Bedeutung der *Faser als Konstruktionselement des Pflanzengewebes* besonders eindrucksvoll zeigt und den er selbst für den treffendsten erklärt, nämlich den mit einem kunstvollen Spitzengewebe von Frauenhand. Denn das Mark, die Markstrahlen und das Rindenparenchym sind ein feines und kunstvolles „Gewebe“. Die Fäden des Markes verlaufen horizontal wie die Fäden in einer Handarbeit. Sie begrenzen die zahlreichen Blasen des Markes und der Rinde, wie die Fäden eines Gewebes die Hohlräume desselben umgrenzen. Die Holzfasern und Luftgefäße verlaufen senkrecht zu diesem Gewebe, wie in einem auf einem Kissen liegenden Gewebestück die Nadeln senkrecht zu den Fäden stehen. Um sich den Aufbau des Pflanzengewebes noch eindrucksvoller vorzustellen, müßte man sich nur die Nadeln hohl denken und das zarte, aus Fäden bestehende Spitzengewebe in tausendfachen Lagen übereinandergeschichtet. Dieser Vergleich ist für die in der Lehre von der Faser herrschenden Vorstellungen so charakteristisch, daß wir ihn in extenso begeben wollen:

„So that the most unfeigned and proper resemblance we can at present, make of the whole Body of a Plant, is, to a piece of fine Bone-Lace, when the Women are working it upon the Cushion, for the Pith, Insertions, and Parenchyma of the Barque, are all extream Fine and Perfect Lace-Work: the Fibres of the Pith running horizontally, as do the Threds in a Piece of Lace; and bounding the several Bladders of the Pith and Barque, as the Threds do the several Holes of the Lace; and making up the Insertions without Bladders, or with very small ones, as the same Threds likewise do the close Parts of the Lace, which they call the Cloth-Work. And lastly, both the Lignous and Aer-Vessels, stand all Perpendicular, and so cross to the Horizontal Fibres of all the said Parenchymous Parts; even as in a Piece of Lace upon the Cushion, the Pins do to the Threds. The Pins being also conceived to be Tabular, and prolonged to any length; and the same Lace-Work to be wrought many Thousands of times over and over again, to any thickness or hight according to the hight of any Plant. And this is the true Texture of a Plant: and the general composure, not only of a Branch, but of all other Parts from the Seed to the Seed¹.“

Wie wenig der Einbruch dieser „Zellen“-Vorstellungen in die Strukturlehre der Organismen bedeutete, zeigen uns weiter die ständigen Vergleiche pflanzlicher und tierischer Gewebe bei *Malpighi*. Die Spiralgefäße vergleicht er mit Tracheen der Insekten, die er als erster sah, und zieht daraus den Schluß, daß sie wie diese Luft führen². Wie das Holz, so besteht der Knochen aus einem feinen Netzwerk von Fasern. Sie werden mit der Zeit durch das Nährmaterial der hinzufließenden Säfte

¹ „The Anatomy of Trunks“ (Presented to the Roy. Soc. at several times, in the Years 1673 and 1674), wiedergegeben in „The Anatomy of plants“, (zit. Ausg.) S. 121 f., § 15.

² *Malpighi* glaubte, die Pflanze würde ihren Bedarf an Luft aus der Erde nehmen und durch die Spiralgefäße allen Teilen zuleiten, wobei er peristaltische Bewegungen voraussetzte („etenim motum peristalticum“). *Idea*, S. 3.

immer fester ¹. Dasselbe ist bei den Zähnen der Fall ². Bei ihnen unterscheidet *Malpighi* zwei Schichten. Die äußere ist netzförmig, ihre Fasern sind Ausläufer der Haut. Die zweite Schicht besteht aus Fasern, die von der Wurzel nach der Basis verlaufen, sich in verschiedener Weise verflechten und kraus werden, so daß eine elegante Textur entsteht. Diese verschwindet jedoch später, wenn sie infolge der zufließenden Säfte härter wird. An anderer Stelle vergleicht er die Faserung des Gehirns mit dem Verlauf der Blattnerven in verschiedenen Pflanzen ³. Von „*utriculi seu sacculi*“ ist charakteristischerweise bei einem Vergleich mit dem Tierkörper nirgends die Rede. Dagegen hat *Malpighi* in seinen hervorragenden mikroskopischen Untersuchungen des tierischen Organismus ⁴ um so mehr Wert auf den Nachweis gelegt, daß die „parenchymatösen“ Organe nicht eine, wie man vor ihm annahm, strukturlöse Aufschwemmung, sondern im Gegenteil eine hochkomplizierte Organisation darstellen. Dieses Streben führte ihn zu einer außerordentlich wertvollen Bereicherung der Kenntnis vom Bau innerer Organe, wie der Lunge ⁵, der Milz ⁶, Niere ⁷ und der Leber ⁸, grundlegende Forschungen, an die noch die Bezeichnung „*Malpighische Körperchen*“ erinnert ⁹. Ein weiteres Eingehen auf diese interessanten Untersuchungen würde

¹ „*Tenella est ligni substantia ex corticis addensatis fibris et unitis, ut opinor; ita ut retis areae exiguae fiant . . . Alburnae tandem soliditatem ex affuso succo per peculiarem ductum delato probabiliter advenire censeo. Huius analogiam mirari licet in animalium ossibus, quae laminis ligni instar, reticularibus excitantur et tandem affuso succo indurantur.*“ *Idea*, S. 4.

² „*Quod mire in dentibus etiam patebit: Hi enim duplici compaginantur lamina, quarum exterior reticularis et fibrosa extat, cum cutis sit exprorecta portio, vel saltem ipsius filamentorum . . .*“ *Ebenda*, S. 4.

³ Vgl. *De cerebri cortice*, in *Opera omnia*, (1687), Tom. II, S. 273 u. a. — Ferner vergleicht er die feinen Gefäßverzweigungen in der Harnblase (Frosch) mit den zarten Gefäßverbindungen („*fibrae*“ oder „*venae*“) der Blätter. „*Vasa ista illum sortita sunt nexum et progressum, quem in foliis omnium fere arborum illarum venae, sive fibrae perpetuo designant . . .*“ *Ebenda*, S. 330; vgl. *ebenda*, S. 115.

⁴ Sie erstreckten sich auf die Lunge, deren Bläschenbau er erkannte, und die Gefäßversorgung. Hierbei entdeckte er den Capillarkreislauf und fügte das letzte Glied in die Beweiskette der *Harveyschen* Lehre ein. Die Ergebnisse dieser Studien teilte er im Jahre 1661 *Borelli* in zwei Briefen mit. (*De pulmonibus epistolae I. und II.*) *Opera omnia* (1687), Tom. II, S. 320—331.

⁵ Die Froschlunge bildete das wichtigste Objekt beim Studium des Lungengewebes.

⁶ *Exercit. anat. De liene. Opera omnia*, Tom. II, S. 293 f.

⁷ *Exercit. anat. De renibus. Opera omnia*, Tom. II, S. 284.

⁸ *De hepate, exerc. anat.*, *ebenda*, S. 251.

⁹ Vgl. *De liene*, a. a. O., S. 300: „*In splene igitur glandularum, vel mavis vesicularum sive sacculorum racemi copiosissimi observantur per totum lienem dispersi, qui uvae botrum graphice aemulantur. Minimae hae glandulae figuram habent ovalem et magnitudine parum distant a renum glandulis.*“

Die gleichen Gebilde beschrieb er auch in der Niere und vergleicht sie wegen ihrer Gestalt mit Fischeiern „*videntur tamen rotundae veluti piscium ova . . .*“ *Opera omnia*, Tom. II, S. 282.

hier zu weit führen¹. Wir stellen nur fest, daß auch in diesen Geweben der *Faser die Bedeutung des Gerüstbildners* zukommt².

Willis, der in seiner Physiologie alle lebendigen Vorgänge an die Säfte bzw. Spiritus knüpfte, wie wir am Beispiel der Muskelfaser zeigten³, und der *Faser nur die Rolle eines passiven Behälters*, in dem sich die chemischen Reaktionen abspielten, zuteilte, geht bei seiner Darstellung des feineren Gewebebaues innerer Organe von der Pharmakologie aus⁴. Damit sind natürlich Erörterungen über die Physiologie der Fasern verbunden. Wenn wir sie vorhin als passiv bezeichneten, so sind sie verständlicherweise trotzdem, je nach ihrer Anordnung und der Spezifität ihres Inhaltes, bei physiologischen und pathologischen Vorgängen in verschiedener Weise beteiligt.

Die Kenntnis der Strukturverhältnisse der Gewebe dient ihm dazu, die Wirkungsweise der Arzneien besser erklären zu können⁵. Dennoch sind seine Untersuchungen und die beigelegten Abbildungen, die zu den frühesten Darstellungen menschlicher Gewebe gehören, von der größten Wichtigkeit für die Kenntnis seiner Morphologie der Organe und Gewebe und der Bedeutung der Faser als Konstruktionselement.

Seine Untersuchungen erstreckten sich auf den Verdauungstractus, die Lunge und die Gefäße.

Der *Magen-Darmkanal* besteht aus drei Schichten, der Tunica interior, der Tunica media und Tunica extima. Davon ist jede einzelne aus Fasern zusammengesetzt. Im *Oesophagus*⁶ wird die innere Schicht von feinen Nervenfasern gebildet, die frei im Lumen enden und die ganze Oberfläche mit feinem Flaum erfüllen. Sie ist daher sehr sensibel und für das Zustandekommen von Vomitus und Nausea verantwortlich⁷. Die übrige Substanz dieser Tunica besteht aus Nervenfasern, die miteinander verwebt sind. Die Tunica media des Oesophagus besteht aus motorischen, fleischigen Fibern und dient allein der Bewegung. Sie setzt sich aus zwei verschieden verlaufenden Faserzügen zusammen, von denen die einen das Schlucken bewirken, die anderen aber das

¹ Hierüber soll in anderem Zusammenhang berichtet werden.

² Vgl. De liene, S. 293, De renibus, S. 284f.

³ Vgl. S. 368.

⁴ *Thomae Willis Pharmaceutice rationalis sive diatriba de medicamentorum operationibus in humano corpore*, Pars I; Oxford 1673, Pars II, ibidem 1675, in *Opera omnia*, Amsterdam 1682.

⁵ „Medicamenta . . . agant in spiritus aut humores aut simul in utrosque, atque illorum subjecta sint fibrae, membranae, vasa et ductus . . .“ *Pharmaceut.*, Pars I, Sect. 1, Cap. 2, S. 3.

⁶ „Interior in intima superficie quoddam quasi velum habet fibris seu villis tenuissimis constans, quod totam eius cavitatem velut lanugine quadam investit.“ *Ebenda*, S. 3.

⁷ Das Gefühl der Präfoitation und das der aufsteigenden Kugel „globi eiusdam ascensum in Hystericiis“ entsteht dadurch, daß in den nervigen Fibern der Tunica inferior Explosionen der Spiritus zustande kommen. *De pharmaceut.*, Cap. II, S. 5.

Erbrechen hervorrufen sollen¹. Die Tunica extima (communis) besteht aus sehr feinen membranigen Fasern und dient lediglich zur Umhüllung.

In der Wandung des *Magens* wird die innere Oberfläche² wegen ihres zottigen Charakters als „Crusta villosa“³ bezeichnet. Ihre feinen Zotten, die ins Lumen ragende freie Nervenfasern darstellen, überdecken die Mündungen zahlloser Gefäße, die sich nach dem Mageninnern öffnen (vgl. Abb. 13). Durch die Öffnungen der Arterien erfolgt die

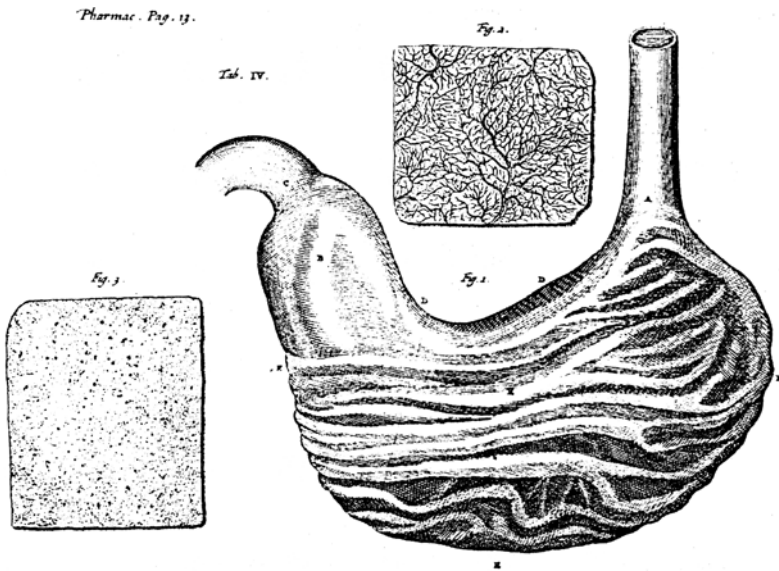


Abb. 13. Aus *Th. Willis: Pharmaceutice rationalis* (1673); Opera omnia, Amsterdam 1682, Tafel 4. *Bau des Magens*. Fig. 1. Innere Oberfläche mit Schleimhautrelief, von der Crusta villosa überzogen. A Os ventriculi, B Pylori antrum, C Orificum eius, D Ventriculi summitas sive jugum. EE Schleimhautoberfläche mit Falten und Buchten. — Fig. 2 zeigt die unter der Crusta villosa liegende Schicht der Tunica interna (nervosa) mit feinsten Gefäßverzweigungen. — Fig. 3. Drüsiger Anteil der Tunica villosa mit Drüsen und Gefäßmündungen.

Abscheidung eines für die Verdauung notwendigen fermentativen Saftes, des „liquor spirituosus“, der als Ferment („instar fermenti“) wirkt⁴, andererseits wird durch die feinen Ostien der Venen der fein verteilte Nahrungsbrei aufgenommen. Unter der Crusta villosa befindet sich eine Schicht, die unzählige kleine ringförmige Drüsen enthält, die neben den Gefäßostien in Abb. 13, Fig. 3 sichtbar sind. *Willis* glaubt, sie

¹ „Alter procul dubio ascendens expuitionis et vomitionis opera perficit.“ Ebenda, Cap. 2, S. 5.

² Makroskopisch gesehen hat die innere Haut des Magens Buchten und Falten, um den Speisebrei besser verteilen und festhalten zu können. Vgl. Abb. 13, Tab. IV, Fig. 1.

³ „In superficie interna substantia villosa.“ Ebenda, S. 5.

⁴ Ebenda, S. 5.

als Sonderschicht der Tunica intima (nervea) unterscheiden zu können¹. Diese Tunica enthält unzählige feinste Gefäßverzweigungen, besteht aber ihrerseits aus Nervenfasern, die im wesentlichen der Empfindung dienen. Sie übermitteln das Hungergefühl, und wenn sie durch Austrocknen zum Kräuseln gebracht oder durch Aromatica gereizt werden, entsteht das Durstgefühl. Scharfe Säfte oder Säuren rufen Sodbrennen (cardialgia) hervor. Weiter dienen sie der Steuerung der Magenbewegung. Denn in diesen hohlgedachten Nervenfasern lagern² die Spiritus, welche unter dem Einfluß gegebener Reize auf die Muskelfasern der mittleren Schicht, der Tunica media seu carnea einwirken und in ihnen die früher geschilderte Explosionswirkung auslösen. Bei bestimmten Störungen können die Spiritus schon in diesen Nervenfasern zu einer starken Aufblähung führen, wodurch unter Umständen die ganze Haut wie eine Blase aufgetrieben wird³. Das geschieht nicht nur bei verschiedenen Krankheitsbildern, wie z. B. „in Paroxysmis Hysterici et Colici et non raro in affectione Hypochondriaca“, worunter er im wesentlichen durch Spasmen bedingte Zustände versteht, sondern kann auch durch starke Arzneien ausgelöst werden. Dadurch, daß sich in der mittleren muskulösen Schicht feine Verzweigungen des Nervus vagus finden, kommt ein weiteres Moment — vom Zentralnervensystem her — zum Einfluß. Hieraus erklärt Willis Reaktionen des Magens auf seelische und nervöse Störungen.

Die dritte Schicht, die Tunica extima, unterscheidet sich von der des Oesophagus nur dadurch, daß sie an manchen Stellen stärkere Faserschichten aufweist. Dadurch wird eine größere Ausdehnungsfähigkeit des Magens gewährleistet, wenn dieser über das Maß gefüllt wird⁴.

Im Dünndarm⁵ ändert sich das Bild nicht wesentlich. Willis stellt ihn sich als einen Zylinder vor, der aus mehreren ineinandergeschachtelten Membranröhren besteht, die ihrerseits ein Fasergewebe darstellen (vgl. Abb. 14). Wieder überdecken die frei endenden Fäserchen der Crusta villosa die Mündungen der feinen Gefäße. Zu den Arterien⁶ und Venen kommen Milchgefäße hinzu. Die Überlagerung ihrer Lumina (vgl. Abb. 14,

¹ Um die einzelnen Gewebsstrukturen; vor allem die verschiedenen Schichten, aus welchen der Magen geformt ist, besser erkennen zu können, hat er die Organe in siedendes Wasser getaucht und so in der Tunica interior zwei verschiedene Schichten unterscheiden können. Cap. II, S. 6. (Vgl. Abb. 13, Tab. IV, Fig. II und III.)

² „Nam si fibrae illae nerveae omnes essent cauae et tubulatae, hisque ventus subito insufflaretur, necesse foret vas, quod contexunt, illico distendi et dilatari.“ Ebenda, S. 6.

³ „... a spiritibus fibrarum ipsarum incolis; qui, si valde irritati, inque impetum explosivum adacti, istas simul omnes, dum tumultuose et ἀθρόως incurrant, summe inflant et distendunt, proindeque totam membranam quasi vesicam inflatam intumesciunt.“ Ebenda, S. 6.

⁴ Ebenda, S. 8. ⁵ Pharmaceutice, S. 11 ff.

⁶ „Arterias humorem quendam forsan recrementum in cavitates intestinorum passim deponere ...“ Ebenda, S. 11.

EE) verhindert ein zu plötzliches Eindringen der Nahrungsbreipartikelchen in die Gefäße und gewährleistet dadurch eine langsame Resorption, an der sich hier in erster Linie die Lymphgefäße beteiligen. Ähnlich wie im Magen haben die spiritusgefüllten Nervenfasern der inneren Darmschicht die Aufgabe, bei der Darmbewegung mitzuwirken. Die von ihnen ausgehenden Impulse übertragen sie auf die ringförmig angeordneten Muskelfasern der fleischigen Mittelschicht (Abb. 14, *CC*). Durch die Kontraktion dieser Fasern kommt die Verengerung des Darmlumens zustande.

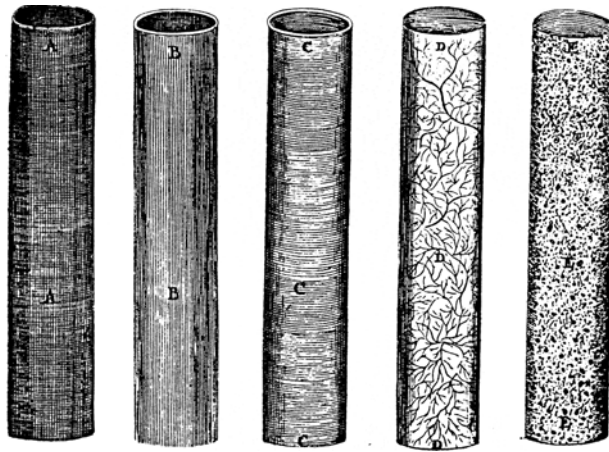


Abb. 14. Aus *Th. Willis: Pharmaceutice rationalis*, Tafel 4. Erklärung des Dünndarmaufbaues aus mehreren ineinandergeschachtelten Membranröhren. *AA* äußere Oberfläche (Tunica nerva extima), bestehend aus feinsten Nervenfasern, *BB* und *CC* bilden die Tunica media seu carnea mit *BB* Längsfaserung und *CC* Ringfaserung. *DD* und *EE* bilden die Tunica nerva interior. Die Membranröhre *DD* zeigt feine Gefäßverästelungen, deren Ostien frei ins Darmlumen münden und in *EE* (Tunica villosa) neben feinen Drüsen sichtbar sind.

Außer den ringförmig angeordneten Fibern enthält die Tunica media weiter nach außen longitudinal verlaufende Fleischfasern (vgl. Abb. 14, *BB*). Sie sind die Träger der Peristaltik, bewegen den Darminhalt vorwärts und pressen die feineren brauchbaren Bestandteile des Nahrungsbreies in die Öffnungen der sie aufnehmenden Gefäße. Gesteuert wird die peristaltische Bewegung dieser Mittelschicht dagegen von der äußersten, im Peritoneum entspringenden Tunica extima¹. Diese besteht aus feinen Nervenfasern (vgl. Abb. 14, *AA*) und versorgt die schon genannten motorischen Längsfibern mit Spiritus.

Der *Dickdarm*² ist dem Prinzip nach in gleicher Weise aufgebaut.

Daß auch beim Aufbau der *Lunge*³ die Faser das Maßgebende ist, zeigen die Figuren 1, 2, 3 der Tafel VIII (vgl. Abb. 15). Die Wände der Lungenalveolen werden ebenso wie die sie umspinnenden feinen Gefäße aus Fäserchen gebildet.

¹ Ebenda, S. 12. ² Ebenda, S. 12f.

³ *Pharmaceutice*, Pars II, Sect. I, Cap. 1, S. 132ff.

Auch die *Trachea* baut sich lediglich aus Fasern auf (vgl. Abb. 15, Tafel VII, Fig. 1—4).

Die *Gefäße*¹ stellt sich *Willis* als aus Fasern gebildete Membranröhren vor. Der Unterschied im Aufbau der Arterien und Venen beruht

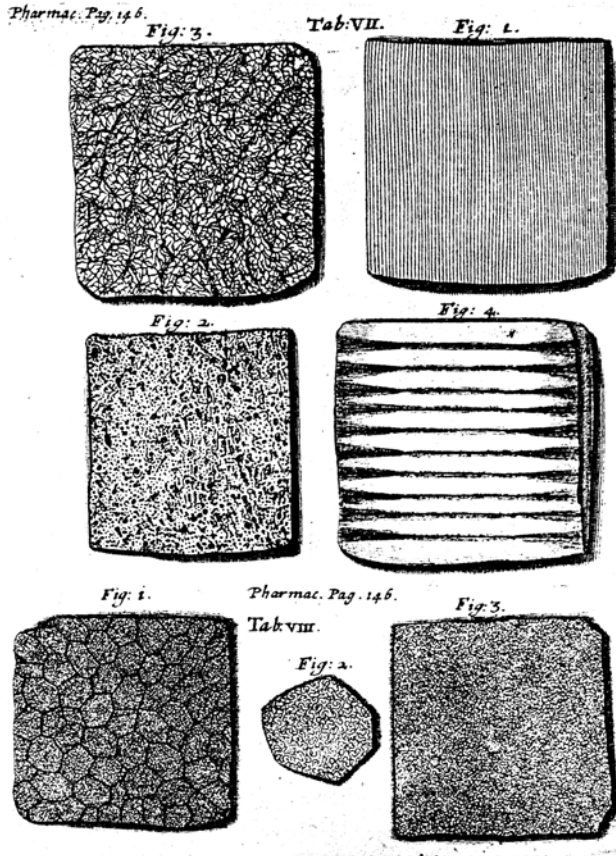


Abb. 15. Aus *Th. Willis: Pharmaceutice rationalis*, Tafel 7. *Aufbau der Luftröhre*. — Fig. 1. Tunica intima, bestehend aus Longitudinalfasern. — Fig. 2. Tunica glandulosa. — Fig. 3. Tunica vasculosa. — Fig. 4. Tunica exterior bestehend aus zirkulär verlaufenden Muskelfasern und eingelagerten Knorpelspangen. — Tafel 8. Mikroskopische Bilder der „*Tunica pulmonalis*“. Fig. 1. Die polyedrischen Felder werden durch Gefäße gebildet, welche die Bläschen umspannen. — Fig. 2 und 3 zeigen solche Felder unter starker Vergrößerung.

lediglich in der Reihenfolge der sich am Aufbau des Gefäßrohres beteiligenden Membranen, was aus der Gegenüberstellung in seiner Abbildung Tafel VI, Fig. 1 (1—4) und Fig. 2 (1—4) klar ersichtlich ist (vgl. Abb. 16).

¹ Ebenda, S. 146.

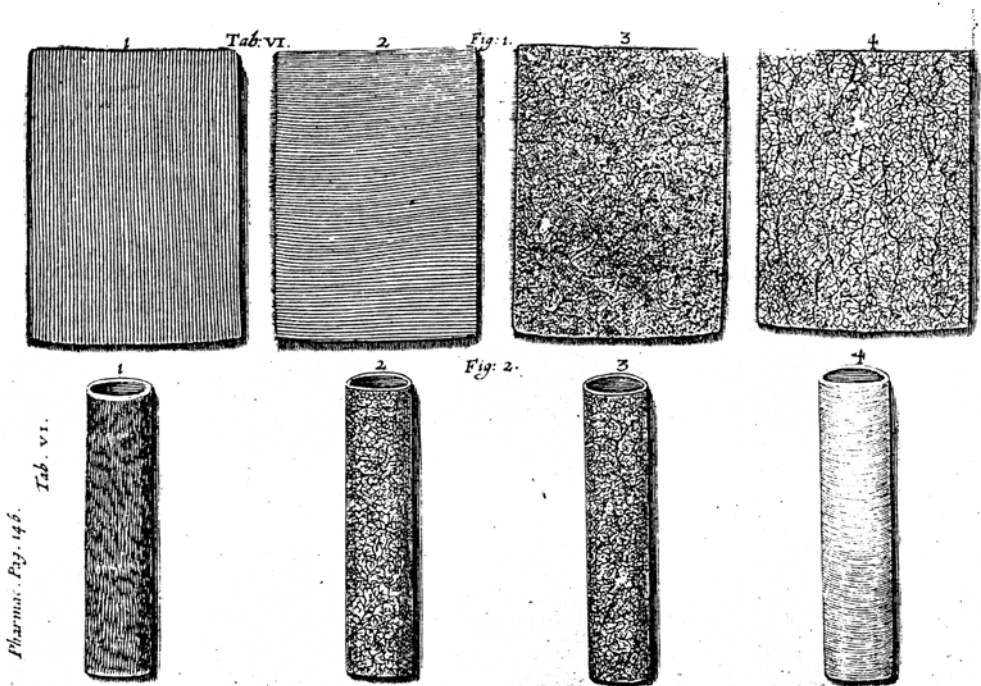


Abb. 16. Aus *Th. Willis: Pharmaceutica rationalis*, Tafel 6. *Aufbau der Gefäße*. — Fig. 1. *Arterie*, Fig. 2. *Vene*. — Fig. 1: 1. Tunica intima nervea mit längsverlaufenden Fasern; 2. Tunica propria muscularis bestehend aus zirkulären Fibern, welche die Pulsation vermitteln; 3. Tunica glandulosa aus unzähligen kleinen Drüsen bestehend; 4. Tunica extima vasculosa sive vesicularis, feine Gefäßchen und Nervenfasern bilden ein Netzwerk. — Fig. 2: Entsprechende Häute der Vene: 1. Tunica extima, 2. und 3. Tunica vasculosa und glandulosa, 4. Tunica intima muscularis, die beim Rücktransport des Blutes mitwirkt.

Die mikroskopischen Untersuchungen *Antony van Leeuwenhoeks* (1632—1723) bedeuten in der Lehre von der Faser einen erheblichen Fortschritt.

Was ihn auszeichnet, ist die sachliche, von theoretischen Spekulationen freiere Beschreibung dessen, was er mit seinen selbstgeschliffenen Vergrößerungsgläsern ¹ beobachtete ².

¹ Dabei erreichte er beachtliche Vergrößerungen. *Dannemann, Friedrich*: Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und ihrem Zusammenhange, Leipzig 1911, Bd. II, S. 339, gibt an, *Leeuwenhoek* erreichte „eine 160fache lineare Vergrößerung“. *Nordenskiöld, Erik*: Die Geschichte der Biologie, deutsche Übersetzung von *Guido Schneider*, Jena 1926, S. 168: „Als Material für seine Linsen versuchte er es mit Glas, Bergkristall und sogar mit Diamant. Am besten gelangen ihm einfache Linsen mit starker Vergrößerung, eine solche, die noch erhalten ist, soll bis 270mal vergrößern.“ Vgl. auch *Maria Rooseboom*: Bijdrage tot de Kennis der optische eigenschaapen van eenigen Microscopen van *Leeuwenhoek*, Bijdragen tot de Geschiedenis der Geneeskunde 19, 1—8 (1939).

² Seine Beobachtungen teilte er in Briefform der Royal Society in London mit. Sie sind gesammelt in: *Anatomia et contemplatio*, Lugd. Batav. 1685; *Antonio*

Eines der wichtigsten Ergebnisse ist die Entdeckung, daß die *Linse*, die man bisher als „humor cristallinus“, d. h. als eine Flüssigkeit auffaßte, ein Fasergebilde¹ darstellt. Er hat sogar die Zahl ihrer Fasern rechnerisch zu bestimmen versucht, wobei er 12571 errechnete (vgl. Abb. 17). Denselben Versuch machte er für die Zusammensetzung der größeren Muskel-

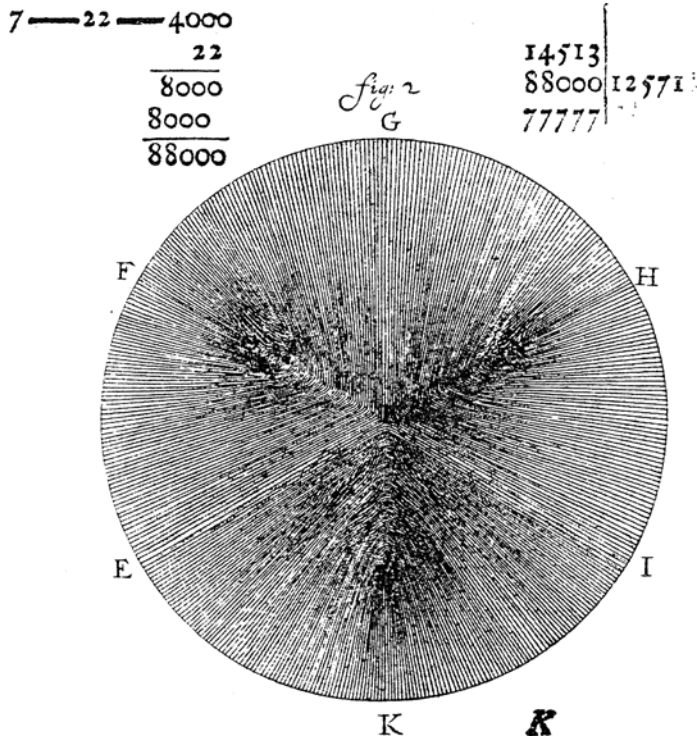


Abb. 17. Aus *Antony van Leeuwenhoek: Arcana naturae*, Delph. Batav. 1695, S. 73. Faserbau des Linsenkörpers.

faser, die er an verschiedenen Tieren studierte². Für das Faserbündel gebraucht er den Ausdruck „stria“, soweit es makroskopisch sichtbar war, und beschränkte den Ausdruck „Fibra“ auf die Fäserchen

a Leeuwenhoek: Anatomia seu interiora rerum, Lugd. Batav. 1687; *Leeuwenhoek, A. v.: Arcana naturae*, Delphis Batav. 1695; s. a. *Antony van Leeuwenhoek and his „little Animals“*, Coll. transl. and edit. by *Clifford Dobell*, Amsterdam 1932; *Alle de brieven van Antoni van Leeuwenhoek* holl. u. englisch. The collected Letters of *Antoni van Leeuwenhoek*, Amsterdam 1939, Part. I.

¹ *Leeuwenhoek: Arcana nat.*, S. 76 (In formatione humoris Cristallini in variis animalibus).

² So am Muskel vom Floh, Frosch und Fisch; vgl. *A. Leeuwenhoek: Anatomia seu interiora rerum*, I, 71f.; II, 43f.; *Arcana nat.*, S. 33f., vgl. Abb. 18–20.

mikroskopischer Größenordnungen. Hierdurch wollte er in der Verwirrung, die durch die Anwendung des Ausdrucks „Fibra“ für Fasern und Fäserchen verschiedener Größenordnungen entstanden war, Klarheit

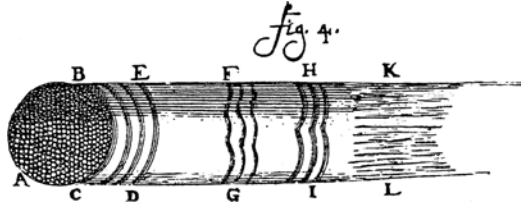


Abb. 18. Aus *A. v. Leeuwenhoek: Anatomia seu interiora rerum*, Lugd. Batav. 1687, S. 49, Fig. 4. Muskelfiber (Dorsch), *ED, FG, HI* Querfibrillen; ein Faserzug („stria“) besteht aus feineren Fibern, deren Zahl v. *L.* auf 3181 berechnet.

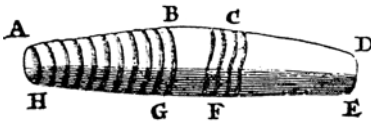


Abb. 19. Aus *A. v. Leeuwenhoek: Arcana naturae*, 1695, S. 33. Muskelfaser (Floh) mit Querstreifung.

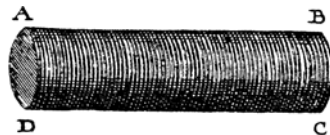


Abb. 20. Aus *A. v. Leeuwenhoek: Anatomia seu interiora rerum* (1687), I, S. 72. Muskelfaser (Frosch) mit Querstreifung („circulares contractiones sive corrugationes“).

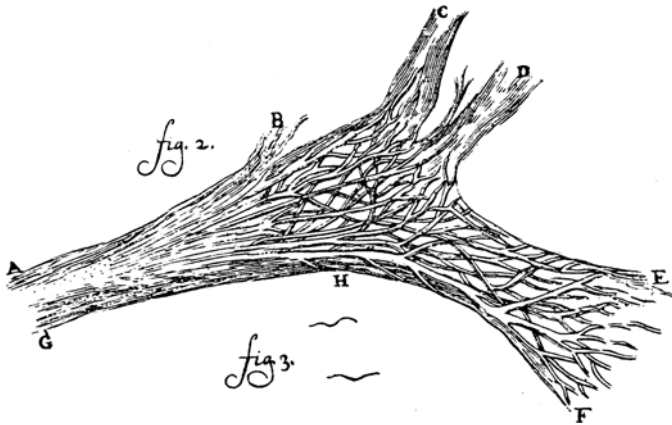


Abb. 20a. Aus *A. v. Leeuwenhoek: Anatomia etc.*, 1687, I, S. 42. Zupfpräparat einer größeren Muskelfaser (*B*), eines Barthaars stark; aus feinen, sich verzweigenden Fibern zusammengesetzt.

schaffen. Für die „Stria“ des Dorsches berechnete er die Zahl der das Bündel zusammensetzenden Fibern auf etwa 3181¹.

¹ „Facit 3181 fibras piscosas pro contento unius striae piscosae“ (vgl. Abb. 18); *Anatomia seu interiora rerum*, I, S. 49. — Er wurde häufig zitiert, und die Ärzte beriefen sich bei der Annahme des außerordentlich feinen Faserbaues auf seine Untersuchungen, so z. B. *H. Boerhaave: Institutiones medicae*, Lugd. Batav. 1730, S. 173; *Haller, A. v.: Elementa physiol.*, Lausanne 1757, I, S. 7.

Zweifellos hat er auch, wie seine Abbildungen deutlich zeigen, die Querstreifung der Skelettmuskelfaser klar erkannt (vgl. Abb. 20), wenn es auch nicht ganz sicher ist, ob es sich um die schon von Früheren beschriebenen querverlaufenden membranösen Fäserchen handelt oder um der Muskelfaser selbst eigene Falten ¹ (vgl. Abb. 18, 19 und besonders

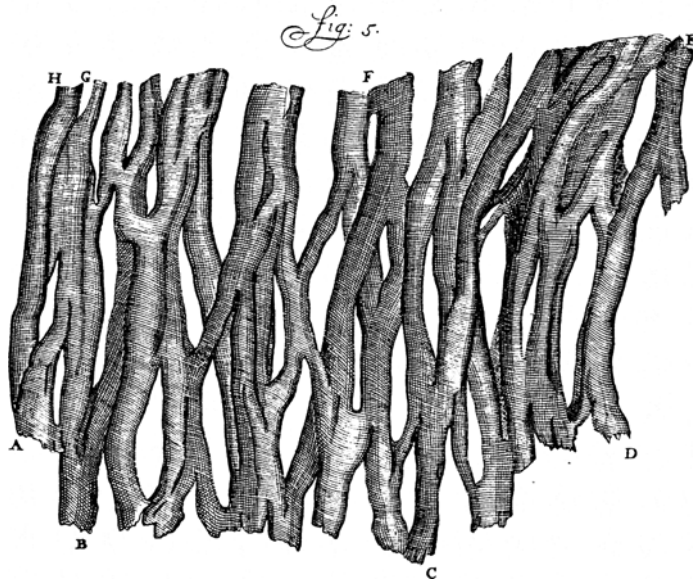


Abb. 21. Aus *A. v. Leeuwenhoek: Arcana naturae*, 1695, S. 447, Fig. 5. Fasernetzwerk des Herzmuskels mit Querstreifung. Fiber *GH* besteht aus mehreren hundert kleineren Fäserchen.

Abb. 20). Die Darstellung der Querstreifung findet sich auch deutlich in seiner Abbildung des mikroskopischen Bildes der *Herzmuskulatur* ². Hier hat er auch zum ersten Male die Verästelung der Herzmuskelfasern festgestellt (vgl. Abb. 21), wie sie der modernen Anschauung der Herzmuskelzelle nahe kommt (vgl. Abb. 22). Die Beobachtung der Kerne blieb ihm allerdings verschlossen, der Zelleib ist für ihn wieder aus noch feineren Fäserchen gebildet.

Hinsichtlich der *Darmwandstruktur* ³ geht es ebenfalls einen Schritt vorwärts. *Leeuwenhoek* hat zweifellos das *Darmepithel* gesehen, aber entsprechend dem überall im Vordergrund stehenden Bilde als Faser-

¹ *Anatomia etc.*, Teil I, S. 71 (Brief vom 16. Juli 1685) „circulares contractiones sive corrugationes cuiusvis fili eorum ...“ (vgl. Abb. 20), „mihi saepe involucra aut rugae occurrunt“. Ebenda II, S. 45.

² *Arcana naturae detecta*, Delphis Batav. 1695, S. 445—455 (Brief 82 vom April 1694 an die Royal Society London).

³ Brief *Leeuwenhoek's* an die Royal Society in London, Januar 1684, *Arcana naturae*, S. 65.

verband gedeutet. In der wiedergegebenen Abbildung (vgl. Abb. 23) zeigt er die „Fasern“¹, welche die Innenschicht des Darmes bilden, von der Seite und beschreibt sie als äußerst gebrechliche Gebilde, die bei der

geringsten Berührung zerstört werden; trotzdem sie selbst von ungeheurer Feinheit sind, werden sie ihrerseits wieder aus noch feineren Fäserchen, die unter sich aufs engste verbunden sind, zusammengesetzt.

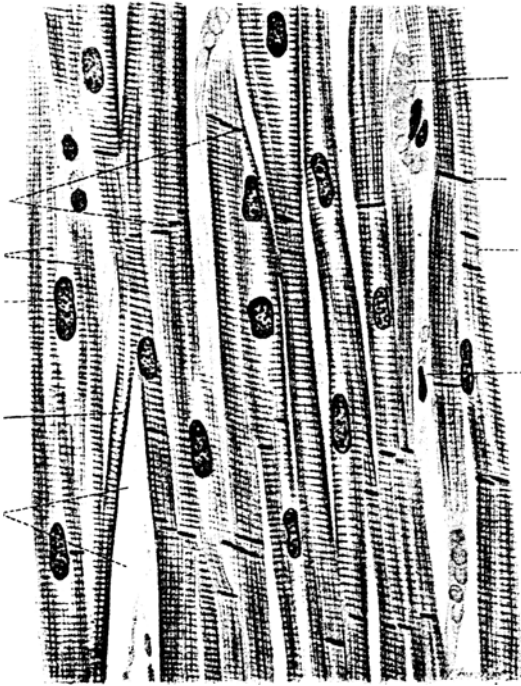


Abb. 22.

Abb. 22. Aus *H. Braus*: Anatomie des Menschen, 2. Bd. Berlin 1924, S. 661 (Abb. 319). Darstellung der Herzmuskelfasern.

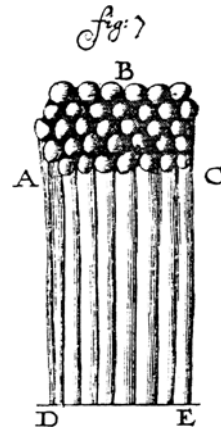


Abb. 23.

Abb. 23. Aus *A. v. Leeuwenhoek*: Arcana naturae, 1695, S. 63, Fig. 7. Darmschleimhaut. *ABC* „extremitates substantiae fibrosae“, *ADEC* „fibrae“ von der Seite gesehen.

VI. Die Faser als vitales Element.

Wurde die Lehre von der Faser bisher nur von ihrer Stellung als morphologisches Strukturelement des Körpers bestimmt und ihre Funktion nur in ihrer Rolle als Trägerin der Muskelbewegung berücksichtigt, so begründet *Francis Glisson* (1597—1677) die Erkenntnis von ihrer Bedeutung als *vitales* Element.

¹ *ADEC* sunt fibrae, ut a lateribus conspiciuntur, quae interiorum intestini musculum constituunt. Harum crassitiem a capillis nostris superari censeo, ac praeterea eas valde esse fragiles expertus sum, adeo ut levissimo contactu, non tantum quasdam ex iis laederem, sed partes ab iis avellerem. Mihimet etiam persuasi, me aliquando videre singulas has fibras, rursus ex fibris conflatas, vel quidem singulis fibris esse membranam: atque etiam pro fragilitate sua, arctissime videbantur coniunctae. Arcana naturae, S. 65.

Der Faser, der Grundform des Organischen, spricht er entsprechend seiner dynamischen Einstellung die Bedeutung des Lebensträgers zu und faßt sie als eigentliches Funktionselement des Körpers auf.

Schon in seiner naturphilosophischen Schrift „De natura substantiae energetica“ (1672)¹ beschäftigt er sich mit der organischen Substanz und ihren Reaktionsformen und begründet eine Lehre, die er in der Schrift „De ventriculis et intestinis“² weiter ausbaut. Die Faser³ ist nach seiner Ansicht, wie es schon die Antike gelehrt hatte, aus dem Sperma hervorgegangen⁴. Sie wird jedoch durch spermatogene Parenchymsubstanz und Beimengungen aus dem mütterlichen Blut als „*Fibra infarcta*“ spezialisiert, wie es z. B. bei der Muskelfaser, insbesondere der Herzmuskelfaser, der Fall ist. Das Parenchym⁵ stützt die Faser, insofern es sie in der Rolle der Füllsubstanz mit einer dünnen Schicht überzieht⁶ und zur Glättung und Dichtung des von der Faser gebildeten Gewebes dient. Hierzu ist es infolge seines Aggregatzustandes, den *Glisson* als gummiartig oder im gelösten Zustand als schleimig⁷ bezeichnet, besonders befähigt. So hat es für die Undurchlässigkeit der Magen-Darmwand besondere Bedeutung⁸. Seiner Anordnung nach zeigt es dabei die Ausbreitung einer Membran und überzieht als solche die Fasern. Die Grundeigenschaft der *Fibra* ist ihrer spermatogenen Herkunft nach kalt und feucht. Hier bewegt sich *Glisson* in den von der Antike überkommenen humoralpathologischen Vorstellungen von den Qualitäten. Das ist um so merkwürdiger, als er die Faser durchaus atomistisch auffaßt. Er vergleicht sie mit einer geometrischen „Linie“, die sich aus

¹ *Francisco Glissonio: Tractatus de Natura substantiae energetica seu vita naturae eiusque tribus facultatibus etc. Londini 1672.*

² *Glisson, F.: Tractatus de ventriculo et intestinis cui praemittitur alius, de partibus continentibus in genere et in specie de iis abdominis. London 1677.*

³ „*Fibra est corpus teres, exile, tenax, tensile et irritabile, ex materia spermatica motus alicuius roborisque gratia conflatu.*“ *De ventricul. et intest.*, Cap. VI, S. 137.

⁴ „*Materia fibrae, si pure consideretur, tota est spermatica.*“ *Ebenda*, S. 139.

⁵ *De ventriculo et intest. (1677), Cap. X, S. 174.* — „*De parenchymate ventriculi et intestinis.*“

⁶ „*Fieri enim nequit ut fibra fibram scandat, quin altera alteri aut utraque alterutri tantillum cedet. Quare ut complanentur tunicae ex illis contextae, utque depressiores earum partes quasi gummi quodam impleantur, desideratur hoc parenchyma.*“ *Ebenda*, S. 174.

⁷ „*... Hoc Parenchyma, si diluatur, mucilagineum est; alioqui tenax, tensile, robustum ...*“ „*non in massam congeritur, sed instar membranae expanditur et una cum fibris sive extensionem sive contractionem quaquaversum facile ferat.*“ *Ebenda*, S. 176.

⁸ „*Oportet ergo fectura aliqua obturentur ejus pori. Cernimus enim alioquin pannos, sive laneos sive lineos, utcumque crassos densosque, si eorum pori nulla mucagine loco parenchymatis infarciuntur, liquidis permeabiles esse: ...*“ *Ebenda*, S. 174.

„Punkten“, Atomen, zusammensetzt¹. Im übrigen schreibt er ihr bestimmte Grundeigenschaften zu. Von diesen ist die sog. „*constitutio insita*“ oder „*organica*“ in ihrem organischen Aufbau bedingt, die zweite, die „*constitutio influxa*“ ist sekundärer Natur und beruht auf Einflüssen, die an die Faser herantreten². Diese Einflüsse sind entweder vitaler oder animaler Art (*influxus vitalis* und *influxus animalis*)³. Es handelt sich hierbei also um ein Spiel von drei Kräften. Die erste, „*robur insitum*“, ist die in der Substanz der Faser selbst liegende Kraft, die ihr die Zähigkeit verleiht. Die zweite, „*robur vitale*“, ist eine Kraft, die der Faser sekundär aus den „*spiritus vitales*“ zugeführt wird, in deren Kräftesystem sie eingeschaltet ist. Die dritte, das „*robur animale*“, welches aus der Seele durch Vermittlung des Zentralnervensystems hinzukommt, bestimmt die Lebhaftigkeit oder Trägheit der Faser.

Die Faser ist von Hause aus elastisch und nimmt normalerweise eine mittlere Länge ein, über die hinaus sie sich verlängern oder verkürzen kann. Das ist ihr Ruhezustand. Während des Schlafes wird dieser von allen Fasern des Körpers mit Ausnahme von denjenigen eingenommen, die bei der Respiration und Herzbewegung tätig sind⁴. Aus der elastischen Eigenschaft der Fasern erklärt sich das Klaffen der Wunden und die seltene Heilung „*per primam intentionem*“⁵. Unter pathologischen Zuständen verliert die Faser ihre Elastizität, sie wird schlaff und kann ihre Ausdehnung nicht völlig ausgleichen, d. h. zu ihrer Mittelstellung nicht zurückkehren. Außerdem treten Störungen durch Veränderungen in dem geschilderten Kräftespiel ein⁶. Das *robur insitum* ist z. B. beim Skorbut gestört, bei dem die Zähigkeit der Faser aller Gewebe vermindert ist.

¹ „*Insuper atomus vel est corpusculum, vel punctum mathematicum.*“ De nat. subst. energ., S. 463, Cap. XXXII.

„*Supponamus filum instar telae araneorum tenuissimum ex atomis seu minimis naturalibus, puta viginti tribus, conflatum, ut filum a—b.*“ Ebenda, S. 483. — Vgl. auch hierzu: De natura substantiae energetica London 1662, Cap. XXXI: „*De tribus indivisibilibus, Puncto, Linea et Superficie*“, S. 444ff. und Cap. XXXII: „*De divisione et divisibilitate*“, S. 460ff.

² *Constitutio Fibrae est vel insita, vel influxa: Insita est vel similis, vel organica. Similis consistit in materia apte disposita, iusta temperie, corpulentia, cohaerentia partium, tensibilitate, flexibilitate, continuitate, duritie et mollitie, quamquam forte nonnulla ex his ad organicam quoque constitutionem suo modo referantur. De ventr. et intestinis*, S. 138. Hierbei scheint Glisson durch van Helmont beeinflusst.

³ Ebenda, S. 140.

⁴ „*... ut in somno, in quo totius corporis fibrae, in modo exceptis ad respirationem et motum cordis inservientibus feriantur.*“ Ebenda, S. 142.

⁵ Ebenda, S. 140.

⁶ „*Constitutio Fibrae influxa est vel vitalis, vel animalis. Si deficiat influxus vitalis, vis et robur Fibrarum illico languet, ut in lipothymia; imo, si ille tantum praeternaturaliter afficiatur, ut in febribus, vis Fibrarum una labefactatur. Si interceptiatur influxus animalis, ut in paralysi, stupent quoque Fibrae ...*“ De ventric. etc., S. 140, vgl. auch S. 143f.

Mattigkeit und Schlappeheit, die Folge von Unterernährung, beruhen auf Störungen des „*robur vitale*“ infolge eines quantitativen Versagens der *Spiritus vitales*. Andere Störungen im „*robur vitale*“ der Faser führt *Glisson* auf qualitative Veränderungen im Blut und den *Spiritus* zurück, die nach seiner Ansicht vor allem durch Fermentation und Fieber hervorgerufen werden. Das „*robur animale*“ bzw. „*nervosum*“ erfährt Störungen vom Zentralnervensystem aus, z. B. bei der Lähmung, bei der die Fasern in einen dem Schlaf ähnlichen Zustand verfallen sind.

Das Wichtigste an *Glissons* Faserlehre ist die erstmalige Aufstellung der *Faserirritabilität*¹, d. h. der Fähigkeit der *Fibra*, Reize aufzunehmen, auf sie durch Kontraktion zu reagieren und nach Aufhören des Reizes ihre Ausgangsstellung wieder einzunehmen. Die Irritabilität gewährleistet das richtige Verhältnis zwischen Ruhe und Bewegung², Tension und Remission.

Der Vorgang der *lebendigen Faserreaktion* gliedert sich in drei Stadien, „*perceptio*“, die Empfindung des Reizes, „*appetitus*“, das Ansehreißen, und endlich „*motus*“, die Bewegung, in der die eigentliche Reizbeantwortung zum Ausdruck kommt. Soweit sich diese drei Phasen in der Faser selbst abspielen und auf sie beschränkt bleiben, werden sie als „*perceptio*“, „*appetitus*“ und „*motus naturalis*“ bezeichnet, entsprechend der oben erwähnten *constitutio insita* der Faser. Mit dem Beiwort „*naturalis*“ bezeichnet er die Faserreaktion, welche unabhängig von allem Nervensystem und allen seelischen Faktoren aus der Eigenart des Faserbaues heraus auf den sie unmittelbar treffenden Reiz erfolgt. Wird der Reiz der Faser durch das Nervensystem übermittelt, so werden die drei Stadien als „*perceptio*“, „*appetitus*“ und „*motus sensitivus (a)*“ bezeichnet, mag es sich um äußere oder innere Reize handeln. *Glisson* versteht darunter zwar unwillkürlich erfolgende, aber zum Bewußtsein kommende Reaktionen, unter denen in der Hauptsache Reflexbewegungen in unserem Sinne zu verstehen sind. Wird der Reiz bzw. die Anregung vom Gehirn zugeleitet und erfolgt die Reizantwort bewußt und willkürlich, so erhalten die drei Phasen die Bezeichnung „*animalis*“.

Die Irritabilität ist auch für die *Glissonsche* Theorie von der Herzbewegung bedeutungsvoll³. Nach seiner Ansicht reagieren die Herzfaser auf den Reiz, den ihnen das durchströmende Blut gibt. Die Herzbewegung erfolgt somit unabhängig vom Nervensystem. Ähnliches gilt auch für die Darmbewegung, während die Skelettmuskulatur ihren spezifischen Reiz vom Nervensystem erhält. Man kann hierin eine Andeutung sowohl des adäquaten Reizes wie des Gedanken an die Autonomie der Herztätigkeit erblicken.

¹ De ventricul. et intest., S. 147 f.

² „*Motiva fibrarum facultas, nisi Irritabilis foret, vel perpetuo quiesceret, vel perpetuo idem ageret.*“ (De ventriculo et intest. [Cap. VII: De Irritabilitate fibrarum], S. 147.)

³ Ebenda, S. 148.

Trotz der vitalen Bedeutung der Faser als Trägerin der Irritabilität haben auch die übrigen Bestandteile des Körpers, die nicht aus Fasern bestehen, wenn auch nur in gewissem Grade, die Eigenschaft der Reizbarkeit. Die Parenchyme, Knochen, Rückenmark, Fett, das Blut und die ernährenden Säfte, die Feuchtigkeiten des Auges und ähnliche Gebilde sind alle reizbar¹. Man kann hierin ein Analogon zu unserer heutigen Vorstellung von der allgemeinen Reaktionsfähigkeit des Protoplasmas sehen und in der *Irritabilitätslehre überhaupt die Vorbereitung der späteren Theorien des Vitalismus*. In einem hat die Faser ihre Sonderstellung: sie ist die einzige Repräsentantin der animalen Perception und damit allein vom Zentralnervensystem beeinflusbar².

Die Irritabilitätslehre *Glissons* wird allerdings dadurch besonders kompliziert und verliert an Übersichtlichkeit, daß er bemüht ist, alle Reaktionsformen des Körpers von der einfachen Reaktion der belebten Materie bis zu verwickelten psychologischen Vorgängen in ein einheitliches System einzuordnen, wobei der Kern seiner Lehre, die biodynamischen Kräfte und Reaktionen in der Faser selbst zu sehen, nicht klar genug herausgearbeitet wird.

Der *Spasmus der Faser*, der später eine so wichtige Rolle in der mechanistisch orientierten Pathologie spielte, ist bei *Glisson* höchstens angedeutet. Ihm geht es mehr um den pathologischen Erschlaffungszustand, vor allem aber um die lebendige Reaktionsfähigkeit der Faser, nicht aber um ihre mechanischen Verhältnisse³. So unterscheidet er *verschiedene Grade von Irritabilität*, neben der normalen eine zu schwache und eine zu heftige Reaktion auf Reize⁴. Vorstellungen dieser Art fanden später in der Reizlehre *Jon Browns* weiteren Ausbau.

Es gibt keinen besseren Beweis für die Bedeutung, welche die Faser unter dem Einfluß der verschiedensten Forschungsrichtungen auf morphologischem und funktionellem Gebiet gegen Ende des 17. Jahrhunderts für das Denken in der Medizin gewonnen hatte, als die Tatsache, daß sie auch in dem weit verbreiteten Lehrbuch der Anatomie von *Philipp Verheyen* (Professor in Löwen 1648—1710), das 1693 erschien, zum Ausgangspunkt der Betrachtung des menschlichen Körpers gemacht

¹ „Sciendum autem est, naturalem perceptionem ad alias corporis partes praeter fibras nempe ad parenchymata, ossa, medullam, adipem, sanguinem, succum nutritium, humores oculorum et consimiles, quae omnes irritabiles sunt ...“ Ebenda, S. 170.

² Ebenda, S. 170.

³ „Dividitur actio in naturalem et praeternaturalem, sive in sanam et laesam; utraque admittit gradus. Estque vel remissa, vel *intensa*, vel media. Hi gradus oriuntur a gradibus tum roboris, tum irritabilitatis, tum causarum irritantium.“ De ventriculo et intestinis, S. 142.

⁴ „Dantur adhuc aliae differentiae irritabilitatis fibrarum et secundum eas dividitur in moderatam, nimis tardam et nimis acutam. Moderata sola regularis est et norma ...“ Cap. IX, S. 173.

wurde¹. Damit wanderte die Lehre von der Faser aus der Forschung in den Unterricht².

Verheyen unterscheidet³ die Fasern nach ihrer Substanz in fleischige, sehnige, nervige usw. und nach ihrer Lage in gerade und gekrümmte. Unter die geraden zählt er longitudinale (Abb. 24, Fig. 1 A), transversale (B), schiefe (C), zu den gekrümmten rechnet er kreisförmige (D), gebogene (arcuatae) (d), winklige (E) und spiralige. Die zuletztgenannten sind nach seiner im Gegensatz zu Stensen stehenden Ansicht im Oesophagus des Menschen nicht zu finden. Die „fibrae arcuatae“ kommen im hinteren Teil der Luftröhre vor.

Die von der Antike überkommene Einteilung

¹ Zitiert wird nach der Ausgabe: Philipp Verheyen: *Corporis humani Anatomiae ultima editio ab authore recognita*. Lugduni 1712.

² „Fibra est pars instar fili oblonga, sed in latitudine et profunditate parum extensa; ad partes contextandas et formandas motumve exercendum destinata (Tab. II, F, Fig. 1, A, B, C, D, E, F). Vocatur etiam filamentum, dumque in sua specie valde tenuis est, Fibrilla.“ Verheyen, a. a. O., S. 7.

³ „Ex fibris componuntur pene omnes reliquae corporis partes, quae pro diversitate constant quoque diversa substantia: unde aliae carnosae sunt: aliae tendinosae; aliae nervosae etc. A situ, quem in partibus tenent . . .“ Ebenda, S. 7.

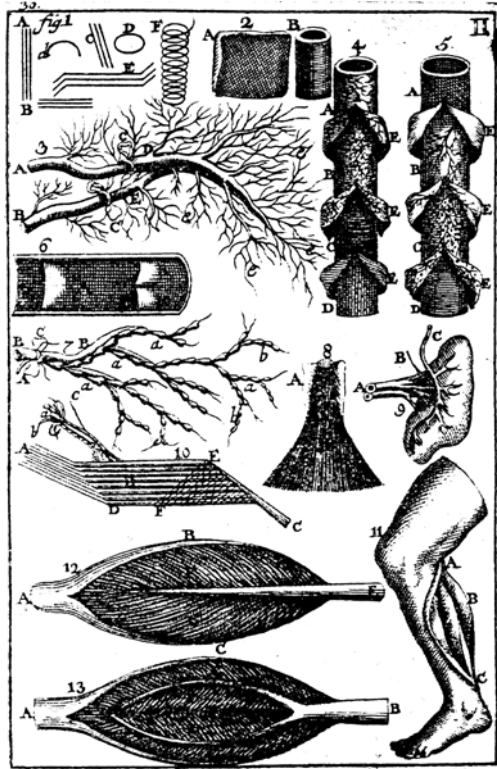


Abb. 24. Aus Ph. Verheyen: *Corporis humani anatomia*, Lugduni 1712, S. 30, Tafel 2. *Aufbau der Körpergewebe von der Faser abgeleitet.* — Fig. 1. Fasern nach dem Verlauf unterschieden: A Fibrae longitudinales, B F. transversales, C F. obliquae, D F. orbiculares, d F. arcuatae, E F. angulosae, F F. spirales. — Fig. 2. Membranen. 2 A ausgespannte Membran. 2 B Membranröhre. — Fig. 3. Gefäßverzweigungen in Arterie und Vene. — Fig. 4. Aufbau der Arterie: A Tunica vasculosa, B T. glandulosa, C T. muscularis, D T. nervea, E Umschlagstellen. — Fig. 5. Aufbau der Vene: A T. membranacea, B T. vasculosa, C T. glandulosa, D T. muscularis. — Fig. 6. Veneninneres mit Klappen. — Fig. 7. Lymphgefäße. — Fig. 8. Nerv. A Nervenscheide, B Nervenfasern. — Fig. 9. Drüse. — Fig. 10. Schema eines einfachen Muskels. A Caput. B Venter, C Cauda, FE Quersfibrillen, abc Blutgefäß. Lymphgefäß, Nerv. — Fig. 11. Kontrahierter Gastrocnemius. — Fig. 12 und 13. Makroskopische Anordnung der Faserzüge im Muskel. — Fig. 12. Einfacher Muskel. — Fig. 13. Aufbau eines zusammengesetzten Muskels.

der Fibern in gerade, schräge und zirkulärverlaufende Fasern lehnt er ab.

Im übrigen richtet sich seine Faserlehre in den wesentlichen Gesichtspunkten nach *Willis*; von ihm hat er auch die chemiatriische Auffassung

der Muskelbewegung, die er in gewissem Maße mit den Vorstellungen *Stensens* von einer parallelogramm-artigen Anordnung der Muskelfasern verbindet.

Noch stärker ist er in der Lehre vom Aufbau der Gefäße, der Trachea, des Oesophagus und des Darms von *Willis* abhängig, die er in gleicher Weise als ineinandergeschachtelte, aus Fasern gebildete Membranröhren auffaßt, wie aus den beigefügten Abbildungen deutlich ersichtlich ist (vgl. Abb. 24, 25, 26).

Etwa zur gleichen Zeit lieferte der Irländer *Bernhard Connor* (gest. 1698)¹ in seinen Monographien² Beiträge zur Faserlehre, die später *Haller* besonders unterstreicht³.

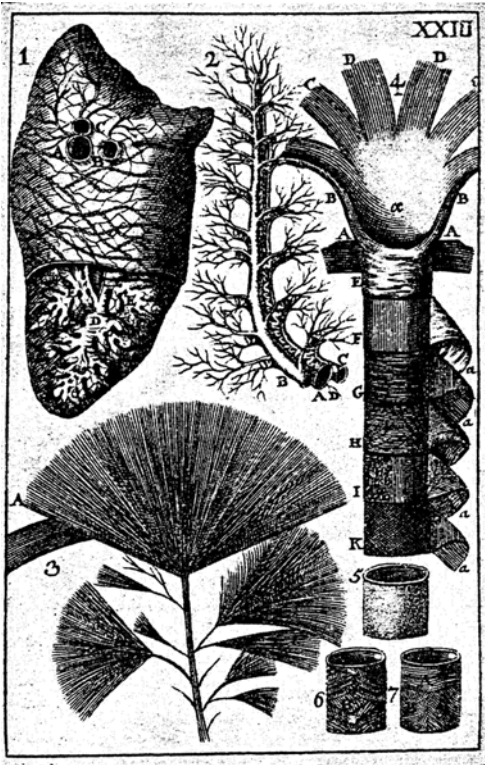


Abb. 25. Aus *Ph. Verheyen: Corporis humani anatomia*, Tafel 8, S. 204. — Fig. 1. Lobus maior pulmonis. — Fig. 2. Gefäß- und Bronchialbaum. — Fig. 3. Ast des Nerv. pulmonalis nach *Th. Willis*. — Fig. 4–7. Aufbau des Oesophagus. — Fig. 4. Aufbau des Speiseröhrenrohres aus verschiedenen Membranröhren. *A C D B* Muskeln, *E* Tunica extima, *F G* T. muscosa, *F* äußere Lamelle, *G* innere Lamelle, *H* T. vasculosa, *I* T. glandulosa, *K* T. nervosa, umgeklappte Tunicae. Fig. 5. Innere Oberfläche des Oesophagus mit Zotten. Fig. 6. T. muscosa (Rind), vordere Ansicht. — Fig. 7. Desgl. in der Ansicht von hinten, *A* äußere, *B* innere Faserzüge.

¹ *Connor*, um 1666 geboren, war nach längeren Reisen Leibarzt des Königs *Johann III.* von Polen, kehrte 1695 nach England zurück, starb aber bereits 1698. *Bibl. Lexikon, (Hirsch-Gurlt)*, 2. Aufl., Bd. II, S. 90.

² *Connor, B.: De stupendo ossium coalitu. Dissertatio medico-physica*, Oxoni 1695;

Evangelium medici: seu medicina mystica de suspensis naturae legibus etc., Londini 1697.

³ „Bernardo Connor, quantum nunc video, ea laus debetur, quod omnia solida humani corporis fibras aut propiores sibi aut remotiores esse, utiliter docuerit.“ — *Haller, A.: Elementa physiologiae corporis humani*, Tom. I, Lausanne 1757, S. 2. —

Connor führt den Unterschied im Bau der Knochen und Knorpel, der Bänder und Membranen, Sehnen und Muskeln in erster Linie auf die Distanz der Faseranordnung zurück. Gerade diese Betrachtungsweise hat *Haller* besonders imponiert. Obwohl *Connor* hinsichtlich der Unterscheidung der Faserarten auf die stofflichen Verhältnisse der Fasern keinen Wert legte, hat er sich mit ihrem Chemismus besonders intensiv beschäftigt¹. Nach seiner Ansicht besteht die Faser aus *Molekülen*², die sich ihrerseits aus den Atomen der Elemente Erde, Wasser, Salz in verschiedener Weise verbunden, zusammensetzen.

Aus der Verschiedenheit dieses Chemismus ergibt sich, welches Gebilde entsteht³. Bald sind es feste, bald flüssige Körperbestandteile. Je nach der atomistisch-molekularen Zusammensetzung unterscheidet er zwei Arten von Fasern, solche mit engem und solche mit weitem Lumen⁴. Aus diesen beiden Gruppen setzen sich alle Körpergewebe zusammen⁵.

Die von *Haller* zitierte Schrift *Hist. of Poland*, Tom. I, S. 32, 33, hat für die medizinische Entwicklung wohl kaum eine größere Bedeutung, da nur gelegentlich medizinische Fragen in der Geschichte Polens und Litauens zur Sprache kommen. Vgl. *Bernhard Connor*: Beschreibung des Königreichs Polen und Groß-Hertzogthums Litthauen, aus dem Englischen übersetzt. Leipzig 1700 (die posthum erschienene englische Ausgabe war nicht zugänglich).

¹ „Quaelibet fibra ex exilissimis et visum fugientibus terreis, aqueis, salinis, et sulphureis diversae figurae particulis, tanquam ex totidem elementis in miras formas, multiplices machinulas, et elateres obeuntibus constat.“ *Evang. medici*, S. 16f. — Neben den Elementen Erde und Wasser (Antike) finden sich „Salz“ und „Schwefel“ (paracelsisch?).

² Er definiert das Molekül: „Molecula est quasi vel minima mixti alicuius corporis portio, quae ex quatuor primis principiis coalescit“. Ebenda, S. 9.

³ „Quae particulae variis modis, et in diversa quantitate sibi appositae, moleculas discrepantis indolis et texturae efformant. Et hae moleculae strictius aut laxius inter se associatae, partes corporis alias fluidas, uti humores, alias solidas, uti carnem et ossa, constituunt.“ *Connor*: *Evang. medici*, S. 9. Erde und Salz finden sich vor allem in den festeren Bestandteilen: Knochen, Knorpel, Sehnen und Bänder. Die Erde ist das Prinzip des Festen („stabilimentum“). In der Substanz des Muskels sind die vier chemischen Grundbestandteile Erde, Salz, Wasser und Schwefel im gleichen Verhältnis gemischt, ebenso aber auch in den Membranen, Gefäßen und Drüsen. Im Blute ist das Wasser der vorherrschende Bestandteil.

⁴ „Ut autem hae moleculae ex atomis elementaribus constantes solidas partes efformant, in tenuissima duplicis generis stamina abeunt, vasculosa nempe et vasculares fibras“. Ebenda, S. 10.

⁵ „... innumera filamenta cava, seu fibrae vasculares gracillimae, quae prout auctiori vel laxiori nexu stringuntur, partes alias illis solidiores constituent;

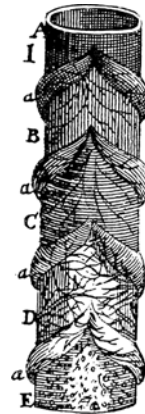


Abb. 26. Aus *P'h. Verheyen*: *Corporis humani anatomia*, Lugduni 1712, Tafel. 7, Fig. 1. Aufbau des Dünndarms.

A Tunica membranacea,
BC Tunica muscosa,
B Längsfaserung,
C Quersfaserung,
D Tunica vasculosa,
E Tunica glandulosa als
innerste Schicht.
F Umschlagstellen.

In ihrer hohlen Gestaltung zeigt sich die *Faser* neben den größeren Gefäßen als Behälter und Leiter der Körperflüssigkeiten und wird dadurch physiologisch besonders wichtig. Denn wie *Connor* es sorgfältig darstellt, beruht der normale Ablauf des Lebens auf einem harmonischen Zusammenwirken der Fluida und der (in der Faser vertretenen) Solida¹.

VII. Die Biologie und Pathologie der Faser bei Baglivi.

Was *B. Connor* über das Zusammenspiel von Faser und Körperflüssigkeit nur andeutet, ist von *Giorgio Baglivi* (gest. 1707) ausführlicher dargestellt und zur Grundlage seiner gesamten Biologie und Pathologie gemacht worden. Er widmet der Faser nicht nur einzelne Kapitel, sondern eigene Abhandlungen. In grundlegenden Dissertationen² entwickelt er seine Lehre von der gesunden und kranken Faser, indem er, von den Untersuchungen der strukturellen und funktionellen Verhältnisse der Fasersysteme ausgehend, eine regelrechte *Faserpathologie* aufbaut. *Der Fibrä kommt danach eine ähnliche Bedeutung zu wie später der Zelle in der Cellularbiologie und -pathologie Virchows.*

Baglivi ging mit einer bestimmten Technik an die Strukturanalyse heran, zu welcher er ein aus vier Linsen zusammengesetztes Mikroskop³ benutzte. Das zur Untersuchung bestimmte Muskelgewebe⁴ wurde in verschiedenen Flüssigkeiten wie Wasser, Alkohol, Essig und Milch gelaugt und mit verschiedenen Chemikalien, darunter „Königswasser“ und Potasche, behandelt⁵, was einen Zerfall in feinste Fäserchen ermög-

quemadmodum sunt ossa, cartilaginae, ligamenta, membranae, tendines, muscoli, et glandulae . . . et hae fibrae in magna quantitate sibi superpositae multa strata, et quasi lamellas filamentosas efformant, quae invicem indices post ortum ab appellente et alente sanguine . . .“ Ebenda, S. 10.

¹ „Nativus itaque corporis humani status est, ut ex solidis et fluidis partibus mutuo quodam e officioso ministerio sibi invicem subservientibus, efformetur.“ Ebenda, S. 17.

² Specimen de fibra motrice (Lib. I) in *Georgii Baglivi Opera omnia medico-practica et anatomica*, Antwerpen 1715, S. 261ff. Nach dieser Ausgabe wurde im folgenden zitiert. Sie stimmt mit der Ausgabe von *Kühn* (*C. Gottl. Kühn: Georgii Baglivi Opera omnia*, Tome I u. II, Leipzig 1827 u. 1828) im wesentlichen überein. — Specimen Trium reliquorum librorum de fibra motrice et morbosa, *Opera omnia*, Antwerpen 1715, S. 366ff. (*Kühn*: Tome II, S. 1—36), Dissertatio I. De anatome fibrarum, de motu musculorum ac de morbis solidorum, *Opera omnia*, Antwerpen 1715, S. 397—422 (Ausg. *Kühn*, Tome II, S. 38—71).

³ „ . . . cum microscopio quatuor lentium observationibus . . .“ De anatome fibrarum, *Opera omnia*, Antwerpen 1715, S. 399.

⁴ Ebenda: „Ideo, ut fibrarum carneam humanam diligentius examinarem, infundi primo eam in aqua communi, mox in spiritu vini, demum in aqua aceto temperata, atque haec peregi quousque deleta omni rubedine partes eius segregari commode poterant. Tunc fibra super vitrum explicata, acubus hinc inde magna cum cura et diligentia, componentia sua separari coepi . . .“

⁵ De fibra motrice, *Opera omnia*, (1715), S. 266: „ . . . Fibræ effectus maceratae in vino, lacte, aqua, spiritu vini, aceto, aqua sana, nitrosa, aluminosa, armoniacalia, vitriolica, aqua forti et aqua regia, lixivo e cineribus diversarum plantarum compacto:

lichte¹. Das so von Blutbestandteilen befreite, ausgelaugte und gehärtete Präparat wurde dann auf einer Glasplatte sorgfältig ausgebreitet und untersucht. Dabei stellte er fest, daß die Fibern der Muskelfaser parallel geordnet sind, die membranigen Fäserchen aber unregelmäßig verlaufend, ein Netzwerk untereinander bilden, das er mit der Verästelung der Blattnerven und der Faserung in feuchtem Papier vergleicht². Diese Fäserchen sind weit feiner und können vor allem nach Kochen des Präparates in süßem Mandelöl besser und klarer beobachtet werden³.

Was den Atomaufbau der Fasern angeht, so finden wir bei *Baglivi* ähnliche Gedankengänge wie bei *Descartes*. Je fester und dichter die Atome zusammenliegen, desto solider und fester ist die Faser. Von ihrer Zusammensetzung⁴ hängt auch die Eigenschaft ab, auf die *Baglivi* den allergrößten Wert legt, die Elastizität, „vis elastica“, „elater“ (aus dem Griechischen = „Treiber“) genannt. Er versteht darunter das Bestreben, Formveränderungen schnellstens auszugleichen⁵ und spricht diesem Umstand die größte Bedeutung für den normalen Ablauf der Körperfunktionen zu.

Seine Beschreibungen sind sehr sorgfältig und beziehen sich auch auf vergleichend anatomische Untersuchungen⁶, z. B. auf die Muskelfaser des Löwen. Ebenso hat er die *Entwicklungsgeschichte* herangezogen und die Faser an menschlichen und tierischen Embryonen studiert⁷.

Die feinsten nachweisbaren Fäserchen sind zwei grundsätzlich verschiedene Gebilde, die „fibra motrix“ und die „fibra membranacea“⁸.

ut post infusionem huiusmodi, color, consistentia, odor, friabilitas, tenacitas, structura aliaque possint deduci . . .“

¹ Einwirkungen von verschiedenen Reagenzien, wie Alkohol, Chrom-, Salicyl- und Pikrinsäure, rufen eine Längsspaltung der Muskelfaser in Muskelsäulchen hervor. Diese Agenzien nämlich lockern bzw. lösen das Sarkoplasma auf, welches die Säulchen innerhalb der Fasern verbindet. *Szymonowicz-Krause*: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie, 6. Aufl., Leipzig 1929, S. 105.

² De anatome fibrarum, Opera omnia, (1715), S. 399: „Fibram membraneam humanam per dies aliquot in praedictis liquoribus maceravi, donec debite emollita ab acubus explicari commodè poterat . . . inveni ipsam conflata esse ex infinitis subtilissimis aliis fillulis, quae uniusmodi non sunt, neque parallelo, rectoque ordine progrediuntur unita, ut carnea, sed irregulari, inaequali et frequenter veluti rescisso, ut in arborum foliis, vel madida papyro microscopio conspiciamus.“

³ „Filula haec subtilia magis sunt, quam non ea carnearum, et si fibram in oleo amygdalarum dulcium parum coxeris, commodior fiet observatio.“ Ebenda, S. 399.

⁴ „In quolibet ergo corpore resistentia praecipue exoritur a structura minimorum componentium, quae quo solidiora, eo resistentia major.“ De fibra motrice, S. 320.

⁵ „Elater, seu vis elastica corporis ea est, qua corpus externa vi a figura sua detrusum, in pristinam figuram se ipsum restituere nititur.“ De fibra motrice, S. 318.

⁶ Ebenda, S. 267. ⁷ Ebenda, S. 262, 264.

⁸ „Duae in humano corpore partes sunt, quae origine, usu et structura inter se differunt; fibrae scilicet musculares et membranosae. Cum autem a continua solidarum fluidarumque partium motione vita hominis pendeat.“ Ebenda, S. 268.

Die *Membranfaser* (fibra membranacea) ist frei von Blut, der feinste Ausläufer der Hirnhäute, und setzt alle Gewebe des Körpers zusammen, soweit sie nicht wie die Muskeln aus Fleischfasern bestehen oder wie die Sehnen und Knochen Abkömmlinge der Fleischfasern sind. Eingeweide, Drüsen, Gefäße und Blasen werden aus Membranfibern gebildet¹, selbst die Muskelfasern des Darms rechnet er zu ihnen. Sämtliche aus den Fibrae membranaceae zusammengesetzten Gebilde erhalten Zuwachs und Ergänzung aus dem Nervensaft oder der Lymphe, die motorischen dagegen aus dem Blut.

Die *Muskelfaser* (fibra motrix) besteht aus Fäserchen, deren Zwischenräume von Blut ausgefüllt werden², dem, wie wir später sehen werden, bei der Kontraktion eine besondere Bedeutung zukommt. In der Muskelfaser sind die feinsten Fibern parallel geordnet, in den Sehnen liegen sie dicht aneinander, im Knochen bilden sie ein Gerüst, zwischen welchem das Blut durch Ablagerung seiner kalkhaltigen Erde in eine kompakte Masse verwandelt wird und dem Knochen die marmorartige Konsistenz verleiht³.

Was die physiologischen Funktionen angeht, so widerlegt *Baglivi* sowohl die Anschauungen *Stensens*, daß die Kraftentfaltung des Muskels lediglich aus der geometrischen Anordnung der Fibern zu erklären ist, als auch die wiederholt erwähnte Explosionstheorie von *Willis*. Dagegen bringt er ähnlich wie *Glisson* die Fähigkeit der Kontraktion mit der durch die vitale Sonderstellung gegebenen Reizbarkeit in Zusammenhang⁴. Die Einzelheiten werden von ihm mechanistisch gedeutet, so daß eine *eigenartige Kombination vitalistischer und mechanistischer Auffassung entsteht*⁵. Jedenfalls wird man erkennen, daß die Behauptung von *E. H. Sigerist*, *Baglivi* sehe im Körper lediglich einen Werkzeugkasten, nicht ganz zutreffend ist⁶.

¹ „Praeter musculos, tendines et ossa, nihil aliud esse, quam propagines et productiones meningum cerebri, eiusque medullae, quae variis circulis, plexibus et expansionibus, quae hinc inde in humano corpore ludunt, producunt viscera, vasa, saccos membranosos, caeterasque partes, praeter musculos, ossa et tendines.“ Ebenda, S. 263.

² „Et quoniam solummodo inter fibrarum spatia magna sanguinis copia invenitur, quae considerata partis parvitate; impossibile est, ut tota nutritioni impendatur, eam crispandis fibris solidi vicem gerendo inservire existimo.“ De anatomic fibrarum, S. 402.

³ „Demonstrabimus etiam musculos esse productiones tendinum, tendines vero productiones ossium: nam sicuti ex innumeris fibrarum stratis musculi componuntur, ita ex variis fibrarum stratis ossa ipsa conflantur: in marmoream tamen duritiem concresecunt per depositionem partium salinoterrearum massae sanguinis inter ipsarum spatia.“ De fibra motrice, S. 263.

⁴ Siehe: De anatomic fibrarum etc., S. 409: „Praecipuus tamen, ac veluti innatus fibrarum effectus, sive actio, contractio est . . .“ Vgl.: De fibra motrice, S. 355.

⁵ „Continuus hic ad contractionem nisus, quando non est a musculo alicuius partis antagonista sive contrapondio impeditus, evidenter etiam oculis percipitur ac demonstratur.“ De fibra motrice, S. 321.

⁶ *Sigerist, H.*: Große Ärzte. München 1932, S. 126.

Die Einzelheiten des Prozesses sucht er sich mit Hilfe der von ihm als „*vis insita*“ bezeichneten kontraktiven Kraft der motorischen Faser zu erklären. Ein Hauptargument in der Widerlegung der iatrochemischen Theorie ist ihm die Beobachtung, daß ein isoliertes Froschherz oder ein Stück eines Herzmuskels weiterschlägt. Denn hier ist der Zufluß von Spiritus und Blut abgeschnitten¹. Man darf aber aus der Bewegung des isolierten Herzmuskels nicht etwa den Schluß ziehen, das Blut sei für die Kontraktion des Muskels überflüssig. Was für diese noch notwendig ist, findet sich auch nach der Isolierung in dem zwischen den Fasern bleibenden Blutvorrat. Dasselbe gilt für die Spiritus, obwohl ihnen wie auch dem Blut eine sekundäre Rolle bei der Kontraktion zukommt. Denn maßgebend bleibt die *Fähigkeit der Faser, auf Reize zu reagieren*, die *Baglivi* ähnlich wie *Glisson* als „*vis insita*“ bezeichnet. Im einzelnen vollzieht sich der Vorgang folgendermaßen: Die früher erwähnten, zwischen den motorischen Fasern durchströmenden Blutkörperchen (vgl. Abb. 27, Fig. 2) üben einen Reiz auf die stets zur Kontraktion bereiten motorischen Fasern aus. Gleichzeitig dienen sie in der Bewegung diesen Fasern als Hypomochlien. *Baglivi* vergleicht sie auch mit Seilen, die über Rollen laufen oder mit der Bewegung eines Gegenstandes über Rollen (vgl. Abb. 27, Fig. 1)². Gleichzeitig aber dienen diese Blut-

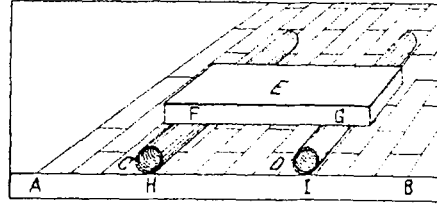


Fig. 1.

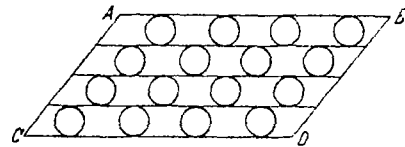


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Abb. 27. Nach Zeichnungen aus *G. Baglivi: De anatome fibrarum. Erläuterung der Mechanik der Muskelbewegung.* — Fig. 1. Beispiel aus der Mechanik erläutert die Wirkung der Blutkörperchen und motorischen Fasern. Die Rollen (scytala) C und D entsprechen den zirkulierenden Blutkügelchen, die sich zwischen den Fasern bewegen und diese zur Kontraktion bringen. — Fig. 2. Schematische Darstellung eines Muskels. AB und CD stellen die motorischen Fasern dar. In deren Zwischenräumen sich die Blutkügelchen bewegen. — Fig. 3 und 4 zeigen, wie die Fasern durch verschieden geformte Blutkörperchen (Fig. 3 „globuli rotundi“, Fig. 4 „globuli sphaeroidaei“) zu verschieden starker Kontraktion („Kräuselung“) gebracht werden.

¹ „Et quoniam tunc nulla vis a spiritibus et cerebro avulso et in particulas resecto cordi communicatur, vim omnem moventem a fibris dumtaxat productam esse existimo.“ *De anatome fibrarum*, S. 401.

² „In . . . probatum est, fibrarum funiculos super sanguinis guttulas, veluti super totidem trochleas tractos, magnam vim in motu acquirere.“ Da aber bei der Mechanik

kügelchen der Faser als kontraktionsauslösende Reize, indem sie einen Druck ausüben, der von der Eigenart ihrer Gestalt abhängt. Ihre Form wird durch die Spiritus, die *Baglivi* mit *Newtons* Äther vergleicht, bestimmt. Normalerweise kuglig, werden sie durch stärkere Spirituszufuhr Sphäroide¹. Durch die entsprechend stärkere Berührungsfläche (vgl. Abb. 27, Fig. 3 und 4) wird eine stärkere Kräuselung der Faser ausgelöst. Die Muskelkraft ist somit die Summe aller motorischen Fibern des Muskels².

Im Gegensatz zur motorischen Faser hat die *membranige Fiber* in erster Linie die Aufgabe, Bewegungen weiterzuleiten, die von einem Bewegungszentrum ausgehen, welches von den Hirnhäuten, vor allem der *Dura mater*³ gebildet wird. Wie das Herz — zufolge der wichtigen Rolle der Blutpartikelchen als reizauslösendes Moment für die motorische Faser — als Bewegungszentrum des fleischigen Fasersystems angesehen wird, so kommt den Hirnhäuten die Bedeutung des Motors im Membranfasersystem zu⁴. Die von der *Dura* fortgeleiteten Bewegungen spielen sich als feinste, sinnlich nicht wahrnehmbare Schwingungen ab, die *Baglivi* aus der Analogie mit den Vorstellungen *Borellis* über die Fortpflanzung von Erschütterungen im festen Medium ent-

der Rolle (Winde) diese an einem Punkt fixiert ist (trochleas in absolvendis motibus fixo haerere principio), die Blutkügelchen aber zirkulieren, nimmt er lieber folgende Erklärung an: „... cogitavimus, sanguinem scytalarum ad instar moveri circa fibras iisdemque suum impulsu continuo communicare.“ (Scytala = „cylindri lignei“, vgl. Abb. 24, an welcher *Baglivi* die Feinmechanik der Muskelbewegung erläutert.) De anatomicis fibrarum, S. 404f.

¹ „Investigandum nunc esset, quid fluidum nervorum conferat ... nihil aliud praestare, quam mutationem contactuum in globulis sanguineis inducendo, ultimam ad motum determinationem afferre; nam cum sit summo opere tenue, elasticum, et radiis lucis affine, incredibili celeritate a phantasia impulsu, cum sanguine muscoli iam iam movendi miscetur et quadam elastica irradiatione, cum proportionem tamen et aequilibrio, minima eius mutet et alterat, mutataque minimorum figura mutantur etiam diametri: ...“ De anatomicis fibrarum, S. 406.

² „Cum igitur per infinitas veluti trochleas, sive minimos vectes a minimis solidis sanguineis circulando prementibus moveantur fibrae, potentia moventis vis ob innumerabiles earum series, fere in immensum crescit.“ Ebenda, S. 402.

³ Die Untersuchung über die Hirnhäute hatte *Baglivi* in Gemeinschaft mit *Pacchioni*, der damals Sekundärarzt am Nosocomium war, durchgeführt. Sie fanden die *Dura* aus drei verschiedenen membranigen Faserzügen bestehend, zu denen vereinzelte Fleischfasern hinzukamen. — Die *Dura* bezeichnet *Baglivi* als „cor cerebri villis membranosis compositum“, legt ihr aktive Eigenbewegung zu und wendet sich gegen die Ansicht, die Durabewegung wäre von Nerven oder der Arterienbewegung abhängig. Er spricht von Systole und Diastole der *Dura* und sieht darin ein Analogon zum Herzschlag. Er beobachtete diese Bewegungen an einem Kinde, das weiche Schädelknochen hatte, und bemerkt, auch bei Schädelverletzungen mit Hirnprolaps könne die Bewegung der *Dura* deutlich beobachtet werden. De fibra motrice, S. 272f.

⁴ „Egimus jam de animati corporis Machina a solido, fluidoque composita, cui duos dedimus principales motores, cor scilicet et durum matrem.“ Ebenda, S. 272.

nimmt¹. Man darf sich diese „Oscillatio“ ohne Zwang unter dem Bilde einer Transversalwellenbewegung vorstellen.

Im membranigen System unterscheidet *Baglivi* zwei entgegengesetzte Bewegungen, die sich, wie er ausdrücklich hervorhebt, gegenseitig nicht stören sollen. Man kann diese Bewegungsverläufe mit unseren zentrifugalen und zentripetalen Nervenleitungen vergleichen. Von den Hirnhäuten zur Peripherie verläuft der *Motus systalticus* oder *successivus*, umgekehrt der *motus contrasystalticus* oder *reflexivus*. Der früher oft erwähnte flüssige Nerveninhalt, der in der damaligen Physiologie eine große Rolle spielte, ist nach *Baglivi* für diese von völlig untergeordneter Bedeutung.

Es ergibt sich hieraus, daß die beiden oben geschilderten verschiedenen Arten von Fasern auch eine scharf getrennte physiologische Aufgabe haben, die eine die der aktiven Kontraktion, die zweite die der Leitung der Bewegungen und Empfindungen. Hierin erkennen wir den Vorläufer *Hallers*, bei dem freilich die Unterschiede noch nicht so präzise herausgearbeitet sind, wie bei letztgenanntem. Im übrigen baut die membranige Faser, welche überall in den Gefäßen, in den Drüsen, den Nerven, den Muskelfasern, dem Darm und schließlich allem, was wir heute Bindegewebe nennen², das maßgebende Formelement ist, im Körper ein feines System elastischer Röhren auf. Die Wände dieser Röhren dienen nicht als passive Behälter, sondern sie sind die Motoren der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit. Die Säfte selbst spielen die passive Rolle, *das Kraftzentrum liegt allein in den festen, aus Fasern zusammengesetzten Teilen*, wie es *Baglivi* mit folgenden Worten umreißt: „*Nam vis et energia motuum non pendet omnino a fluido minimum spirituoso nimiumque ingenio, sed a valido solidorum elatere fortique textura*“³. Durch ihre aktive Bewegung wird dafür gesorgt, daß die durch die Schwere und Reibung in den Fluida bedingten Kräfte (retardierenden Momente) von den Oszillationen der Fasern überwunden werden und die normale Bewegung der Säfte gewährleistet wird. Hierdurch wird die Faser des Membransystems nicht nur ein wertvoller Unterstützungsfaktor bei der Blutzirkulation, sondern fördert auch, da sie durch die Fascie in Beziehung zur Muskulatur tritt, die Muskelbewegung⁴.

¹ „Cum autem eae omnes partes (membranaceae) sint revera durae tantum matris continua productio: ex legibus percussionum a *Borello* traditis necesse est continuum oscillationis motum . . .“ Ebenda,, S. 322.

² „Quomodo membranae ab se producant vasa, viscera, telas membranosas, et quidquid albarum partium nomine comprehendimus.“ Ebenda, S. 258.

³ Ebenda, S. 315.

⁴ „Neque sint adeo simplices Medici, ut credant membranas partibus tantummodo involvendis destinatas esse. Ad oscillandum perpetuo, et occulte; ad promovenda liquida et aequilibranda, ususque meliores fabrefacit eas omnipotens.“ De fibra motrice, S. 286.

Das harmonische Zusammenspiel beider Fasersysteme untereinander und der Solida mit den Fluida bezeichnet *Baglivi* echt iatromechanisch als Gleichgewicht¹ und vergleicht es mit der Mechanik einer Uhr². Alle Vorgänge werden letzten Endes von der Dura bestimmt, die zusammen mit dem Herzen alle Vorgänge des Körpers lenkt³. Störungen in diesem Gleichgewicht bilden das Wesen des pathologischen Vorganges.

Es entspricht der zentralen Stellung der Faser, daß *Baglivi* die verschiedenen Lebenserscheinungen von der *Jugend* bis zum *Alter* und die Begriffe *Konstitution* und *Disposition* aus Unterschieden in der Beschaffenheit der Fasern erklärt. In der Jugend sind die Fasern weicher, geradezu schleimig, zur Zeit der Pubertät erreichen sie ihre erste Vollendung⁴. Mit fortschreitendem Lebensalter werden sie trockner, fester und härter, im hohen Alter recht spröde. Aus diesem, für jedes Lebensalter typischen Zustand der Fasern ergibt sich die entsprechende Leistungsfähigkeit und Gesundheitslage, ebenso folgen daraus die ihnen eigentümlichen Beschwerden und Krankheiten. So treten z. B. in höherem Alter infolge der härteren und spröderen Fasern Apoplexien besonders häufig auf.

Auch die Unterschiede der *Temperamente* sieht *Baglivi* nicht wie bisher in der *Galenschen* Säftemischung⁵, sondern in der Verschiedenheit

¹ „At aequilibrium dicemus proportionem quamdam inter motum oscillationis villorum seu solidorum membranorum unius partis cum solidis membranosis alterius; inter motum successivum sive oscillatorium villorum membranorum cum motu villorum carnosorum; inter fibras perpetuo se contrahentes et inter fluida ad contactum fibrarum currentia; denique inter fluida et fluida tum homogenea, tum heterogenea per diversos canales, variisque motus inclinationibus decurrentia: in quibus omnibus vitale nostrum esse . . .“ De fibra motrice, S. 297.

² „Corpus enim hominum taliter fabrefactum est, ut singulae quaeque partes alterae alterarum ope indigeant, et invicem suos motus aut promoveant aut retardent: eadem pene ratione qua fieri videmus in horologio . . .“ (S. 290). Dieser Vergleich findet sich bereits bei *Descartes* und war in der Iatrophysik sehr beliebt. Für *Baglivi* hat besonders die Pendelschwingung als auslösende Ursache der Bewegung des Räderwerks große Bedeutung. Vgl.: Die Pendeluhr, horologium oscillatorium von *Christian Huygens*. Deutsch herausgeg. von *A. Heckscher* u. *A. v. Oetting*; *Ostwalds Klassiker*, Leipzig 1913, Nr. 192.

³ De fibra motrice et morb., S. 272: „In hoc igitur capite, immediatum cordis imperium tam occasione motus, quam occasione nutritionis et consensus supra partes carnosas extendi; illud autem cerebri supra membranas et ex iis compacta viscera.“ Einen Beweis hierfür sieht er auch darin, daß Reizungen der Dura heftige Krampfstände im gesamten System auslösen. „Supremum (imperium) vero et universale super omnes, solius cerebri esse, idque non tantum per transmissionem fluidi alicuius, quantum per continuatam oscillationem suarum meningum ad singulas partes protensarum concludemus.“ De fibra motrice, S. 272.

⁴ „Tonus fibrarum supradictus primam perfectionem incipit acquirere anno aetatis decimo quarto; quo tempore fibris debitam soliditatem et consistentiam nactis, porisque partium conformatis, fluidorum separationes non solum augentur sed promptius faciliusque peraguntur.“ De anatomicae fibrarum, S. 411.

⁵ Vgl. *Paul Diepgen*: Zur Geschichte der Lehre von der Konstitution. Konstitutions- und Erbbiologie, herausgeg. von *Walter Jaensch*, Leipzig 1934, S. 3ff.

der Fasern, ebenso die Geschlechtsunterschiede von Mann und Frau. Beim Mann ist die Faser derber und fester, bei der Frau lockerer und weicher, worauf auch die zartere Gemütslage der Frau beruht¹. Der Begriff der rassistischen Unterschiede fehlt natürlich noch; *Baglivi* spricht lediglich von klimatisch und völkisch bedingten Variationen der Fasern und des Körpergewebes. So hätten z. B. die Franzosen weichere Fasern als die Italiener, die aber weichere als die Spanier.

Die gesamte Mechanik des Körpers ist, wie gesagt, aufs feinste abgestimmt. Auch wenn nur an *einer* Stelle dieses Systems eine Störung auftritt, wird die Mechanik des Ganzen durcheinandergbracht; denn alle Teile des Körpers stehen durch den „Consensus“ miteinander in Beziehung.

Das Schwergewicht liegt immer in den festen Teilen². Hier ist der eigentliche Krankheitssitz zu suchen³. Das Versagende ist immer die Faser, die normalerweise die Aufgabe hat, Störungen auszugleichen. Es zeigt sich hier sehr deutlich der Einfluß alter Lehren der Methodiker, freilich ins Vitalistische abgewandelt. Denn das Versagen der Funktion der Faser wird auf eine Erhöhung oder Herabsetzung ihres Spannungszustandes zurückgeführt. Wie die Methodiker den Status laxus und strictus unterschieden, so kennt *Baglivi* eine zu starke und eine zu schwache Spannung, eine „tensio“ und „remissio“ des Tonus der Faser⁴. Die chronischen Krankheiten werden in der Regel durch einen Erschlaffungszustand, die akuten durch eine Tonuserhöhung der Faser verursacht⁵.

Durch Training werden die Fasern kräftiger und widerstandsfähiger, wie das Beispiel des Lastträgers zeigt. Auch unter pathologischen Zuständen zeigt sich dies bei tobsüchtigen Geisteskranken⁶, wie *Baglivi*

¹ „Mulieris quoque ob antedictam fibrarum molliem rerum sensibilium peritae sunt, ut elegantiae in loquendo, diligentiae in vestitu . . .“ De anatome fibrarum, S. 411.

² „In solida corporis animati cadit centrum virium, centrum aequilibrum et centrum gravitatis; sicuti in solida non animata iisdemque legibus subiacent.“ De fibra motrice, S. 317. Siehe *P. Diepgen*: Das physikalische Denken, S. 20.

³ „Et ut ego sentio multorum morborum causae verae sed obscurae, difficiles sed a medicis minus diligenter quaesitae in hoc solidorum vitio tono, elatere, structura, mutatoque solidorum ad solida et liquidorum ad solida aequilibrio resident magis, quam in mille somniatis acidis et mille fictis humorum moleculis, quas innovandi caeco nostris temporibus adinvenit.“ De anatome fibrarum, S. 410.

⁴ „Duabus praecipuis affectionibus fibra laborat; aut nimia tensione, aut nimia remissione, sive laxitate, ac flacciditate. Propterea ex duobus reliquis unus continebit morbosam tensionem fibrae, vitio vel suo, vel fluidi: Alter vero flacciditatem vitio sui aut fluidi.“ De fibra motrice, S. 260.

„Et quando ea in debito naturae statu fuerit, nos tonum partis vocabimus, cum ab eo recesserit, laxitatem, sive atoniam Partium dicemus . . .“ De anatome fibrarum, S. 409.

⁵ „Et quoniam tensio plerumque observatur in morbis acutis et flacciditas in chronicis.“ De fibra motrice, S. 260.

⁶ „Atque in hac observatione conformati credimus, vim incredibilem et horrendam, quam Maniaci habent, non ab acido vehementer pungente, ut Recentiores

durch den Sektionsbefund an einem Menschen, der unter heftigen Delirien zu Grunde gegangen war, bestätigt sah, indem er eine so große Festigkeit der Fasern feststellte, daß das Gewebe nur mit großer Schwierigkeit durchschnitten werden konnte. Es ist interessant, daß *Baglivi* solche Beobachtungen benutzte, um die Iatrochemiker zu widerlegen¹. Hätten sie Recht, so müßten Leute, die viel arbeiten, schwächer werden, da sich die Kräfte, die sie in die Säfte verlegen, verzehren. Die Energiequelle der Bewegung kann also nicht in den Säften liegen, sondern in den festen Teilen. Ein typisches Beispiel für eine Erkrankung durch Verhärtung und Sprödigkeit der Gefäßfaser im Alter ist die Apoplexie.

Bezeichnend für den mechanistischen Charakter der *Faserpathologie* ist es, daß *Baglivi* Hirn- und Nervenkrankheiten, wie Delirien, Epilepsie, Stupor, Melancholie, Kopfschmerzen und Schlaflosigkeit, auf Störungen der Duraspannung zurückführt².

Daraus, daß sich, wie er in Versuchen an der Hirnhaut von Tieren nachwies, solche Spannungen auch im Blutsystem in Form von Pulsschwankungen und in Veränderungen der Herztätigkeit äußern, ergibt sich auch auf pathologischem Gebiet der enge Zusammenhang, wie andererseits daraus, daß umgekehrt Störungen in der Blutbewegung nervöse Symptome hervorrufen.

Ganz zur Passivität hat *Baglivi* die Säfte in seiner Pathologie nicht verurteilt. Ihre fehlerhafte Zusammensetzung kann zu Spannungsveränderungen in der Faser führen. So bringen z. B. Salz und Gewürz-atome die Faser zu stärkerer Anspannung (*Crispatura*). Sie tun es, wie er als echter Iatrophysiker annimmt, infolge ihrer scharfkantigen Beschaffenheit³ und haben lediglich die Bedeutung auslösender Faktoren. *die Faser selbst aber beantwortet diese Reize kraft ihrer lebendigen Reaktionsfähigkeit.*

somniant, sed a maxima fibrarum exsiccatione produci, cuius ratione portentosum acquirunt elaterem, qui resistantiam quameunque finitam superandi vim acquirit, eadem conservat.“ Ebenda, S. 314.

¹ „Quae omnia produci potius a solidis et praecipue a vitio durae matris, quae solidorum membranarum primaria origo et fons est, quam a mille somniantis et fictis fluidorum vitiis demonstrabimus.“ Ebenda, S. 276.

² „Quando dura mater ob vehementes animi cogitationes, affectus et pathemata nimium convellitur, crispaturque; fluidorum secretiones infernis in partibus diminuantur vel turbantur.“ Ebenda, S. 318.

³ „Certum quidem est, fluida ad contactum solidorum currentia in hoc cursu suis tangere minimis minima fibrarum, huiusque contactus causa fit, ut insensibiliter fibrae minimae undulent, oscillent, sive crispentur. Si fluidorum minima angulos et circumferentiam iuxta naturae leges habeant et momentum sui cursus naturae subordinatum sit, irritatio in solidis facta erit naturalis. Et si minima nimis acuta fuerint, salina, terrea, pungentia, acrida, piperina et maiori cum celeritate excutrant, irritatio inde nata crescet, ut ita dicam ad infinitum.“ De fibra motrice et morb., S. 355. — Vgl. *Kurd Laßwitz*: Geschichte der Atomistik, Leipzig 1926, Bd. II, S. 524, siehe dort Fig. 14 und 15.

VIII. Morphologische Strömungen.

Etwa um dieselbe Zeit gewinnt die Lehre von der Faser als morphologisches Aufbauelement des Körpers eine neue Richtung. Hatte besonders *Baglivi* von der funktionellen Seite her die Faser zum Leit- und Bewegungselement der Fluida gemacht, so geht man jetzt vom morphologischen Standpunkt aus daran, die aus ihr aufgebauten Gefäße näher zu untersuchen und sie zum eigentlichen Konstruktionsgerüst des Körperbaues zu machen. Den Ausgangspunkt bildet das Injektionsverfahren mit feinen Wachsmassen, welches von *J. Swammerdam*¹ entwickelt, von *Fredrik Ruysch* (1638—1731)² mit großer Konsequenz zur Untersuchung der Gewebe angewandt wurde.

Für das Fettgewebe prägte *Ruysch* die Bezeichnung „membrana cellulosa“, vermutlich wegen seiner lockeren Struktur und der „zelligen“ Räume, in denen sich das Fett zwischen den Fasern abgelagert³.

Er sah und beschrieb die *Vasa vasorum*, die Gefäße der Chorioidea, die *Arteriae bronchiales* und machte manche bis dahin nicht beobachteten Gefäße sichtbar⁴. So kam *Ruysch* zu der Überzeugung, daß das Wesentliche am Körperbau, auch in den parenchymatösen Organen, die Gefäße sind. Man vergleiche die Abb. 28 und 29. Letztere ist insofern interessant, als auch in den Membranen, die man bisher lediglich als Fasergewebe ansah, Gefäße nachgewiesen werden, die sich immer feiner verzweigen.

Ruyschs Präparate eigneten sich wenig für mikroskopische Untersuchungen. *Liebkühn* hat ihm mit Recht vorgeworfen, daß durch seine zu weichen Injektionsmassen häufig Extravasate entstanden, welche Gefäße vortäuschten, wo keine waren⁵.

Dieser geniale, viel zu früh verstorbene Berliner Mikroskopiker *Joh. Nathanael Liebkühn* (1711—1756)⁶ hat vor allem die Beteiligung der *Faser am Aufbau des Dünndarms* aufgeklärt und auf das richtige Maß zurückgeführt. Er erkannte, daß die Zotte der *Tunica villosa*, welche besonders *Willis* als eine frei ins Darmlumen ragende Nervenfaser aufgefaßt hatte, einen viel komplizierteren Bau aufweist. In den Zotten wies

¹ *Swammerdam, J.*: *Miraculum naturae sive uteri muliebris fabrica*, Lugd. Batav. 1672; in der Ausgabe 1679, S. 43 wird über die Injektion mit Wachsmassen berichtet.

² *Friderici Ruyschii*: *Opera omnia anatomico-medico-chirurgica*, Amstelodami 1737f., Tom. I—IV.

³ *Ruysch, Fr.*: *Thesaurus anatomicus* III. Nr. 29, 2; *Advers.* Dec. II, 22.

⁴ *Johann Friedr. Schreiber*: *Historia vitae et meritorum Friderici Ruysch*, Amsterdam 1732, S. 17: „*Ruyschius oculis exponebat vasa ubi eadem nemo unius viserat nunquam.*“

⁵ *Liebkühn, Joh. Nath.*: *Dissertatio anatomico-physiologica de fabrica et actione villorum intestinorum tenuium hominis*. Lugd. Batav. 1745. S. 8.

⁶ Vgl. *Werner Groth*: *Johann Nathanael Liebkühns Bedeutung für die Anatomie*, besonders der feineren Gebilde des Körpers. Sonderausg. Sitzgsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin 1935.

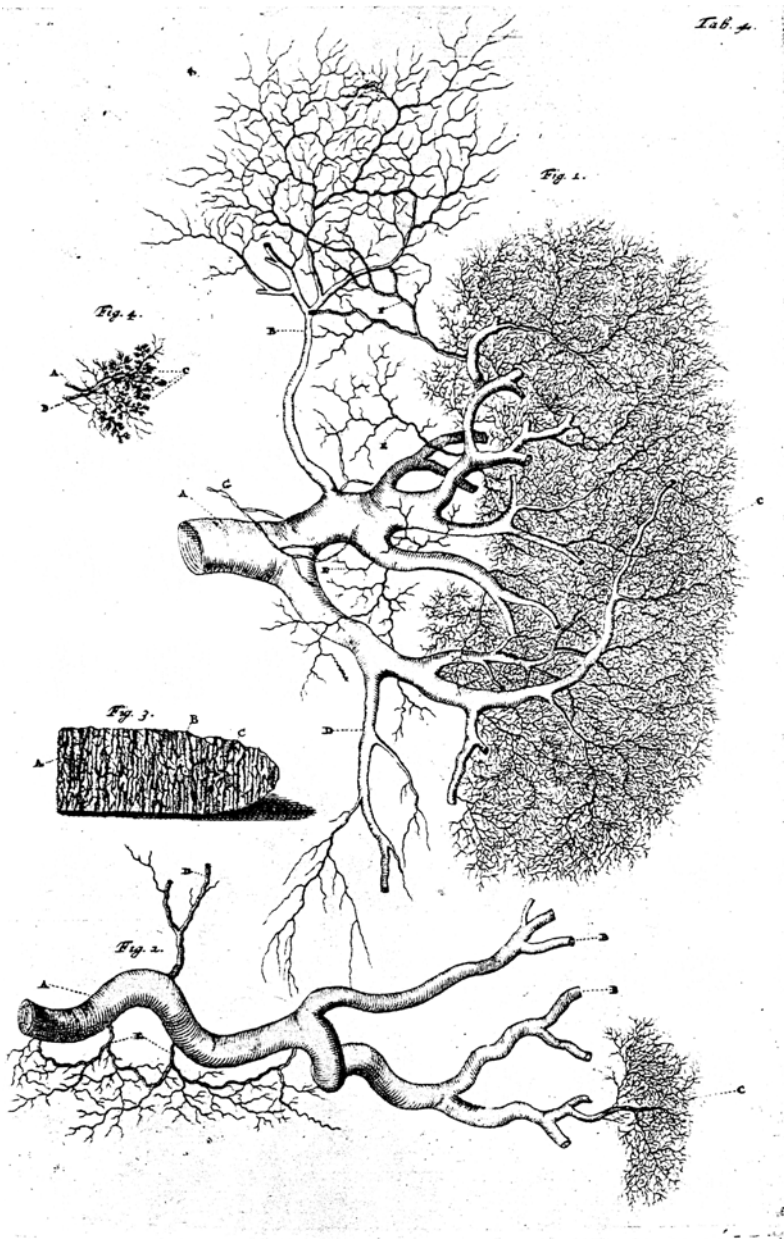


Abb2. 8. Aus *F. Ruysch: Responsio ad Joh. Jac. Campdomercum* (Epistola 4. Mai 1696). Tafel 4. Milz (Mensch). — Fig. 1. Gefäßverlauf in der Milz (Mensch). — Fig. 2. Stamm der Arteria splenica mit Darstellung der feineren Ausläufer. — Fig. 3. Schnitt durch die Milz (Kalb). — Fig. 4. Gefäßaufteilung. *A* Vene, *B* Arterie, *C* pinselartige Verzweigung (Mensch).

er Blutgefäße¹ nach und widerlegte den Irrtum, daß sich die Gefäße mit freien Ostien ins Darmlumen eröffnen². Diese Erkenntnis konnte sich in einer Zeit, in der die Faser die Situation beherrschte und man von Zellen und Endosmose noch keine Ahnung hatte, nicht durchsetzen; denn für einen faserigen Körper waren Ergüsse und Resorptionen nur durch freie Mündungen möglich. So war es verständlich, daß sich auch *Haller* gegen die Auffassung *Lieberkühns* aussprach.

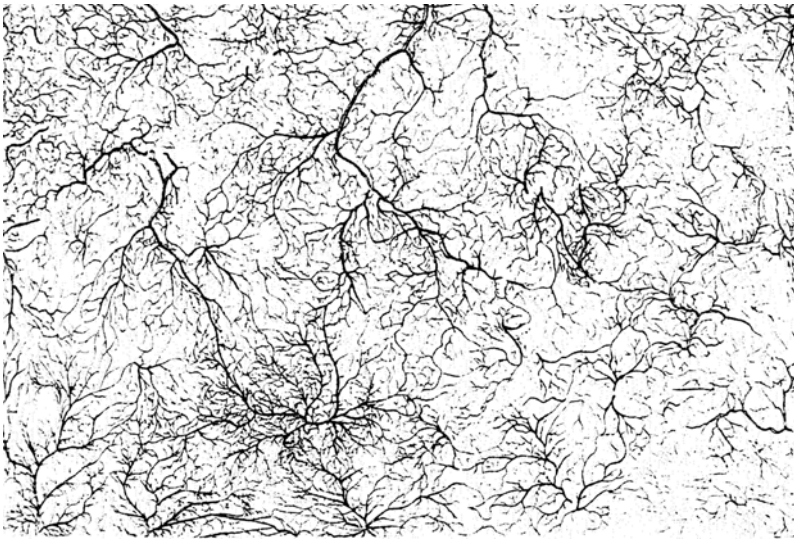


Abb. 29. Aus *F. Ruysch: Thesaurus magnus regius etc.*, Amsterdam 1729, Tafel 5, Fig. 5. Gefäßverlauf in der Leberkapsel (Mensch).

Die mikroskopischen Untersuchungen von *Wijer Willem Muijs*³ (1682—1744) hatten das Bestreben, die von der Theorie geforderten feineren Elemente, in die sich die Fasern zerlegen lassen mußten, morphologisch nachzuweisen, wofür die Skelettmuskulatur das günstigste Objekt war.

¹ Durch mikroskopische Untersuchung seiner meisterhaften Injektionspräparate. Die Technik beschrieb er in: „*Histoire de l'Académie royale des sciences et belles lettres*“, Berlin 1748, Tome IV, S. 28—31, unter dem Titel „*Sur les moyens propres à découvrir la construction des viscères*“.

² Dabei stellt er eine neue Theorie über die Saftbewegung in den Gefäßen des Darms auf und erläutert sie durch einen Versuch. *De fabrica et actione etc.*, S. 29f.; vgl. *Groth*, S. 15.

³ Er studierte in Leiden, wo *Bulloo* sein Lehrer in der Anatomie war, promovierte 1701 in Utrecht, wurde in Franeker Professor der Mathematik (1709) und 1714 Professor der Medizin. Vgl. *Bibliogr. Lexikon usw.*, Berlin 1932, Bd. IV, S. 312; vgl. auch *Napjus, J. W. Wijer, Willem Muijs: Bijdragen tot de Geschiedenis der Geneesk.*, Amsterdam 1939, Jg. XIX, S. 243—249.

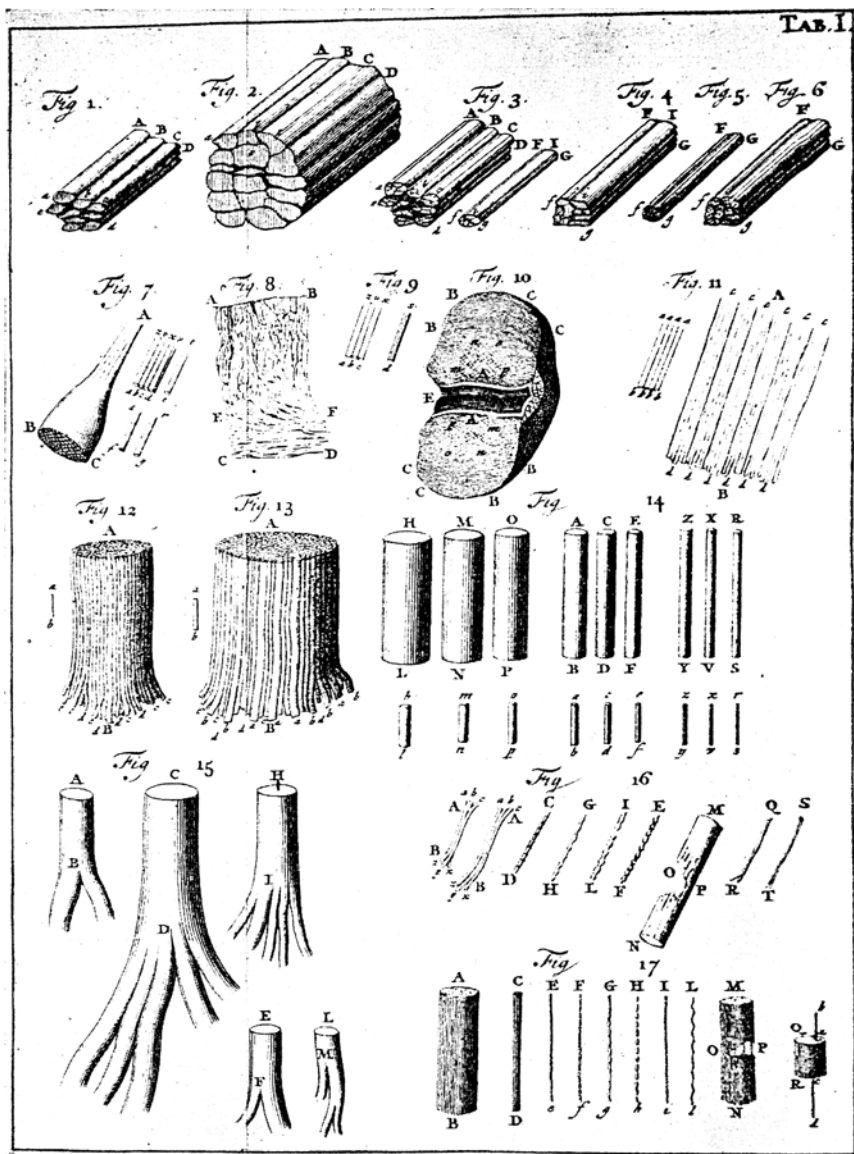


Abb. 30. Aus W. Muys: *Investigatio fabricae etc.*, Lugd. Batav. 1741. *Aufbau des Muskels.* Größere Faserbündel (Fig. 1–6) und ihre Analyse bis zur kleinsten mikroskopischen Einheit („filum“). Fig. 16, 17. — Fig. 8. Lamellenanordnung im Herzmuskel (Rind). — Fig. 9. Isolierte Faser aus Präparat Fig. 8. — Fig. 10. Mägen (Hühnchen). — Fig. 11. Fibrillenbau der Muskelfasern. — Fig. 12 und 13. Fibrillenbau (AB) einer eben sichtbaren Faser (ab) bei mikroskopischer Betrachtung (Fig. 12 Mensch, Fig. 13 Rind). — Fig. 14. Isolierte Fibrillen aus Fig. 12 AB und 13 AB (HL, MN, OP Fibræ crassiores, AB, CD, EF Fibræ mediocres, XF, XF, RS Fibræ tennesiores). — Fig. 15. Aufbau der Fibrillen aus anderen kleinerer Ordnung. — Fig. 16 und 17 zeigen die kleinsten Einheiten („filæ“), von denen einige perlschnurartige Strukturen aufweisen.

Auf Grund eingehender mikroskopischer Untersuchungen erklärte er sich den Aufbau des Muskels (vgl. Abb. 30) in folgender Weise¹: Die dickeren Fasern „*fibrae crassiores seu primi ordinis*“, in welche der Muskel grob gegliedert ist (Abb. 30, Fig. 1—6), bestehen aus anderen feineren, „*fibrae mediae, mediocres seu secundi ordinis*“, diese werden aus anderen dünneren „*fibrae tenuiores seu tertii ordinis*“ zusammengesetzt. Diese mit unbewaffnetem Auge eben erkennbaren Fibern bauen sich aus Fibrillen auf (Fig. 12*a, b*, *AB* und 13*a, b*, *AB*), unter welchen er verschiedene Größenordnungen unterscheidet (Fig. 14). Die kleinsten Fäserchen, die er mit dem Mikroskop als solche erkennen konnte, die „*fila*“, haben perlschnurartige Struktur. Dabei handelt es sich aber nicht, wie bei *Borelli*, um theoretisch konstruierte Bläschen, sondern um die Gestaltung solider Gebilde. Die „*fila*“ fand er 46mal kleiner als ein Blutkörperchen, eine Feststellung, die der iatrochemischen Anschauung widersprach, welche für das Zustandekommen der Muskelkontraktion Blut und Spiritus in den hohlgedachten Fibern voraussetzte².

IX. Boerhaave und sein Schülerkreis.

1. Boerhaave.

Die Morphologie der Faser wird von *Hermann Boerhaave* (1668—1738) nach der chemisch-biologischen Seite weiter ausgebaut. Wie es schon *Stensen* ausführlich dargestellt hatte³, so nimmt auch *Boerhaave* eine Bildung der Faser aus den Säften an⁴. Er sieht eine Bestätigung dieser Theorie in den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen *Malpighis*⁵, der darauf hingewiesen hatte, daß das embryonale Gewebe besonders weich

¹ *Muijs, W. W.*: De carnis musculosae structura, Lugd. Batav. 1730. Investigatio fabricae, quae in partibus musculos componentibus extat. Diss. I de carnis musculosae fibrarumque carnearum structura . . . Lugd. Batav. 1738 und andere Ausgaben: zur Benutzung stand die Ausgabe Lugd. Batav. 1741; der zweite Teil „*Musculorum artificiosa demonstrata*“ erschien postum, Lugd. Batav. 1751.

² Vgl. *Willis*, S. 51f. ³ Siehe oben S. 359.

⁴ „*Ex hoc autem subtilissimo humore orta solida prima tenerrima, liquidis similia iterum transeunt per gradus infinitos intermedios, donec ad solidissimas partes perventum sit . . .*“ *H. Boerhaave*, Institutiones medicae in usus annuae exercitationis domesticos, Lugd. Batav. 1730, S. 197, § 443. Das „plastische Serum“ faßt er als tierische Grundsubstanz und Faserbildner auf. Aus ihm entwickeln sich durch einen Konsolidierungsprozeß die festen Bestandteile, so auch beim werdenden Hühnchen unter der Einwirkung der brütenden Wärme. Chemisch gesehen ist das „Serum plasticum“ eine geruch- und geschmacklose Materie, die aus reinster Erde „*blendissima terra*“ besteht. Ebenda, S. 199, § 453. Diese erscheint ihm am wichtigsten. . . . fit serum, blandum, tenax, plasticum, vix sapidum, fere inodorum, ad ignem crassescens, in alcohole itidem; albumini ovi simillimum: adeoque tale fluidum, in quo adsunt omnes conditiones, quae in eo humore, unde certa experimenti fide novimus solo incubatu omnes solidas partes corporis animalis fieri assiduo.“ Institut. med., S. 199, § 451.

⁵ Ebenda, S. 197, § 442.

und gefäßreich ist und erst später zur Konsolidierung der festen Teile, speziell der Gefäße, führt. Die Anlehnung an *Descartes* und die iatro-mechanische Grundeinstellung bringt es mit sich, daß sich nach seiner Überzeugung die festen Bestandteile von den Säften lediglich in der Geschwindigkeit ihrer Atombewegung unterscheiden¹. Die Faser verdankt ihre Festigkeit dem Umstand, daß ihre Atome infolge ihrer Kohäsion fest zusammenliegen. Wie für *Descartes* vollzieht sich die Ernährung in Form einer Atombewegung und führt zum Wiederersatz abgenutzter Körperchen², während das Wachstum lediglich eine Anlagerung neuer Atome darstellt. Darüber hinaus kommt der Chemiker *Boerhaave* auf Grund seiner Untersuchungen des pflanzlichen und tierischen Körpers zu einer *chemischen Analyse des organischen Gewebes*, die wir auf den Bau der Faser beziehen dürfen, wenn er es auch nicht ausdrücklich hervorhebt³. Danach bilden die stofflichen Bausteine des Organismus fünf chemisch verschiedene Substanzen, erstens die Erde⁴, das feste und unveränderliche, überall zugrunde liegende Element, zweitens der Spiritus⁵, eine ölartige, sehr flüchtige Substanz, drittens das Wasser⁶, welches mit dem Spiritus in Verbindung tritt, viertens das Salz und fünftens das Öl⁷, welches in seiner reinsten Form als „*Oleum subtile vel volatile*“ eine dem Spiritus verwandte Eigenschaft hat. Die erdigen Atome bilden die feste Grundlage. Das Öl hält alles zusammen. Die übrigen Substanzen sind darin eingeschaltet⁸.

In seinem Streben, die Vielgestaltigkeit der Formen und Erscheinungen auf einen gemeinsamen Nenner zurückzuführen, faßt *Boerhaave* die *Nervenfasern als eigentliches Bauelement des Körpers* auf⁹. Einen Beweis für diese Annahme sieht er darin, daß es keinen Teil des Körpers gibt, der nicht Empfindung oder Bewegungsfähigkeit besitzt. Das bedeutet gegenüber dem bisher Erkannten entschieden einen Rückschritt, ebenso wie die Tatsache, daß er sich die kleinste Nervenfasern hohl vorstellt. Entsprechend ihrem nervigen Charakter entspringen die den Körper

¹ „Quare hinc patet solida . . . a liquidis unde orta sunt, tantum differre quiete, cohaesione, figura.“ *Institutiones medicae*, S. 197f., § 443. (Die gleiche Anschauung vertrat *Descartes*, vgl. oben S. 357f.) — „Itaque fines ultimi vasorum redduntur tam subtiles, tamque debiles, ut vix differant a fluidis.“ *Ebenda*, S. 200, § 461.

² *Institutiones med.*, S. 195; vgl. *Erasistratos*, S. 345.

³ *Hermani Boerhaave: Institutiones et experimenta Chemiae*, Tome I, Paris 1724, S. 127f.

⁴ „Terra iners, de hac jam superius dictum et est similis in omnibus animalibus, penitus immutabilis, et differt tantum a terra vegetabili, quod parum volatior fit.“ *Inst. et exper. Chem.*, S. 132.

⁵ *Ebenda*, S. 129. ⁶ *Ebenda*, S. 130. ⁷ *Ebenda*, S. 131f. ⁸ Vgl. *Fernel*, S. 350.

⁹ „... omnem totius nostri corporis solidam massam meris modo nervis, ut elementis suis, absolute constructam esse . . .“ *Institutiones medicae*, S. 197, § 440. *Fernel*: „Credemus fere omnes partes solidas corporis contextas esse fibris nervosis, atque iis constare.“ *Ebenda*, S. 135, § 301. Die Einschränkung „fere“ hat nichts zu besagen.

aufbauenden Fäserchen sämtlich im Gehirn, das *Boerhaave* wie *Malpighi* als drüsiges Organ auffaßt¹. Auch die feinste Muskelfaser sei nichts anderes als ein Ausläufer der Nerven und entsprechend hohl². Wie unsicher er sich fühlte, geht daraus hervor, daß er die Frage offen läßt, ob es sich dabei um eine Bläschenkette handelt, wie sein Schüler *de Gorter* in Anlehnung an *Borelli* angenommen hatte. Die Deutung der Muskelfaser als Arterienausläufer lehnt er ab. Die feinen Fibern des Muskels werden von einer „*Membrana cellulosa*“, zu Faszikeln gebündelt, zusammengehalten. Die Hohlräume dieser zelligen Membran sind mit Öl gefüllt, das bei der Muskelbewegung wie das Schmieröl einer Maschine verbraucht, in der Ruhephase wieder aufgespeichert wird³. Die Zufuhr erfolgt durch feinste Arterienausläufer, die in den Ölbehältern der *Membrana cellulosa* enden und ihrerseits in das Gefäßnetz eingeschaltet sind, was, wie *Boerhaave* hervorhebt, durch Quecksilberinjektionen nachgewiesen werden kann. Im übrigen sind für *Boerhaave* noch immer nach alter Tradition die von dem Gehirn als Drüsen abgesonderten und im Kanalsystem der Nerven zum Muskel geleiteten Spiritus (als Flüssigkeit gedacht) die Träger der Empfindung und Bewegung. Die Kontraktion der Muskelfaser erfolgt dadurch, daß sie als feinsten Nervenausläufer durch die flüchtige Materie der Nervenspiritus ausgedehnt wird. Vorgänge dieser Art führt er rein mechanisch auf das Gesetz der kommunizierenden Röhren zurück⁴.

2. Die mathematische Formulierung der Faserlehre durch Schreiber.

Was *Boerhaave* als Iatromechaniker und Chemiker zur Faserlehre beigetragen hatte, suchte sein Schüler *Johann Friedrich Schreiber* (1705 bis 1760)⁵ im Gefolge der mathematisch-philosophischen Lehren des Hallenser Philosophen und *Leibniz*-Schülers *Christian Wolff* mathematisch zu unterbauen⁶. Gewannen seine Theorien auch praktisch keine wesent-

¹ Institut. med., S. 117, § 264.

² „Concluditur, habita ratione naturae minimi nervi, has fibras esse nervi ultimi, involucris orbi, expansionem tenuissimam, intus cavam, figurae ut musculus, plenam spiritu . . .“ Ebenda, S. 174, § 395. „Ultimus ergo ille, quum toti musculo similis sit, habebit et suum ventrem, et tendinem plane ut major; vocabitur autem fibra muscularis.“ Ebenda, S. 173, § 393.

³ „Est vero membrana haec tenuis, cellulosa, intus oleo plena, quod in quiescentibus accumulatum motu consumitur, defendendis, inungendis, lubricandis, fibris inserviens, ab arteriis suppeditatum, ut injectio argenti vivi docuit.“ Ebenda, S. 174, § 396.

⁴ „Quomodo autem tanta vis per nervos dari queat musculis, sola docet hydraulice et hydrostatice, Mariotto explicato.“ Ebenda, S. 183, § 411; vgl. auch S. 186, § 415.

⁵ Er stammte aus Königsberg i. Pr. und war später Leibarzt und Professor in Petersburg; vgl. *Hirsch-Gurlt*: Biographisches Lexikon usw., Berlin-Wien 1934, Bd. V, S. 137.

⁶ *Schreiber, Johann-Friedrich*: Elementorum medicinae physico-mathematicorum, Tom. I, Frankfurt-Leipzig 1731, praefatus est Christianus Wolffius. (Es erschien nur der erste Band.)

liche Bedeutung ¹, so ist sein ganzes Streben doch außerordentlich charakteristisch für die wichtige Rolle, die der Mathematik zukam, welche dem Geist der Aufklärung als Inbegriff der souveränen Vernunft erschien ². Charakteristisch dafür ist auch die Art der Beweisführung *Schreibers*, die in ihrem ganzen Aufbau geradezu an ein mathematisches Lehrbuch erinnert.

Besondere Bedeutung erlangte in der Mathematik die Differentialrechnung, die *Newton* und *Leibniz* entwickelt hatten. Durch *Leibniz* war an der Geometrie der Tangente der Begriff des Differentials klar gemacht worden ³. Er hatte gezeigt, daß, wenn man eine Sehne, die zunächst ein größeres Stück eines Kreisbogens schneidet, immer mehr in parallelen Schnitten nach der Peripherie verlegt, schließlich der Augenblick kommt, wo die Sehne, die den Kreis in zwei Punkten schneidet, in die Tangente übergeht, die ihn nur in einem Punkt berührt. Dieser Übergang von zwei Punkten in einen wurde grundlegend für den Begriff des Differentials. So sieht *Schreiber* als einen Punkt das die Faser aufbauende „Element“ (Atom) an (vgl. das Schema Abb. 31). Die Faser ist für ihn, wie schon für *Glisson* ⁴, eine Linie, die aus mehreren Atompunkten besteht ⁵. Der in diesem Aufbau der organischen Faser gegebene Übergang aus dem Anorganischen zum Organischen tritt nach *Schreiber* gleich bei der ersten Berührung von zwei Atompunkten zur kleinsten Linie hervor. Diese bezeichnet er als *Fibrille* und überträgt mit diesem Begriff den mathematischen Begriff des Differentials in den Bereich des Lebendigen. Die Faser („fibra“) besteht aus mehreren linienförmig hintereinandergeschalteten Fibrillen ⁶, die flächenhafte Membran („Membrana simplicissima“) in ihrer einfachsten Form aus zwei nebeneinander gelagerten Fasern. Durch tubusartige Umbiegung entsteht aus dieser Membran das kleinste Gefäß ⁷, aus Nebeneinanderschaltung solcher Gefäße

¹ Er wird allerdings von *Haller* zitiert und besonders hervorgehoben: „A fibra adeo sermonis principium capio, elementum quod amicus etiam noster? Vir. cel. Joh. Fried. Schreiber in maioris operis ea parte pro fundamento posuit, quae sola prodiit“. *Albert Haller: Elementa Physiologiae corporis humani*, Lausanne 1757, Tome I, S. 2.

² Vgl. *P. Diepgen u. E. Heischkel: Die Medizin an der Berliner Charité bis zur Begründung der Universität*, Berlin 1935, S. 52f.

³ Den Ausgangspunkt der *Leibnizschen* Infinitesimalbetrachtung bildete das Tangentenproblem, während *Newton* vor allem von den Quadraturen her auf dieses Gebiet vorstieß. Siehe *Moriz Cantor: Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Leipzig 1898, Bd. III, S. 164; siehe auch *H. Wieleitner: Geschichte der Mathematik*, Bd. II/1, Leipzig 1911, S. 135.

⁴ Vgl. S. 387f. ⁵ *Element. med.*, S. 183, § 87.

⁶ „Fibrilla est adpositio duorum elementorum, quomocumque inter se cohaerentium. Fibra vero constat ex plurimis fibrillis, in directum sibi iacentibus, ac quomocumque inter se cohaerentibus.“ Ebenda, S. 182. Die Faser ist aber für ihn die kleinste Bau- und Funktionseinheit.

⁷ Ebenda, S. 217, § 120.

die aus Gefäßen bestehende Membran erster Ordnung („Membrana vasculosa prima“). Rollt eine solche sich zylinderförmig auf, so haben wir das Gefäß erster Ordnung, dessen Wand aus kleinen Gefäßchen besteht (vas vasculosum primum). Durch membranartige Anordnung dieser Gefäße entsteht die Membrana vasculosa secunda und aus dieser wieder, wie die schematische Figur (Abb. 31) zeigt, durch entsprechende Umbiegung das Gefäß zweiter Ordnung. So wird aus dem einfachen Formelement schließlich das die Struktur des Körpers beherrschende Gefäßsystem¹.

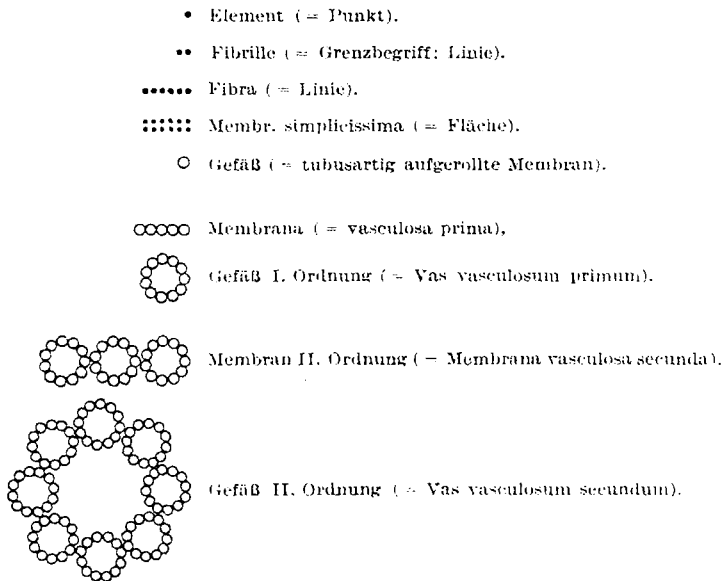


Abb. 31. Schema der Konstruktionselemente nach *Schreiber*.

Die chemische Vorstellung seines Lehrers *Boerhaave* von der Zusammensetzung der lebenden Substanz wird von *Schreiber* auf die spezielle Struktur der Fasern angewendet. Der Leim, das „gluten“, die wäßrige, ölige Substanz *Boerhaaves*, bildet zusammen mit der Erde die Grundlage der Kohäsion der Atome und damit die Festigkeit der Faser². Die Kohäsionskraft sucht er mathematisch zu bestimmen, indem er von der Kohäsion ausgeht, die durch den Zusammenhalt zwischen beiden Atompunkten der Fibrille als Grundelement gegeben ist. So berechnet er die Kohäsionskraft einer Faser aus den die Faser zusammen-

¹ „Totum corpus constare ex vasis et vasculis“. Ebenda, S. 225, § 48.

² „Elementa solidorum corporis humani duplici modo inter se cohaerent, ac cohaerere possunt. Primo per gluten aliquod aquo-oleosum; a qua cohaesione solidorum nostrum firmitas secundo; per solum superficierum contactum . . .“ Ebenda, S. 181, § 21.

setzenden Fibrillen¹, wobei zunächst die Kohäsion zwischen den Atomen innerhalb der Fibrillen selbst, dann aber auch die zwischen den Fibrillen untereinander in Betracht kommt. Daraus ergeben sich z. B. für eine Fibrilla, die aus 100 Fibrillen zusammengesetzt ist, als Gesamtergebnis $100 \times 2 - 1 = 199$ Kohäsionseinheiten. Die von ihm aufgestellte allgemeine Formel lautet:

$$\text{Zahl der Kohäsionseinheiten} = \text{Zahl der Fibrillen} \times 2 - 1.$$

In dem Verband der Membran ist die Kohäsion fast 3mal stärker als in den voneinander gelösten Fasern, weil auch die Seitenverbindung der Atome untereinander die Kohäsionszahl wesentlich vermehrt. So errechnet er die Kohäsionszahl einer Membran, die aus 150 Fasern besteht, auf 269250². Sind die Fasern in der Membran nicht nur nebeneinander gelagert, sondern auch gewebeartig verknüpft, so wird der Zusammenhang noch stärker³. Ein weit festerer Zusammenhalt wird erreicht, wenn gedrehte Fasern zur Verwendung kommen.

Die Kohäsion der Faser darf nicht zu groß werden, weil ihre Festigkeit (Robur) und ihre Elastizität umgekehrt proportional sind. In der „Fibra robusta“ erreicht die Festigkeit der Faser ihre normale obere Grenze; wird der Zusammenhang noch stärker, so daß eine normale Ausdehnung nicht mehr gewährleistet wird, so handelt es sich um eine „Fibra rigida“⁴, sinkt die Kohäsion unter die normale Grenze, um eine „Fibra laxa“, deren Elastizität verloren gegangen ist⁵. Die steife und schlaffe Faser bilden diametrale Gegensätze und stellen pathologische Zustände der Fibrillen und Fasern dar.

3. De Gorter.

Ein anderer Schüler *Boerhaaves*, *J. de Gorter* (1689—1762), interessierte sich vor allem für die physikalisch-morphologische Anordnung der Atome in der Faser⁶. Über die alten Iatrophysiker hinauswachsend und in vieler Hinsicht neuartige Standpunkte vertretend, suchte er die Phänomene der Festigkeit, Elastizität und andere Funktionen der Faser⁷

¹ „Invenire numerum cohaesionum in fibra, dato fibrillarum numero, componentium fibrillam. I. Dati numeri fibrillarum, sumatur duplum. II. Ab eo subducatur unitas. Differentia erit repertus cohaesionum numerus in fibra. Q. E. I.“ *Element. med.*, S. 195, § 65.

² Ebenda, S. 220, § 130. ³ Ebenda, S. 223, § 140.

⁴ „Fibra, cuius fibrillae adeo arcte inter se cohaerent, ut a motu, qui in corpore humano vivo fieri debet, elongari nequeat, vocatur rigida“ S. 209 (fibrillae rigiditas est morbus fibrae, § 107).

⁵ „Fibra laxa dicitur, quae a motu, qui in corpore humano vivo contingit, elongari potest, sive cohaesio inter elementa eius minuatur, sive perstet.“ Ebenda, S. 213, § 109.

⁶ *Johannes de Gorter*, *Medicinae compendium in usum exercitationis domesticae*, Lugd. Batav. 1735.

⁷ Aus den Elementen bauen sich die Fasern auf. „Ex his in nobis corpusculum oblongum, teres, simplex, solidum, nulla cavitate donatum, factum, fibra vocatur;

zu erklären (vgl. Abb. 32). Theoretisch lassen sich zwar einfache Fasern, die aus einer einzigen Reihe von Atomen zusammengesetzt sind,

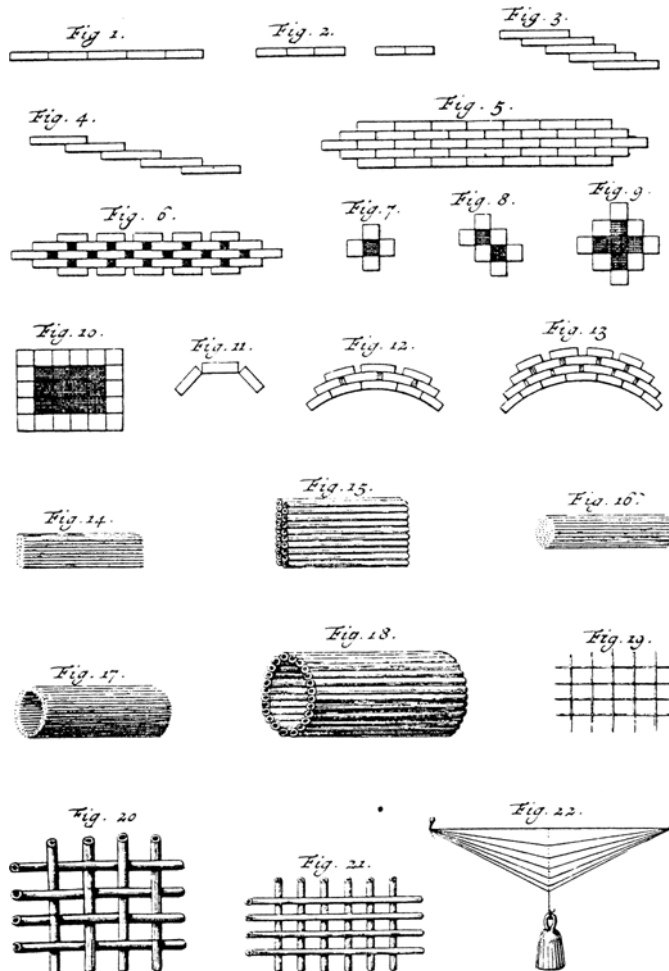


Abb. 32. Aus de Gorter: *Medicinae compendium in usum exercitationis domesticae*, Leiden 1735. S. 287. *Faserarchitektur und Gewebekonstruktion*. — Fig. 1—13. Atombau der Fasern. — Fig. 1. Einfache lineare Anordnung, hält keine stärkere Beanspruchung aus, wie Fig. 2 zeigt. — Fig. 3—5. *Atomgefüge* in der Faser, gewährleistet Festigkeit und Elastizität. — Fig. 6. Gedehnte Faser, schwarze Felder „*spatia relicta*“. — Durch die Vereinigung mehrerer Fasern zu einem Strang wächst die Kohärenz zwischen den Atomen, was Fig. 7—10 erläutern. — Fig. 11—13. Gebogene Faser. — Fig. 14—21 zeigen den weiteren Aufbau der Gewebe aus Fasern, wobei den Gefäßen eine besondere Bedeutung zukommt. — Fig. 14. *Membrana simplex*. — Fig. 15. *Membrana vasculosa simplex*. — Fig. 16 *Fibra crassior* (Ligamentum). — Fig. 17. *Vas simplex*, tubusartig aufgerollte Membran. — Fig. 18. *Vas vasculosum simplex*. — Fig. 19—21. Formen gewebeartiger Anordnung. Fig. 20 geflechtartige, Fig. 21 einfache Überinandersichtung. Fig. 22. Elastizität einer gespannten Saite veranschaulicht.

quae vel ex unica serie harum particularum, vel ex multis sibi invicem incumbentibus et unitis seriebus, in simile corpusculum compactis nata, simplicis fibrae obtinet nomen.“ Ebenda, S. 4.

annehmen, doch wird diese Anordnung den Ansprüchen nicht genügen. Die Trägerin der Körperstruktur und Funktion muß besser ausgerüstet sein. Nur durch eine nach verschiedenen Richtungen verschiedenartige Anordnung der Atome kann sie die ihr zukommenden Eigenschaften gewinnen. *Gorter* unterscheidet den Nexus perpendicularis, obliquus und parallelus¹. Bei dem ersteren verläuft die Verbindungslinie senkrecht, bei dem zweiten schräg, bei dem dritten parallel zur Faserrichtung (vgl. Abb. 32, Fig. 1—5). Bei dem Versuch, eine Faser durch Ziehen an beiden Enden auseinanderzureißen, wird die schräge und erst recht die parallele Anordnung der Atomverbindungen viel später nachgeben als die senkrechte, da die Atome, rein mechanisch gedacht, in den beiden ersten Fällen länger in Zusammenhang bleiben als im letzten.

Zur Erklärung der *Elastizität* führt *de Gorter* noch ein neues Element in die Atomarchitektur der Faser ein. Er nimmt (vgl. Abb. 32, Fig. 6—10) zwischen den einzelnen Atomen Räume an², die sich bei der Ausdehnung der Faser vergrößern. Diesen luftverdünnten Räumen verdankt die Faser ihre Ausdehnungsfähigkeit, aber auch das Bestreben, die alte Form wieder einzunehmen, wobei die Atome in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren³. Von ausschlaggebender Bedeutung ist es, daß diese luftverdünnten Zwischenräume erhalten bleiben. Normalerweise darf in sie keine Flüssigkeit eindringen, da sonst ihre Elastizität verloren geht.

Die Atomarchitektur Fig. 11—13 stellt die sich ohne weiteres erklärende Anordnung der Atome im Verband einer gebogenen Faser dar. Die Fig. 14—18 entsprechen den von uns früher wiedergegebenen schematischen Darstellungen der Membran- und Gefäßbildung im Sinne von *Schreiber* und erklären die Beteiligung der Faser an der Bildung höher organisierter Gewebsbestandteile, während Fig. 19—21 (Abb. 32) die Lagerung der Gefäße im Gewebeverband erläutern⁴.

Von den Kräften der Faser unterscheidet *de Gorter* so wie *Glisson* zwei, die „vis insita“, worunter er allerdings rein mechanisch die Elastizität versteht, und die „superaddita vis“, die nur im lebenden Organismus zum Ausdruck kommt und von den Spiritus hervorgerufen wird⁵.

¹ Ebenda, S. 4f. ² Ebenda, S. 5.

³ „Si nempe multae fibrae in unum fasciculum compingantur, plusquam augmentum fibrarum crescit cohaerentia, quod ex inspectione figurarum 7, 8, 9, 10 depromi potest: cohaerescunt enim fibrae, quod spatiola circumsepta sint partibus, ut nullibi pateat aditus ingressuris liquoribus.“ Ebenda, S. 8.

⁴ „Sic nata vascula, si eodem modo iungantur, ut fibrae praecedentes (fig. 15, 18) nascitur membrana simplex vasculosa, simileque vas. Ex his demum et simplicissimis congregatis membranae sensibiles et vasa fiunt, in quibus saepe cursus fibrarum et vasculorum decussatim vel intertextu currentium observant Anatomici (fig. 19, 20, 21) ultimo ex his omnibus in molem spectabilem mirabili artificio congregatis et ordinatis, peculiari membrana cinctis, viscera fiunt omnia humani corporis.“ Ebenda, S. 9f.

⁵ Ebenda, S. 8.

Wie sich *de Gorter* das Zustandekommen der Muskelkontraktion¹ denkt, läßt sich sehr gut an Hand der von ihm gegebenen Abbildungen

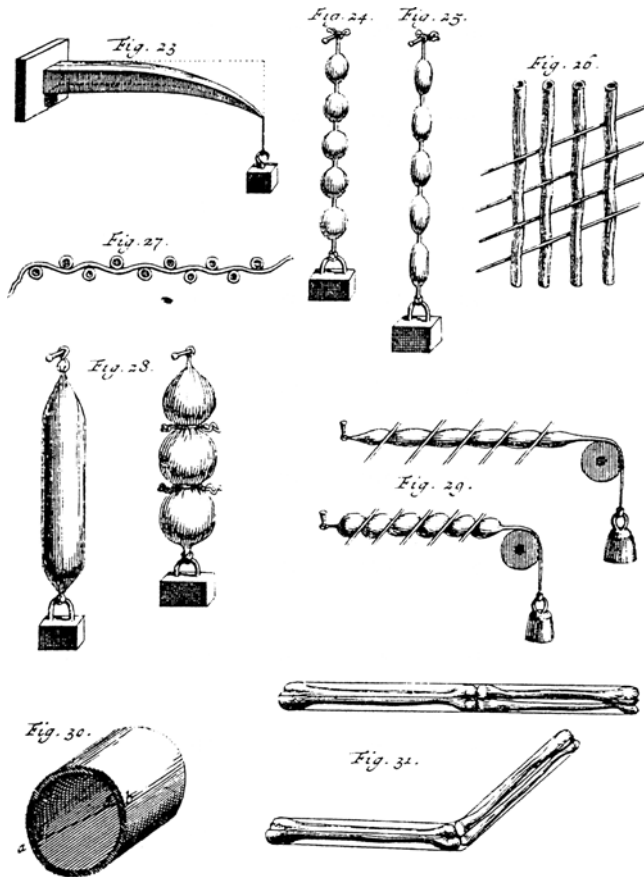


Abb. 33. Aus *de Gorter: Medicinae compendium etc.*, S. 286. Erläuterung der Theorie der Muskelbewegung nach *de Gorter*. Fig. 23. Erklärung des Begriffes elastischer Körper. — Fig. 24 und 25. Muskelfaser aus Bläschenkette bestehend, kontrahiert Fig. 24. entspannt Fig. 25. — Fig. 26. Aufbau des Muskelgewebes, aus längsverlaufenden Muskel- und querverlaufenden Nervenfasern. Letztere durchziehen den Muskel geflechtartig (Querschnitt Fig. 27) und schnüren die Hohlzylinder der motorischen Fasern zu Bläschenkettchen ab (Fig. 28). Fig. 29. Erläuterung der Muskelkontraktion.

erklären (vgl. Abb. 33). Fig. 26 zeigt das Bauprinzip des Muskelgewebes. Die Muskelfaser selbst ist bereits ein aus kleinsten Fasern höher organi-

¹ Entsprechend seiner mechanistischen Denkweise ist für ihn die Elastizität ausschlaggebend. So spricht er auch den Nervenfasern eine „vis contractiva“ oder „contractilitas“ zu. *J. de Gorter, De perspiratione insensibili*, ed. alt., Lugd. Batav. 1736, Cap. XVIII. S. 225.

sierter Hohlzylinder¹, der von Blut durchströmt wird. Sie bildet mit den querverlaufenden Ausläufern der Nerven ein Netzwerk² (vgl. Darstellung des Querschnittes Abb. 33, Fig. 27). Diese Querfasern sind ebenfalls Kanäle, die aber nicht von Blut, sondern von Nervensaft durchflossen werden. Das weitere erfolgt nun rein mechanisch nach den Gesetzen der Hydraulik und Hydrostatik. Sobald sich die Querfasern infolge des Bewegungsimpulses stärker mit Spiritus füllen, schnüren sie das Blut in den Muskelkanälen ab (vgl. Abb. 33, Fig. 28). Dadurch erfolgt eine Verbreiterung und Verkürzung der Muskelfibern im einzelnen (vgl. auch Fig. 24, 25 und 29) und damit die Zugwirkung des Muskels. — Hier wird die rein mechanistische Auffassung des Bewegungsvorganges noch einmal auf die Spitze getrieben.

4. Die praktische Bedeutung der Faserlehre.

Für den praktischen Arzt gewann die Faserlehre seit dem zweiten Drittel des 18. Jahrhunderts ihre größte Bedeutung dadurch, daß sie über die pathologischen Grundanschauungen entschied. Hier ist von Glisson bis zu Boerhaave und seiner Schule eine ständige Steigerung zu beobachten. Glisson hatte, wie wir sahen³, in seiner vitalistischen Auffassung die Rolle der Faser bei der Krankheit im wesentlichen in einer Veränderung der ihr innewohnenden Kräfte (Robur insitum und influxum) und ihrer Irritabilität gesehen, ohne das mechanistische Moment ihrer zu starken Anspannung oder Erschlaffung über leise Andeutungen hinaus hervorzukehren. Bei Baglivi⁴ dagegen ist das Vitalistische zwar auch berücksichtigt, doch tritt das Mechanistische stärker hervor, denn entscheidend ist schließlich die zu starke oder zu schlaffe Faser. Wenn auch Boerhaave⁵ ausdrücklich betont, daß das Atom nicht erkrankt, so wird es doch teils durch seine ungünstige Formgestaltung, teils durch die fehlerhafte Eingliederung in den Atomverband der Faser für deren anormale Gestaltung und Funktion verantwortlich gemacht⁶. Bei Boerhaave beschränkt sich der vitalistische Einschlag auf die Vor-

¹ „Ultimae fibrae minimae musculares repraesentant cylindrum excavatum, in multis cavitatibus transversalibus fibris quasi distinctum, quarum fibrarum tamen cavitates per totam longitudinem videntur communionem habere: ex fibris minimis ultimis non cavis, in membranulam primam contextis et in canalem seu vasculum concavum contortis, factae.“ Ebenda, S. 226.

² „Judicamus fibras omnium primas intus esse concavas, ex ultimis arteriarum vel nervorum extremitatibus factas.“ Compend. med., S. 59.

³ Vgl. S. 388. ⁴ Vgl. S. 396.

⁵ Vgl. Institutiones medicinae, S. 322ff. Aphorismi de cognoscendis et curandis morbis in usum doctrinae, zitiert nach Opera omnia. Venetiis 1757. Vgl. auch Gerard van Swieten, Commentaria in Hermannii Boerhaave Aphorismos de cognoscendis et curandis morbis, Parisiis 1769, Tom. I. Deutsche Ausg.: Gerard van Swietens Erläuterungen der Boerhaaveschen Lehrsätze von der Erkenntnis und Heilung der Krankheiten. Wien 1755.

⁶ Institut. med., S. 325, § 702.

stellung, daß die Atome, welche die Bausteine der Faser bilden, von der vitalen Kraft „vis vitalis“ geleitet werden¹. Alles weitere ergibt sich aus dem Mechanismus der Atomeingliederung, der daraus folgenden Eigenart der Faser und ihres eigenen Verhaltens nach Masse, Form und Festigkeit. Die Schlüsselstellung in der Pathologie der festen Teile nimmt die „fibra minima“ ein, die kleinste organische Baueinheit². Störungen in den höher organisierten Gebilden, die wir bei *Schreiber* näher geschildert haben (vgl. Abb. 31), sind auf pathologische Verhältnisse in den sie aufbauenden kleinsten Fibern zurückzuführen. So sind die Störungen in den Membranen und den daraus aufgebauten Gefäßen verschiedener Größenordnungen zu verstehen³. Dabei werden im Prinzip zwei Grundformen unterschieden, die Tonusverminderung, bei der es sich um Schwäche oder Schlaffheit der Fasern handelt, und die Tonuserhöhung, bei der die Faser allzu steif und unnachgiebig ist.

Das Krankheitsbild der zu schwachen Faser (fibrae debilitas)⁴ liegt vor, wenn die Atome, welche die Faser aufbauen, ein so geringes Bestreben zur Kohäsion haben, daß sie durch eine normale, zur Aufrechterhaltung der Gesundheit erforderliche Beanspruchung oder durch eine ganz geringe Steigerung derselben aus ihrem Zusammenhang gelöst werden. Störungen dieser Art beruhen auf Fehlern in der Faserarchitektur. Sie werden durch Flüssigkeitsanomalien hervorgerufen, was uns der Eklektiker *Boerhaave* beweist, der auch die Flüssigkeiten im krankhaften Geschehen nicht ausschalten will. Den Zusammenhangsstörungen im Atomgefüge der Fasern gehen nach *Boerhaave* häufig Ernährungsstörungen voraus. Sie entstehen seiner Ansicht nach infolge mangelhafter Verdauung — die er sich als mechanische Zerkleinerung der aufgenommenen Nahrung vorstellt — und dadurch bedingte fehlerhafte Bildung des „Lebenssaftes“ (assimilatio in naturam liquidi vitalis sani)⁵. Sie können aber auch durch eine anormale Anfügung der Atome aneinander oder durch Überdehnung der Fasern (distractio fibrae) entstehen⁶. Schwache Fasern werden vor allem dann gebildet, wenn schwer verdauliche Speisen genossen werden, oder beruhen, wie *Boerhaave* sich ausdrückt, auf solchen Speisen, die

¹ Aphorismi, S. 20, § 23.

² „Sed in fibra minima, ex adunatis his concreta, morbi simplicissimi sequentes considerari merentur, sunt enim frequentes et fundamenta iaciunt intellectui aliorum, licet praetervisi, vel non bene cogniti.“ Ebenda, S. 20, § 23.

³ „Vasorum minimorum, ex fibris simplicibus applicatu vel intortu adunatis, factorum morbi ex iisdem causis eandem indolem, effectum et curationem habent: ergo ex dictis (d. h. Morbis fibrarum) intelliguntur.“ Aphorismi, S. 44, § 38.

⁴ *Haller* definiert in seinem Lexikon die fibra debilis in folgender Weise: „Eine schwache Faser, deren Theile also locker zusammenhangen, daß sie leichtlich, entweder bloß durch die Gewalt, welche die Gesundheit erfordert, oder durch eine, die kaum etwas stärker ist, voneinander getrennt werden können.“ *Onomatologia medica completa* oder *Medicinisches Lexicon* usw., Ulm-Frankfurt-Leipzig 1755, Sp. 656. Die Ausgabe von 1772, stimmt damit überein (S. 656).

⁵ *Boerhaave*: Aphorismi, S. 176, § 25. ⁶ Vgl. *de Gorter*, S. 110f.

zäher sind als die Stärke der verändernden Kräfte im Körper. Hierfür führt *van Swieten* ein Beispiel an, und zwar das Krankheitsbild des Hungertypus¹. In den von den Fasern gebildeten Organismen entstehen zufolge ihrer stärkeren Ausdehnung auf solche Weise Störungen, z. B. Geschwülste, Stagnationen der Körpersäfte und Fäulniserscheinungen².

Unter der *Schlaffheit der Fasern* „*Laxitas fibrae*“³ versteht *Boerhaave*⁴ eine Abart der „*Debilitas fibrae*“. Sie ist gekennzeichnet durch eine zu starke Ausdehnung bei normaler oder nur mäßig gesteigerter Beanspruchung, beruht also auf einer Elastizitätsverminderung. Die faserpathologischen Zustände der *Debilitas* und *Laxitas* sind lediglich graduell voneinander unterschieden; bei jener wird der Zusammenhang des Atomegefüges aufgehoben, bei dieser lediglich gestört. Die Biegsamkeit der Faser ist proportional ihrer Dickenausdehnung, und somit eine dünne Faser schlaffer. Fette und wäßrige Nahrung bildet schwache Fasern, junge und temperamentlose (*frigide*) Menschen haben schlappe, temperamentvolle und trainierte dagegen kräftige Fasern. Die Dicke der Faser entscheidet über ihre Elastizität, Stärke und Biegsamkeit.

Im Gegensatz zu den Krankheitsbildern der zu schwachen oder zu schlaffen Faser stehen *Krankheitszustände der zu steifen und elastischen Fasern* (*morbi fibrae rigidae et elasticae*⁵), die durch abnorme Tonuserhöhungen bedingt sind.

Die *Gefäße* werden aus den Fasern aufgebaut und erleiden deshalb die gleichen Störungen wie die Fasern. Werden die Gefäßwandungen infolge der Rigidität ihrer Fasern zu unnachgiebig, so wird auch die Zirkulation der Körperflüssigkeiten, vor allem des Blutes, in Mitleidenenschaft gezogen, und ihre Bewegung kann nur durch einen verstärkten hydrostatischen Druck aufrechterhalten werden. Unter Umständen

¹ *van Swieten*: *Commentaria*, I, S. 23; deutsche Ausg., I, S. 52.

² *Boerhaave*: *Aphorismi*, S. 176, § 26.

³ *Haller* definiert in seinem *medic. Lexikon*, Sp. 655: „*Fibra laxa*, eine lockere Faser, deren Theile also locker zusammenhangen, daß eine kleine Gewalt sie auseinanderreiben und dadurch die Faser länger machen kann, es ist eine Art der schwachen Faser, und wann diese Art des Zusammenhanges ihr gewisses Maß hat, so gibt sie der Faser ihre gehörige Biegsamkeit, da sie hingegen, wann der Zusammenhang zu schwach ist, die Schnellkraft derselben mindert.“

⁴ *Boerhaave*: *Aphorismi*, S. 177, § 29f.

⁵ *Haller* definiert: „*Fibra rigida*, eine allzu steiffe Faser, die nicht nachgibt, wie sie nachgeben soll, und deren kleinste Theile so fest zusammenhangen, daß die daraus gemachten Häute und Adern sich nicht von den Säften, welche durchfließen und diesen Widerstand überwinden sollen, so viel als nötig ausdehnen lassen, daß die Gesundheit dabei bestehen kann.“ *Lexikon*, usw., Sp. 656. — Ferner wird an dieser Stelle auch der pathologische Zustand der „*fibra elastica nimium*“ unterschieden: „Eine allzu elastische Faser, die eine allzu starke Schnellkraft hat und daher theils mehr Gewalt braucht, bis sie in Bewegung gebracht wird, theils, wann dieses geschehen, allzu stark zurückschnellt, es geschieht dieses gemeiniglich zugleich, wenn die Fasern allzu steif sind, ja es ist meistens eine Wirkung davon.“ Siehe *Boerhaave*: *Aphorismi*, S. 177, § 31–37.

können die kleineren Gefäße, welche die Wand der größeren aufbauen, obliterieren, vor allem, wenn der Seitendruck zu groß wird¹. Die krankhafte Spannungserhöhung der Fasern kann unter anderem durch Überdosierung von Medikamenten erfolgen, die zur Behebung von Tonusverminderung gegeben wurden.

So ist bei *Boerhaave* aus der Solidarpathologie eine sozusagen rein mechanistische Faserpathologie geworden.

Damit war der *Therapie* ein ganz bestimmtes Ziel, die Beeinflussung der Faser, gegeben. Von diesem Gesichtspunkt aus gehen *Boerhaave* und seine Schüler an die Krankenbehandlung. Als Beispiel bringen wir die Erhöhung des zu schwachen Spannungszustandes der Faser durch eine Kostform, die wir lakto-vegetabil nennen würden, durch aktive und passive Bewegungsübungen, Fahren, Reiten, Körperabreibungen, durch alkoholische Getränke, ferner durch herbe und saure Arzneien. Zur Beseitigung der erhöhten Tonusspannung empfiehlt er salzarme Kost, Mehlspeisen, Ruhe und viel Schlaf, aber auch bestimmte Medikamente² und ölige Einreibungen als äußerliche Medikationen.

Wenn auch diese Heilmethoden keinen Anspruch auf Originalität erheben können, sondern, ursprünglich aus dem Volkstum hervorgegangen, schon bei den Methodikern und erst recht bei *Baglivi* festzustellen sind, so bekommen sie doch unter dem Einfluß der Fasertheorie und insbesondere unter dem Einfluß des großen Ansehens *Boerhaaves* und seiner Schule einen neuen Kredit als wichtigstes Hilfsmittel des praktischen Arztes. Als *Boerhaave* lehrte, war die Faserbiologie und -pathologie³ bereits zum Gemeingut der Ärztwelt geworden. Das geht unter anderem auch daraus hervor, daß die beiden anderen „Systematiker“ dieser Zeit, *Georg Ernst Stahl* (gest. 1734) und *Friedrich Hoffmann* (gest. 1742), welche mit die einflußreichsten deutschen Ärzte zu damaliger Zeit waren, der Faser in ihrem Lehrgebäude einen wichtigen Platz einräumten, nur mit dem Unterschied, daß bei *Stahl* die „Anima“ (etwa gleich *ψεύς*, „natura“⁴)

¹ Vgl. *van Swieten*: *Commentaria*, I, S. 46; deutsche Ausg., I, S. 106.

² *Boerhaave* gibt in seinem pharmakologischen Rezeptanhang „*Libellus de materia medica et remediorum formulis*“ in *Opera omnia*, Venetiis 1757, S. 281 neben genauen diätetischen Anweisungen für die Behandlung der einzelnen Krankheitszustände der Fasern auch eine Zusammenstellung wirksamer Arzneien und Drogen mit zahlreichen Rezeptformeln.

³ Vgl. auch *P. Diepgen* u. *E. Heischkel*: *Die Medizin an der Berliner Charité bis zur Gründung der Universität*. Ein Beitrag zur Medizingeschichte des 18. Jahrhunderts, Berlin 1935, S. 24, 67ff., 75ff. u. a.

⁴ „Ultimo tandem loco Causam ejus efficientem edissero, esse ipsam Animam, pro Vitalibus actionibus Motuum dispensatricem; addo: quam vulgo Naturam vocant: atque adeo brevibus profiteor, quid ego pro natura in Corpore vivo habeam et accipiam.“ *Georgii Ernesti Stahl*, hodie P. P. Hallensis *Dissertatio epistolica, De motu tonico vitali*, Halae Magd., Januar 1702, S. 51. Über *Stahl* siehe die demnächst erscheinende Arbeit von *B. J. Gottlieb*.

über ihren Tonus entscheidet¹, während die Faser bei *Hoffmann*² ebenfalls als passives Element in das von dem Äther ausgehende Leben eingeschaltet ist. Dementsprechend finden wir auch in der Therapie manche Ähnlichkeit; so begegnet uns z. B. bei *Hoffmann* die später so allgemein verbreitete, aus der Faserpathologie zu verstehende Bezeichnung „Tonica“ für Mittel, die den Tonus der Faser und damit das Allgemeinbefinden heben.

X. Die Lehre von der Faser bei Albrecht v. Haller.

Mit dem größten Schüler *Boerhaaves*, *Albrecht v. Haller* (1708—1777), beginnt die wichtigste Etappe in der historischen Entwicklung der Lehre von der Faser³. Wollten wir einen modernen Maßstab anlegen, so müßten wir sagen, daß sie als kleinstes Formelement nunmehr sogar zum Baustein des Protoplasmaleibes der Zelle geworden ist. Denn *Haller* sieht sie als solchen in den von *Leeuwenhoek* entdeckten Infusionstierchen. Da diese feinsten Fasern sich jenseits der mikroskopischen Sichtbarkeit befinden, müssen sie „noch unendliche Male kleiner als das belebte Tierstäubchen selbst“⁴ sein. Die Faser ist neben dem Aufbauelement des Tier- und Pflanzenkörpers auch das der anorganischen Welt, so z. B. der Metalle⁵. Die Lehre von der *Fibra* betrachtet *Haller* als wichtige Arbeitshypothese, „von der“, wie er sagt, „man in der Tat viel Nutzen hat“.

In Fortsetzung der chemischen Untersuchungen seines Lehrers und der Anwendung dieser Lehre auf die Faser durch seinen Mitschüler

¹ Die Faserreaktion bezeichnet er als „motus tonicus vitalis“ und sieht in ihr die Grundlage der Körpervorgänge: „Motum hunc, tamquam fundamentum plurimorum actuum . . .“ Ebenda S. 53; vgl. auch sein Hauptwerk: „Theoria medicina vera“, Hal. 1708.

² „Partes corporis nostri solidas ex meris fibris et filamentis contexta esse, non ignotum est. Multum itaque refert scire, quatenam sit harum fibrarum in constituendis solidis structura, an ex fibris tensoribus, tenerioribus, solidioribus et compactioribus, aut flaccidis, rudioribus quoque et densioribus contextae sint, siquidem illis major vis resistendi, et premendi, his vero minor et debilior inest.“ *Friderici Hoffmanni*, Medicinæ rationalis systematicae Tomus primus quo philosophia corporis humani vivi et sani ex solidis physico-mechanicis etc., Venetiis 1730, Tom. II, S. 35. — Hinsichtlich der Bedeutung der Faser für Pathologie und Praxis verweist er auf die grundlegenden Untersuchungen von *Baglivi* und *Stahl*: „Et huius motus, fibrarum tonici usum in pathologicis et praxi nemo praeclarius *Baglivo* und *Stahl* ostendit.“ Ebenda, Tom. I, S. 91. — Vgl. auch *P. Diepgen*: Zum 275. Geburtstag *Friedrich Hoffmanns*. Dtsch. med. Wschr. 1935 I, 389.

³ *Haller*, *Alberto v.*: Elementa physiologiae corporis humani, Lausanne 1757 f., Tome I; deutsche Ausgabe *Albrecht v. Hallers* Anfangsgründe der Physiologie des menschlichen Körpers, übersetzt und herausgeg. von *Joh. Sam. Hallen*, Berlin 1759, Bd. I. Im folgenden wird nach diesen beiden Ausgaben zitiert.

⁴ „... fibra . . . elementum corporis animalis, invisibile, ubi simplex, multo minus, quam quod microscopiorum vi augente adhibita oculis nostris subici queat, cum minima animalia, quae ipsa vehementissima lentium et sphaerarum vitrearum vi aucta demum oculis nostris conspicua fiant, multo certe mole totius animalis minoribus.“ Element. phys., Tom. I, S. 7.

⁵ Ebenda I, S. 2.

Fr. Schreiber läßt *Haller* ebenso wie dieser die Faser aus Erde und Leim bestehen, nimmt aber daneben auch noch Spuren von Eisen oder Eisenverbindungen an, wobei er auf chemische Untersuchungen von *Menghin* verweist¹, der in Fleisch und Knochen Eisen gefunden hatte. Das Eisen verleiht nach *Haller* der Faser besondere Festigkeit². Die Erde ist kalkhaltig geworden. Im Gluten, dem tierischen Leim, befindet sich auch eine bestimmte Menge Luft, die, wie er sich ausdrückt, ihre Springkräfte und nachgebenden Eigenschaften verloren hat³. Was er darunter versteht, ist nicht klar. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Reminiszenz an die früher von uns erwähnten, nach *de Gorter* in die Faser eingelagerten und für ihre Elastizität ausschlaggebenden Luftmengen⁴. Der Beweis dafür, daß der Leim die Faser im ganzen zusammenhält, ergibt sich nach *Haller* daraus, daß sowohl bei der Verbrennung wie bei der Verwesung der Leim in Form von Dampf und Rauch sich verflüchtet, während die erdigen Bestandteile zurück und erhalten bleiben⁵.

Der wichtigste Schritt *Hallers* in der Faserlehre ist die *erstmalige präzise Unterscheidung dreier grundsätzlich verschiedener Faserarten*: der Zellgewebsfaser, der Muskel- und der Nervenfaser.

Die geschichtliche Forschung, die sich mit der Stellung *Hallers* in der Physiologie beschäftigt hat, berücksichtigt bisher so gut wie ausschließlich nur die beiden letzten Fasergattungen. Von der ersten hört man wenig. Zwar ist ihre Behandlung durch *Haller*, der ja viel mehr Physiologe als Anatom war, aufs engste mit der physiologischen Erforschung der anderen beiden Faserarten verknüpft, aber ihre Eigenart und Wichtigkeit liegt nicht in ihrer funktionellen Indifferenz, sondern in ihrer *morphologischen Aufgabe*. Während uns der Ausdruck *Zellgewebe* („membrana cellulosa“) früher nur gelegentlich begegnete⁶, sagt *Haller*: „Die Erfahrung hat mich gelehrt, daß beinahe alle festen Teile unseres Körpers nichts als ein enggestricktes und dicht durcheinander gewickeltes Zellgewebe sind“⁷, erklärt es zum Grundgewebe und ist sich bewußt, daß er neue Wege beschreitet⁸. „Ich trage hier Neuigkeiten vor, wenig-

¹ *Haller, A.*: Element. phys., I, S. 4.

² „Facile intelligitur huius metalli accessione firmitatem fibrae animali addi.“ Ebenda, S. 4.

³ „aer . . . , qui elaterem et naturam compressilem deposuit . . .“ Ebenda, I, S. 6; deutsche Ausg., I, S. 11.

⁴ Vgl. S. 444.

⁵ Zusammenfassend sagt er: „Ex his nunc elementis, terra, aqua, oleo, ferro, et aere coniunctis fibra nascitur, elementum corporis animalis invisibile ubi simplex . . .“ Element. phys., I, S. 7.

⁶ Vgl. *Ruysh*, S. 403; *Boerhaave*, S. 409.

⁷ Vgl. Element. phys. I, 19: „Fere omnes nempe corporis humani solidas partes meram cellulosa telam, strictius congestam et arctius intricatam esse experiendo cognovi.“

⁸ *Haller* bemerkt, daß er vor dem Jahre 1747 nichts über das Zellgewebe geschrieben habe, und es würde als etwas ganz Neues erscheinen. Elem. physiol., I, S. 22, deutsche Ausg., S. 41.

stens sind es solche, die vor der Herausgabe meiner *Prim. lin. physiol.* kaum bekannt waren, und ich dringe eher auf keinen Beifall, wenn ich meinen Sätzen nicht vorher mit Versuchen und Gründen ihr Wesen geben kann, da ich hier mehr als eine gangbare Meinung behaupte ¹. „Wenn aus dem Zellgewebe Membranen, wenn aus den Membranen die sich aufrollenden Gefäße, wenn aus den Gefäßen und deren zellförmigen Scheiden die Eingeweide gebildet werden, wenn über dem die Fleischklümpchen der einzelnen Drüsenkügelchen ein bloßes Zellgewebe sind, so erhellt daraus, was für ein ansehnlicher Teil von unserem Körper aus derjenigen Materie besteht, die man so viele Jahrhunderte lang für eine Nichtswürdigkeit angesehen hat ². Alles das ist ihm durch Versuche erwiesen ³. Für die Membran der Muskel hat es z. B. *Monro* durch Einblasen von Luft gezeigt ⁴. Am besten aber macht nach seiner Ansicht das Einlegen von Membranen in Wasser ihre „zellige“ Beschaffenheit sichtbar. Ist die Membran auch noch so fest, so wird sie durch diesen Versuch in eine schwammige, lockere Scheerwolle ⁵ verwandelt. Hierbei trennt das Wasser die Fibern und Blättchen, welche das Zellgewebe bilden ⁶.

Auch darin geht *Haller* einen neuen Weg, daß er, was früher nur angedeutet war, in diesem Zellgewebe nicht nur längliche Fasern, die eigentlichen *Fibrae*, sondern auch mehr in die Breite formierte „Blättchen“ (*lamina*), die breiten Fasern, unterscheidet ⁷. So wird ihm das Zellgewebe zum Aufbau aller Körperbestandteile, soweit sie nicht empfindlich und reizbar sind und aus Muskel- und Nervengewebe bestehen, grundlegend wichtig, auch für die Bildung der Parenchyme. Es wird damit über die Bedeutung als Füll- und Stützgewebe hinaus zum *Grundgewebe*. In diesem Sinne bekommt das von *Hooke* und *Grew* in der Pflanze beobachtete und nach seinen Hohlräumen benannte Gebilde durch

¹ Deutsche Ausg., I, S. 35. Vgl. lat. Ausg., I, S. 18f.

² „Nunc, si membranae ex cellulosa tela fiunt, si ex membranis convolutis vasa nascuntur, si ex vasis et cellulosis eorum vaginis viscera componuntur, si praeterea glandularum conglobatarum pulpa unice cellulosus textus est, adparet, quanta pars corporis humani ex ea materie constet, quae per tot secula pro purgamento habita est.“ *Element. physiologiae* Tom. I, S. 21. Vgl. Ebenda, S. 19: „Certe membranas absque exceptione omnes, vasaque, quae membranae cavae sint, deinde viscerum parenchymata, ligamenta, forte et tendines et cartilagines et ossium partem magnam cellulosam telam aut esse, aut aliquando fuisse, per experimanta reperio.“

³ *Element. phys.*, I, S. 19. ⁴ Ebenda, S. 19.

⁵ Vgl. deutsche Ausg., I, S. 37.

⁶ „Ea (aqua) enim, ut in poros sacchari inque capillares tubulos sensim se insinuat, ita in cavernulas cellulosasque membranarum paulatim irrepit, quaecumque habentur pro durissimis et fibras et laminas separat, easque membranas in spongiosum tomentum restituit, ex quo primum natae sunt.“ *Element. phys.*, I, S. 20.

⁷ „Secunda fibrae species, *lamina* est, quae cum modica longitudine satis conspicuam latitudinem habet . . . Omnia, praeter latitudinem, cum fibra communia habent.“ *Element. phys.*, I, S. 8.

Haller seine zukunftsweisende Bedeutung in der Lehre von der „Zelle“. Freilich bleibt die Faser das Maßgebende. Die Hohlräume¹, deren Größe und Form durch die Fasern bestimmt werden, stehen, wie Phlegmonen und Senkungsabscesse beweisen, alle miteinander in Verbindung². Sie dienen als Speicherräume für einen Inhalt, der verschiedene Konsistenz zeigt, von einem hauchartigen Dunst bis zu seiner Verdichtung als Fett. Sobald der Inhalt entleert oder entzogen wird, bleiben eben nur leere *Hohlräume in diesem Fasermaschenwerk* übrig³, die besonders deutlich am Fleisch großer Fische sichtbar sind. Die motorischen und sensiblen Fasern sind im Gegensatz zu denen des Zellgewebes niemals netzförmig, sondern stets longitudinal angeordnet, wobei sich die einzelne Muskelfaser nur gelegentlich, die einzelne Nervenfasern nie verzweigt. Während die Zellgewebsfaser, wie die völlig unempfindlichen und nicht reizbaren Sehnen, Knochen, Knorpel usw. zeigen, funktionell indifferent ist, kommen der Nerven- und Muskelfaser — und das ist die zweite wichtige Entdeckung *Hallers* — spezifische Funktionen zu⁴.

Bisher hatte man die lebendigen Vorgänge in der Faser unter dem Einfluß der Iatrophysik, vor allem durch ungenügende Abgrenzung des rein physikalischen Phänomens der Elastizität, ausschließlich mechanistisch erfaßt. Versuche, ein vitales Moment einzuführen, vor allem von *Glisson*⁵ und *Baglivi*⁶ unternommen, hatten sich nicht durchgesetzt. Das Bemühen *Stahls*, mit Hilfe der „anima“ (= $\psi\acute{\upsilon}\lambda\iota\varsigma$), der Beherrscherin körperlicher Vorgänge, weiterzukommen, war in mancher Hinsicht nur eine Verlegenheitslösung. *Haller* hat — anknüpfend an *Glisson* und *Baglivi* — die Funktion der Faser im modernen Sinne biologisch spezialisiert und ihre lebendigen Reaktionen aus der Besonderheit ihrer organischen Substanz zu erklären gesucht. Somit kam bei *Haller* die Wendung zu einer Auffassung, die dem entspricht, was wir unter Biologie verstehen. Sie ist gleichsam ein Vermittlungsversuch zwischen dem herrschenden Mechanismus und der Lehre *Stahls*, der die Erscheinungen des Lebendigen, wie gesagt, von der „anima“ abhängig gemacht hatte. Während *Stahl* die vitalen Kräfte, die den Organismus vom mechanischen Apparat unterscheiden, in einem immateriellen

¹ „Cellulae adeo sunt variae figurae, quas diximus laminis fibrisque textus cellulosi intercipi et quae adipi sunt pro loculis.“ *Element. phys.*, I. S. 33; deutsche Ausg., Bd. I, S. 61.

² *Element. phys.*, I. S. 14. ³ Ebenda, S. 25.

⁴ Diese Lehre trug *Haller* im Frühjahr des Jahres 1752 in der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vor und veröffentlichte sie in den *Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis*, Tomus II (1753), S. 114—153 unter dem Titel: *Albertus de Haller de partibus corporis humani sensibilibus et irritabilibus*. Zitiert wird im folgenden nach der deutschen Ausgabe von *Karl Sudhoff*, *A. v. Haller: Von den empfindlichen und reizbaren Teilen des menschlichen Körpers*. *Klassiker der Medizin*, Bd. 27. Leipzig 1922.

⁵ Siehe S. 387f. ⁶ Siehe S. 396.

Prinzip, eben der „anima“ (= natura) sah, verlegte *Haller* die bio-dynamischen Kräfte in die Faser selbst, d. h. in die organische Struktur und Substanz.

Haller war sich der Bedeutung seiner Lehre, die er als Frucht vielseitiger Tierexperimente auffaßte, wohl bewußt und fühlte sich durchaus den Mechanisten näher als den Anhängern *Stahls*¹. Durch seine bekannten Tierexperimente, die von den Überlegungen eines ausgesprochen philosophisch veranlagten Kopfes verarbeitet wurden, stellte er fest², daß neben der „toten Kraft“, worunter er die überlieferte Elastizität der Faser verstand, die seiner Ansicht nach jedem Gewebe zukommt und auch im toten Körper und sogar in den Metallen wirksam ist, eine im Organismus *lebendige Kraft* besteht, die sich in der Muskelfaser als „Irritabilität“, d. h. in der Fähigkeit, sich auf Reize zu kontrahieren, äußert. Die Nervenfaser dagegen besitzt allein die Fähigkeit zu empfinden und ist ausschließlich die Trägerin der Sensibilität³. Die „tote Kraft“ beruht lediglich auf der Anziehungskraft der erdigen Partikelchen und zeigt sich in den festeren Körperbestandteilen, die ärmer an Gluten sind, stärker. Die Irritabilität hat dagegen ihren Sitz im tierischen Leim „Gluten“⁴. Wo dieses reichlich vorhanden ist, bei den jüngeren Individuen

¹ Bezeichnend ist folgende Stelle: „Elementa physiologiae, Lausanne 1756, Bd. IV, S. 533, Lib. XI, sect. 3, § 10: „Porro et olim Asklepiades corporis viribus in medicina contentus fuit et ob eam laudem nuper ornavit. . . Omittimus alios clar (issimos) viros, qui minime pauci et olim, et nuper ausi sunt, absque superstitione, de natura loqui. Superstitionem voco, quae ex veneratione nata est, qua medici scripta Hippocratica persecuti sunt. Et tamen ii loci, qui tantum naturae tribuunt, plerumque non sunt ex genuinis magni senis operibus.“

Gegen die vitalistische Lehre *Stahls*, bei der er die anima (rationalis) als das Wesentliche erachtete, führt er u. a. ins Feld, daß ein abgeschnittener Finger bzw. seine Muskel reizbar sind, obwohl irgendwelche Seelenkräfte, wie Wille, Gedächtnis, Einbildungskraft, Urteilsvermögen und dgl. in ihm nicht mehr enthalten sein können. *Haller*: Von den empfindlichen und reizbaren Teilen, Klassiker Bd. 27, S. 37.

² Einen kurzen historischen Überblick über den Werdegang der *Hallerschen* Irritabilitäts- und Sensibilitätslehre gibt *K. Sprengel*, Versuch einer pragm. Gesch. der Arzneykunde, Halle 1828 V, 1, S. 386f. Vgl. auch *Sudhoffs* Einleitung zu Klassiker, Bd. 27, S. 5f.

³ Er charakterisiert seine Irritabilitätslehre selbst in folgender Weise: „Ich trennte nämlich das reizbare Wesen einerseits von der toten Kraft, andererseits von der Kraft der Nerven und von der Herrschaft der Seele und ich zeigte, daß von jener die Bewegung des Herzens und die reizbare Natur der Eingeweide einzig und allein abhinge und schränkte sie bloß auf die Muskelfaser ein. (*Haller*: Element. phys., deutsche Ausg., Bd. V, S. 36.)

⁴ „Man kann beifügen, daß alle sehr erdichte und dichte Teile in dem menschlichen Körper, als Knochen, Zähne und Knorpel, der reizbaren Kraft beraubt sind, und die reizbare Faser selber wird bloß durch das Austrocknen und Verfliegen des Leims träg und unbeweglich. Wie es aber zugehe, daß der Leim, der aus einer toten Gallert entstanden ist, in einem lebenden Tier reizbar wird, ist noch zu untersuchen übrig.“ *Haller*: Von den empfindlichen und reizbaren Teilen, Klassiker, S. 52. — Vgl. auch Element. phys., deutsche Ausg., V, S. 40f.

oder im Tierreich bei den Quallen, ist der Organismus besonders reizbar. Die scharfe Abgrenzung der Sensibilität von der Irritabilität, auf die *Haller* besonders Wert legte, mußte er gegenüber der Tradition energisch herausarbeiten. Wie er selbst hervorhebt, ist die Unklarheit auf diesem Gebiet durch den von der Antike überkommenen Sammelbegriff „Neuron“, unter welchem Sehnen, Nerven und Bänder verstanden wurden, bedingt¹. Auch seinem verehrten Lehrer *Boerhaave* muß er widersprechen, der durch seine bereits oben skizzierte Annahme, die Nervenfasern wäre das Grundelement des Körperaufbaues, so gut wie allen Teilen des Körpers Empfindung und Bewegung zuschreiben mußte². Nicht einmal die Hirnhaut und ihre Fortsätze, die Nervenscheiden, denen namentlich *Baglivi* ausgesprochenes Empfindungsleitvermögen zugesprochen hatte, sind, wie *Haller* durch zahlreiche Experimente nachweisen konnte, zur Empfindung befähigt.

Die Bedeutung dieser *Hallerschen* Lehren wurde schon betont. Mit ihnen war nicht nur die rein mechanische Auffassung des Kontraktionsvorganges in der Muskelfaser überwunden, sondern auch für das *gesamte Denken der Ärzte eine neue*, wenn man will, „biologische“ *Basis geschaffen*³. Das beweist unter anderem, daß *Haller* die Irritabilität auch zur Erklärung der *Konstitutionstypen* heranzieht, die er nach den verschiedenen Graden der Reizbarkeit unterscheidet.

„Bei den einzelnen Menschen ist der Grad der Reizbarkeit verschieden. Es scheinen die Säfte, welche die Gefäße unseres Körpers durchwandern, mehr Gäste als Teile von uns selbst zu sein . . . Von dieser Sache läßt sich nun die zweite und vornehmste Ursache der verschiedenen Temperamente herleiten. Es scheint die Fähigkeit, heftige, sinnliche Eindrücke, welche sich mit einer Muskelstärke verbinden, das cholerische Temperament auszumachen. Eben diese Fähigkeit, doch bei einer schwachen Faser, macht das hypochondrische und hysterische Temperament. Eine geringe Geschicklichkeit zu den Bewegungen des Leibes und der Seele, aber mit Stärke verbunden, scheint das sanguinische und bei einer schwachen Faser, das phlegmatische Temperament hervorzubringen . . .“⁴

¹ „Die Ärzte, Zergliederer und Wundärzte, welche anders denken und ihre Meinung von den Alten her haben, werden mir vergeben, daß ich ihnen hier widerspreche: Sie werden das, was ich hier behaupte, und das, was fast wider die Meinung des ganzen menschlichen Geschlechtes ist, nicht verwerfen, wenn sie den Ursprung der angenommenen Meinung in Erwägung ziehen und meine Versuche und Erfahrungen mit denjenigen vergleichen, worauf die Meinung sich gründet.“ *Haller*: Von den empfindlichen und reizbaren Teilen, S. 21 f.

² „Da *Boerhaave* die Nerven für den wahren ersten Grundstoff des menschlichen Körpers angenommen hatte, so durfte er nicht viel weiter gehen zu behaupten, daß kaum ein Teilchen des menschlichen Körpers sei, welches nicht empfinde oder sich bewege, und diese Meinung, wider welche ich anderwärts verschiedenes erinnert habe, ist fast durch ganz Europa aufgenommen worden.“ Ebenda, S. 15.

³ *Haller* weist selbst darauf hin: „Als hierauf meine Versuche bekannt wurden, so gewann die Reizbarkeit plötzlich ein so großes Ansehen, daß man von der selben im menschlichen Körper überhaupt alle Bewegungen des Lebens und die willkürlichen Bewegungen oder wenigstens die mehrsten darunter, sonderlich die Schläge des Herzens herleitete.“ (Anfangsgründe der Physiologie, deutsche Ausg., Bd. 5, S. 36.)

⁴ Ebenda, Bd. V, S. 44.

Damit wurde die alte Lehre von den Temperamenten in einer viel fruchtbareren Weise überwunden als bei *Baglivi*.

Durch die *Hallerschen* Untersuchungen kam weiterhin ein neues Moment in das Problem der Lebenserscheinungen, welches sich durch die später das Denken der Ärzte besonders beeinflussende Bezeichnung „*Lebenskraft*“ anbahnte¹. Der Terminus „*robur vitale*“, welcher uns bereits bei *Glisson* begegnete², scheint *Haller* nicht präzise genug, obwohl das Wort *Lebenskraft* unter den Neuere, wie er sich ausdrückt, mit Vorliebe gebraucht wird, so unter anderem auch von dem berühmten *Boerhaave*-Schüler *Gaub*.

Haller begründet seine Ansicht damit, daß die Reizbarkeit den Tod des Versuchstieres wenigstens eine Zeitlang überdauert, und ist eher geneigt, diese Kraft als „*angeborene*, wesentliche oder eigene *Kraft*“ zu benennen; er greift dabei auf einen Terminus zurück, der der „*Vis insita*“ *Baglivis* entspricht³.

Man sieht hieraus, daß der Mannheimer Arzt *Friedrich Kasimir Medicus* in seiner berühmt gewordenen Sonderschrift über die *Lebenskraft*⁴ diesen Begriff nicht, wie es die herkömmliche medizinhistorische Tradition angibt, in die Heilkunde *einführte*, sondern ihm lediglich eine stärkere Verallgemeinerung und größere Verbreitung gab! In der Tat schloß sich an *Hallers* Untersuchungen, deren großes Aufsehen bei seinen Zeitgenossen er selbst hervorhebt, eine wahre Flut von Schriften für und wider seinen Standpunkt an. Aber das Ergebnis war nicht etwa eine Fortsetzung seiner exakten Experimentierarbeit und vorsichtigen Schlüsse, sondern eine lediglich spekulative Ausdeutung der „*Lebenskraft*“. Hierbei wurde die von *Haller* so besonders betonte Unterscheidung der grundsätzlich verschiedenen lebendigen Kräfte der Sensibilität und Irritabilität einem allgemeinen Prinzip, der „*Lebenskraft*“ zu Liebe verwischt⁵. *Trägerin der Lebenskraft ist die Faser*.

¹ *Boerhaaves* Schüler, *Hieronymus David Gaub* (1705—1780), billigt der *Lebenskraft*, die er im Muskel-, Nerven- und Zellgewebe vor allem lokalisiert glaubt, eine besondere Bedeutung zu. Vgl. *Institutiones pathologiae medicae*, Lugd. Batav. 1758. *Johann O. Schacht* übernahm im wesentlichen *Gaub*s Standpunkt. „*Institutiones medicinae practicae ad auditorum potissimum usus in epitomen redactae*.“ Trajectum ad Rhenum 1767.

² Vgl. S. 388. Von *Glisson* übernahm er auch die Bezeichnung „*Irritabilität*“, beschränkte aber diese lebendige Reaktionsfähigkeit auf die Muskelfaser.

³ Vgl. S. 397; indessen wird *Baglivi* nur beiläufig erwähnt, siehe *Klassiker* 27, S. 37, 55.

⁴ *Friedrich Kasimir Medicus* (1736—1808): *Von der Lebenskraft*. Mannheim 1744.

⁵ *Georg Prochaska* wendet sich gegen *Haller*, der mit seiner strengen Unterscheidung der Muskelkraft einen großen Streit in der Physiologie hervorgerufen hätte und „indem er sie für eine selbständige, dem Muskel angeborene Kraft erklärte, zu vielen Irrungen Anlaß gegeben hat.“ *Prochaska* definiert: „Die Reizbarkeit ist die Nervenkraft selbst, nur durch den Bau des Muskels besonders zu einem neuen Phänomen des Lebens modifiziert“ (*Lehrsätze der Physiologie*, Wien 1797,

XI. Wolffs Zellgewebsbildungstheorie.

Nachdem durch *Haller* das Zellgewebe in den Vordergrund des Interesses gerückt war, ging der hervorragende Embryologe *Caspar Friedrich Wolff* (1734—1794)¹, der in seiner Lehre von der Epigenese zu den Gegnern *Hallers* gehörte, vom embryologisch-vitalistischen Standpunkt aus an die Erforschung der beim Werden des Embryos sich abspielenden Vorgänge heran². Dabei kam es ihm als echtem Vitalisten weniger auf die Morphologie als auf die formenden Kräfte an³. Er fand bei seinen mikroskopischen Untersuchungen⁴, daß bei der embryonalen Entwicklung des Tier- und Pflanzenkörpers aus einer homogenen, von Späteren als „Protoplasma“ bezeichneten Grundsubstanz⁵ Bläschen und immer neue Bläschen entstehen, die er „vesiculae“, gelegentlich auch „globuli“ nennt. Ihre Bildung ist die Folge des Zusammenspiels der produktiven, der vitalen Kraft („vis essentialis“) mit der in der Zähigkeit und Erstarrungsfähigkeit der Materie liegenden retrahierenden.

Bd. I, S. 75). Ähnlich *Ernst Plattner*: *Quaestiones physiologiae*, Lipsiae 1794, S. 104. — Vgl. auch die geschichtliche Übersicht in *Augustin*: *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Berlin 1809, S. 35ff., S. 93ff. — *Stephen d'Irsay*: *Albrecht v. Haller*, Eine Studie zur Geistesgeschichte der Aufklärung, Leipzig 1930, S. 46ff.

Letztthin hat auch die Lehre *John Browns*, welche in der Praxis eine sehr große Bedeutung gewann, in der *Hallerschen* Sensibilitäts- und Irritabilitätslehre ihre Wurzeln. Wenn auch *Brown* die Begriffe Ursache und Wirkung vertauschte und im Reiz das Wesentliche des Lebens sah, ist ein Einfluß *Hallers* unverkennbar. Besondere Bedeutung hatte für das deutsche Sprachgebiet die deutsche Ausgabe „*J. Browns System der Heilkunde*“ nach der letzten englischen Ausgabe übersetzt von *C. H. Pfaff*. Kopenhagen 1796.

¹ Er war durch den bekannten *Leibniz*-Anhänger *Christian Wolff* (1679—1754) stark beeinflusst; vgl. über ihn: *Julius Schuster*, *Caspar Friedrich Wolff*: Leben und Gestalt eines deutschen Biologen, Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl., 12. Mai 1936, 175—195; vgl. *Stieda* in *Biograph. Lexikon*, *Hirsch-Gurlt*, 2. Aufl., Bd. V, S. 983, und *Erik Nordenskiöld*: *Geschichte der Biologie*, Jena 1926, S. 365ff. u. a.

² *Wolff*, *C. F.*: *Theoria generationis*. Med. Diss. Halle 1759; 2. Aufl.; deutsche Ausgabe aus der Feder *Wolffs* unter dem Titel „*Theorie der Generation*“, Berlin 1764, 3. Aufl. Neuauflage eines Ungenannten 1774. Im folgenden zitiert nach der deutschen Ausgabe von *Paul Samassa*, in *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften* Nr 84 und 85, Leipzig 1896.

³ Seine vitalistischen Grundanschauungen entwickelte *C. F. Wolff* ausführlich in der Sonderschrift: *Von der eigentümlichen und wesentlichen Kraft der vegetabilischen als auch der animalischen Substanz*. Petersburg 1789.

⁴ *Wolff* war vom Wert stärkerer Vergrößerungen wenig überzeugt. Wenn man bedenkt, daß stärkere Vergrößerungen infolge der unzulänglichen Linsensysteme verzerrte Bilder ergaben, so ist seine Ansicht verständlich.

⁵ „Denn die Erfahrung lehrt, daß organische Naturkörper aus unorganischer Substanz, die gewisse Eigenschaften besitzt, zusammengesetzt sind und daß in diesen organischen Körpern Entwicklung stattfindet.“ *Ostwalds Klassiker*, Nr. 85, S. 70, § 253.

mechanischen Kraft¹. Als das Wesentliche erscheinen ihm im Zellgewebe „cellulositas“, wie schon *Haller*, die Membranwände². Dabei weist er ausdrücklich darauf hin — was bei *Grew* nur angedeutet war, aber für später wichtig ist —, daß nur *eine* Membran zwei aneinander grenzende Bläschen trennt.

Von der nachherigen Zellenlehre ist *Wolff* noch ein gutes Stück entfernt³. Er ist noch nicht so weit, in diesen Zellen das Bauelement des Körpers zu sehen; *das Entscheidende bleiben ihm die Membranwände, eine Vorstellung, die durch die herrschende Faserlehre bestimmt wird*. Es kommt ihm nur darauf an, die bei seinen ausgedehnten Untersuchungen festgestellten Bläschengebilde entwicklungsgeschichtlich zu erfassen und als Ausdruck des formenden Kräftespiels zu erklären. Diese Hohlräume entsprechen durchaus denen, die *Hallers* Zellgewebe charakterisieren.

¹ Im Pflanzen- und Tierkörper sind die gleichen Kräfte wirksam: „Es werden sowohl bei Pflanzen als auch bei Thieren bloß aus der wesentlichen Kraft und der Erstarrungsfähigkeit des Nährsaftes die einzelnen Arten jener Entwicklung abgeleitet . . . Es ist daher die wesentliche Kraft mit der Erstarrungsfähigkeit des Nährsaftes ein hinreichendes Prinzip jeder Entwicklung sowohl bei Pflanzen als auch bei Thieren.“ Ebenda, S. 60, § 242.

Da diese feste Grundsubstanz oder der „Nährsaft“ erstarrt und fest wird, bleibt diese Bläschenstruktur auch im älteren Gewebe erhalten. Über diese Erstarrungsfähigkeit sagt er folgendes: „Der Nährsaft hat also die Eigenschaft, daß er durch das Stehen und im allgemeinen im Verlauf der Zeit infolge der Verdunstung der wäßrigen Theile zuerst in eine dickliche, dann in eine zähe, schließlich in eine feste Substanz verwandelt wird. Ich werde diese Eigenschaft als Erstarrungsfähigkeit (solidescibilitas) bezeichnen und werde deshalb sagen, daß die Säfte erstarrungsfähig sind.“ *Ostwalds* Klassiker, Nr. 84, S. 19, § 27.

² „In ausgebildeten Blättern . . . ergibt sich bezüglich der Substanz der Bläschen bei Untersuchungen mit dem Mikroskop, 1. daß alle Bläschen . . . zusammenhängen, 2. daß zwei einzelne Bläschen durch *eine* beiden gemeinsame Wand getrennt werden, 3. daß es größere, kleinere und verschieden gestaltete Bläschen gibt, die ein förmliches Zellgewebe („cellulositates“) herstellen“. Ebenda, S. 15, § 14.

³ Seine Vorstellung über die Pflanzen„zellen“ geht am besten aus folgender Stelle hervor: „Bei jüngeren Exemplaren sind die sog. Bläschen weiter nichts als bloße Löchelchen in der festen pflanzlichen Substanz, die untereinander auf verschiedene Art in Verbindung stehen; sie müßten daher richtiger als *Poren oder Zellen* bezeichnet werden. Die sog. Gefäße aber stellen nichts anderes vor, als in der pflanzlichen Substanz ausgefurchte Kanäle, die daher besser als langgestreckte Poren, die vor allem der Länge nach miteinander in Verbindung stehen, oder als Kanäle zu bezeichnen wären. — 2. Der ganze Unterschied zwischen jüngeren und älteren Bläschen, ferner zwischen jüngeren und älteren Gefäßen, und gewiß auch zwischen älteren Gefäßen selbst, besteht darin, daß zwischen den jüngeren Zellen und Kanälen reichlicher eine gleichartige und weichere feste Substanz vorhanden ist, die daher durchlässiger ist und jene Phänomene ermöglicht, wobei die Poren deutlicher sichtbar werden. — 3. Bei älteren Teilen ist die dazwischen liegende feste Substanz spärlicher, lamellenförmig, starrer und fester; die unmittelbare Begrenzung der Höhle ist bald mehr, bald weniger durch größere Starrheit von der übrigen Zwischensubstanz verschieden, so daß der Charakter als Poren und Kanäle bald mehr, bald weniger unkenntlich gemacht wird.“ Vgl. Ausgabe *Ostwalds* Klassiker, Nr. 84, S. 16f.

Wenn er es nicht ausdrücklich sagt, daß die Membranwände, welche die Bläschen begrenzen, aus Fasern aufgebaut sind, so erscheint ihm das wohl so selbstverständlich oder unwesentlich, daß er in seiner Zellgewebsbildungstheorie darauf nicht weiter eingeht. Es lag an der Fragestellung, die auf die bei der Entwicklung tätigen Kräfte ausging, daß *Wolff* trotz der Anwendung des Mikroskops und obwohl er bei seinen sorgfältigen embryologischen Forschungen der Wahrheit ein gutes Stück näher kam, trotzdem er ferner die Einheit im Bau des pflanzlichen und tierischen Organismus¹ so eindeutig aus der Entwicklungsgeschichte belegte, nicht weiter in Richtung auf die moderne Zellenlehre vorstieß. Immerhin war nun neben der Faser auch der Hohlraum im Faserwerk zu größerer Bedeutung gelangt.

XII. Die Erforschung des kleinsten Bauelementes im Anschluß an Haller und Wolff.

Der Einfluß der *Hallerschen* Vorstellungen vom Zellgewebe sollte sich zusammen mit der *Wolffschen* Zellgewebsbildungstheorie bald zeigen.

Einer der hervorragendsten Lehrer seiner Zeit, der Leipziger Professor *Ernst Plattner* (1744—1818)², nimmt an³, daß die tierische Materie zunächst von einem *rohen ungeformten Zellgewebe* gebildet wird. Er bezeichnet dieses ausdrücklich als unorganisiert; denn ein Körper darf nur dann organisiert genannt werden, wenn in seiner Zusammensetzung Bestimmtheit, Gleichförmigkeit, Regel, Ordnung oder gar Absicht entdeckt werden kann. In dem rohen Zellgewebe ist für ihn nur ein Schein von Organisation, das „ungefähre Werk gallertiger Säfte“. Er vergleicht es mit der rohen Scheerwolle des Schafes⁴. *Organisiert wird es erst durch die Bildung der Faser*⁵, welche im tierischen wie im pflanzlichen Körper durch Gerinnung der „gallertigen Säfte“ zu festen Teilen entsteht, wie es dem Vorgang des Gesponnenwerdens der Schafwolle entspricht. Durch

¹ Für die Entwicklung des Vitalismus war es aber, wie bereits angedeutet, von besonderer Bedeutung, daß *Wolff* die vitalen Kräfte in die organische Substanz verlegte.

² Vgl. *Hirsch-Gurlt*: Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte usw. (2. Aufl.), Bd. 4, S. 627.

³ *Plattner, Ernst*: Neue Anthropologie für Ärzte und Weltweise, Leipzig 1790, Bd. I, 2. Aufl. — Die 1772 erschienene erste Auflage, die er später ganz verwirft, war leider nicht zugänglich. Dieser neue Standpunkt wird auch in seiner Schrift „*Quaestionum physiologicarum libri duo*, Lipsiae 1794“ eingehend dargestellt.

⁴ Das Zellgewebe als unorganisierter Stoff verhält sich zum geformten Baustein des Körpers wie der Ton zum Gefäß oder der Flachs zur Leinwand: „*Est igitur tela cellulosa nihil aliud quam partium, quae structuram habent, materia, ut argilla est vasis fictilis, vel linum lintei, non carens commoditate ad structuram, at structurae expers.*“ *Quaest. physiol.*, I, S. 69.

⁵ „*Sed fibrae (de simplicibus jam quaero, quales non oculis cernimus, sed idea et cognitione concipimus) ipsae ex tela cellulosa existunt: ergo tandem communis est tela cellulosa.*“ *Ebenda*, S. 67.

den Vergleich mit der rohen Schafwolle überwindet *Plattner* die Schwierigkeit¹, die sich daraus ergibt, daß er das „rohe Zellgewebe“ als nicht organisiert auffaßt, obwohl ihm darin sichtbare Fäden nicht entgangen sind. Diese Fäden bezeichnet er im Gegensatz zu den bereits organisierten Fasern, den „*Fibrae*“, als „*Fila*“². So ist für ihn aus dem Zellgewebe, der Muttersubstanz, die Faser als erste Stufe der Organisation hervorgegangen. In seinen Ausführungen zeigt sich die Abwandlung von der mechanistisch-atomistischen zur vitalistischen Erfassung der Faser auch in morphologischer Hinsicht³. Dazu kommt, daß das Zellgewebe allmählich, wie das später beim Protoplasmabegriff der Fall ist, seinen Charakter als rein morphologische Struktur verliert und auf eine noch undifferenzierte Grundsubstanz hinausläuft.

Man kann diese Entwicklung daran erkennen, daß *Plattner* selbst sagt, er hätte zwar in seinen Briefen vom Jahre 1770⁴ dem Zellgewebe, wie die meisten Physiologen, nur die Bedeutung eines Bindemittels zugesprochen, sei aber jetzt zur Überzeugung gekommen, daß es die Grundlage selbst der kleinsten Faser bilde, in welchem Gewebe es auch sei.

¹ „Hoc pacto, ut eius altera pars in fibras contexta, altera autem non contexta, sed rudis et informis deprehendatur, ad cognitos usus ubique dispersa et servans quoque telae cellulosaee appellationem.“ Ebenda, S. 67.

² „*Fila* video: fibras prorsus non admitto. Etenim fibrae vocabulo inest et structurae et facultatis cuiusdam animalis notio, neutrum autem cadit in illa fila telae cellulosaee, per spontaneam quandam ac fortuitam gelatinaee concretionem producta.“ Ebenda, S. 68; vgl. Anthropologie, 2. Aufl., S. 8.

³ *Plattner* weist darauf hin, daß die meisten Physiologen, wobei er offen läßt, ob auch *Haller* dazu gehört, die Struktur der Faser nicht aus dem Zellgewebe, sondern aus „minutissimarum fibrarum infinitam compositionem afferre“, d. h. aus Erde und Leim bestehend annehmen. In seiner Schrift „Briefe eines Arztes an seinen Freund“ vom Jahre 1770 habe er diesen Standpunkt allemal noch vertreten. Jetzt aber sei er davon überzeugt, daß die einfachste Faser (Fiber) aus Zellgewebe besteht („Quamlibet fibram vere simplicem tela cellulosa constare et quasi parvam quandam spongiosam esse“). *Quaestion. physiol.*, S. 67.

⁴ Die Theorie von der kleinsten aus Erdatomen und Leim bestehenden Faser galt ihm im Jahre 1770 noch als Fundamentalsatz: „Wir nehmen eine Faser, so klein als wir sie mit dem kleinsten Instrument, mit einer Nadel, fassen können, und betrachten sie durch ein Vergrößerungsglas; sie stellt sich unserem Auge in einer bewunderungswürdigen Größe dar, und zeigt demselben ein Gewebe von unendlich vielen Fasern. Wir nehmen wieder hiervon die kleinste und betrachten sie durch ein noch vollkommeneres Vergrößerungsglas, und wir sehen, daß auch diese wiederum aus unzähligen Fädchen zusammengesetzt ist. Wir mögen nun diese Untersuchung so hoch treiben als wir wollen, so werden wir allemal das nämliche finden. Dem ohnerachtet müssen wir endlich einmal mit unseren Gedanken stehen bleiben. Das heißt: wir müssen annehmen, daß die festen Teile unseres Körpers ursprünglich aus so kleinen Fibern bestehen, die ganz einfach und keiner weiteren Trennung fähig sind; die, wenn man sie weiter teilen wollte, nicht wieder in mehrere Fasern, sondern in die allgemeinen Bestandteile zerfallen würden. Oder wollen Sie etwa diese Fasern mit ihren Gedanken bis ins Unendliche forteilen? Das will ich nicht hoffen. Sie wissen, wie hartnäckig ich über gewisse Sätze in der Philosophie halte.“ (Briefe eines Arztes an seinen Freund, Bd. I, S. 19.)

Obwohl *Johann Christian Reil* (1779—1813), einer der Hauptvertreter des Vitalismus in Deutschland um die Wende zum 19. Jahrhundert, in seiner klassischen Schrift über die Lebenskraft¹ für die Entwicklung des Vitalismus dadurch eine entscheidende Bedeutung gewann, daß er diese *Kraft als von der Materie unzertrennlich* und von ihrem Zusammenhang abhängig betrachtete², und obgleich er diese Lebenskraft an die Faser band, weil er in ihr entsprechend der damaligen Zeitauffassung das letzte Form- und damit auch Funktionselement des Körpers erblickte³, hat er zur weiteren Entwicklung der Lehre von der Faser zwar wenig beigetragen, aber andererseits die vitalistische Färbung dieser Lehre mitbestimmt. Wichtig erscheint uns ferner, daß er die Faser durch einen Kristallisationsprozeß entstehen ließ⁴. Ähnliche Gedanken hatte, wie wir sahen, bereits *N. Stensen* ausgesprochen und dadurch die Bildung fester Körper aus Flüssigkeiten sowohl in der organischen als auch anorganischen Welt erklärt⁵. *Reil* dagegen prägt diesen Gedanken vitalistisch um und sieht in der Faserbildung die „organische Krystallisation“, welche nur dem lebendigen Organismus eigen ist und dem Körpergrundelement die spezifische langgestreckte Form gibt. Dabei unterscheidet er diese Formbildung von der Kristallisation der anorganischen Welt⁶. Von hier an bleibt das Kristallisationsproblem bis in die Schule von *Johannes Müller* hinein stets im Vordergrund der Betrachtung.

Mit besonderem Nachdruck weist *Reil* darauf hin, daß die Kenntnis des organischen Aufbaues des Körpers und die Zurückführung auf das einfachste, allen Geweben gemeinsame Formelement für die theoretische

¹ Mit dem hervorragenden Artikel „Von der Lebenskraft“ eröffnete *Reil* sein „Archiv für die Physiologie“, Halle 1796, Bd. I, S. 8—162. Er erschien in verschiedenen anderen Schriften im Nachdruck. Im folgenden zitiert nach der Ausgabe von *Karl Sudhoff*: *Von der Lebenskraft. Klassiker der Medizin*, Bd. 2. Leipzig 1910.

² *Reil, Joh. Christ*: *Von der Lebenskraft*. S. 5.

³ „Der Körper läßt sich in eine unendliche Reihe organischer Teile zerlegen, alles ist wieder Organ, alles gebildet bis zur kleinsten Faser.“ (Ebenda, S. 12.) „Das einfachste Organ ist wohl die Faser, eine der Länge nach aneinander gereihte tierische Materie. Diese ist Zell- oder gemeine Knochen-, Nerven- und Muskelfaser. Von der gemeinen oder der Muskelfaser, wie man will, gibt es wieder mancherlei Varietäten und Gattungen. Die Faser z. B. der harten Hirnhaut, in den Membranen, die Sehnen, in der Gebärmutter unterscheiden sich merklich voneinander.“ (Ebenda, S. 22.)

⁴ „Der Haupttypus der Kristallisation tierischer Materie scheint die Faser, das erste und einfachste Elementarorgan der tierischen Kristallisation, eine der Länge nach aneinandergereihte tierische Materie, zu sein. Die Fasern werden wieder mannigfaltig aneinander gereiht, und so entstehen Platten, Häute, Nerven, Gefäße, Muskeln, Eingeweide. Die vollendeten Organe sind also aus Fasern gebildet, die in mehreren Ordnungen zusammengefügt sind. Die Regel, nach welcher die Fasern zusammengefügt werden, gibt zwar keine symmetrischen, aber doch höchst zweckmäßige Formen.“ (Von der Lebenskraft, Klassiker, S. 45.)

⁵ Vgl. S. 358.

⁶ Die tierische Materie kristallisiert sich nach *Reil* stets in Gestalt von Fasern aus, während z. B. „der Originaltypus der Kochsalz-Kristallisation ein Würfel zu sein“ scheint und kleine Würfel den großen zusammensetzen. Ebenda, S. 45.

und praktische Medizin von fundamentaler Bedeutung ist ¹, eine Erkenntnis, die gerade in der deutschen medizinischen Forschung stets wach blieb.

Bei dem Wiener Anatomen und Physiologen *Georg Prochaska* (1774 bis 1820), der sich große Mühe um die chemische und, wie er es nennt, mechanische, d. h. mikroskopische Untersuchung der lebenden Substanz gegeben hat, ist aus dem *Plattnerschen* ungeformten Zellgewebe als Mutter-substanz der Fasern der „*Breistoff*“ geworden ², ein aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Phosphor, Kalkerde, Eisen usw. bestehender ³, vielleicht durch Kristallisationsvorgänge entstandener Übergangszustand zwischen flüssig und fest. Er ist charakterisiert durch sehr „*kleine Kügelchen*“. Damit begegnet uns der Begriff des Kügelchens, der, wie wir sehen werden, von jetzt an immer wieder auftaucht. Die Kügelchen ist man bemüht in die Faserlehre einzuordnen. In den flüssigen Bestandteilen liegen sie in äußerst lockerem Zusammenhang, während sie in den festen Teilen kompakter zusammenrücken, analog den Vorstellungen über das Verhalten des Atoms in den Fluida und Solida der Iatromechaniker. Analog geht auch der Weiteraufbau der Faser aus den Kügelchen. Wie das im einzelnen vor sich geht, darüber äußert sich jedoch *Prochaska* nicht weiter. Jedenfalls findet man diese Bildung des „festen Breistoffes“ in allen Teilen unseres Körpers:

„Überall ist er in einfache oder zusammengesetzte Fasern, in kleinere oder größere Blättchen und Häute geformt, woraus das sämtliche weiche und harte, fädigte und blättrige, lockere und dichte Zellengewebe entsteht, welches sich wieder in stärkere Häute verdichtet, woraus wieder Gefäße und sodann alle übrigen Organe unseres Körpers gemacht werden ⁴.“

Die Faser bleibt also das wesentliche Bildungs- und Formelement, das *Hallersche* Blättchen ist lediglich eine ihrer speziellen Formen. Was aber *Prochaska* im einzelnen als Kügelchen gesehen hat, ist natürlich schwer zu sagen; so könnten es Zellkerne, Detritusmassen, Kunstprodukte usw. gewesen sein, wie er sie eben in seinem Mikroskop sah und deutete. Dasselbe gilt für „das Entstehen“ der Faser aus den Kügelchen. Man denkt etwa an Fibrinbildungen, Kerne in den Muskelfasern u. a.

Mit der Bildung der Faser ⁵ ist die einfachste Stufe des Zellgewebes

¹ „Es wäre für die theoretische und praktische Medizin vorteilhaft, wenn wir die verschiedenen Arten und Grade der Organisation zergliedern, die verwickeltesten Gewebe derselben gleichsam in ihre einfachsten Elemente auflösen und sie von dem ursprünglich elementarischen Organ bis zu den zusammengesetztesten tierischen Werkzeugen verfolgen könnten. Wir würden alsdann viele Erscheinungen glücklicher zergliedern und sie richtiger auf ihre Prinzipie zurückführen können.“ Ebenda, S. 21.)

² *Prochaska, Georg: Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. Zum Gebrauch seiner Vorlesungen. Wien 1797.*

³ Ebenda, Bd. I, S. 12.

⁴ *Prochaska, Georg: Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. Zum Gebrauch seiner Vorlesungen. Wien 1797, Bd. I, S. 17f.*

⁵ In seinen Grundanschauungen über den Bildungsvorgang ist *Prochaska* durch *Joh. Friedr. Blumenbach* wesentlich beeinflusst (Lehrsätze der Physiologie usw., Bd. I, S. 78). Vgl. *Blumenbach, Johann Friedrich: De nisu formativo et*

erreicht. Manche Teile unseres Körpers, wie die Oberhaut, der „*Malpighische Schleim*“, das Amnion, die Nägel und Pseudomembranen ¹ bleiben dauernd auf dieser einfachsten Organisationsstufe stehen. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß sie keine Gefäße besitzt. Mit der Ausbildung von Gefäßen wird die zweite Organisationsstufe des Zellgewebes erreicht, welches so größere Funktionskraft und Empfindungsfähigkeit ² erlangt. Damit ist es besonders wichtig geworden und muß zu den „Hauptorganen“ gerechnet werden, worunter *Prochaska* auch die wichtigsten Gewebe versteht. Er unterscheidet ein weiches, hartes, fädiges, blättriges, gemischtes, lockeres und dichtes Zellgewebe.

Bei den Hohlräumen des Zellgewebes, die er im übrigen genau so wie *Haller* auffaßt, unterscheidet er die Fettzellen als in sich abgeschlossene Räume von Bläschenform. Von den überall in Verbindung stehenden Hohlräumen, auf deren Inhalt schon *Haller*, wenn auch nur andeutungsweise, aufmerksam gemacht hatte, sagt *Prochaska*, daß der „wäßrige Dunst“ oder das „tierische Gas“, welches man in ihnen findet, aus den Blutgefäßen ausdampft, das Zellgewebe füllt, erhält und in gleichem Maße wieder eingesogen wird ³.

Was *Prochaska* seinen Studenten vortrug, hat der bedeutende Tübinger Professor der Medizin *Johann Heinrich Ferdinand v. Autenrieth* (1772—1835) nach mancher Richtung hin klarer zum Ausdruck gebracht ⁴. In vielem merkt man noch die Nachwirkungen *Hallers*, so in der Unterscheidung des Muskel-, Nerven- und Zellgewebes. Für die tierische Grundsubstanz, den „Breistoff“ *Prochaskas*, wendet *Autenrieth* die Bezeichnungen „*unförmlicher Stoff*“ oder „*Zellstoff*“ ⁵ an, von denen der letztere besondere Bedeutung erlangte. Er kennzeichnet das Zellgewebe „in seiner weichen Form“ als sehr dehnbar, zähe, elastisch, es „nähert sich selbst überlassen der Kugelgestalt, ist halb durchsichtig, graulicht-weiß und hat ausgedehnt etwas der Perlmutter sich nähernden Glanz“ ⁶. Man wird unwillkürlich an unsere Vorstellungen vom *Protoplasma* erinnert. Daß er dabei auch Zellen und Zellkerne gesehen hat, geht aus seinen Worten klar hervor ⁷:

„Kundlichte oder eyförmige kleine Kugeln zeigt unter dem Vergrößerungsglase die eigentliche Muskelsubstanz und die Substanz des Hirns beym Menschen. Gauze Thiere der niederen Ordnung, wie zum Beyspiele die schleimigste, halbdurchsichtige

generationis negotio nuperae observationes. Göttingen 1787; deutsche Ausg. Über den Bildungstrieb und das Zeugungsgeschäft. Göttingen 1789.

¹ *Prochaska*, a. a. O., Bd. I, S. 18.

² Vgl. S. 426, Anm. 5.

³ Lehrsätze der Physiologie, Bd. I, S. 20.

⁴ *Autenrieth, Joh. H. F.*: Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie, zum Gebrauch seiner Vorlesungen herausgegeben, Teil I, II, III. Tübingen 1801/02.

⁵ „Die große Masse des Körpers, allen Zellstoff, scheint der einfachere tierische Stoff zu bilden.“ (Teil I, S. 44.)

⁶ Ebenda, I, S. 10. ⁷ Ebenda, I, S. 11.

Würmer scheinen bloß aus solchen in Gallerte eingesenkten kleinen Kugeln zu bestehen; auch erscheint anfangs der menschliche Embryo größtentheils aus solchen zusammengesetzt ¹.

Unter dem alles beherrschenden Eindruck der Faserlehre ² bleibt es dabei, daß die Kügelchen das Aufbauelement der Fasern und diese die eigentliche Trägerin der Struktur und Funktion sind.

„Die Kugeln liegen reihenweise in den Muskeln, dem Hirn, in ersteren in hohlen Scheiden von weichem Zellgewebe, in den Nerven in netzförmig sich verbindenden, der Länge nach laufenden Röhren von festem Zellgewebe eingeschlossen ³.“

Die Faser ⁴ ist das Organ des Lebendigen, der Lebenskraft. „Das Organ der Lebenskraft ist die Faser, also eine Sammlung von in einer Linie liegenden Theilen ⁵.“

Auch noch von anderen Gesichtspunkten aus kommt *Autenrieth* den modernen Auffassungen von der Zelle näher. Nicht nur die Fasern, sondern auch der Inhalt der von den Fasern begrenzten Hohlräume wird für das „Zellgewebe“ charakteristisch. Denn in den Knochen enthalten sie Knochenerde, in den Sehnen Gallerte und in den Nerven Mark ⁶.

Das lockere Füll- und Stützgewebe bezeichnet *Autenrieth* als „atmosphärisches Zellgewebe“.

Bei den fortschreitenden Untersuchungen, bei denen entwicklungsgeschichtliche Betrachtungen im Vordergrund standen, zeigt sich die ganze Zähigkeit der Faservorstellung darin, daß ein Mann wie *Ignaz Döllinger* (1770—1841) ⁷ zwar die Kügelchen genau so gut wie die Fasern sieht und in ihrem Chemismus und ihrer biologischen Aufgabe zu erfassen

¹ Schon *J. Swammerdam* beschrieb in seiner *Biblia naturae*, die lange nach seinem Tode *Boerhaave* herausgab und von *Gaub* ins Lateinische übersetzen ließ, solche Kügelchen „globuli minutissimi“, welche in den feinsten Muskelfasern vorkamen. Vgl. *J. Swammerdam: Biblia naturae*, Leiden 1737/38, Tom. II, S. 834.

² „Wenn man irgendeinen festen Theil unseres Körpers mechanisch zerlegt, soweit es möglich ist, so kommt man am Ende freylich auch mit Hilfe der Vergrößerungsgläser, entweder auf Fasern oder auf Blättchen, oder auf kleine Kügelchen, oder seltener einen unförmlichen Stoff, welcher keine selbständige Bildung hat, sondern von den umgränzenden Theilen zu verschiedenen Gestaltungen bestimmt wird.“ Ebenda, I, S. 7.

³ Ebenda, I, S. 12.

⁴ „Die Faser scheint also die Crystallisationsform des thierischen Stoffes zu seyn.“ (Teil I, S. 7.) Er definiert sie: „als ein der Länge nach zusammenhängender, fester Theil mit der möglichst-kleinsten Breite“. Ganz klar spricht er aus, daß der Begriff der kleinsten Faser lediglich verstandesmäßig erschlossen ist: „Ganz einfache Fasern fallen nicht in das Auge, auch nicht in das gewaffnete, man schließt nur aus der Anlage und dem Verhältnis der immer in die Länge sich ziehenden, und ohne gewaltsame Trennung noch nach dieser Richtung theilbaren Faserbündel, daß die einfachsten Fasern ähnlicher Natur seyn müssen.“ (I, S. 7.)

⁵ Ebenda, I, S. 84. ⁶ Ebenda, I, S. 10.

⁷ *Ph. F. v. Walther* nennt ihn den Stifter und Begründer der neuen anatomisch-physiologischen Schule in Würzburg. Vgl. Denkrede in der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften, 25. Aug. 1841. — Durch *Döllinger* wurde die allgemeine Anwendung des Mikroskopes in Deutschland angebahnt. Vgl. *A. Hirsch: Geschichte der medizinischen Wissenschaften in Deutschland*. München-Leipzig 1893, S. 409.

bestrebt ist, aber dabei doch der Faser ihre Sonderstellung erhält¹. Die *Kügelchen entstehen als erste Stufe der Erstarrung*² aus den organisch-tierischen Mischungen³ des Körpersaftes, die er als „Gallerte“ oder „tierischen Leim“ und „Eiweißstoff“ bezeichnet. Es sind sphärische Körperchen von halbweicher Konsistenz, die ähnlich, wie von *Autenrieth* ausgesprochen, auch die Tiere niederster Ordnung und den Anfang der Bildung im menschlichen Embryo ausmachen⁴.

Bei der weiteren Entwicklung („Bildung“) tritt an die Stelle der Kügelchen das Zellgewebe. Es entspringt aber nicht etwa den Kügelchen selbst, sondern, wie er sagt, einer Flüssigkeit höherer Art, dem „Faserstoff“, der ebenfalls zu den die organisch-tierischen Mischungen zusammensetzenden Stoffen gehört und unter Luftzutritt und durch Kälte und Wärme zu Fasern gerinnt⁵. Die Kügelchen nehmen in ihrer Halbweichheit eine Mittelstellung zwischen den Flüssigkeiten und dem Zellgewebe ein, das die „erste wahre Erstarrung“ darstellt. Die Steuerung dieser an sich mechanischen Vorgänge führt *Döllinger* im Gefolge von *Blumenbach* auf den „Bildungstrieb“ zurück, der das Erstarrende durch die Grundkräfte der „Attraction und Repulsion“ bzw. „Contraction und Expansion“ formt. Durch „das Erwachen des Gegensatzes zwischen der Expansion und Kontraktion kommt es in diesem Zellgewebe“⁶ zunächst zur Bildung von Gefäßen⁷ in ähnlicher Form wie bei der blasenförmigen Ausdehnung mancher Membranen, die z. B. die Urinblase formen, die Bauchhöhle auskleiden und Eingeweide in sich aufnehmen. Aus diesen Gefäßen entsteht dann als höheres, geradezu eigentliches Bauelement des Körpers die „organisierte Faser“⁸, die er in deutlicher Erinnerung an

¹ *Döllinger, Ignaz*: Grundriß der Naturlehre des menschlichen Organismus, zum Gebrauch bei seinen Vorlesungen entworfen. Bamberg-Würzburg 1805.

² „Der Übergang von der Mischung zur Gestaltung geschieht durch Erstarrung oder Gerinnung; mehr oder weniger ist Geneigtheit zum Gerinnen den thierischen Säften eigen; daher ihre Klebrigkeit . . .“ *Döllinger*: Grundriß, S. 33.

³ In chemischer Hinsicht setzt sich der Organismus aus folgenden „organisch-thierischen Mischungen“ zusammen: 1. der „Gallerte“ oder dem „tierischen Leim“, 2. dem „Eiweißstoff“, 3. dem „fasrigen Stoff“, 4. der Knochenerde (Kalkerde mit Phosphor). Dazu kommen noch „als abgesonderte Materien“ das Fett, Pigment, „harziger Stoff“, der Schleim u. a. m. Ebenda, S. 34.

⁴ Ebenda, S. 35.

⁵ Ebenda, S. 34; vgl. die Vorstellungen in der Antike. *Aristoteles*, oben S. 340.

⁶ „Das Erstarrte, nicht besonders geformte, das Zellgewebe, kann wieder als Stoff des Gestalteten angesehen werden und demnach bestehen alle Theile aus Zellgewebe und lassen sich durch Zerstörung ihrer eigenthümlichen Gestalt in freyes Zellgewebe auflösen.“ Ebenda, S. 34.

⁷ Vgl. auch S. 37 f.: „Die Gefäßgestalt selbst ist begreiflich aus einer in der belebten werdenden Masse entstehenden Ausdehnung, . . .“ Dadurch entsteht zunächst die Blase. Durch Längsausdehnung geht die Blasengestalt in die Gefäßform über.

⁸ Aus der Gefäßbildung entsteht die Faser. Er unterscheidet „die mehr expandierte Nervenfaser“ und die „contrahierte Muskelfaser“. Für ihn besteht der Unterschied zwischen beiden Faserarten nicht in ihrer verschiedenen Substanz, sondern beruht auf dem Verhältnis der Scheiden und Fasern zueinander: „Jede solche

Plattner als ein „in die Länge gezogenes gleichsam gesponnenes Zellgewebe“¹ bezeichnet. *Döllinger* gab der Gefäßbildung, die er „die erste und der Verbreitung nach allgemeinste Bildung“ nennt, deshalb die wichtige Rolle, weil die Gefäße bei Neubildung so deutlich in die Erscheinung treten, z. B. bei der embryonalen Entwicklung, der Regeneration, der Entzündung, und weil die Gefäße für die Erhaltung der „Theile“ unbedingt erforderlich sind. Immer wieder werden auch bei der kompliziertesten Form der höher organisierten Faser die Lücken ihres zellgewebigen Bestandteils erwähnt, so unter anderem bei der Nervenfasern. Hier haben die „Zellchen“ eine für den Nerv spezifische „eiweißartige und durchsichtige, weiße Flüssigkeit als Füllung“².

Zwar wird bei *Döllinger*, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die Struktur der gesamten festen Bestandteile des Körpers aus der Grundsubstanz abgeleitet, die bei *Plattner* als „Zellgewebe“, bei *Prochaska* als „*Breystoff*“, von *Autenrieth* als „Zellstoff“ bezeichnet wird, was zu einer einheitlichen Auffassung im Sinne der späteren Zellenlehre hätte führen können; aber daneben besteht eine zweite Grundsubstanz, aus der die Kügelchen hervorgehen, die den Übergang zu den Flüssigkeiten bilden. Maßgebend mag wohl auch die Betrachtung der geformten Elemente im Blut gewesen sein. Jedenfalls wurde das zweite Element und die Kügelchenbildung nur von vereinzelt Forschern beachtet, die eben als Mikroskopiker daran nicht vorbeigehen konnten. In den Lehrbüchern und Grundrissen, die dem Unterricht unterlegt wurden, ist deshalb kaum davon die Rede, im Gegenteil klingt hier überall die alte Dreiteilung von *Haller* durch, nach welcher ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Zellgewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe besteht³.

Faser ist bestimmt mit einer eigenen zellichten Scheide umgeben und Nerven- und Muskelfaser differieren nur durch das Verhältnis der Scheiden und Fasern; denn im Nerven ist die Faser ungemein locker und weich, die Scheide compact: im Muskel aber ist die Scheide dünn und locker, die Faser selbst dagegen dichter und fester“ (S. 36). *Hallers* Anschauung über den Faserbau bezeichnet er als irrig und verweist auf die Ausführungen von *Plattner*, s. S. 429, und auf *Hedwig*. Vgl. *Johannes Hedwig*: *De fibra vegetabilis et animalis ortu* Sect. I., Leipzig 1789 (Rede vom 4. 8. 1789).

¹ *Döllinger*, I.: Grundriß, S. 36. ² *Döllinger*, I.: Grundriß, S. 62.

³ *Walther*, *Philipp Franz v.*: *Physiologie des Menschen mit durchgängiger Rücksicht auf die comparative Physiologie der Tiere*, Bd. I u. II. Landshut 1807 bis 1808. Die von *Haller* geprägte Einteilung der Gewebe in Zellgewebe, Muskel- und Nervengewebe behält *v. Walther* bei, gibt ihr aber ein der Zeit entsprechendes naturphilosophisches Gewand: „Solcher Urgestalten, gleichsam Primzahlen der organischen Gebildung, sind in dem menschlichen Körper drey zu erkennen“: 1. die Zellichte- (Membran)bildung, 2. die Gefäßbildung (Faser), 3. die Nervenbildung. Ebenda. Tome I, S. 83. Alle übrigen Gebilde lassen sich seiner Ansicht nach von diesen dreien ableiten. Das Zellgewebe sieht er wie *Haller* als das Grundgewebe (Gebilde) des ganzen Körpers an. Ebenda, Tom. I, S. 98. — *Burdach*, *Karl Friedrich*: *Anatomische Untersuchungen bezogen auf Naturwissenschaft und Heilkunde*, H. 1. Leipzig 1814.

Die romantische Naturphilosophie, welche *Döllinger* nicht an großen Taten hinderte und sein entwicklungsgeschichtliches Streben nach mancher Richtung vielleicht sogar förderte, hat bei weniger großen Geistern von der sorgfältigen Untersuchung der Kleinwelt des Körpers abgelenkt. Für sie bedeuten die vorliegenden Untersuchungen dieser Fragen ein willkommenes Objekt der spekulativen Auslegung und naturphilosophischen Umprägung. Immer wird dabei die naturwissenschaftliche Grundvorstellung beibehalten.

Ein Beispiel hierfür sind die Ausführungen des Berliner Medizinprofessors *Friedrich Ludwig Augustin* (1776—1854), die er in seinem „Lehrbuch der Physiologie des Menschen“¹ entwickelte. Auf Grund seiner naturphilosophischen Deduktionen kommt er zu dem Ergebnis, daß entsprechend der Stufenlehre *Schellings* die *Pflanze ausschließlich aus Zellen* besteht. Das entspricht ihrem rein vegetativen Charakter. Auch im menschlichen Körper stellt das Zellgewebe und damit die „Zelle“ die eigentliche vegetative Grundform dar. Die *Faser dagegen gehört in die tierische Sphäre*². Selbstverständlich kommt sie aber auch dem Menschen zu, und da der *Mensch* eine noch höhere Stufe als das Tier bildet, findet sich bei ihm außerdem der „*Breistoff*“³. Für diesen Breistoff, bei dem er vor allem an das Mark des Gehirns und der Nerven denkt, wendet er auch die Bezeichnung „Parenchym“ an, ein treffendes Beispiel dafür, was alles im Wandel der Zeiten unter dieser Bezeichnung verstanden wurde und wie wenig umrissen die Begriffe gerade in der Lehre von den Bauelementen des Organismus waren.

Aus diesen „Elementargebilden“, der „Zelle“, der „Faser“ und dem „Parenchym“ (Breistoff) entstehen nach *Augustin* durch rein mechanische

¹ *Augustin, F. L.*: Lehrbuch der Physiologie des Menschen mit vorzüglicher Rücksicht auf neuere Naturphilosophie und comparative Physiologie, Bd. II. 1809 und 1810.

² Seine spekulativen Ausführungen über die Faser werden am besten durch seine eigenen Worte gekennzeichnet: „Die Fasern des menschlichen Körpers sind zwar fest, aber in gewissem Grade weich, biegsam und elastisch, wodurch sie zu starken, mannigfaltigen Veränderungen und Bewegungen fähig sind. Ihr Hauptcharakter ist Contraction, durch deren Übergewicht sie gebildet werden, wodurch es zur Ausdehnung einzig nach der Dimension der Länge kommt. Ihr Hauptbestandteil ist der am meisten contractile Faserstoff, der entweder mehr Stickstoff oder mehr phosphorsaure Kalkerde enthält, wodurch dann eben sowohl als durch ihre entweder geschlängelte oder gerade, dichte oder hohle, glatte oder knotige Beschaffenheit, sowie auch durch die Verschiedenheit des Alters, des Geschlechtes, Temperamentes, der Lebensart usw. Differenzen in den mechanischen Eigenschaften der Fasern entstehen. — Jede Faser ist als ein Magnet mit zwei Polen und dazwischenliegenden Interferenzpunkten zu betrachten.“ *F. L. Augustin, Physiologie*, S. 145 f.

³ Diesen drei Grundbildungen entsprechen seiner Ansicht nach auch drei verschiedene Ernährungstoffe des Blutes. Die Zellchen werden durch Gallerte ernährt, die Fasern durch den Faserstoff, das nervige Parenchym aber durch den Eiweißstoff des Blutes.

Vorgänge (Druck und Zug) sog. „Mittelorgane“, wie er die höher organisierten Gebilde nennt. Die vier Mittelglieder¹ sind die Zell-, die Gefäß-, die Bündel- und die Hautform. Aus ihnen bauen sich die eigentlichen Gewebe auf, bei deren Einteilung sich *Augustin* deutlich an *Bichat* anschließt.

Was in der zuletzt betrachteten Literatur, vor allem bei *Döllinger*, nur angedeutet war, wird von dem Göttinger Anatomen *Adolph Friedrich Hempel* (1767—1834) in seinem weit verbreiteten Lehrbuch „Einleitung in die Physiologie des menschlichen Organismus“ den Studierenden in klarster Form vorgetragen. In der ursprünglich homogenen Flüssigkeit sieht man zunächst Kügelchen, die sich aus ihr zu bilden scheinen. Diese Kügelchen bauen die Fasern² auf, die eigentlichen Formelemente des Organismus, und bestimmen durch ihre stoffliche und formale Eigenart deren Charakter. Durch das Zusammentreten der Fasern entstehen die Gewebe, aus diesen die Organe.

Unmittelbar vor den grundlegenden Arbeiten *Schleidens* und *Schwanns* begann das Erscheinen eines Werkes, welches nicht nur im Rahmen unserer Darstellung, sondern auch hinsichtlich der Gesamtentwicklung der Anatomie eine besondere Bedeutung hat. Es war der erste histologische Atlas mit einer Fülle von ausgezeichneten Abbildungen, den *Joseph Berres*³ unter dem Titel „Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers“⁴ herausgab. Daß dieses

¹ Die Zellform (forma cellularis) findet sich vor allem im atmosphärischen und parenchymatösen Zellgewebe.

Die Gefäßform (forma vascularis) ist vorherrschend in allen röhrenförmigen „Organen“. Sie entstehen durch einen am stärksten nach außen wirkenden Zug, wodurch das Lumen gebildet wird. Dabei bilden sich dicht aneinander gelagerte Ringe. Die Bündelform (forma fascicularis) überwiegt im Muskel, Knochen und Nerven. Dadurch entsteht die vorwiegend parallele Anlagerung gerade gestreckter Fasern und entstehen weiterhin zylindrische Bündel.

Die Hautform (forma membranosa) entsteht „teils durch Expansion der Zellen, teils von Anlagerung von Fibern in einer Fläche nebeneinander“. Hier herrscht die Flächenausdehnung vor („in ihr herrscht der Expansionstrieb“), wodurch es nicht zur Faserbildung kommt.

² Diese Schrift wurde von 1819—1828 dreimal aufgelegt.

³ „Ehe eine Faser sichtbar wird, bemerkt man an den Stoffen, welche jene bilden sollen, eine Kugelform von verschiedener Größe. Diese Kügelchen schwimmen in einer Flüssigkeit, die unter gewissen Umständen sich gleichfalls in diese Form umzuwandeln scheint. Aus ihnen treten nun die Fasern hervor, die man sich organisiert aus einer Reihe solcher Körper bestehend denken kann. Wir finden die Fasern von mehrfacher Art und diese Verschiedenheit scheint theils auf der mechanischen Struktur, theils auf der chemischen Mischung begründet zu sein.“ Ebenda, S. 10.

⁴ *Joseph Berres* (1796—1844) war zunächst Professor der Anatomie in Lemberg (seit 1817) und wurde 1831 Ordinarius in Wien. Er war ein ausgezeichnete Lehrer und wurde für seine Leistungen in den Adelstand (*Edler von Perrez*) erhoben.

⁵ Das nicht abgeschlossene Werk erschien in Lieferungen in lateinischer und deutscher Sprache. Wien 1837 f. — Vorher hatte er sich bereits in seiner Schrift „Anthropotomie oder Lehre von dem Baue des menschlichen Körpers“ als Leitfaden

Werk schnell von der fortschreitenden Forschung überholt wurde, tut nichts zur Sache. *Berres*, der Wiener Vertreter der Anatomie, war ein gewissenhafter Mikroskopiker. Neben dem von *Plöss* konstruierten zusammengesetzten Mikroskop wendet er zur Erforschung der Feinstrukturen auch ein von ihm selbst eingehend beschriebenes verbessertes Injektionsverfahren¹ an. Sein Hauptinteresse galt der Untersuchung der feineren Gefäße. Damit mag es zusammenhängen, daß er die kleinsten Fasern als Hohlgebilde auffaßte, auch dort, wo er es nicht nachweisen konnte.

Bei *Berres* zeigt sich noch einmal das großangelegte Bestreben, die Faser als eigentliches Formelement des Körpers zur Erklärung des Aufbaues der Gewebe heranzuziehen. Wie in dem *Hallerschen* Zellgewebsbegriff erscheint ihm das *Gewebe* als ein durch seine Lücken und durch das diese Hohlräume umgrenzende *Fasergeflecht* charakterisiertes Gebilde. Die Faser, welche die Lücken des Netzwerkes aufbaut, ist bereits ein höher organisiertes Gebilde, die „*Zellfaser*“. Sie besteht, gleichgültig, wo man sie im Körper antrifft, aus drei Komponenten, aus feinsten Nervenfäserchen, zartesten Lymph- und feinsten Blutgefäßen. Je nachdem, welches der drei Bildungselemente überwiegt, unterscheidet sich die Faser und das von ihr gebildete Gewebe. Es heißt:

„Nach den dreifachen organischen Bestandtheilen einer Faser lassen sich drei Reihen oder Klassen von Organen bilden, in welchen bald der eine, bald der zweite, bald der dritte Inhalt der konstruierenden Elemente gefunden wird:

I. In die erste Reihe der organischen Erzeugnisse, in deren Zellfasern die Lymphröhren überwiegend sind, gehören:

1. das Sehngewebe,
2. das Knorpelgewebe,
3. das Knochengewebe.

II. In die zweite Reihe der organischen Gebilde, in deren Zellfasern die Blutgefäße vorherrschen, sind zu zählen:

1. Zellhaut mit ihren Abstufungen, samt dem Parenchymzellgewebe,
2. das elastische oder das Hautgewebe,
3. das erektile Gewebe,
4. das Muskelgewebe.

III. In die dritte Reihe der organischen Körpertheile, in deren Zellfasern die Nervenröhren in überwiegender Menge gefunden werden, sind zu rechnen:

1. das Nervengewebe,
2. das Gangliengewebe,
3. das Rückenmarks- und
4. das Gehirngewebe².

Die drei verschiedenen „feinsten Fasergebilde“, kleinste Nervenfasern, Lymph- und Blutgefäße, welche die Zellfaser aufbauen, sind zu seinen anatomischen Vorlesungen, 4. Bd. Wien 1821—1828 mit der Gewebelehre eingehend beschäftigt.

¹ Eine Harzmasse aus Kopallack-Firnis mit Mastix, in Terpentin gelöst, der nach eingehender Behandlung Zinnober zugesetzt wird. — *Berres, J.:* Anatomie der mikroskopischen Gebilde, S. 22ff.

² Ebenda, S. 102ff.

für ihn die Erzeugnisse des belebten exangischen plastischen Stoffes. Neben dem „belebten plastischen Stoff“, der die Muttersubstanz der organisierten Bestandteile des Körpers bildet¹, unterscheidet er eine anorganische Materie², aus der die „Horngebilde“ hervorgehen, worunter er die „Hornblättchen, die Oberhaut, die Haare, die Nägel und die Hornsubstanz der Zähne“ versteht.

Beide Arten, die organische wie die anorganische Materie, bilden *neben den Röhrchen auch Bläschen*. Bei den anorganischen Erzeugnissen sind diese verkümmert, bei den organischen erscheinen sie mit allen Merkmalen des Lebendigen. Diese aus dem „belebten plastischen Stoff“ hervorgegangenen Bläschen beobachtet *Berres* mit der größten Sorgfalt, und es geht aus seinen Beschreibungen und Abbildungen klar hervor³, daß der weitaus größte Teil dessen, was er mit dem Mikroskop gesehen hat, Zellen im modernen Sinne gewesen sind.

Er selbst sagt: „Untersuchen wir der Körpertheile zarteste Organisation bei guter Beleuchtung und hinreichender Vergrößerung, so erblickt man nachfolgende anatomische Bestandteile, unter verschiedenen Mengungs- und Verbindungsverhältnissen zu einem Ganzen verbunden:

1. Einen aus kleinen, halbdurchsichtigen, freigestellten Bläschen zusammengesetzten Brei.
2. Kleine, rundliche, verschiedenartig zusammenhängende Bläschen, die mit feinen, zuweilen bauchig aufgetriebenen Röhrchen in Verbindung und Verkehr stehen.
3. Größere in verschiedenen Formen dicht aneinander gereihte Bläschen, die mit zahlreichen, in ihrem Zuge knäuelähnlich verwickelten Gefäßchen im Bunde sind.
4. Maschen- oder schlingenähnlich vertheilte, durch die obigen Stoffe hindurchgewebte Blutgefäße, deren mehr entwickelte Wände aus den oben angeführten organischen Grundgebilden zusammengesetzt erscheinen.
5. Endlich erblickt man in den sog. Drüsen und in den meisten drüsenartigen Organen auch noch eine dritte Sorte von Kanälchen mit stärker entwickelten Wandungen, die jedoch kein Blut, sondern Flüssigkeit eigener Art beherbergen und weiterleiten⁴.

Solche feinen Kügelchen oder Körnchen beobachtete er auch im Blut (vgl. Abb. 34, Fig. 3, 4), in der Lymphe (Fig. 2) und im Chylus (S. 70 f.). Die Bläschen glaubt er mit jener plastischen organischen Substanz erfüllt, die er als „Tierurstoff“ bezeichnet, diese „farblose, klare Flüssigkeit“ führt hier den Namen „Blasenstoff“.

Der Eindruck dieser so zahlreich beobachteten Gebilde war zu groß, als daß *Berres* an ihnen hätte vorbeigehen können. Er fühlte deutlich die Notwendigkeit, sich mit ihren Beziehungen zur Faser auseinanderzusetzen. Wir wollen nur zwei Beispiele anführen.

Bei der Untersuchung der *Nervenfasern* sah er außer den Fasern Bläschen verschiedener Größe, „kleine“ (vgl. Abb. 35), welche vor allem auf den feinsten

¹ Er nennt ihn auch den „bildbaren Stoff“, den „Blasenstoff, Thierurstoff (Materia plastica, Moleculae)“. Ebenda, S. 80. Vgl. Abb. 34, Tab. IV, Fig. 1.

² Ebenda, S. 82. ³ Siehe Abb. 34, Fig. 8 f., Abb. 35, Fig. 7 f.

⁴ *Berres, J.*: Anatomie der mikroskopischen Gebilde, S. 16.

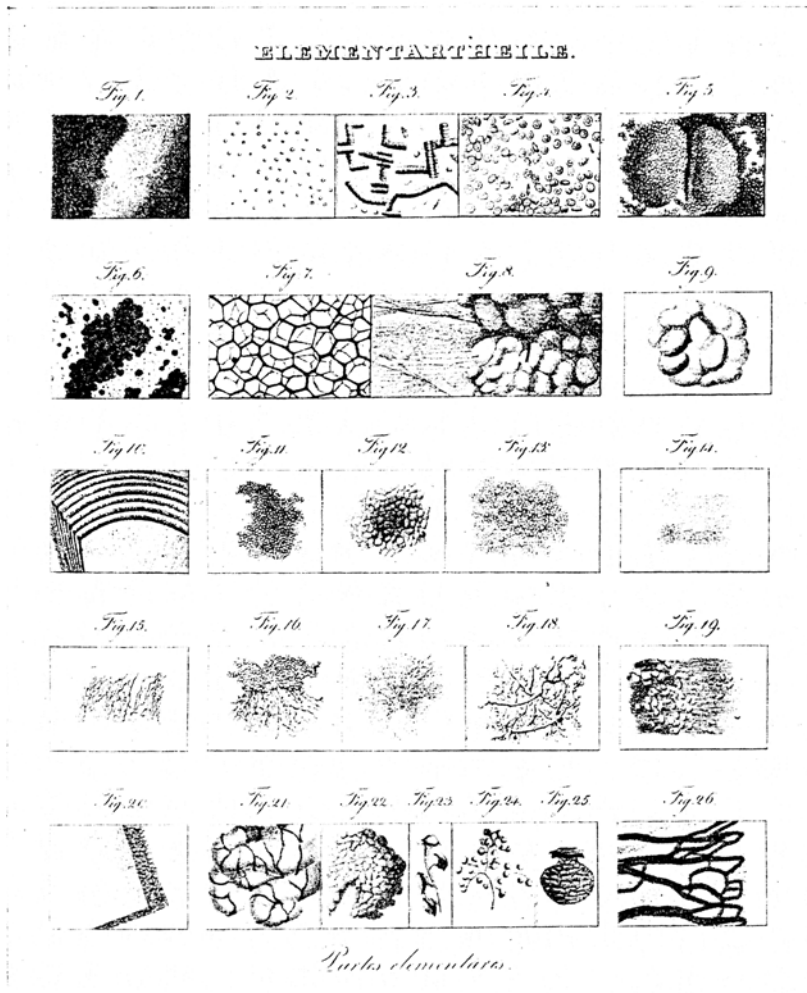


Abb. 34. Aus Joseph Berres: Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Wien 1837. Tafel 4. Elementarteile. — Fig. 1. Bildbarer Stoff. — Fig. 2. „Lymphkernchen“. — Fig. 3. Die „zu Fasern anschließenden Blutkügelchen, während der Gerinnung des Blutes“. — Fig. 4. Blutkügelchen (Mensch), während des Erkaltes des Blutes. — Fig. 5. Fettkümpchen. — Fig. 6. Pigmentbläschen der Traubenhaut. — Fig. 7. Getrocknete Zellen des fettfreien Zellgewebes. — Fig. 8. Zellen des Zellgewebes mit Adernetz. — Fig. 9. Markzellen. — Fig. 10. Graduierte Zellhautschicht. — Fig. 11–13. „Nervenbläschen“ verschiedener Größenordnungen. — Fig. 14. Hornsubstanz. — Fig. 15. Zerlegte Knochensubstanz. — Fig. 16. „Eintritt der Nervenröhren in die Blasenmasse der Corticalsubstanz“ (Gehirn). — Fig. 17. Eintritt derselben in den Nervenknoten. — Fig. 18. Nervenröhren. — Fig. 19. Knorpelsubstanz. — Fig. 20. Wasserhäute der Sinnesorgane. — Fig. 21. Drüenschleimhaut. — Fig. 22. Drüenschleimhaut: „Das Ende eines baumzweigrähnlichen Ganges mit gruppenähnlich aufsitzender Beere. — Fig. 23. „Drüsenkorn“ (Speicheldrüse). — Fig. 24. Drüenschleimhaut „mit zerstreuten Beeren“. — Fig. 25. Einfache Hautdrüse in Flaschenform. — Fig. 26. Schweißgewebe.

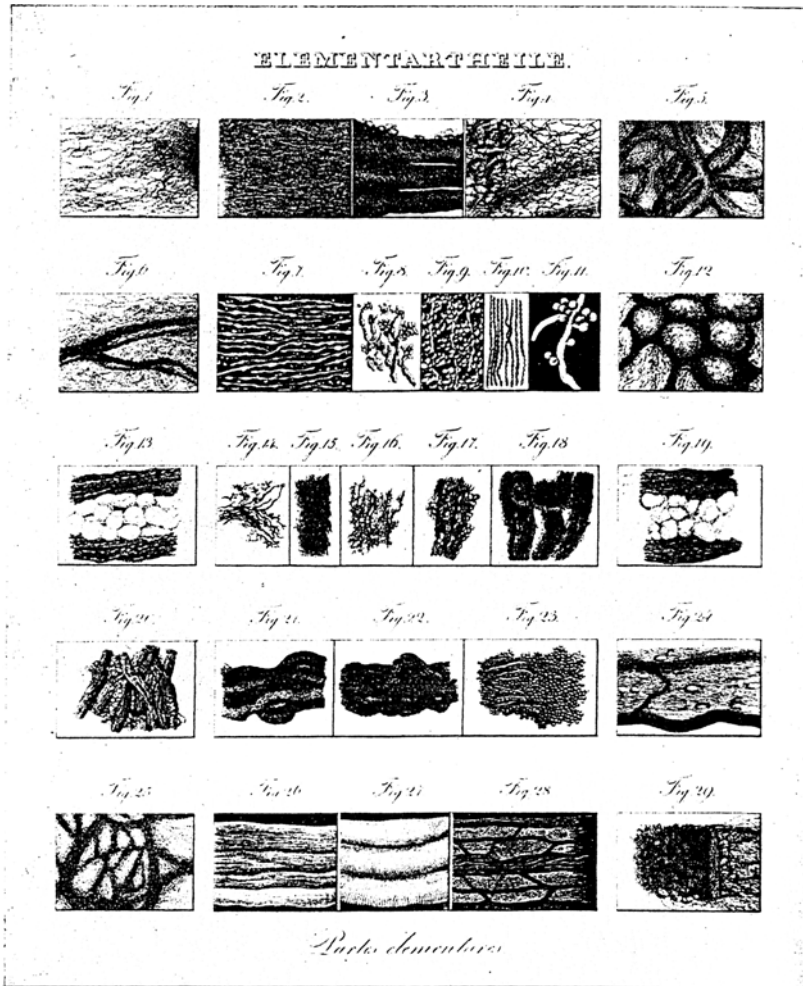


Abb. 35. Aus *J. Berres*: Anatomie der mikroskopischen Gebilde, Tafel 5. *Elementarteile*.
 Fig. 1. Peripherische Lymphgefäßchen. — Fig. 2. Hornblättchen der Gefäße. — Fig. 3. Mittlere oder elastische Aderschicht (Arterie, Vene). — Fig. 4. Zellhaut der Gefäße. —
 Fig. 5. Intermediäre Gefäße mit „darüberergossener plastischen Massa und den aus dieser hervorgewachsenen Lymphgefäßchen und Nervenröhrchen“. — Fig. 6. Bestandteile der einfachen Zellfaser. — Fig. 7—11. „Perlschnüre“ (Nerv), verschiedener Ordnungen. —
 Fig. 10. „Kleine Perlschnüre.“ — Fig. 11. „Große Rosenkranzröhrchen.“ — Fig. 12. „Zellbläschen vom intermediären Gefäßnetz und Moleculen umgeben.“ — Fig. 13. „Zweiggestaltige invaginierte Nervenröhrchen mit interponierten Zellbläschen.“ — Fig. 14. „Baumzweig-ähnliche Röhrchen mit aufsitzenden zarten Bläschen.“ — Fig. 15. Verschlungene Nervenröhrchen. — Fig. 17—19. Nervenröhrchen. — Fig. 20. Einfachste Knochenfaser. — Fig. 21 und 22. „Invaginierte Nervenröhrchen.“ — Fig. 22. Verbindung des peripheren Nervenendes mit den „Moleculen“ in der Netzhaut. — Fig. 24. Bestandteile der einfachsten fibrösen Faser.

Endigungen der peripheren Nervenausläufer zu sehen waren, „größere“ an den Endigungen der Nervenröhren der höheren Sinnesorgane, die er aber auch im Gehirn angetroffen hatte, die „Großen“, die vor allem in den Stammganglien und in der Substanz des Gehirnanhanges gefunden wurden, und endlich solche, die „nicht so sehr den Nervenröhrchen angehören, als einen Bestandteil des Zellorganes, das die Röhrchen umgibt, ausmachen“¹.

Weiter weiß er darüber nichts zu sagen und muß resigniert bekennen, daß er „über den Inhalt der in Rede stehenden Nervenelemente (Bläschen und Röhrchen) bis nun gar nichts Verlässliches hervorzuheben im Stande war“ (S. 90). Er konnte also lediglich nach der äußeren Erscheinung, der Größe und Form, einen Versuch der Klassifizierung unternehmen.

Unser zweites Beispiel bezieht sich auf die Knorpel. Können wir schon für seine Untersuchungen über das Nervensystem annehmen, daß er die *Schwannschen* Kerne, Ganglienzellen, Pyramidenzellen und dgl. gesehen hat, so ist die Beobachtung von wirklichen Zellen bei seinen Studien des Knorpels noch eindeutiger.

„Jeder Knorpel enthält zweifache Bestandtheile, der erste stellt sich als ein Gewebe von Fasern erzeugt, und der zweite als Bläschen von größerer Art dar“ (S. 108). (Vgl. Abb. 34, Tab. IV, Fig. 19.) Auch die Knorpelfaser ist ja für ihn aus dem vorherbeschriebenen dreifachen Kabel gebaut, die Bläschen (vgl. Abb. 34, Fig. 19) beschreibt er folgendermaßen: „Der in Bläschenform auftretende Bestandtheil scheint eine Modifikation des Zellbläschens zu seyn. Diese Knorpelbläschen sind . . . unförmig oder oval, wohl auch herzförmig und scheinen in ihrem Inneren mit einer gelblichen oder grauweißlichen, gallertartigen Substanz erfüllt zu seyn“ (S. 110).

Wenn vorhin ausgeführt wurde, daß *Berres* den alten Begriff des Zellgewebes von *Haller* übernimmt, so bringt er doch die Bläschen mit diesem Zellgewebe in einen neuen Zusammenhang. Er läßt sie in die Lücken des Zellgewebes einrücken², und hier bekommen sie nun den Namen „Zellen“ oder „Zellbläschen“.

¹ Die Bläschen und Nervenröhrchen, die beiden Elementarteile der Nerven, stehen seiner Ansicht nach in folgender Weise im Zusammenhang: „Bald findet man den Bläschen ähnliche Erzeugnisse in der Continuität der Röhrchen, gleichsam eingeschoben, und der Wesenheit des Röhrchens einverleibt (Tab. V, Fig. 7—11), bald sitzen sie wie die Äuglein eines Baumzweigchens auf den Schößlingen auf (Tab. V, Fig. 14), ein andermal erblickt man die Bläschen in kleineren oder größeren Gruppen, wie die Körner der Drüsengebilde, auf dem Ausführungsgange, hier auf den Sprossen der Nervenröhrchen aufsitzen (Tab. V, Fig. 16). In den einzelnen Nervengebilden lagert sich ein größerer Haufen (Tab. V, Fig. 18) von Bläschen auf den meist schlicht fortgesponnenen Zug der Nervenröhrchen, und in vielen Nerven schalten sich zwischen den Bündeln der Nervenröhrchen die Zellblasen in langen Reihen oder in größeren Haufen zusammengedrängt (Tab. V, Fig. 13, 19) ein.“ Ebenda, S. 92. Vgl. hierzu Abb. 35.

² „Für jede Zelle scheint eine eigene Masche des intermediären Gefäßnetzes bestimmt zu seyn, welche dieselbe wie der Ring des Saturnus rings umher umschließt“ (S. 96). (Abb. 35, Tab. V, Fig. 12). Diese Zellbläschen wachsen seiner Ansicht nach unmittelbar aus dem „belebten plastischen Stoff“ hervor und sind mit einem feinen Dunst, dem tierischen Öl (*Oleum animale*), das sich zu Mark (*Medulla*) verdickt, oder dem eigentlichen Tierfett (*Adeps*, *pinguedo* et *Sebum*) erfüllt. Den Aufbau des

Diese Gebilde charakterisiert er in folgender Weise:

„Einen wichtigen Bestandtheil der einfachsten und zartesten Gebilde des thierischen Körpers bilden jene, im frischen Zustande runden, nach dem Vertrocknen aber vielwändigen, meist durchsichtigen, mit verschiedenem Inhalte erfüllten Bläschen oder Zellen, welche in den Maschen des intermediären Gefäßnetzes des Zellorganes eingetragen und an ihrem äußeren Umfange mit vielen Lymphgefäßchen und Nervenröhrchen umgeben sind. Ich nenne sie, da dieselben einerseits einen wesentlichen Theil des Zellgewebes bilden, und andererseits für sich betrachtet vollkommen abgeschlossene Blasen oder Zellen (*Cellulae*) darstellen, die Zellbläschen“¹. (Vgl. Abb. 34, Taf. IV, Fig. 5, 7, 8, 9 und Abb. 35, Taf. V, Fig. 12.)

Wie nahe war doch *Berres* der Erfassung des Zellbegriffs im modernen Sinne! Aber wie stark war auf der anderen Seite die Überzeugung von der Prädominanz der Faser! Sie ließ ihn bei alldem, was sein Auge im Mikroskop richtig erfaßte, nicht zur Konzeption der neuen Idee kommen, welche die Medizin in so ungeheurem Maße befruchten sollte und deren Durchdenkung *Schleiden* und *Schwann* vorbehalten war. So ist *Berres* bestrebt, die überall gesichteten Bläschen zu klassifizieren, vor allem nach ihrer verschiedenen Größe einzuteilen — alles nur machtlose Verlegenheit. Der Sinn dieser Gebilde bleibt ihm verschlossen! Ist es nicht erstaunlich, daß um dieselbe Zeit, in der die grundlegende Wandlung erfolgte, ein durchaus wissenschaftlicher Kopf und ernst zu nehmender Forscher noch in Grundvorstellungen befangen sein konnte, die letzten Endes schon 300 Jahre v. d. Ztw. von dem großen Griechen *Erasistratos* in der Lehre von dem dreifachen Hohlfaserkabel als Grundlage des Körpergewebes vertreten wurde!

XIII. Die Förderung der Gewebelehre durch Bichat.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts gewann vor allem auch ein französischer Forscher, der Arzt *François Xavier Bichat* (1771—1802), mit seiner allgemeinen Gewebelehre, der berühmten *Anatomie générale*², einen tiefgreifenden Einfluß auf das Denken der Ärzte nicht nur in Frankreich, sondern auch in Deutschland.

Zellgewebes schildet *Berres* in folgender Weise: „Aus den . . . Elementargebilden des thierischen Organismus, welche aus dem belebten plastischen Stoffe unmittelbar hervowachsen — aus den zartesten Cylinderchen — Lymphäderchen, Nervenröhrchen und aus den Zellbläschen nemlich, welchen die peripherischen Haar- und intermediären Gefäße beigesellt erscheinen, erwächst ein lockeres, aus Fäden und Plättchen zusammengesetztes Gebilde, das wir Zellgewebe nennen“ (S. 98).

¹ Ebenda, S. 96.

² *Anatomie générale, appliquée à la physiologie et à la médecine* par X. Bichat, Paris 1801, 4 Voll. Deutsche Ausg.: Allgemeine Anatomie, angewandt auf die Physiologie und Arzneiwissenschaft, aus dem Französischen übersetzt von C. H. Pfaff, Leipzig 1802/03, 2 Teile.

Von den französischen Ausgaben wurde benutzt: *Bichat, Xavier: Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine, nouvelle édition etc.* par Bécclard-F. Blandin, Paris 1830, Tome I—V.

Bichat war Vitalist. Diesem Umstand, der seinen Blick von der Struktur auf die Funktion lenkte, und seiner Abneigung gegen mikroskopische Untersuchungen ist es zuzuschreiben, daß von ihm und seinen unmittelbaren Nachfolgern zwar die Lehre von den Geweben, vor allem den pathologischen Veränderungen, die sich in ihnen abspielen, weitgehend gefördert wurde, aber die Untersuchung ihrer Feinstruktur und die Rückführung der Verschiedenheit im Gewebebau auf ein allen Geweben gemeinsames Bildungselement zunächst außer acht gelassen wurde.

Die Gewebe sieht Bichat als Träger des Lebens an und legt den einzelnen unter ihnen bestimmte Grade von Vitalität bei; er spricht von „*propriétés vitales*“, Vorstellungen, die er von den Vitalisten *Montpelliern*, vor allem *Bordeu*¹ und *Pinel*², übernommen hatte, die aber letzten Endes bis auf *Haller* zurückgehen. *Bichat* weist darauf hin, daß die Vorstellungen von der Lebenskraft an irgendein Substrat gebunden sein müssen, und rückt dabei die Gewebe in den Vordergrund. Er vergleicht sie mit den Elementen der Chemie, wobei er vielleicht unter dem Einfluß seines großen Landsmannes *Lavoisier* stand. Wie jedes einzelne chemische Element, so hat für *Bichat* auch jedes einzelne Gewebe eine spezifische, konstante Reaktionsform. Eine Entzündung zeigt sich z. B. im Zellgewebe anders als im Knorpelgewebe. Wie sich die chemischen Elemente zu verschiedenen Stoffen verbinden, so bilden auch die Gewebe durch ihre vierfache, sechsfache und achtfache Verbindung miteinander die Organe³.

Im Gefolge von *Bordeu*, *Barthez* und *Pinel*, aber auch deutlich unter dem Einfluß von *Haller*, kommt *Bichat* zur Entwicklung einer vitalistischen Gewebelehre und unter Zugrundelegung der funktionellen Betrachtungsweise zur Aufstellung eines Systems von 21 Geweben:

1. Zellgewebe.
2. Nervengewebe des animalen Lebens.
3. Nervengewebe des organischen Lebens (vegetativ).
4. Arteriellcs Gewebe.
5. Venöses Gewebe.

¹ In seiner bedeutenden Schrift über Bau und Funktion der Drüsen (*Recherches anatomiques sur la position des glandes et sur leur action*, Paris 1752) erklärt *Théophile Bordeu* (1722—1776) die Drüsenfunktion nicht nach mechanischen, sondern vitalistischen Grundsätzen und führt die spezifische Leistung auf die lebendige Reaktionsfähigkeit des Drüsengewebes zurück, wie *Haller* die lebendigen Reaktionsformen der Muskel- und Nervenfasern beschrieben hatte. In seinem grundlegenden Werk *Recherches sur les maladies chroniques etc., Oeuvres complètes par Richerand*, Paris 1818, verlegt er das wirksame lebendige Prinzip des Organismus in einzelne Teile des Körpers und beginnt mit der Dezentralisation der Lebenskraft, die in *Bichats* Lehre ihre noch schärfere Formulierung findet.

² *Philippe Pinel* (1775—1826), der Lehrer *Bichats*, führt in seiner *Nosographie philosophique ou la méthode de l'analyse appliquée à la médecine*, Paris 1789, die pathologischen Erscheinungen auf Störungen in den Geweben zurück und versucht nach diesen Gesichtspunkten die Krankheiten zu klassifizieren; so beschreibt er z. B. Magen-, Darm-, Schleimhaut-, Drüsenfieber u. a.

³ *Bichat*: *Anat. génér.*, deutsche Ausg., S. 44.

6. Gewebe der exhalierenden Gefäße.
7. Gewebe der absorbierenden Gefäße und Drüsen.
8. Knochengewebe.
9. Markgewebe.
10. Knorpelgewebe.
11. Fasergewebe.
12. Faserknorpeliges Gewebe.
13. Muskelgewebe des animalen Lebens.
14. Muskelgewebe des organischen Lebens (vegetativ).
15. Schleimhautgewebe (schleimige Gewebe).
16. Seröse Gewebe.
17. Synovialgewebe.
18. Drüsengewebe.
19. Hautgewebe.
20. Epidermales Gewebe.
21. Haargewebe ¹.

Die ersten 6 Arten bezeichnet er als allgemein verbreitete Gewebe oder Muttersysteme, die übrigen zeigen stärkere individuelle Ausprägung. Diese Gewebe sind die eigentlichen Elemente des Körpers. Aber das Zellgewebe (*tissu cellulaire*) bleibt nach wie vor das Wichtigste. Schon in seinen ersten Arbeiten ² behandelt er die Membranen, denen er eine besondere Bedeutung beilegt. Hierbei knüpft er unverkennbar an *Haller* an, der, wie wir sahen, dem Membrangewebe und besonders dem „Zellgewebe“ die Bedeutung des allgemeinen Grundgewebes zusprach. Das Zellgewebe entwickelt sich in der Fötalentwicklung aus einer schleimigen, anscheinend strukturlosen Masse. Aus dem wahren Schleim entsteht zunächst eine Art von Leim (*glu*) ³, dann bildet sich die zellige Struktur ⁴. Wenn die Organe zur Entstehung kommen, muß man zunächst zwei Arten von Zellgeweben ⁵ unterscheiden, das atmosphärische, welches die Organe

¹ *Bichat*: *Anat. génér.*, I, S. XVI.

² *Traité des membranes en général et des divers membranes en particulier*, par X. *Bichat*, à Paris an 8 (1800), neuere Auflage *Husson*, Paris 1816; deutsche Ausg.: Abhandlung über die Häute im allgemeinen und insbesondere von X. *Bichat*, aus dem Französischen übersetzt von C. *Dörner*, Tübingen 1802. Auszug: *Reils Arch. f. Physiol.* 5, Nr 2. — Siehe auch *Mémoires de la Société médicale d'émulation* (an 6) 1798, Vol. II.

³ *Bichat*: *Anat. génér.*, deutsche Ausg., I, S. 185.

⁴ Die „Zellen“ sind wirkliche Hohlräume! Aus der Veränderlichkeit ihrer Kapazität erklärt er Magerkeit und Fettleibigkeit und die Veranlagung hierzu. Um die Hohlräume sichtbar zu machen, empfiehlt er ödematöse Gewebsteile gefrieren zu lassen; denn dabei erscheinen die flüssigkeitserfüllten Räume als Eiszapfen (*Anat. génér.*, deutsche Ausg., I, S. 127), eine Methode, die bereits *Bordeu* anwandte (*Recherche sur tissu muqueux, etc. Oeuvres complètes* (1818), Tome II, S. 737). Auch die Form der Zellhöhlungen ist verschieden; so gibt *Bichat* runde, eiförmige, dreieckige, vier- und sechseckige Zellen an.

⁵ Auch die Geschlechtsunterschiede zwischen Mann und Frau führt er bezüglich ihres Gewebebaues und ihrer Gewebskonsistenz auf das Zellgewebe zurück, das im Körper der Frau in weit größerer Menge vorkommt, wodurch auch der weibliche Körper weicher Umrisse zeigt! *Anat. génér.*, deutsche Ausg., I, S. 189. Siehe auch *Vigiarous, Joseph Marie Joachim*: *Cours élémentaire de maladie des femmes*,

umhüllt und gewissermaßen auf der frühen embryonalen Entwicklungsstufe stehen geblieben ist, und das parenchymatöse, welches in das Innere der Organe eindringt, sich an ihrem Aufbau beteiligt und gleichsam die Basis für ihre Struktur bildet. Über die Faser sagt *Bichat* nicht viel, er hält sie offenbar im Gegensatz zu *Haller* für hohl, denn er äußert sich an einer Stelle, daß die einen absorbieren, die anderen exhalieren¹.

Von den deutschen Forschern, die sich bemühten, die *Bichatsche* Gewebelehre auszubauen und zu verbessern, erwähnen wir zunächst *K. F. Burdach* (1776—1847)², der dem atmosphärischen und parenchymatösen Zellgewebe *Bichats* eine Reihe „verwandter Formen“ hinzufügt, unter denen er 1. blattförmige Gebilde oder Membranen, d. h. seröse, pituitöse, epidermatöse, fibröse (Sehnen, Aponeurosen, Muskelscheiden), 2. Knorpel und Knochen³ versteht.

Karl Asmund Rudolphi (1771—1823), der ebenfalls dem Zellgewebe beim Aufbau des Organismus eine hervorragende Bedeutung zuspricht, hebt hervor⁴, daß die Unterscheidung des Zellgewebes in „umhüllendes, atmosphärisches, verbindendes Zellgewebe“ und „verhülltes, parenchymatöses oder Organzellgewebe“ durchaus willkürlich getroffen ist, da im Körper fließende Übergänge bestehen⁵. Das „umhüllende Zellgewebe“ findet sich im lebenden Körper „als ein zarter, halbflüssiger, formloser“ dehnbarer Stoff. „Nach dem Tode unter dem Einfluß von Wasser oder Luft“ erstarrt es in ein regellooses, flockiges Gewebe von Fasern und Blättchen, die man ehemals als die Grundteile des Organismus ansah und woraus man eben das Zellgewebe entstehen ließ (S. 72). *Rudolphi* würde es lieber mit *Bordeu*⁶ „Schleimgewebe“ nennen, „wenn es nicht zellig wäre, wenn wir nicht unter Schleim seit alten Zeiten etwas ganz anderes verstanden“. Um Mißverständnissen vorzubeugen, will er an der üblichen Bezeichnung „Zellgewebe“ festhalten⁷. Als „parenchymatöses oder

ou essai sur une nouvelle Méthode pour étudier et pour classer les maladies de ce sex, Paris 1801, Tome I, S. 34f., 22f. Vgl. seine Anschauungen mit den Vorstellungen der *Hippokratiker*, S. 8.

¹ „Quelles est la nature de ces filaments? Je présume, que les uns sont des absorbans, les autres des exhalans, et que plusieurs sont formés dans les endroits où des lames s'unissent les uns avec les autres pour la formation des cellules.“ *Bichat*, Anat. génér., Ausg. *Blundin*, I, S. 87.

² *Burdach*, K. F.: Grundlage der Naturlehre des Menschen, Anatomische Untersuchungen, bezogen auf Naturwissenschaft und Heilkunst, H. I. Leipzig 1814.

³ „Die Knochen mögen ein so verschiedenes Aussehen haben wie sie wollen, so werden sie doch immer nach weggenommener Erde zu Knorpeln, und endlich lösen sie sich durch Einwässerung in Zellgewebe auf.“ Ebenda, I, S. 82.

⁴ *Rudolphi*, K. A.: Grundriß der Physiologie, Bd. I u. II. Berlin 1821—1823.

⁵ „Das umhüllende Zellgewebe geht in das verhüllte, d. h. Organzellgewebe über“, besonders bei den Gefäßen und bei manchen Häuten, S. 75.

⁶ *Bordeu*, Th.: Recherches sur le tissu muqueux, Ed. nov. Paris 1790.

⁷ Er nennt es aber auch „Zellstoff, Schleimstoff, Zellgewebe, tela cellulosa, mucosa, contextus cellulosus“ (Tom. I, S. 72). Es ist lockerer oder fester. „Die Zartheit des Zellstoffes richtet sich vielmehr im allgemeinen nach der Größe, nach

Organzellgewebe“ kann es nur künstlich durch Einwässerung oder wie z. B. im Knochen durch Behandlung mit Säuren sichtbar gemacht werden (S. 74). Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß die Faser bei *Rudolphi* nicht mehr für das Zellgewebe schlechthin charakteristisch ist. Das gleiche ergibt sich aus seiner Einteilung der „einfachsten, festen Teile“, denn er stellt hier 4 Gruppen von Geweben 4 Gruppen von Fasern gegenüber:

1. Zellgewebe,
 - a) umhüllendes,
 - b) Organzellgewebe (verhülltes Zellgewebe).
2. Horngewebe.
3. Knorpelgewebe.
4. Knochengewebe.
5. Sehnenfaser.
6. Gefäßfaser.
7. Muskelfaser.
8. Nervenfaser (S. 71).

Dadurch wird mit dem Begriff des Gewebes die Vorstellung einer nahezu amorphen Substanz verbunden, welche sich dem kommenden Begriff des Protoplasmaleibes der Zelle nähert¹.

Der deutsche Anatom *C. Mayer*, dem die Einführung der Bezeichnung „Histologie“ (1819) zu danken ist², will die *Bichatsche* Terminologie „allgemeine Anatomie“ durch die Bezeichnung „analytische Anatomie“ ersetzen und in Gegensatz stellen zur „synthetischen Anatomie“, welche die Organe im ganzen erfaßt. Was er über die Einteilung der Gewebe in deutlicher Anlehnung an *Bichat*³ und die nosologische Systematik⁴ sagt, bedeutet keinen Fortschritt, sondern eher Unübersichtlichkeit, da die Unterschiede nicht klar herausgearbeitet sind.

dem Alter, und vorzüglich nach den Theilen der thierischen Körper, die man untersucht“. (Ebenda, I, S. 74).

¹ *Rudolphis* Einteilung wurde auch in das Enzyklopädische Wörterbuch der medizinischen Wissenschaften, herausgeg. von *C. F. v. Graefe*, *C. W. Hufeland*, *H. F. Link*, *K. A. Rudolphi* u. a., Bd. II, Berlin 1828, S. 360, in den Artikel Anatomie (*E. Graefe*) übernommen. Darin heißt es: „Untersucht man den Körper näher, so findet man zuletzt gewisse einfache Gewebe und Fasern, die man daher als Grundteile, partes simplices, anzusehen hat.“ Einteilung wie oben! Bemerkenswert ist es, daß *Graefe* die Bezeichnung „Histologie“ für „nicht umfassend genug“ und die von *Bichat* besonders berücksichtigte pathologische Gewebelehre lieber aus der Allgemeinen Anatomie entfernt wissen möchte, da sie, wie er sagt, das Gebiet nur zu sehr kompliziert, wobei er besonders auf *J. Fr. Meckels* Handbuch der Anatomie hinweist.

² In seiner Antrittsvorlesung in Bonn „Über Histologie und eine neue Einteilung der Gewebe des menschlichen Körpers“. Bonn 1819.

³ Er unterscheidet folgende 8 Gattungen, die noch in mehrere Stufen und Arten unterteilt werden: 1. Blättergewebe oder Eiweißsysteme, 2. Zellfasersysteme, 3. Fasersysteme (fibröse Systeme), 4. Knorpelsystem, 5. Knochengewebe, 6. Drüsengewebe, 7. Muskelgewebe, 8. Nervengewebe.

⁴ *Karst, Wilhelm*: Zur Geschichte der natürlichen Krankheitssysteme. Abh. Gesch. Med., H. 37. Berlin 1941.

Man kann verstehen, daß diese Einteilung, wie z. B. von *Heusinger*, scharf angegriffen wurde¹.

XIV. Die Ablösung der Lehre von der Faser durch die Zellenlehre.

Die Lücke, welche die *Bichatsche* Gewebelehre aufwies, indem sie die Forschung nach dem letzten Bauelement vernachlässigte, fand sich nicht in der deutschen Forschung; denn, wie wir an zahlreichen Beispielen sahen, war seit *Haller* das Streben, die Mannigfaltigkeit des Gewebebaues auf ein allen Geweben gemeinsames Bildungselement zurückzuführen, bei den deutschen Forschern stets wach geblieben. Aber auch in Frankreich kam den Ärzten trotz der großen Begeisterung für *Bichats* Lehre dieser Mangel immer stärker zum Bewußtsein und regte zur Beantwortung der grundlegenden Frage an, die *F. Blandin* bei der Herausgabe der *Anatomie générale Bichats* in folgender Weise formulierte: „Les tissus énoncés ici par *Bichat* sont-ils bien les véritables et derniers éléments organisés de nos parties?“

Um die Erforschung der feineren Bauelemente bemühten sich vor allem Männer wie *Chaussier*, *Prevost*, *Dumas*, *Milne Edwards* und *Dutrochet*³. Während *Chaussier*, *Blérard* und *Blainville* sich mit der überlieferten Lehre von der Zellgewebefaser begnügten⁴, widmeten sich *Prevost* und *Dumas*, vor allem aber *Milne Edwards* und *Dutrochet* dem Problem der Beziehungen der Fibern zu den Kügelchen, mit dem sich, wie wir zeigten, die deutschen Forscher schon seit 30 Jahren beschäftigt hatten. *Milne Edwards*⁵ legte seine Hypothese vom Kügelchenbau der Fasern im Jahre 1823 der Pariser medizinischen Fakultät vor und erregte damit großes Aufsehen. Bei seinen Untersuchungen benutzte er ein zusammengesetztes achromatisches (*Adams*-) Mikroskop, das ihm

¹ *Heusinger*, Carl Friedrich: System der Histologie, Eisenach 1822, Teil I, S. 37.

² *Bichat*, Xavier: Anatomie générale, nouv. édit. par *Béclard*, et augmentée d'un grand nombre de notes nouvelles par *F. Blandin*, Paris 1830, Tome I, S. XVII.

³ Siehe auch ebenda, Tome I, S. XVII—XXI.

⁴ *Blandin*, der Mitherausgeber der „Anatomie générale“ (1830) kommt auf diese Fragen zu sprechen, wobei er auf die Anschauungen französischer Forscher hinweist, die diesen Mangel auszugleichen bestrebt sind: *Chaussier* vertritt die Ansicht, die meisten Gewebe beständen aus Fasern, unter denen er 4 Arten unterscheidet, 1. la fibre cellulaire, 2. la fibre nerveuse, 3. la fibre musculaire, 4. la fibre albuginée. *Béclard* bezeichnet die „fibre albuginée“ als Abart der zelligen (cellulaire), der Zellgewebefaser. *Blainville* faßt die Muskelfaser (fibre musculaire) nicht als Elementarfaser auf, da sie sich nicht in allen Organismen findet, sondern als höher organisierte Zell(gewebs)faser. Diese Forscher sind also Anhänger der Faserlehre.

⁵ *Milne Edwards*, H.: Mémoire sur la structure élémentaire des principaux tissus organiques des animaux. Erschien auch in den Arch. gén. Méd. Paris 3, 166—184 (1823). Die Abbildungen sind hier nicht beigefügt. Siehe auch *F. K. Studnicka*: Aus der Vorgeschichte der Zellentheorie von *H. Milne Edwards*, *H. Dutrochet*, *F. Raspail*, *J. E. Purkinje*. Anat. Anz. 73, 390—416 (1932).

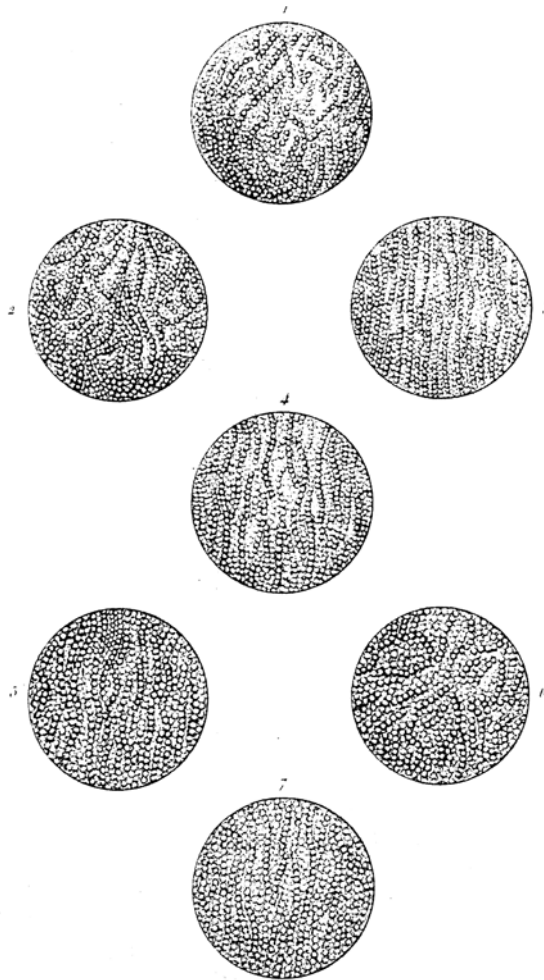


Abb. 36. *Mitne-Edwards* Theorie vom Aufbau der Gewebselemente aus Kügelchen. Nach der Wiedergabe in *Bichat*: *Anatomic générale*, 1830, S. XVIII. — Die Fasern sind aus Kügelchen („globules“) geformt („la composition moléculaire des fibres organiques“) = Perlschnurfasern. — Fig. 1. Zellgewebe. — Fig. 2. Chorion. — Fig. 3. Muskelgewebe. — Fig. 4. Fibröses Gewebe. — Fig. 5. Mittlere Membran der Arterie. — Fig. 6. Innere Haut der Arterie. — Fig. 7. Marksubstanz des Zentralnervensystems.

sein Lehrer *Dumas* zur Verfügung gestellt hatte¹, und kam zu der Überzeugung, alle Fasern der verschiedenen Gewebe beständen aus hinter-

¹ *Studnicka*: a. a. O., S. 393.

einandergereihten Kügelchen¹. Diese Kügelchen (globules) fand er bei allen Tieren, die er untersuchte, gleich groß und bestimmte ihren Durchmesser auf $\frac{1}{300}$ mm. Auch in den Muskelfasern, im Chorion und in den verschiedenen Schichten der Arterien glaubte er immer wieder dieselben Kügelchen gesehen zu haben (vgl. Abb. 36)².

Diese *Theorie von der Perlschnurfaser*, wie wir sie nennen wollen, ist charakteristisch für das Bedürfnis nach einer einheitlichen Grundauffassung der komplizierten Körpergebilde, charakteristisch aber auch für die Zähigkeit der Faserlehre. Daß es nicht schneller weiterging, kann man nicht, wie *Studnicka* es versucht, nur auf die mangelhafte Technik zurückführen; viel eher ist der Grund darin zu suchen, daß die Beobachtungen durch die herrschenden Theorien beeinflusst und in ihrer Auswertung geradezu bestimmt werden, eine Tatsache, die uns die Geschichte der Medizin immer wieder zeigt. *Virchow* hat mit Recht bezüglich der Kügelchentheorie gesagt, daß „diese Anschauung den naturphilosophischen Vorstellungen“ entsprach³.

Durch die Arbeiten *Milne Edwards'* war ein anderer französischer Forscher, *Henry Dutrochet*⁴, stark beeinflusst. Er untersuchte die Bewegungserscheinungen an der *Mimosa pudica* im Vergleich zur Muskelbewegung und ging dabei von der morphologischen Struktur aus. Damit kam er zur Annahme einer Analogie der Feinstruktur im Tier- und

¹ Besonders ausführlich ist diese Hypothese dargestellt in „Répertoire générale d'anatomie et de physiologie“, Tome III. Paris 1827: „Recherches microscopiques sur la structure intime des tissus organiques des animaux.“ Siehe auch *F. K. Studnicka*, a. a. O., S. 393.

² „Il résulte également de ses recherches un autre fait plus remarquable encore: c'est que la forme et la grandeur des globules sont toujours les mêmes, quel que soit d'ailleurs l'organe ou l'animal dans lequel nous l'ayons examiné“ und weiter: „En effet, comme nous l'avons constaté, des corpuscules spériques du diamètre de $\frac{1}{300}$ de millimètre, constituant, par leur assemblage, tous les tissus organiques précédemment énumérés, quelles que soient du reste les propriétés de ces parties et les fonctions auxquelles elles sont destinées“ (Arch. gén. Méd. 3, 184).

³ *Virchow* beurteilt diese Anschauungen und ihre Genese folgendermaßen: „Im Laufe des letzten Jahrzehnts vom vorigen Jahrhundert begann indes schon eine gewisse Reaktion gegen diese Faserlehre, und in der Schule der Naturphilosophen kam frühzeitig ein anderes Element zu Ehren, das aber in einer viel mehr spekulativen Weise begründet wurde, nämlich das *Kügelchen*. Während die Einen immer noch an der Faser festhielten, so glaubten Andere, wie in der späteren Zeit noch (Sperrdruck von mir) *Milne Edwards*, so weit gehen zu dürfen, auch die Faser wieder aus linear aufgereihten Kügelchen zusammengesetzt zu denken.“ (Zit. nach *Rudolf Virchow*: Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre, 4. Aufl., Berlin 1871, S. 22.)

⁴ *Dutrochet, H.*: Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et végétaux et sur leur motilité, Paris 1824. *H. Dutrochet*: Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux, Paris 1837, Tome I u. II (Atlas). Tome I, S. 100 ff. („Des éléments organiques des végétaux“). Tome II, S. 467 ff. („De la structure intime des organes des animaux“).

Pflanzenkörper und glaubte diese in den von *Milne Edwards* im tierischen Körper beschriebenen und von ihm selbst in der Pflanze gefundenen „corpuscules globuleux“ gesehen zu haben¹. Es ist daher völlig falsch, wenn *Rich*, dem bereits *Studnicka* unkritische Einstellung nachsagt², *Dutrochet* zum Vorläufer *Schwanns* macht, und übertrieben, wenn *Studnicka* in den von *Dutrochet* entwickelten Lehren eine Ahnung der Zelltheorie sieht³.

Auf die zahlreichen anderen Forscher, z. B. *Raspail*, welche sich mit den feineren Strukturverhältnissen beschäftigten, können wir nicht eingehen, da es den Rahmen der gestellten Aufgabe überschreiten würde⁴. Um den behandelten Entwicklungsabschnitt der Lehre vom kleinsten Element der Organismen abzuschließen, mag jedoch ein kurzer Überblick über die unmittelbare Vorgeschichte der Zellenlehre, die Ablösung der Theorie von der Faser durch die Lehre von der zelligen Zusammensetzung der Organismen gegeben werden⁵.

¹ „Ce n'est que l'étude comparée de la structure intime recherches microscopiques de plusieurs observateurs, recherches qui seront exposés de corpuscules globuleux agglomérés. Il est évident que ces corpuscules sont les analogues de ceux que nous venons d'observer dans le tissu organique des végétaux, chez lesquels ils sont infiniment moins nombreux qu'ils ne sont chez les animaux. Cette observation nous montre une certaine analogie de structure organique entre les végétaux et les animaux, mais elle ne nous éclaire point sur les fonctions de ces petits organes globuleux.“ *M. H. Dutrochet*, Recherches anat. et physiol. sur la structure intime etc., S. 13f.

² *Studnicka*: Anat. Ausg. 35, S. 406. ³ Ebenda, S. 406.

⁴ Vgl. *Ch. Robin*: Anatomie et physiologie cellulaire. Paris 1837.

⁵ Die Geschichte der Zellenlehre findet in der Literatur stärkere Berücksichtigung. Vgl. die einschlägigen Lehr- und Handbücher der Geschichte der Medizin und der der Naturwissenschaften, ferner die Einleitungen und historischen Überblicke in den anatomischen und histologischen Werken. Aus der großen Fülle seien hervorgehoben:

Heidenheim, Martin: Plasma und Zelle, Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgeg. von *Bardleben*, Bd. VIII, I. Abt.: Allgemeine Anatomie der lebendigen Masse. Jena 1907. — *Hertwig, Oskar*: Die Zelle und die Gewebe, Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Jena 1893. I. Buch. — *Kölliker, A.*: Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 1. Aufl. Leipzig 1852; 2. Aufl. 1855; 3. Aufl. 1859 und öfter. — *Flemming, Walter*: Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882. — *Altmann, Richard*: Die Elementarorganismen und ihre Beziehung zu den Zellen, 2. Aufl. Leipzig 1894. — *Robin, Ch.*: Anatomie et physiologie cellulaire. Paris 1837. (*Robin* beschäftigte sich eingehend mit der Geschichte der Zellenlehre, wobei er die französischen Forscher, die sich mit dieser Frage befaßten, besonders berücksichtigt; er spricht über *Mirbel*, *Blainville*, *Turpin*, *Dutrochet*, *Raspail*, *Broussais*, *Godsir*, *Gruithuisen*, *Schwann*, *Schleiden*, *Virchow*, *Valentin*, *Purkinje*, *Vogel*, *Buschke*, *Kölliker*, *Bischoff*, *Henle* u. a.) — Vgl. die Arbeiten von *F. K. Studnicka*: Die Cuticula und die Grenzschicht der tierischen Zellen. Z. Zellforsch. 2, 408—452 (1925); derselbe: *Joh. Ev. Purkinjes* und seiner Schule Verdienste um die Entdeckung tierischer Zellen und um die Aufstellung der Zelltheorie. Acta societatis scientiarum naturalium moraviae, Brünn 1927, S. 97—168; derselbe: Über verschiedene Arten von tierischen Zellen. Z. Zellforsch. 4, 682—700 (1927); derselbe: Die Grundlagen der Zellenlehre von *Theodor Schwann*: Anat. Anz. 78, 209—288

Trotz des Vorhergesagten konnte die Wirkung der Verbesserung der optischen Hilfsmittel, welche den Mikroskopikern nun zur Verfügung standen, nicht ausbleiben. Vor allem die Verfertigung von aplanatischen und achromatischen Linsen und Linsensystemen und von leistungsfähigen Mikroskopen, wie sie *Amici*, *Pistor* und *Schiek*, vor allem aber *Merz*, *Oberhäuser* und *Plöss* herstellten — *Plöss*sche Mikroskope benutzten *Berres* und *Purkinje* sowie ihr Schülerkreis —, eröffneten dem Forscher-auge einen immer klareren Einblick in die feineren Strukturverhältnisse. Es konnte nicht ausbleiben, daß die *Beobachtung der Kügelchen und Bläschen immer eindeutiger und klarer erfolgte*.

Um dieselbe Zeit, in der man sich bemühte, die Kügelchen und Bläschen in die Lehre von der Faser einzuordnen, beginnt der definitive Umschwung von der Faser- zur Zellentheorie. Dabei geht, wie einstmals im 17. Jahrhundert, die Pflanzenanatomie voran.

In seiner bedeutenden Schrift „Vom inwendigen Bau der Gewächse“ (1808) beschrieb *L. C. Treviranus* die Pflanzenzelle sehr eindrucksvoll und führte den Nachweis, daß die Gefäße aus Zellen hervorgehen, indem sich junge Zellen der Reihe nach anordnen und ihre Querwände aufgelöst werden¹. Dadurch war die Entwicklung einer Organstruktur aus der Zelle von neuem hervorgehoben².

Meyen machte in seiner Phytotomie vom Jahre 1830 die Zellen ausdrücklich zum Baustein und Funktionsträger des pflanzlichen Organismus und deutete schon ihre spätere Stellung als Elementarorganismus an. Er bezeichnet bereits die niederen Algen und Pilze als einzellige Gebilde und sieht in der höher organisierten Pflanze eine Vereinigung mehr oder weniger großer Zellmassen³. Die Zelle gilt ihm auch bereits als selbständiges Funktionselement, da sie die Nahrungsstoffe selbständig verarbeitet. In seinen Anschauungen finden sich schon wichtige Grundsätze der späteren Zellenlehre klar ausgesprochen.

(1934); derselbe: *Joh. Ev. Purkinjes Arbeiten*. Anat. Anz. 82, 1, 80 (1936), vgl. die S. 449, Anm. 5 zitierte Arbeit. — Ferner von neueren Arbeiten: *L. Aschoff*, *E. Küster*, *W. J. Schmidt*: 100 Jahre Zellforschung. Protoplasma-Monographien, Bd. 17, herausgeg. von *F. Weber* u. *J. Pekarek*. Berlin 1938. — *Diepgen*, *P.* u. *E. Rosner*: Zur Ehrenrettung *Virchows* und der deutschen Zellforscher. *Virchows Arch.* 307, 457—486 (1941).

¹ *Treviranus*, *Ludolf Christian*: Vom inwendigen Bau der Gewächse und von der Saftbewegung in denselben. Göttingen 1806; derselbe: Über die Oberhaut der Gewächse, in *Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts von Gottfried Reinh. Treviranus und Lud. Chr. Treviranus*, Bremen 1821. Bd. IV. S. 1—80.

² Vgl. *N. Greus* ähnliche Anschauung über die Gefäßbildung, oben S. 374. Anmerkung 1.

³ Auch *Lorenz Oken* sprach in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte für alle Stände“, Stuttgart 1833, Bd. IV, den Gedanken vom „Urbläschen“ aus und sah in der Pflanze eine Multiplikation solcher Urbläschen, die ein Infusorium in der Einzahl aufbaut.

Aber auch in der tierischen Gewebelehre wurden seit der Einführung der verbesserten Mikroskope immer mehr Einzelergebnisse als Mosaiksteinchen zum Bilde der Zellenlehre beigebracht. *Das Prinzip aber, diese in intensiver Forscherarbeit gewonnenen Erkenntnisse zu einem System anzuordnen, gelang indessen erst Schwann, auf die Anschauungen Schleidens gestützt. Der genetische Gedanke, in der deutschen Forschung seit Wolff stets lebendig geblieben, erwies sich als Schlüssel*¹.

An der Erforschung der feineren Strukturverhältnisse tierischer Gewebe haben vor allem der Schülerkreis um *Johannes Müller* sowie *Purkinje* und seine Schule² hervorragenden Anteil. *J. Müller* beschrieb die Zellen der Chorda dorsalis, die er mit allseitig geschlossenen Pflanzenzellen verglich³. *Henle* untersuchte das Darmepithel⁴. *Purkinje* beschrieb im Jahre 1825 das Keimbläschen („vesicula germinativa“), ohne dabei die Bedeutung dieses Zellkerns zu erfassen⁵. Er und sein bedeutender Schüler *Valentin* entdeckten die Flimmerbewegung (1835)⁶. Sie sahen dabei offenbar unser Flimmerepithel mit seinen Cilien. Bemerkenswerterweise haben sie aber den Zellkörper nicht erkannt, sondern sprechen von Fasern als Träger der Flimmerbewegung — wieder ein Beispiel für die Zähigkeit der Fasertheorie⁷. Daß *Purkinje* und sein Schülerkreis hier zunächst nicht weiter kamen, mag zum Teil daran gelegen haben, daß sie ihre Untersuchungen an fertigen Geweben anstellten, nicht ohne vorzügliche Resultate, wie sie z. B. *Karl Deutsch* in seinen Untersuchungen über die Knochenstruktur und die Knochenzellen zutage förderte⁸. In einem anderen Punkt bringt *Purkinje* einen großen Fortschritt. In seinem Prager Vortrag vom Jahre 1837 bezeichnet er die Zelle in den

¹ *Turpin* wies auf die Bedeutung genetischer Gesichtspunkte bei der Feststellung der Strukturverhältnisse der Organismen zwar hin (*Organographie microsc.*, Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, Paris 1829, S. 170), aber weder von ihm noch von anderen Forschern vor *Schleiden* und *Schwann* wurde die Genese so konsequent zur Grundlage und zum Ausgangspunkt der Strukturuntersuchungen gemacht.

² *Purkyne, Jan Ev.*: Opera omnia. Prag 1937. Vgl. über *Purkinje*: In memoriam *Joh. Ev. Purkyne* 1787—1937 (!) Societas *Purkyniana* Prag 1937. Siehe auch die Arbeiten von *Studnicka*, S. 452, Anm. 5.

³ Siehe *Joh. Müller*: Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, Teil I, Osteologie und Myologie. Abh. kgl. Akad. Wiss. Berlin 1836, 89.

⁴ *Jakob Henle* beschrieb das Epithel der Darmzotten, vgl. Symbolae ad analogiam villorum intestinalium inprimis eorum epithelium et vasorum lacteorum. Berlin 1837; ferner *J. Henle*: Über die Ausbreitung des Epitheliums im menschlichen Körper. Arch. f. Anat., Physiol. usw., herausgeg. von *Joh. Müller*, Berlin 1838, S. 103—128.

⁵ *Purkinje, J. E.*: Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem. Opera omnia, Prag 1937, S. 195—218.

⁶ *Purkinje, J. E.* u. *G. Valentin*: De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis etc., Breslau 1835, in Opera omnia, I, S. 285—371.

⁷ Ebenda, Tome I, S. 340.

⁸ *Deutsch, Carolus*: De penitiori ossium structura observatio. Diss. inaug. Breslau 1834.

Drüsen als Körnchen¹. Zu einer Verallgemeinerung dieser Ansicht im Sinne der späteren Vorstellung vom Zelleib kommt er jedoch nicht.

Entscheidend für die Konzeption des cellulären Prinzips wurden, wie bereits betont, genetische Gesichtspunkte, wie sie von *Wolff* in die Erforschung der Grundsubstanz des lebendigen Körpers eingeführt, von ihm freilich in morphologischer Hinsicht nicht genügend ausgewertet wurden². Die Erfüllung erfolgte erst mit dem Aufgreifen dieses Gedankens durch den Botaniker *Mathias Schleiden* und den Physiologen *Theodor Schwann*.

*Schleiden ging vom Zellkern aus*³. Ihn hatte *Purkinje* zwar schon 1825 als „Keimbläschen“ gesehen, aber seine Bedeutung nicht erkannt. Im Jahre 1833 hatte ihn *Robert Brown* schon richtiger als „nucleus of the cell“, „areola“ beschrieben, jedoch an seiner zentralen Stellung vorbeigesehen⁴. *Schleiden erkannte ihn als integrierenden Bestandteil aller Pflanzenzellen* und ließ aus diesem „Cytoblasten“ durch eine Art Auskristallisationsprozeß die Pflanzenzelle hervorgehen. Gleichzeitig nahm er die gesamte Entwicklung der Pflanze aus der Zelle an. Als *Schwann* diese Erkenntnisse von der Zelle auf den tierischen Organismus übertrug, war der entscheidende Schritt getan⁵. *Die tierische Zellenlehre gab der Medizin ihre moderne biologische Grundlage*.

Daß *Schleiden* und *Schwann* als die eigentlichen Begründer der Lehre von der zelligen Zusammensetzung der Organismen anzusehen sind, muß nochmals gegenüber *F. K. Studnicka* hervorgehoben werden, der seinem Landsmann *Purkinje* die Priorität der Zellenlehre zuschreiben möchte⁶. Wenn *Studnicka* Wert darauf legt, daß *Purkinje* früher als *Schwann* „den Gedanken von der Übereinstimmung der Elementarbestandteile der pflanzlichen und tierischen Gewebe ausgesprochen hat“, so ist demgegenüber zu betonen, daß dieser Gedanke ein alter Besitz der Biologie ist, wie wir am Beispiel *Malpighi*⁷, *Stensen*⁸, *Haller*⁹ und

¹ Ber. Verslg. dtsh. Naturforscher und Ärzte Prag, 18.–24. Sept. 1837.

² Vgl. S. 429.

³ *Schleiden* berichtet darüber in seiner klassischen Arbeit: Beiträge zur Phyto-genesis. Arch. f. Anat., Physiol. usw., herausgeg. von *Johannes Müller*, Berlin 1838, S. 137–176.

⁴ *Brown, Robert*: On the organs and mode of fecundation in orchideae and Asclepiadeae. London 1833.

⁵ *Schwann, Theodor*: Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und im Wachstum der Tiere und Pflanzen, Berlin 1839, wieder abgedruckt in *Ostwalds Klassiker* Bd. 176, Leipzig 1910 (*F. Hünseker*).

⁶ Besonders deutlich spricht *Studnicka* seine Meinung in einer französisch abgefaßten Arbeit aus: „Je cherche à montrer que la priorité appartient à notre éminent concitoyen, *Jan. Ev. Purkyne* (*Purkinje*), à l'oeuvre duquel est consacré le présent Congrès, et non à *Theodor Schwann*, son contemporain, considéré généralement comme créateur de la théorie cellulaire et auquel on attribue encore souvent le mérite de la découverte des cellules animales“. (*F. K. Studnicka*: *Jan Ev. Purkyne* et la théorie cellulaire. In *Memoriam Joh. Purkyne*, Prag 1937, S. 66f.)

⁷ Siehe oben S. 369.

⁸ Siehe S. 358f.

⁹ Siehe S. 420.

*C. F. Wolff*¹ sahen. Vor allem aber hat *Purkinje* und seine Schule zwar in verschiedenen Organen und Geweben Zellen deutlich gesehen und beschrieben, aber es fehlte ihm sowohl die Vorstellung von der allgemeinen Verbreitung der Zelle im Gesamtorganismus, wie die Idee einer Entwicklung des Körpers aus der Zelle.

Die Lehre von *Schleiden* und *Schwann*, „daß die Bildung der Zelle aus einer ursprünglich homogenen Grundsubstanz durch eine Art *Auskristallisation* erfolgt, welche ohne Zweifel an die von uns geschilderten Anschauungen über die Entstehung des Zellgewebes aus dem Zellstoff anknüpft und somit *deutlich aus der Faserlehre mit übernommen wurde*, wurde definitiv erst von *Rudolf Virchow*s grundlegendem Satz „*Omnis cellula a (e) cellula*“ überwunden².

Ergebnisse.

Wir haben die Entwicklung der Lehre von der Faser als Grundelement des menschlichen Körpers von den Anfängen bis zu ihrer Ablösung durch die moderne Zellenlehre verfolgt.

Ihre Geschichte zeigt mit sprechender Deutlichkeit, wie früh das Problem der letzten Aufbauelemente des Organismus die Forschung bewegt, wie aus einzelnen Beobachtungen ein Grundgedanke abgeleitet wird, wie dieser nun mit allen methodischen Mitteln, die der Naturwissenschaft und der Medizin im Laufe der Zeit entstehen, verarbeitet wird, aber trotz allem Wechsel der Technik und der Deutung über zwei Jahrtausende lebendig blieb, ein Zeugnis der Zähigkeit der Tradition und der Schwierigkeit des Fortschrittes; denn seitdem die *Hippokratiker* (S. 338) und *Aristoteles* (S. 340) die Ausfällung von „Fasern“ im Blut beobachtet und die Faser in manchen Körpergebilden gesehen und angenommen hatten, und seitdem *Erasistratos* die aus dem dreifachen Faserkabel bestehenden *Fasergewebe* (S. 343f.) von dem unstrukturierten „Parenchym“ unterschieden hatte, blieb *die Faser und ihre Entstehung*

¹ Siehe S. 427f.

² In diesem Prinzip der „*kontinuierlichen Entwicklung*“ liegt, wie es bereits *Virchow* aussprach, der Hauptunterschied zwischen der Theorie von der Faser und der modernen Zellenlehre. *Virchow* sagt: „Auch in der Pathologie können wir gegenwärtig so weit gehen, als allgemeines Prinzip hinzustellen, daß überhaupt keine Entwicklung *de novo* beginnt, daß wir also auch in der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Theile, gerade wie in der Entwicklung ganzer Organismen die *generatio aequivoca* zurückweisen. So wenig, wie wir noch annehmen, daß aus saburralem Schleim ein Spulwurm entsteht, daß aus den Resten einer thierischen und pflanzlichen Zersetzung ein Infusorium oder ein Pilz oder eine Alge sich bilde, so wenig lassen wir in der physiologischen oder pathologischen Gewebelehre es zu, daß sich aus irgendeiner unzelligen Substanz eine neue Zelle aufbauen könne. Wo eine Zelle entsteht, da muß eine Zelle vorausgegangen sein (*Omnis cellula e cellula*), ebenso wie nur das Thier aus dem Thier, die Pflanze aus der Pflanze entstehen kann.“ *Virchow, R.*: Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. 20 Vorlesungen . . . , Berlin 1858, S. 25.

aus einer ursprünglich amorphen Masse im Blickfeld aller morphologischen und biologischen Betrachtungen bis zur Begründung der Theorien von Schleiden und Schwann.

Allerdings beginnt die Faser erst im Laufe des 16. Jahrhunderts (S. 350) in eine zentrale Stellung einzurücken, als die Humoralbiologie und -Pathologie unter dem Eindruck der rasch fortschreitenden anatomischen Forschung ihre führende Rolle ausgespielt hatte. Um dieselbe Zeit zeigen sich (*Fernel*) die ersten Anfänge ihrer Ausstattung mit lebendigen Funktionen (S. 350), und sie wird zum Ausgangspunkt der Auskristallisation der festen Körpersubstanz aus dem Blut (S. 350f., 352), wie z. B. der Faden bei der Herstellung des Kandiszuckers im modernen Zuckerfabrikationsbetrieb. Mit *Falloppio* wird etwa um die Mitte des 16. Jahrhunderts die Bedeutung der Faser als Trägerin der Bewegung, als Leiterin des Säftestromes und als Bildnerin des Gewebes spezialisiert (S. 353f.).

Mit der Einführung des *Mikroskops* sucht man zunächst in die Morphologie der Faser und ihre Beteiligung am Gewebe- und Organ- aufbau einzudringen. Hier waren die Pflanzenuntersuchungen von *Malpighi* (S. 369f.) und *Grew* (S. 373f.), die den „Zellbegriff“ (*R. Hooke*, S. 372f.) mit der Faserlehre in engere Beziehung brachten, aber im Gegensatz zu der landläufigen Ansicht der Wissenschaftsgeschichte in der „Zelle“ keineswegs das wesentliche allgemeine Bauelement des Pflanzenkörpers sahen (S. 374f.), von Bedeutung. Auf dem Gebiet der menschlichen Histologie brachten die bahnbrechenden Arbeiten von *Malpighi* (S. 376) und *Willis* (S. 377f.) tiefere Einblicke in die Feinstruktur der Gewebe. Auch die sorgfältigen Untersuchungen *Leeuwenhooeks* (S. 382f.), der unter anderem die Augenlinse als faseriges Gebilde nachwies und wichtige Beiträge zur Struktur des Skelet- und Herzmuskels lieferte, förderten wie später die Arbeiten von *Ruysch* (S. 403), *Lieberkühn* (S. 404) u. a., neue Erkenntnisse.

Aber viel größeren Einfluß auf die Erforschung der von *Falloppio* aufgestellten dreifachen Aufgabe der Faser gewannen in der Folge die herrschenden Theorien der Iatrochemie, Iatrophysik und später des Vitalismus. Unter dem Einfluß der Iatrochemie beginnt man am Ende des 17. Jahrhunderts (z. B. S. 393) sich mit dem Chemismus der Faser und ihrem Aufbau aus Atomen zu beschäftigen, die iatrophysikalische Einstellung führt zu Versuchen, ihren Mechanismus durch dieser Theorie angepaßte Vorstellungen über ihren Atombau bis zur mathematischen Berechnung von Einzelheiten zu erklären (vgl. vor allem S. 409f.), aber auch pathologische Erscheinungen von diesen mechanistischen Gesichtspunkten aus zu verstehen (S. 401f., 417f.), wie es vor allem die Schule *Boerhaaves* zeigt. Daneben läuft aber sowohl in der Iatrochemie wie in der Iatrophysik ein vitalistischer Einschlag, der der Faser bestimmte vitale Kräfte vindiziert, seitdem *Glisson* ihr ein „*robur vitale*“ (Lebenskraft) —

ein Begriff, der uns also lange vor *Medicus* begegnet — und Reizbarkeit, Irritabilität (S. 389) zugesprochen hatte. In dieser Entwicklung bedeutet *Haller* den Beginn einer neuen Epoche, indem er vom vitalistischen Standpunkt aus drei Faserarten grundsätzlich unterschied (S. 421f.): die Muskelfaser als Trägerin der Irritabilität, die Nervenfaser als Trägerin der Sensibilität und die Zellgewebsfaser — was man bisher in der historischen Forschung nicht genügend beachtet hat — als Trägerin des „Zellgewebes“, welches er in voller Erkenntnis der Neuartigkeit und Bedeutung seiner Gedanken zum „Grundgewebe“ des Körpers erklärt (S. 421 und 423). Etwa um dieselbe Zeit kam mit den bahnbrechenden epigenetischen Vorstellungen *K. F. Wolffs* (S. 427f.) der Entwicklungsgedanke in die Lehre vom letzten Formelement des Organismus. Es beginnt ein allgemeines Interesse an der Frage nach dem Ausgangspunkt der Entwicklung des Zellgewebes und der dieses Zellgewebe zusammensetzenden Faser, das sich vor allem in der deutschen Forschung in unverkennbarer Anlehnung an *Haller* und *Wolff* praktisch und erfolgreich betätigt. Nun kennt man schon eine als Zellgewebe bezeichnete, aber noch unorganisierte Masse (*Plattner*; S. 429f.), den späteren „Zellstoff“, aus dem die Faser als erste Organisationsstufe hervorgeht. Das Zellgewebe ist noch mehr wie bei *Haller* aus einer Füllsubstanz und einem Bindemittel zum Ausgangspunkt aller Faserbildung geworden. Aus einer mechanischen Auskristallisation des Festen aus dem Flüssigen wurde ein vitaler Prozeß.

An der Schwelle des 19. Jahrhunderts beobachtet man mit Hilfe der verbesserten Mikroskope immer häufiger neben den Fasern Gebilde, die wir zweifellos zu unseren Zellen, Zellkernen und anderen Zellbestandteilen rechnen müssen. Unter dem Eindruck der Faservorstellung werden diese „Kügelchen“ entweder nicht beachtet oder man schreibt ihnen wie *Döllinger* (S. 434f.), eine besondere Genese zu, oder man sieht in ihnen mehr oder weniger eine Vorstufe in der Genese der Faser (*Prochaska*, S. 432), *Autenrieth* (S. 436), *Hempel* (S. 438). Es ist sehr charakteristisch, wie nahe *Berres* (S. 440f.), der vor allem im Zentralnervensystem und Knorpel unsere Zellen als „Zellen“ und „Zellbläschen“ ganz deutlich beschreibt, der Erfassung des Zellbegriffs im modernen Sinne war und doch von der souveränen Stellung der Faser nicht loskam. Aber der endgültige Umschwung ließ sich auf die Dauer nicht aufhalten.

Die von *Bichat* (S. 444f.) inaugurierte moderne *Gewebelehre* (allgemeine Anatomie) regte viele Forscher, vor allem in *Deutschland*, zur Beschäftigung mit der Systematik und Klassifikation der Gewebe an, und sie waren bemüht, auch auf diesem Wege die Histologie zu fördern, ohne dabei — im Gegensatz zu *Bichat* — das Bestreben, die Mannigfaltigkeit der Gewebeformen auf ein allen gemeinsames Bildungselement zurückzuführen, aufzugeben. Für *Rudolphi* (S. 447f.) ist die Faser nicht mehr für das Zellgewebe schlechthin charakteristisch. Er verbindet — was in dem noch unstrukturierten „Zellgewebe“ und dem „Zellstoff“ seiner

Vorgänger vorbereitet war — mit dem Begriff des Gewebes die Vorstellung einer nahezu amorphen Substanz, welche sich dem kommenden Begriff des Protoplasmaleibes der Zelle näherte (S. 448).

Als die Faserlehre durch die Arbeiten von *Schleiden* und *Schwann* definitiv von der Zelltheorie abgelöst wurde, konnten diese Forscher die Vorstellung einer einheitlichen Grundsubstanz, aus der sich die Körperstruktur entwickelt, eines einheitlich geformten Bauelementes und eines vitalen Auskristallisationsvorganges ebenso wie die Vorstellung eines einheitlichen Trägers der lebendigen Funktionen von der Faserlehre übernehmen. Demgemäß wies auch die Zellenlehre *Schleiden-Schwann*-scher Prägung noch zu deutlich Spuren der Faserlehre auf, wie die Betonung der Membran und die Vorstellung von der Zellengenese im Sinne einer Auskristallisation aus einer ursprünglich homogenen lebenden Substanz, die erst *Virchow* überwand. Aber auch später tauchten in der Zellenlehre ähnliche Probleme auf wie in der Faserlehre, so z. B. die Frage, ob die Zelle als solides Gebilde, im Sinne eines Klümpchens, oder als Hohlgebilde (Bläschen) anzusehen wäre, ähnlich wie in der Faserlehre zu entscheiden war, ob es sich bei der Faser um einen soliden Strang oder einen Hohlzylinder handelte. Wie man in der Faserlehre bis zur kleinsten Faser (*Fibra ultima*, *Fibrille*) und in die Atomarchitektur der Faser einzudringen bestrebt war, so bemühten sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Forscher, über die Zelle hinaus auch die feinsten Zell- und Protoplasmastrukturen zu ergründen, wobei vor allem in der Hypothese *Flemmings* der „feinsten Faser“ („Mitom“) erneut grundsätzliche Bedeutung erwuchs¹.

Die Erforschung der Faser führte naturgemäß zur Beschäftigung mit dem *feineren Bau der Gewebe und Organe*. Sie gab besondere Anregung zum Studium der Anatomie und Physiologie der Sehnen, Fascien, Bänder und vor allem des Muskel- und Nervensystems, dem wir vielfach begegneten. So kommt man der Erkennung der Querstreifung der Muskelfaser näher (S. 385) und überwindet in mühsamen Etappen (S. 359 f. und 425) irrige Vorstellungen über die Vorgänge der Muskelkontraktion. Zur Anatomie und Physiologie des Herzens und der Gefäße wird mancher wertvolle

¹ Nach Abschluß vorliegender Arbeit wurde mir das Werk des Budapester Anatomen *Huzella* zugänglich, das der Faser von neuem gegenüber der Zelle grundsätzliche Bedeutung zuspricht. (*Huzella, Theodor*: Die zwischenzellige Organisation auf der Grundlage der Interzellulartheorie und Interzellularpathologie. Jena 1941.) *Huzella*s Theorie zeigt unverkennbar manche Reminiszenzen an Vorstellungen der alten Faserlehre, die ehemals die Rolle der Zellenlehre innehatte. Vor allem ist die Auffassung der Faser als Gerüstbildner und die dem heutigen biologischen Denken ferner stehende Annahme ihrer *anorganischen* Natur, aus der ideengeschichtlichen Gesamtentwicklung heraus verständlich. Es scheint uns eine notwendige und lohnende Aufgabe zu sein, vom ideengeschichtlichen Standpunkt aus zu *Huzella*s neuer Faser-Zellentheorie Stellung zu nehmen. Diese Aufgabe muß einer eigenen Untersuchung, die an vorliegende Arbeit anzuknüpfen hat, vorbehalten bleiben.

Beitrag geliefert (vgl. z. B. S. 389). Die Kenntnis der feineren Struktur des Magen-Darmkanals fördern vor allem *Falloprio* (S. 354) und nach Einführung des Mikroskops in die Forschung *Willis* (S. 377 f.), *Lieberkühn* (S. 403), *Leeuwenhoek* (S. 385 f.). Die Niere (*Falloprio*, S. 355) und ebenso das Gehirn (*Descartes*, S. 357) werden unter dem Eindruck der Faserlehre aus parenchymatösen zu faserigen Organen. Die Wandlung des Begriffs „Parenchym“ von der einfachen Ausschwemmung aus dem Blut (*Erasistratos*, S. 344) bis zur hochkomplizierten Organisation (*Malpighi*, S. 376) und seiner Beteiligung am Aufbau der Organe und Gewebe gehört (vgl. S. 345, 347, 355, 360, 370, 376, 387 f., 403, 437) zu den interessanten Nebenergebnissen unserer Arbeit. Dadurch, daß die Beschäftigung mit der Faser von den verschiedensten theoretischen Erörterungen ausging, die vergleichende Anatomie (S. 395), die Entwicklungsgeschichte (S. 395) und das Tierexperiment (S. 397, 402) heranzog und mit den verschiedensten praktischen Fragen der Pharmakologie (vgl. z. B. S. 401 f., 416 f.) zusammengebracht wurde, führte uns ihre Geschichte auch in weitere Probleme der Auseinandersetzung zwischen Humoral- und Solidarpathologie (vgl. S. 394 f.), vor allem seitdem *Baglivi* sich des Problems annimmt und der Faser eine ähnliche Stellung gibt, wie sie später der Zelle zugewiesen wird, so daß seine Solidarpathologie durchaus eine „*Faserpathologie*“ im eigentlichen Sinne des Wortes darstellt; dabei schaltet *Baglivi* die Fluida keineswegs aus, wie er denn auch in seinem Mechanismus einen vitalistischen Einschlag nicht verkennen läßt (S. 396).

Für die Geschichte der *Konstitutionsforschung* ist die Tatsache von Bedeutung, daß die Faser an Stelle der Säfte über die Konstitution eines Individuums entscheidet (S. 400 und 425).

Wie die Lehre von der Faser die *Therapie* und damit das *ärztliche Denken am Krankenbett* beeinflusste, beleuchten die Grundsätze *Boerhaaves* (S. 416 f.).

Aus allen diesen Zusammenhängen heraus zeigt die Geschichte der Faserlehre ihre über die Strukturforschung hinausgehende grundlegende Bedeutung für die Geschichte des ärztlichen Denkens überhaupt. Von fundamentaler Bedeutung aber war die Faserlehre für die Erforschung des organischen Struktur- und Funktionselementes.