

Die Begründer der Zellenlehre. ¹⁾

Von Josef Spek, Heidelberg.

(Mit 1 Bildnis)

Es ist allgemein bekannt, was für tiefgreifende Umwälzungen sich in der Biologie nach der Entdeckung der Zelle vollzogen, und was für einen großartigen Aufschwung viele biologische Disziplinen nach jener Entdeckung genommen haben. Da ist es eine reizvolle Aufgabe, einmal der Frage nachzugehen, wie die Fragen der Biologie, welche wir heute von der durch die Zellenlehre gegebenen Grundlage zu beantworten gewohnt sind, vor der Entdeckung der Zelle beantwortet wurden, und wie sich dann vor hundert Jahren der Wandel vollzogen hat. Der Begründer der Zellenlehre hier zu gedenken, ist für uns eine umso vornehmere Pflicht, als zwei deutsche Forscher, nämlich Matthias Jakob Schleiden und Theodor Schwann es waren, welche sich in der Geschichte dieser Entdeckung einen unvergänglichen Lorbeerkranz erworben haben.

Um nun das Charakteristische am Stande der Dinge in der Biologie vor hundert Jahren hervorzuheben, muß ich gleich von vornherein betonen, daß die Entdeckung der Zelle, wie ja das mit den meisten biologischen Entdeckungen ging, nicht mit einem Schlage, nicht auf Grund einer einzigen glücklichen Untersuchung erfolgt ist.

Schleiden spricht in seinem epochemachenden Artikel von 1838 von Zellen, als ob das etwas längst Bekanntes sei. Schon lange vor ihm hatten einzelne Forscher den zelligen Aufbau einzelner Organe von Pflanzen gesehen und beschrieben, aber sie haben die Bedeutung dieser Entdeckung in keiner Weise erkannt. Sie glaubten eine von hundert charakteristischen Strukturen der lebenden Masse vor sich zu haben. Sie hatten einen Edelstein schon in der Hand, aber sie erkannten nicht, wie kostbar er war. Sie gaben ihn achtlos weiter, ohne sich Gedanken darüber zu machen.

Den Namen — cellula — hat zum erstenmal in einer wissenschaftlichen Abhandlung der Engländer Robert Hooke im

1) Vortrag, gehalten am 12. Mai 1939 zur Hundertjahrfeier der Entdeckung der Zelle.

Jahre 1667 gebracht. Hooke war Physiker und „Mikrograph“; Mikrographen nannten sich damals die Forscher, welche die Dinge der Natur im Kleinen mit den ersten selbstkonstruierten Mikroskopen zu erforschen suchten, getrieben von einer frommen Wißbegierde, was für eine Welt sich ihnen da offenbaren würde. Robert Hooke hatte sich interessanterweise ein Mikroskop zur Betrachtung im auffallenden Licht konstruiert, und als er nun Holzkohle und Rasiermesserschnitte von Kork, also in beiden Fällen tote pflanzliche Gebilde untersuchte, erkannte er die durch den zelligen Bau verursachte Struktur, die an Bienenwaben erinnerte und sprach nun eben von Zellen oder Kämmerchen. Auch ein anderer Engländer jener Zeit, Nehemia Grew, beschreibt diese wabige, zellige Struktur bei den verschiedensten Pflanzenorganen. Aber beide hatten noch recht naive Vorstellungen über die Bedeutung dieser Strukturen. Sie faßten sie als Poren auf, die den Zustrom der Nahrungssäfte erleichtern sollten. Grew benützt übrigens zum erstenmal auch den Ausdruck „Gewebe“.

Ein Forscher des 17. Jahrhunderts kam der richtigen Interpretation der Pflanzenzelle besonders nahe, und zwar war das der italienische Naturforscher Marcello Malpighi (1628 bis 1694). In vieler Hinsicht verdient er als Begründer der mikroskopischen Anatomie bezeichnet zu werden. Manche tierische Organe tragen heute noch seinen Namen. Auch pflanzliche Gewebe hat er gründlich studiert und in einem 1671 in Briefform herausgegebenen kurzen Artikel, genannt „Idea“, beschrieb er den Aufbau des Parenchyms pflanzlicher Organe aus geschlossenen, kleinen Blasen oder Schläuchen, und diese „utriculi“ sind nichts anderes als die Parenchymzellen. Malpighi macht sich von einer Zelle zum erstenmal eine richtige körperliche Vorstellung. Aber im übrigen müssen wir auch von diesem Forscher, der die Fachgenossen seiner Zeit in so vielen Dingen weit überragte, sagen: auch er hat den Edelstein in der Hand gehabt und hat ihn weitergegeben, ohne seine Kostbarkeit erkannt zu haben! Wie sehr auch er von der richtigen Beurteilung des Wesens der Zelle noch entfernt war, geht daraus hervor, daß er andere Typen pflanzlicher Zellen, die morphologisch anders aussahen, als etwas prinzipiell anderes ansah. Nirgend ist in seinem Werke auch nur eine Andeutung dafür zu finden, daß er die prinzipielle Bedeutung der Zelle als Elementarbaustein der Pflanzen und als Lebensträger erkannt hätte.

Im 18. Jahrhundert, in dem man ja für experimentelle Untersuchungen nicht allzuviel übrig hatte, wurden die erörterten Ansätze von der Forschung des Baues der pflanzlichen und tierischen Gewebe nicht weiter entwickelt. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts mehren sich die Beobachtungen an Zellen. Die Vorstellungen der Forscher von diesen Strukturelementen der Gewebe werden von Schritt zu Schritt besser und beginnen sich zusehends zu vervollständigen. Im einzelnen auf die Arbeiten von Treviranus, Hugo von Mohl, Meyen, Dumortier, de Mirbel und Raspail einzugehen, fehlt uns hier die Zeit. Einiges nur, was psychologisch interessant oder geschichtlich wichtig ist, sei davon hier hervorgehoben.

Einer der Forscher, der sich durch beachtenswerte Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen ausgezeichnet hat, war z. B. der Franzose *B r i s s e a u d e M i r b e l*. Aber was für eigenartige Ansichten auch er sich von den Zellen machte, ergibt sich, wenn man liest, daß er das System der Cellulosewände der Pflanzen als eine zusammenhängende homogene Masse auf faßte, in der die Zellen Hohlräume sein sollten; sie sollten von ihr zusammengehalten werden.

Ausdrücklich erwähnt sei auch noch, daß die Zellkerne schon im Jahre 1833 in Epidermis-Zellen der Orchideen gesehen und beschrieben worden sind, und zwar ist ihr Entdecker der englische Botaniker *R o b e r t B r o w n*.

Wir sehen also, daß bis zu dem Jahre 1838 schon manche wertvolle Vorarbeit geleistet war. Die Zelle als morphologischer Begriff existierte schon, zu der Erkenntnis, daß sie der elementare Baustein aller Gewebe und aller Organismen, oder zunächst wenigstens aller Pflanzen ist, daß höhere Organismen ganz allmählich aus einer Zelle entstehen, und daß die Zelle für sich ein je nach den Verhältnissen mehr oder weniger selbständiger Lebensträger ist, hat sich aber keiner der erwähnten Forscher durchgerungen. Zu ihr ist erst *M a t t h i a s J a k o b S c h l e i d e n* (1804—1881) gelangt, sie hat *S c h l e i d e n* zum erstenmal klar ausgesprochen und in ihren Konsequenzen durchdacht. Das war *S c h l e i d e n s* große Geistestat!

Ehe wir nun in diesen Betrachtungen fortfahren, müssen wir die eigenartige Gestalt dieses Forschers etwas genauer kennenlernen. Auf einem hübschen Porträt aus seinen besten Mannesjahren (Abb. 1) sehen wir, daß er eine große, kräftige germa-

nische Erscheinung mit schlicht gescheiteltem Haar, einer hohen Denkerstirne und dem verklärten, suchenden Blick eines Forschers oder Dichters war. Er hatte mehr die romantische Natur eines Dichters als die eines nüchternen Forschers, und in der Wissenschaft war er mehr auf induktive Erfassung großer Zusammenhänge, als auf exakte Ermittlung von Tatsachen eingestellt. Er war eine typische Kämpfernatur.

Schleiden wurde im Jahre 1804 in Hamburg geboren. Die Familie Schleiden stammte aus Schleswig-Holstein. Nach Absolvierung des Gymnasiums in Hamburg studierte er von 1824 bis 1827 in Heidelberg, aber nicht etwa Botanik oder verwandte Wissenschaften, sondern Jura! Nachdem er Dr. jur. geworden war, ließ er sich in Hamburg als Advokat nieder. Seine Begeisterung für diesen Beruf war äußerst gering und Klienten bekam er auch keine. So gab er 1833 seine Kanzlei wieder auf und zog erst nach Göttingen, später nach Berlin, um Medizin zu studieren. Durch den Botaniker Bartling wurde er dann endgültig für das Studium der Naturwissenschaften gewonnen. 1839 promovierte er in Jena zum Dr. phil. und wurde noch im gleichen Jahre außerordentlicher, elf Jahre später ordentlicher Professor der Botanik an der Medizinischen Fakultät in Jena. 1862 gab er diese Stellung auf und übersiedelte nach Dresden, bekam dann aber noch einen Ruf nach Dorpat und nahm ihn auch an. Mit den Dorpatern vertrug er sich aber nicht und gab die Stelle bald wieder auf. Psychologisch interessant ist, daß sein Konflikt mit den Dorpater Kollegen wegen eines Streites über kirchliche Fragen entstanden war. Schleiden starb im Jahre 1881 in Frankfurt am Main.

Was Schleiden besonders auszeichnete, war die Vielseitigkeit seiner Interessen. Diese spiegelt sich wider in der großen Mannigfaltigkeit der Themen, über die er in Jena Vorlesungen und halbpopläre Vorträge gehalten hat. Mit förmlicher Leidenschaft widmete er sich philosophischen Studien, und sein künstlerischer Sinn wurde von seinen Zeitgenossen gerühmt. Er war ein glänzender Redner und in seinen Schriften bediente er sich einer sehr gewandten, lebendigen, manchmal gar zu temperamentvollen Darstellung. Besonders in seinen jüngeren Jahren hielt er polemische Auseinandersetzungen schärfster Form für ein unentbehrliches Mittel wissenschaftlicher Auseinandersetzungen. Bald waren es die Philosophen, bald die Naturwis-

senschaftler, bald die Chemiker, bald die Botaniker, mit denen er in heftigster Fehde stand. Wenn aber sein Herz übervoll war von all den Erregungen, dann zog er sich zurück und schrieb zarte, wohlgeformte Gedichte.

Die Arbeit von Schleiden, welche für die Zellenlehre besonders wichtig ist, heißt: „Beiträge zur Phytogenese“ und ist 1838 in Müllers Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftlicher Medizin erschienen. Schleiden legt darin das Hauptgewicht auf den Punkt, daß man eine Vermehrung der Zellen mikroskopisch nachweisen könne, und daß sich aus der allmählichen Entstehung einer ganzen Pflanze aus der Ausgangszelle durch fortgesetzte Neubildung von Zellen bei der Entwicklung des Keimes der Aufbau der ganzen Pflanzen aus Zellen ergebe. Die Einführung der entwicklungsgeschichtlichen Betrachtungsweise war ja dann in der Tat für die weitere Gestaltung dieser Forschungen von größter Bedeutung. Aber gerade bei der Klärung dieser entwicklungsgeschichtlichen Fragen sind Schleiden bei seinen eigenen mikroskopischen Befunden auch die größten Irrtümer unterlaufen.

Den häufigsten Modus der Zellvermehrung, die Teilung der Zellen in zwei Tochterzellen, hat er noch nicht erkannt. Er nahm an, daß jeweils die „junge Zelle“ — wie er sagt — innerhalb des Körpers einer alten Zelle neu gebildet werde, und glaubte dieses durch seine Beobachtungen beweisen zu können. So kommt es, daß er immer von einer Neubildung von Zellen und nicht von einer Vermehrung derselben redet. Sein ärgster Mißgriff aber war, daß er bei Verfolgung der geschlechtlichen Entwicklung der Phanerogamen den Embryo aus dem Ende des Pollenschlauches selbst entstehen ließ, diesen also für die weibliche Geschlechtszelle hielt. So ist er zu der richtigen Erfassung der großen Zusammenhänge eigentlich auf Grund von in vielen Punkten falschen eigenen Beobachtungen gelangt.

Auch der weitere Ausbau der sich aus der Grundidee ergebenden Konsequenzen wird in der erwähnten Arbeit von 1838 nur zaghaft versucht. Schleiden schneidet darin zwar Fragen von ganz prinzipieller Bedeutung an, wie etwa die Frage: Was ist denn nun eigentlich Wachstum? oder: Wie gestaltet sich jetzt der Begriff der Individualität? Aber dann verliert er sich wieder in seitenlange polemische Erörterungen von Belanglosigkeiten. Vielleicht kommt das allerdings daher, daß diese ersten

Zellforscher, nachdem sie die prinzipielle Bedeutung des Aufbaues der Organismen aus Zellen erkannt hatten, sich mit einem Male mit einer solchen Fülle von biologischen Phänomenen von neuen Gesichtspunkten aus auseinandersetzen mußten, daß sie gar nicht wußten, wo sie nun anpacken sollten. Erst später formte Schleiden den klassischen Satz, daß jede Zelle sozusagen ein selbständiges Lebewesen sei, das bei höheren Pflanzen durch Vergesellschaftung mit anderen Zellen den hoch zusammengesetzten Körper aufbaue. Hier führe demnach jede Zelle ein zweifaches Leben: ein selbständiges, nur ihrer Eigenentwicklung angehöriges und ein anderes mittelbares, sofern sie integrierender Bestandteil einer ganzen Pflanze geworden ist. Daraus ergebe sich, daß z. B. die ganze Pflanzenphysiologie im Grunde Zellphysiologie werden müsse.

Schleiden ist es auch, der zum erstenmal zu der Erkenntnis kam, daß der Zellkern ein integrierender Bestandteil der meisten Zellen sein müsse. Auch hier ist es aber eigentlich wieder so, daß er das Richtige vorausahnte, bevor er ausreichende empirische Grundlagen zur Begründung seiner Auffassung hatte. Denn weder hatte er schon etwas darüber ermittelt, in welcher Richtung eigentlich die Bedeutung des Zellkernes zu suchen sei, noch traf das zu, was er über das Verhalten der Zellkerne ermittelt zu haben glaubte. Er dachte z. B., daß es die Regel sei, daß der Zellkern in alten Zellen resorbiert werde und vollständig verschwinde, und andererseits stellte er sich die erwähnte Neubildung von Zellen so vor, daß sich die organischen Substanzen des Zellinhalts zu einem neuen Kern kondensieren könnten, daß in ihnen zuerst ein Häufchen von Granulen auftrete, aus denen dann ein neuer „Cytoblast“, wie er den Zellkern nannte, hervorgehe, und um diesen und von diesem aus sollte dann eine neue kleine Zelle entstehen.

Einige der prinzipiellen Irrtümer von Schleiden, so seine Ansicht über die Entstehung des Embryos der Phanerogamen aus dem Ende des Pollenschlauchs, wurden schon wenige Jahre nach dem Erscheinen seiner Arbeit erkannt und richtiggestellt, und die Niederlage, die Schleiden hier erlitt, machte so einen nachhaltigen Eindruck auf ihn, daß er, der der Nachwelt ein unvergängliches Gedankengut geschenkt hat, nicht mehr den Mut fand, neue eigene mikroskopische Untersuchungen in Angriff zu nehmen.

1842/43 waren von ihm noch die zwei Bände seiner „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ erschienen, die einen großzügigen, geistvollen Entwurf zum Aufbau einer wirklich wissenschaftlichen Botanik brachten. Zu seiner Zeit war die Botanik noch ganz beherrscht von der alten geistlosen systematischen Schule und spielte als Disziplin im akademischen Leben, auch verglichen mit anderen Naturwissenschaften noch eine recht bescheidene Rolle. Schleidens Werk hat einen tiefgehenden, reformatorischen Einfluß auf die Entwicklung der Botanik als Wissenschaft ausgeübt. — Das gleiche läßt sich im Kleinen von den von einem Schüler Schleiden's zusammengestellten Methoden zur mikroskopischen Untersuchung von Arzneimitteln sagen.

Schleiden hat im akademischen Leben von Jena eine große Rolle gespielt. Manche der Ideen, welche er in seinen Vorlesungen vorgebracht, und manche der Anregungen, die er dort gegeben hat, sind — das ist historisch verbürgt — auf sehr fruchtbaren Boden gefallen. So nahm zum Beispiel an seinem Praktikum einmal ein junger Mann teil, der Mechaniker werden wollte. Gewerbetreibende, welche ein Geschäft eröffnen wollten, mußten nämlich in Jena erst eine Staatsprüfung ablegen, und um sich auf diese vorzubereiten, beteiligte sich dieser junge Mann auch an den Schleiden'schen Übungen. Schleiden interessierte sich sehr für den wißbegierigen und geschickten Praktikanten und machte ihm den Vorschlag, sich der Herstellung optischer Instrumente zu widmen, riet ihm dabei aber auch dringend an, das Schleifen der Mikroskoplinsen nicht, wie es bis dahin üblich war, einfach auf gut Glück, sondern nach genauer Berechnung vorzunehmen. Was aus dieser Anregung geworden ist, kann jedermann sofort selbst ermessen, wenn ich hinzufüge, daß der junge Mann Carl Zeiß hieß und daß er, um der Mahnung von Schleiden gerecht zu werden, Ernst Abbe in sein Unternehmen aufnahm.

* * *

Daß die Erkenntnis, daß die Organismen aus Zellen aufgebaut sind, zuerst auf botanischem Gebiet errungen wurde, und die Botaniker mit diesen Forschungen den Zoologen zuerst weit voraus waren, kam daher, daß die Cellulosewände, die Schleiden übrigens noch zum lebenden Zellkörper rechnete,

den Pflanzenzellen scharfe, in die Augen springende Konturen verleihen. Solche leicht erkennbare Begrenzungen fehlen den tierischen Zellen für gewöhnlich; so ist es sehr verständlich, daß sich den Zoologen eine Übertragung der Schleiden'schen Ideen auf den Tierkörper zum erstenmal bei tierischen Geweben aufdrängte, welche an sich nicht gerade als Prototyp tierischer Gewebe gelten können, welche dagegen äußerlich ein ähnliches Bild zeigen wie pflanzliche Gewebe; es waren das das Gewebe der Chorda dorsalis und das zellenreiche Knorpelgewebe der Kiembögen von Fisch- und Amphibienlarven, bei denen die Zwischenzellsubstanz nur dünne Lamellen zwischen den Knorpelzellen bildet. Auch der Nachweis, daß auch jeder tierischen Zelle ein Zellkern zukommt, wurde zuerst an Chordazellen erbracht. Seine Entdeckung ist eine interessante kleine Episode aus der Geschichte der Entstehung der Zellenlehre, an der wiederum Schleiden beteiligt ist. Schleiden wohnte in Berlin Tür an Tür mit einem Assistenten von Johannes Müller. Johannes Müller war damals „ordentlich-öffentlicher Professor der Anatomie und Physiologie und Direktor des Anatomischen Museums, sowie des anatomischen Theaters zu Berlin“. Schleidens Zimmernachbar war kein anderer als Theodor Schwann. Die beiden hatten einmal zusammen gespeist und dabei hatte Schleiden Schwann einen enthusiastischen Vortrag gehalten, daß jeder Pflanzenzelle ein Cytoblast, also ein Zellkern zukomme, und daß der Kern ein Charakteristikum der Zellen sein müsse. Schwann erinnerte sich, an Chorda-Schnitten solche Kügelchen in den Kämmerchen des Chordagewebes gesehen zu haben, und sie gingen zusammen in die Anatomie und fanden in der Tat in jeder Chordazelle einen Zellkern vor. Schwann war es dann auch, der den Vorstellungen von Schleiden auch sonst nach allen Richtungen in der tierischen Gewebelehre Eingang verschaffte und sich damit um die Begründung der Zellenlehre auf zoologischem Gebiet unvergängliche Verdienste erwarb.

Theodor Schwann (1810—1882) stammte aus Neuß im Rheinland, wo er 1810 geboren wurde. Er studierte in Bonn, Würzburg und Berlin Philosophie und Medizin. Von nachhaltigstem Einfluß auf seine wissenschaftliche Entwicklung ist seine Assistententätigkeit bei Johannes Müller in Berlin geworden. Hier in Berlin sind 1839 auch seine „Mikroskopischen

Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen“ entstanden, in denen er den Nachweis des Aufbaues der tierischen Gewebe aus Zellen erbrachte. Mit diesem Werk begründete Schwann seinen wissenschaftlichen Ruhm mehr als mit allen übrigen wissenschaftlichen Leistungen.

In seiner Berliner Zeit gab sein Freund Henle von ihm folgende Beschreibung: „Er war knapp mittelgroß von Statur, hatte ein bartloses Gesicht mit einem fast kindlichen und stets freundlichen Ausdruck; er besaß weiches, dunkelbraunes Haar, trug einen pelzbesetzten Schlafrock und wohnte in einem spärlich erleuchteten Zimmer im zweiten Stockwerk eines Hotels, das kaum zweiten Ranges genannt werden konnte. Dort blieb er ganze Tage ohne auszugehen, umgeben von einigen seltenen Büchern und zahlreichen Glasgefäßen, Retorten, Fläschchen und Röhren, einfachen Apparaten, die er sich selbst konstruierte.“ Seine vornehme, friedliebende Gesinnung und seine Selbstbeherrschung wurde von allen Zeitgenossen immer wieder lobend hervorgehoben.

Einen Teil seines Werkes von 1839 hatte Schwann auch bei der Pariser Akademie eingereicht, wodurch es sehr rasch auch in den Ländern des französischen Kulturkreises bekannt wurde. Wahrscheinlich bekam er daraufhin schon 1839 einen Ruf als ordentlicher Professor der Anatomie an die Universität Loewen in Belgien und ein paar Jahre später einen solchen nach Lüttich. In Lüttich vertrat er gleichzeitig auch die Physiologie. Er ist dann bis zu seiner Pensionierung in Lüttich geblieben, las französisch und hat ehrenvolle Rufe nach Breslau, München, Würzburg und Gießen abgelehnt. Er wurde in Lüttich von seinen Kollegen und seinen Schülern sehr verehrt und es war ihm vergönnt, noch zu seinen Lebzeiten zu sehen, wie die Bedeutung von seinem und Schleidens Werk von 1838/39 alsbald allenthalben anerkannt wurde, und wie sich die Zellenlehre auf allen Gebieten der Biologie durchsetzte. Als er 1878 sein vierzigjähriges Dienstjubiläum feierte, bekundeten ihm die biologischen Kreise der ganzen Welt ihre herzlichste Teilnahme. Die Gratulationsschreiben, die in Lüttich einliefen, füllen einen ganzen Band. Von Kasan bis Philadelphia und von Christiania bis nach Rom waren alle namhaften biologischen Institute und Körperschaften unter den Gratulanten vertreten.

Das Hauptgewicht von Schwann's Forschertätigkeit lag eigentlich auf Fragen der Physiologie. Es ist psychologisch außerordentlich interessant, daß er auf cytologischem Gebiet außer seinem Hauptwerk kaum etwas publiziert hat. Hier ließ er nach 1839 den Dingen ihren Lauf, ohne wieder in die Entwicklung der Probleme der Zellenlehre einzugreifen.

Schwann hat Untersuchungen über Verdauungsprozesse, über die Gärung, über Muskelkontraktion und Nervenleitung angestellt. Er ist der Entdecker des Pepsins. Er studierte die Prozesse der Fäulnis, entdeckte die Hefepilze neu, zeigte, daß zur alkoholischen Gärung Zucker nötig ist und stellte — modern ausgedrückt — die ersten zellphysiologischen Versuche mit p_H -Indikatoren an, indem er zur gärenden Hefekultur Lakmuskintur zusetzte und feststellte, daß der Umschlag der blauen Lakmuskintur nach Rot von der Umgebung der Zellen ausgeht, daß also die Kohlensäureproduktion von den Hefezellen verursacht wird.

Sein cytologisches Werk von 1839 hat ein ganz anderes Gepräge als das von Schleiden. Entweder haben sich die Dinge in dem Jahr sehr rasch weiterentwickelt und gefestigt, oder es spricht eben aus dem Werk von Schwann ein anderes Forschertemperament. Schwann erkannte jedenfalls die volle Tragweite der Schleiden'schen Ideen und er war sich vollkommen klar darüber, was jetzt auf zoologischem Gebiet unternommen werden muß, um aus der Zellentheorie ein nach allen Seiten gesichertes Gebäude von erwiesenen Tatsachen zu schaffen. Er wußte, daß jetzt eben bei allen noch so heterogenen Haupttypen von tierischen Geweben, auch denen, die sekundär besonders stark umgebildet sind, der zellige Aufbau entweder beim fertigen Zustand der Gewebe oder bei ihrer Entwicklung nachgewiesen werden müsse, und er packte diese Aufgabe mutig von allen Seiten selbst an.

So ist dann aus seinem Werk das reinste Histologiebuch oder wenigstens ein Entwurf zu einer neuen, auf der Zellenlehre aufgebauten Histologie geworden. Daß Schwann bei seinem Versuch, eine solche aufzubauen, nicht immer gleich den richtigen Weg eingeschlagen hat, daß seine Ansichten in vielen Punkten noch sehr primitiv und in manchen prinzipiellen Fragen auch falsch sind, kann sein großes Verdienst kaum schmälern.

In manchen Fragen hat er sich von Schleiden auf falsche Wege führen lassen. So schließt z. B. auch er sich der Schlei-

den'schen Vorstellung von der Bildung neuer Zellen in der Grundmasse der alten an und bildet sich dementsprechend besonders von den Vorgängen bei der ersten Entwicklung vielfach ganz falsche Vorstellungen. Die neuen Zellen sollten im Körper des Eies entstehen, und große Dotterkugeln sollten Zellen sein. Daß die Erkenntnis des Wesens der ersten Entwicklungsvorgänge den ersten Zellforschern so große Schwierigkeiten bereitete, kann man einigermaßen verstehen, wenn man weiß, was für seltsame Vorstellungen man sich zu jener Zeit noch von dem Vorgang des Wachstums machte. Bis dahin galt nämlich der Satz, daß es kein tierisches Wachstum ohne Beteiligung von Blutgefäßen gebe. Das Blut sollte beim Wachstum der Träger der Lebenskraft sein. Als man nun erkannte, daß die erste Entwicklung des tierischen Embryos lediglich in einer Vermehrung der Zellen bestehe, sprach man von einem „echten pflanzlichen Wachstum“ des Embryos, und auch Schwann schwankte noch sehr, ob er zwischen den zwei Typen tierischen Wachstums nicht doch einen scharfen Strich ziehen müsse.

Neben Schleiden und Schwann müssen wir hier besonders noch eines Forschers gedenken; ich meine Johannes Evangelista Purkinje (1787—1869). Der chronologischen Reihenfolge nach hätten wir mit der Betrachtung seines Lebenswerkes beginnen müssen, denn er war ja wesentlich älter als Schleiden und Schwann. Aber was er erreicht und was er nicht erreicht hat, das kann man doch am besten einschätzen, wenn man seine Werke denen von Schleiden und Schwann gegenüberstellt.

Purkinje wurde 1787 in Libochowitz bei Leitmeritz in Böhmen geboren. Er studierte in Prag Philosophie und später Medizin und war dort eine Zeitlang auch Assistent. 1823 wurde er Professor der Physiologie und Pathologie in Breslau und blieb dort bis zum Jahre 1850. Seinen Ruf nach Breslau verdankte er übrigens in erster Linie einer Empfehlung, welche ihm Goethe nach Lektüre seiner Dissertation über die Physiologie des Sehens ausgestellt hatte. Nach seiner Rückkehr nach Prag bekannte er sich mit Leidenschaft zum Tschechentum. Von ihm stammt auch eine Übersetzung von Schillers Iyrischen Gedichten ins Tschechische. — Aus dem Laboratorium von Purkinje sind zahlreiche descriptiv-histologische Arbeiten hervorgegangen. Die meisten von ihnen sind nicht von ihm, sondern von seinen zahl-

reichen Schülern veröffentlicht worden. Aus ihren Berichten ergibt sich, wieviele wertvolle Anregungen von Purkinje ausgegangen sind. Schon allein, was in der mikroskopischen Technik alles auf Purkinje zurückgeht, ist ganz erstaunlich: er führte das Härten der Gewebe mit Sublimat und anderen Chemikalien und die Herstellung von dünnen Schnitten ein, von ihm stammt die Verwendung von Terpentin und Olivenöl zum Aufhellen und von Indigo zum Färben der Objekte, das Entkalken von Knochen und die Verwendung von Essigsäure in der mikroskopischen Technik. Er hatte sich schon das Prinzip des Mikrotoms ausgedacht und genau genommen hatte er sich auch schon einen Mikromanipulator ersonnen.

Von seinen wissenschaftlichen Ergebnissen sei erwähnt, daß er als erster das Keimbläschen im Vogelei beobachtete; die Bezeichnung *vesicula germinativa* stammt von ihm. Er machte mit seinem Schüler *Valentin* Untersuchungen über Ganglienzellen und Nervenfasern, er ist der Entdecker der Flimmerbewegung, er machte schon in einem Vortrag von 1837 den Aufbau zahlreicher Drüsen, der Epidermis, der Epithelien der Schleimhäute und der Flimmerepithelien aus „Körnchen mit Kern“ geltend, und gemeint waren damit in Wirklichkeit die Zellen der betreffenden Gewebe.

Er und sein Schüler *Valentin* wiesen auch wiederholt auf die Analogie der „Körnchen“ mit pflanzlichen Zellen hin und in manchen Sätzen von Purkinje und *Valentin* ist zweifellos der Grundgedanke der Zellenlehre schon enthalten. Liest man dann allerdings in jenen Arbeiten weiter, dann muß man erkennen, daß sie die Bedeutung dieses Gedankens offensichtlich doch noch nicht erkannt und daß sie ihn auch nicht konsequent durchdacht haben. So nahe sie der Lösung der Zellenfrage auch kamen, zum Durchbruch, zum Siege haben auch sie die Idee noch nicht zu bringen vermocht. Dazu blieb Purkinje's Denken doch gar zu sehr im Descriptiven stecken; seine Einstellung zu den Dingen war gar zu sehr dadurch beherrscht, daß er reiner Empiriker war. Um manchen Erfolg dürfte er sich vielleicht auch dadurch selbst gebracht haben, daß er sich vielfach einer nichtssagenden, farblosen Nomenklatur bediente. So nannte er die Zellen, wie wir sahen, ihrem Bild bei schwächster Vergrößerung entsprechend „Körnchen“ und den Zellkern den „Zentralkreis“.

In einem im Jahre 1839 in der Schlesischen Gesellschaft für

vaterländische Kultur gehaltenen Vortrag hat Purkinje zum erstenmal in der biologischen Wissenschaft das Wort *Protoplasma* als Bezeichnung für die lebende Substanz der Zellen gebraucht. Auch hier ist aber der Ruhm seinen Händen entglitten. Erst als der Botaniker *Hugo von Mohl* 1846 in einer eindrucksvollen Darstellung des Standes der Dinge die Festlegung des Namens *Protoplasma* für den lebenden Zellinhalt forderte, wurde er allgemein angenommen. Erst durch *Hugo von Mohl* wurde *Protoplasma* für die Biologen ein Begriff und ein Programm zugleich, — ein Programm für Jahrhunderte!

Übrigens ist der Name *Protoplasma* nicht eine Wortschöpfung der Biologen, sondern der Theologen. Das Wort ist natürlich dem Griechischen entlehnt. Die alten Griechen kannten es aber nicht. Es ist vielmehr eine dichterische Neubildung des christlich-lateinischen Dichters des 6. Jahrhunderts *Venantius Fortunatus*. In einem seiner berühmten Passionslieder findet es sich zum ersten Male. Das Verbum *plasmare* wurde im Kirchenlateinischen für erschaffen (im Sinn der göttlichen Schöpfung) benützt, und mit *protoplasma* und *protoplastus* bezeichnete *Venantius Fortunatus* den lebenden Körper des ersten von Gott erschaffenen Menschen. Daß *Purkinje* den Ausdruck kannte, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß er ursprünglich Priester werden wollte und seine Jugenderziehung im Piaristen-Institut in Nikolsburg erhalten hat.

Zum weiteren Ausbau und zur Konsolidierung des Begriffes *Protoplasma* haben schon in der ersten Zeit die Protozoenforscher und unter ihnen ganz besonders der Franzose *Felix Dujardin* (1801—1860) sehr wertvolle Beiträge geliefert. Durch seine Forschungen wurden nicht nur die alten, damals noch allgemein verbreiteten Vorstellungen von der Organisation dieser niederen Tiere, die an sich zum Teil schon seit der Zeit *Leeuwenhoek's* (1632—1723) bekannt waren, zerstört, sondern auch über die physiologischen und chemischen Eigenschaften der lebenden Substanz der einzelligen Tiere, der *Sarcode*, wie sie *Dujardin* nannte, wertvolle und zum Teil ganz modern anmutende Befunde zusammengetragen, die weit über das hinausgingen, was etwa *Schwann* und *Schleiden* über die Eigenschaften des *Protoplasmas* der Gewebezellen wußten. *Dujardin's* diesbezügliche Verdienste scheinen mir umso größer zu sein, als er zu seinen Befunden in völliger Unabhängigkeit von

denen der ersten Zellforscher gelangt ist. Bis sich dann allerdings die Überzeugung durchsetzte, daß die Protozoen als einzellige Organismen aufzufassen sind, und daß die Sarkode ihres Körpers dem Protoplasma der Gewebezellen gleichzusetzen ist, verstrichen noch viele Jahre.

Überhaupt hat zunächst die junge Zellenlehre keine rasche Entwicklung durchgemacht. Einerseits führten die falschen Beobachtungen Schleidens zu seinen schon oben erwähnten schweren Niederlagen, andererseits wurden durch sie auch andere Forscher für Jahre und Jahrzehnte auf falsche Wege geführt.

Auf wütende Opposition stieß die Zellenlehre auch bei den Vitalisten der damaligen Zeit, die in allem organischen Geschehen nichts als die Äußerung der Lebenskraft sehen wollten. Durch sie sollte die Totalität und die Zielstrebigkeit des organischen Geschehens gewährleistet werden. Und wenn man nun den kleinen Körperchen, den Zellen oder wie man sie nannte, eine Art Eigenleben zuschrieb, wie sollte dann die Totalität des organischen Geschehens gewahrt bleiben? Da es aber — so folgerten sie weiter — eine Totalität wirklich gab, konnten die Zellen keine Selbständigkeit und keine Bedeutung besitzen und existierten vielleicht gar nicht.

Besonders hemmend wirkte es sich aus, daß man gerade in prinzipiell wichtigen Fragen zunächst einen falschen Weg eingeschlagen hatte, daß man z. B. die ausgeschiedenen toten Zellhüllen, wie die Zellulose-Wände mit ihrer verwirrenden Mannigfaltigkeit zum lebenden Zellkörper rechnete, daß man den gewöhnlichen Verlauf der Zellvermehrung und die Vorgänge bei der Reifung und Befruchtung des Eies erst nach langen, umständlichen Zickzackwegen richtig erkannte. Bis in diesen prinzipiellen Fragen das Wesentliche erkannt und Falsches über Bord geworfen war, vergingen ganze dreißig oder gar vierzig Jahre!

Dann erst waren mit einem Male die Wege nach allen Richtungen frei, und es begann jener beispiellose Siegeslauf, in dem in wenigen Jahrzehnten ganze große Wissensgebiete aufgebaut wurden: die normale und die pathologische Gewebelehre, die beschreibende und die experimentelle Entwicklungsgeschichte, die Protozoenforschung, die Lehre von den Krankheitserregern, die Zellphysiologie mit ihren interessanten befruchtenden Rückwirkungen auf ihre Hilfswissenschaft, die physikalische Chemie — alles sich immer weiter verfeinernd und vervollständigend bis zu

den minutiösen Forschungen unserer Tage über die Struktur des einzelnen Chromosoms und bis zu den Studien über die Struktur und die Dynamik der lebenden Substanz, die bis in molekulare Dimensionen vorstoßen. Dankbar müssen wir der Männer gedenken, welche diese grandiose Entwicklung in Gang gebracht haben, in stiller Ehrfurcht müssen wir aber auch bekennen, daß trotz der gewaltigen Arbeit von hundert Jahren noch eine unübersehbare Reihe von Zellproblemen ungelöst geblieben ist



W. D. Schickel