

12

Über Richtungen und Ziele der mikroskopisch-  
botanischen Forschung.

---

Rede

bei Antritt des Rectorats

gehalten in der Aula

der

Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität

am 15. October 1887

von

S. Schwendener.

---

Berlin 1887.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt),  
Universitäts-Straße 8.

Hochgeehrte Versammlung!

Das Universitätsleben der neueren Zeit hat in Folge der gesteigerten Arbeitstheilung und der schärferen Abgrenzung der Fachwissenschaften in mehr als einer Beziehung ein verändertes Gepräge erhalten. Die akademischen Feierlichkeiten, einst so gewichtig hervortretend durch die Zugkraft der Disputationen und öffentlichen Reden, haben diese Bedeutung längst verloren und sind überdies, soweit sie heute noch Lehrer und Lernende in größerer Anzahl zusammenführen, auf wenige Tage im Jahr eingeschränkt. Diesem Zuge der Zeit sind neuerdings auch die Antrittsvorlesungen, welche den neuberufenen Professoren Gelegenheit gaben, irgend eine Seite ihres Faches vor Collegen und Studierenden zu beleuchten, an manchen und gerade an den größeren Universitäten zum Opfer gefallen.

Dazu kommt, daß seit zwei bis drei Jahrzehnten ein wesentlicher und immer noch wachsender Theil der Lehrthätigkeit, für einzelne Disciplinen wohl der beste und wichtigste, sich in den Laboratorien, Instituten und Seminarien concentrirt hat. Den einleitenden Vorlesungen ist zwar die Aufgabe geblieben, ein ganzes

Wissensgebiet im Zusammenhange darzustellen und dadurch jedem tieferen Eindringen in dasselbe vorzuarbeiten; sie sind überdies in erster Linie, wenn auch je nach der Natur des Faches und der Persönlichkeit des Lehrers in verschiedenem Grade geeignet, nicht bloß den Verstand, sondern auch das Gemüth zu bilden und dadurch bestimmend auf Gesinnung und Lebensauffassung der Zuhörer einzuwirken. Aber das sichere Beobachten, das selbständige Sichten und Combiniren der Thatsachen, das verstandesgemäße Denken, — das alles wird doch hauptsächlich in den eben genannten Instituten, welche der speziellen Pflege des Fachstudiums gewidmet sind, gelehrt und gelernt.

So hat das Leben der Universitäten, während es an öffentlicher Wirksamkeit und äußerlichem Gepränge Einbußen erlitt, an Innerlichkeit und Tiefe entschieden gewonnen. Und der Gewinn ist größer als der Verlust. Dem akademischen Lehrer ist gegenwärtig in den Übungen und Kursen ein Arbeitsfeld geboten, welches die Förderung der selbständigen Forschung in viel reicherm Maße gestattet, als dies früher jemals der Fall war. Dagegen kommt derselbe in Folge dieses Umschwunges nur selten in die Lage, aus seiner stillen Wirkungssphäre hervorzutreten und vor einem größeren Kreise akademischer Genossen ein Bild der eigenen Thätigkeit oder der Errungenschaften seines Faches zu entwerfen.

In manchen Wissensgebieten ist es auch nicht ganz leicht, in der Gestaltung eines solchen Bildes den Ansprüchen des allgemeinen Verständnisses gerecht zu werden, und gerade die Naturwissenschaften erfreuen sich keineswegs einer leichten Zugänglichkeit. Während so manche Frage, die den Geschichts- und Alterthumsforscher, den Juristen oder Theologen beschäftigt, sofort allgemeines Interesse erregt, wird es dem Vertreter der Naturwissen-

schaften häufig schwer, die Leistungen und Bestrebungen auf seinem Specialgebiet gemeinverständlich darzulegen, und diese Schwierigkeit wird um so fühlbarer, je weniger die Probleme, mit denen er sich befaßt, ins praktische Leben eingreifen.

Zu diesen mehr theoretischen Gebieten, denen die allgemeine Theilnahme noch wenig zugewandt ist, gehört nun auch die wissenschaftliche Botanik. Was gegenwärtig unter diesem Namen gelehrt und gepflegt wird, liegt dem größeren Publicum gänzlich fern. Denn noch lebt in seiner Vorstellung der Botaniker früherer Zeiten fort, ein Mann, der Berg und Thal durchstreift, jedes Pflänzchen zu benennen und vielleicht außerdem noch anzugeben weiß, wozu es nütze ist.

Wenn ich es dessenungeachtet wage, den Gegenstand dieses Vortrages aus dem Ideenkreise der neueren botanischen Forschung zu wählen, so mag dies durch die Bedeutung, welche derselben für die Auffassung des organischen Lebens zukommt, einigermaßen gerechtfertigt erscheinen. Den Rahmen der Betrachtung gedenke ich hierbei, der leichteren Übersicht wegen, auf ein bestimmtes Theilgebiet einzuengen: es sind speziell die Richtungen und Ziele der mikroskopisch-botanischen Forschung, die ich in kurzen Umrissen zu schildern versuchen will.

Werfen wir zunächst einen flüchtigen Blick auf den Entwicklungsgang dieser Forschung im neunzehnten Jahrhundert, so war es vor allen Dingen das fertige Zellhautgerüste der Pflanzen, das einer gründlichen Untersuchung bedurfte. Die Vorstellungen, welche zu Anfang dieser Periode in Lehrbüchern und Abhandlungen wiederkehren, und die Fragen, mit denen man sich damals beschäftigte, beweisen zur Genüge, wie dürftig und unzuverlässig die Grundsteine waren, auf denen der Neubau der Phytotomie sich erheben sollte. Man wußte z. B. nicht, ob die schraubenlinig ver-

laufenden Fasern, welche die Wand der Spiralgefäße auskleiden und versteifen, selbst hohl sind und also besondere Gefäße bilden oder ob sie durch ihre Windungen zur Bildung eigener Kapseln dienen. Nach Kurt Sprengel, dem bekannten Geschichtschreiber der Botanik, wäre das Letztere der Fall. Seiner Darstellung zufolge kommt überdies den Spiralfasern, aus deren dicht aneinander liegenden Windungen die Gefäßwände bestehen sollen, eine Art peristaltischer Bewegung zu, auf welche er die vorkommenden Einschnürungen zurückführt — ein Irrthum, dem wir in den ersten Decennien des Jahrhunderts noch öfter begegnen. Derselbe Autor deutete die Stärkekörner in den Samenlappen der Bohne als Bläschen, welche er durch Wasseraufnahme wachsen und so neues Zellgewebe bilden liefs. Ferner sei beiläufig noch erwähnt, daß ein Zeitgenosse Sprengel's, Prof. Rudolphi in Berlin, noch im Jahre 1807 die vegetabilische Natur der Flechten und Pilze, die nach ihm durch Urzeugung entstehen, leugnete und selbst bei den grünen Fadenalgen Nichts zu sehen vermochte, was mit dem Pflanzenbau übereinstimmte.

Bei dieser Sachlage war es dringend nothwendig, die überlieferten unklaren Vorstellungen über die Beschaffenheit und die wechselseitigen Beziehungen der Elementarorgane zu prüfen und zu berichtigen und so die Lehre von der inneren Architectur der Gewächse von Grund aus neu zu gestalten. Die Lösung dieser Aufgabe nahm gegen vier Jahrzehnte in Anspruch. Erfolgreich begonnen von Bernhardi, Treviranus und Link in den Jahren 1804—1807, sodann wesentlich gefördert von Moldenhawer jun. (1812), fand sie ihren vorläufigen Abschluß zu Anfang der vierziger Jahre durch die Arbeiten Meyen's und Mohl's.

An dem raschen Aufschwunge, welchen die letztgenannten Autoren herbeiführten, hat allerdings die Vervollkommnung der

Mikroskope einen sehr erheblichen Antheil. Die Instrumente, mit denen Link und Treviranus beobachteten, gewährten bloß eine etwa 200malige Vergrößerung und gaben noch ziemlich verschwommene Bilder, während die seit 1830 aus den Werkstätten von Amici und Plössl bezogenen in der Vergrößerung das Doppelte erreichten und in Bezug auf Klarheit und Schärfe der Bilder alle früheren Leistungen weit übertrafen.

Auf die phytotomische Periode folgte die entwicklungsgeschichtliche. Die fertigen Gewebe hatte man ja so weit möglich kennen gelernt; es lag nahe, daß man nunmehr, weiter vordringend, nach ihrem Werden und Wachsen, d. h. nach ihrer Entwicklung fragte. Vorkämpfer dieser neuen Richtung waren Schleiden und Nägeli, wobei indess der erstere mehr anregend als bahnbrechend wirkte, indem seine voreiligen Lehren längst aufgegeben sind, während Nägeli die jetzt noch gültigen Grundsätze der Zellbildungstheorie aufstellte und mit ebenso nachhaltigem Erfolg auch die Entstehung der Organe und ihrer Gewebesysteme in den Kreis seiner Untersuchungen zog. Es waren durchaus neue Wege und Ziele, welche Nägeli der mikroskopischen Forschung vorzeichnete; sie zu verfolgen und für den Ausbau der Morphologie zu verwerten, ist seit mehr als 30 Jahren als eine der wichtigsten Aufgaben der Botanik anerkannt.

Zu den bleibenden Errungenschaften, die wir dieser neuen Richtung zu verdanken haben, gehört unter Anderem die genaue Kenntniß der Wachsthumsvorgänge, der Zelltheilungen und Zellstreckungen, beim Aufbau der Organe. Eine so weit gehende Gesetzmäßigkeit in Bezug auf Entstehungsfolge und Lage der neuen Zellwände, wie sie zuerst für niedere, dann für höhere Kryptogamen aufgedeckt wurde, hatte Niemand erwartet. Die Überraschung, welche die ersten grundlegenden Arbeiten hervorriefen,

war so groß und die neu eröffnete Perspektive so vielversprechend, daß man eine Zeit lang der zuversichtlichen Hoffnung lebte, eine künftige Entwicklungsgeschichte werde die ganze Gewebebildung auf eine Anzahl gesetzmäßig verlaufender und unter sich ebenso gesetzmäßig verknüpfter Zelltheilungsfolgen zurückführen, — eine Hoffnung, die sich allerdings bis jetzt nicht erfüllt hat und voraussichtlich niemals erfüllen wird.

Sodann führten die vergleichenden Untersuchungen über die Entwicklung der höheren Kryptogamen, insbesondere die Arbeiten Hofmeister's (1851), zur Entdeckung von Verwandtschaftsbeziehungen, von denen die bisherige Systematik sich Nichts hatte träumen lassen. Dahin gehört einmal der Nachweis, daß im Entwicklungsgang dieser Gewächse ein regelmäßiger Generationswechsel stattfindet, wie er kurz vorher auch im Thierreiche entdeckt worden war, dann die Verknüpfung dieser Erscheinungen mit analogen, aber bis dahin gänzlich unbekannten, welche die Samenbildung der Nadelhölzer betreffen, sowie die hierauf basirte Überbrückung der Kluft, welche die ältere Morphologie zwischen Kryptogamen und Phanerogamen gezogen hatte. Es sind das unbestritten Leistungen größeren Stils, denen die vorausgehende nachlinnéische Periode nichts Ebenbürtiges an die Seite zu stellen hat.

Noch könnte ich an die wichtigen Ergebnisse erinnern, mit welchen die Entwicklungsgeschichte unsere Kenntnisse über Befruchtung und Keimbildung bereichert hat, und außerdem würde ein vollständiger Abriss der bisherigen Bestrebungen noch einen dritten Zweig der mikroskopischen Forschung zu berücksichtigen haben: das Studium des molekularen Baues und der Wachstumsweise organisirter Gebilde. Ich glaube jedoch auf diese Fragen hier nicht weiter eingehen zu sollen, um dafür desto länger bei den Strömungen der Gegenwart verweilen zu können, von denen

namentlich die auf neue Ziele gerichteten unser besonderes Interesse verdienen.

Beginnen wir mit den anatomischen Studien im Dienste der Systematik. Obschon erst in jüngster Zeit ernstlich in Angriff genommen, haben dieselben durch die Fragen, welche im Hintergrunde der Untersuchung auftauchen, bereits eine gewisse höhere Bedeutung erlangt. Die Arbeit der beteiligten Forscher ist zwar vorläufig noch in erster Linie der Aufgabe gewidmet, den systematischen Werth anatomischer Merkmale zu prüfen und auf Grund der gewonnenen Anhaltspunkte die Familien des Pflanzensystems naturgemäßer, als es bis dahin möglich war, in Gattungen und Unterfamilien zu gliedern und von einander abzugrenzen. Und so lange die Forschung sich in diesen eng gezogenen Schranken bewegt, kann sie zwar bemerkenswerthe Erfolge erzielen, jedoch eine grössere Tragweite nicht beanspruchen. Man wird den Systematikern einige kleine Correcturen aufnöthigen, sich aber vorsichtig und bescheiden innerhalb der Familie halten; das System im Großen bleibt davon unberührt.

Wer jedoch das vorhandene thatsächliche Material unbefangen durchmustert, wird sich kaum der Überzeugung verschließen können, daß die vergleichende Anatomie früher oder später mit dem System selbst in Conflict kommen muß. Zweifel an der vielgerühmten Natürlichkeit desselben sind namentlich mit Rücksicht auf die Dicotyledonen schon öfter ausgesprochen worden, und in der That erweisen sich hier bei näherer Betrachtung nur die Familien und hie und da kleinere Familiengruppen als natürlich, d. h. durch die Gesamtheit der Charaktere abgegrenzt; alles Übrige ist ausschließlich auf Merkmale der Blüthen und Früchte basirt und muß daher als künstlich bezeichnet werden. Damit ist zugleich gesagt, daß eine solche Gruppierung unmöglich der Ausdruck ge-

netischer Beziehungen oder, wie man auf zoologischem Gebiet zu sagen pflegt, der Blutsverwandtschaft sein kann. Bezüglich der Blüthenformen ist im Gegentheil jetzt schon anerkannt, daß viele derselben nur als Anpassung an die bei der Bestäubung mitwirkenden Insekten und keineswegs als Kennzeichen gemeinsamer Abstammung zu deuten sind. So kehren z. B. die Blüthen mit Ober- und Unterlippe, mit langen Röhren oder Spornen etc. bei den verschiedensten Familien wieder, auch bei solchen, die offenbar weit auseinander liegenden Generationsreihen angehören.

Andere Merkmale, wie z. B. die sogenannte Medianstellung dimerer, d. h. aus zwei Carpellen gebildeter Fruchtknoten, sind mechanischen Einwirkungen zuzuschreiben. Die Blüthensprosse stehen nämlich in der Achsel eines Tragblattes, und die Stellung ihrer eigenen Blattorgane mit Einschluß der Carpelle ist durch Raum- und Druckverhältnisse bestimmt, welche in der Regel noch auf den entferntesten Abstammungslinien dieselben Figuren herbeiführen. So kommt es, daß von zehn beliebigen Pflanzen, welche nur zwei Carpelle in der Blüthe besitzen, jedenfalls neun das eine Carpell nach hinten gegen die Hauptaxe, das andere nach vorn gegen das Tragblatt verlegen, womit die erwähnte Medianstellung gegeben ist.

Es mag sein, daß gewisse morphologische Grundzüge, wie z. B. die Form und Stellung der Samenanlagen und die Beschaffenheit der Samen selbst, solchen äußeren Einflüssen häufig mehr oder weniger entzogen sind und sich daher durch lange Generationsreihen regelmäsig, wenn auch mit kleinen Modificationen vererben, in welchem Falle sie natürlich eine wirkliche Verwandtschaft andeuten. Empirische Belege für eine solche Annahme lassen sich aber einstweilen nicht beibringen, weil die Paläontologie uns gerade in Bezug auf Dicotylen über die genetisch zusammen-

hängenden Formenreihen der Vorwelt so gut wie keinen Aufschluß gibt. Wir können also nicht wissen, in welchem Umfange der gleichartige Bau dieser inneren Organe auf gemeinsame Abstammung hinweist. Ob z. B. die Centrospermen, welche durch die periphere Lage des Embryos ausgezeichnet sind, eine natürliche Gruppe bilden, erscheint mir zweifelhaft.

Ähnliche Zweifel haben allerdings auch den anatomischen Thatsachen gegenüber ihre volle Berechtigung. Es ist ganz sicher, daß gewisse Eigenschaften der Gewebe zuweilen in den heterogensten Generationsreihen wiederkehren, aus dem einfachen Grunde, weil sie für die Herstellung zweckmäßiger Einrichtungen die einzig mögliche Lösung darbieten. Die Übereinstimmung im anatomischen Bau steht in diesem Falle, sofern die Glieder verschiedener Reihen in Betracht kommen, in keinem Zusammenhang mit der Blutsverwandtschaft. So entwickeln z. B. die Moosstämmchen Skeletzellen, welche ganz mit denjenigen der Phanerogamen übereinstimmen. Und doch kann hier an gemeinsame Abstammung gar nicht gedacht werden. Denn die Moose zeigen einen ausgesprochenen Generationswechsel; ihr Lebenscyclus setzt sich aus zwei individuellen, morphologisch selbständigen Gebilden zusammen, von denen das eine den Weg von der Spore bis zur Eizelle, das andere die Ergänzung von der Eizelle bis wieder zur Spore darstellt. Im Moosstämmchen kommt nun gerade diejenige Generation zur Erscheinung, welche bei den höhern Gewächsen auf Null reducirt ist, so daß die Vererbung übereinstimmender Eigenschaften von diesen Stämmchen auf die Phanerogamen ausgeschlossen erscheint.

Unter solchen Umständen kann nur das vorsichtige Abwägen der Thatsachen, sowohl der morphologischen wie der anatomischen, allmählig zu einer tieferen Einsicht in die genealogischen Verwandt-

schaftsbeziehungen führen. Und soviel ist heute schon klar, daß der Stammbaum der Reproductionsorgane mit demjenigen der anatomischen Differenzirung nicht übereinstimmt. Voraussichtlich würden daher, selbst wenn die beiderseitigen Übergänge durch alle Perioden der Vorwelt hindurch bekannt wären, immer noch verschiedene Wege für die Combination derselben offen bleiben.

Bei dem heutigen Stande unserer Wissenschaft fehlen nun aber die empirischen Grundlagen, welche geeignet wären, über die Art der allmählichen Umprägungen, sowie über den schnelleren oder langsameren Verlauf derselben genügende Auskunft zu geben. Einige Vorkommnisse scheinen zwar die Vermuthung zu rechtfertigen, daß die Gewebe der Vegetationsorgane in hohem Grade veränderlich, die Formen der Blüthe und Frucht dagegen relativ constant seien; aber andere, nicht weniger bedeutsame Erscheinungen sprechen eher für das Gegentheil. Wahrscheinlich ist je nach den Umständen, welche die Pflanze beeinflussen, bald das eine und bald das andere der Fall.

Die im Vorhergehenden berührten Fragen sind gleichzeitig noch von einer andern Seite in Angriff genommen worden. Einige Forscher haben nämlich den Versuch gemacht, und nicht ohne bemerkenswerthe Erfolge, durch vergleichend-anatomische Betrachtung von Pflanzen, welche zu derselben natürlichen Gruppe gehören, aber an verschiedene Klimate angepaßt sind, den Einfluß der klimatischen Factoren direct zu ermitteln. Die Vergleichung erstreckte sich auf Arten derselben Gattung, auf Gattungen derselben Familie und auf die Eigenthümlichkeiten des Baues im Allgemeinen. Die Resultate dieser Untersuchungen stimmen darin überein, daß Trockenheit und starke Insolation — Eigenschaften, welche bekanntlich das Wüsten- und Steppenklime kennzeichnen — tiefgreifende Veränderungen im anatomischen Bau der vegeta-

tiven Organe hervorrufen. Nicht blofs das Hautgewebe, dem als schützender Hülle die am meisten exponirte peripherische Lage zukommt, ist bei Wüstenpflanzen aufsergewöhnlich verstärkt und mit mannigfachen Einrichtungen zur Abschwächung der Verdunstung ausgestattet; auch die inneren Theile haben auffallende Umgestaltungen erfahren.

Merkwürdiger Weise sind diese Veränderungen von den betreffenden Autoren in ganz entgegengesetztem Sinne gedeutet worden. Während die einen von der Fortsetzung solcher Studien eine Reform der Systematik erwarten, stellen sie die andern zwar als physiologisch wichtig, aber für den Ausbau des Systems als bedeutungslos hin. Zu Gunsten der ersteren Ansicht spricht die Thatsache, dafs die anatomischen Merkmale, welche unter dem Einflufs des Wüstenklimas entstanden sind, sich zweifellos auf die Nachkommen vererben, auch wenn diese unter völlig veränderten Bedingungen, z. B. im Gewächshause, gezogen werden. Die klimatischen Factoren bewirken also mit Rücksicht auf den inneren Bau die Abzweigung neuer Stammlinien, welche mit der steigenden Zahl der Generationen zu immer gröfseren Differenzen in der Ausgestaltung und Lagerung der Gewebe führen müssen. Warum sollten die Gegensätze der Architectur nicht endlich so grofs werden können, dafs die gemeinsamen Züge für unsere Wahrnehmung verloren gehen?

Von der anderen Seite wird dagegen mit Nachdruck hervorgehoben, dafs die Merkmale der Reproductionsorgane den klimatischen Einflüssen gegenüber eine grofse Widerstandsfähigkeit besitzen und daher wohl als die systematisch wichtigeren oder als die einzig brauchbaren zu betrachten seien.

Die bisherigen Untersuchungen sind leider nicht ausreichend, um in dieser Frage einen bestimmten Standpunkt einnehmen zu

können. Nur soviel scheint mir aus den Thatsachen mit einiger Sicherheit hervorzugehen, daß man die relative Constanz der Blüthen- und Fruchtmerkmale im Allgemeinen zu stark betont hat. Wie läßt sich diese angebliche Constanz mit den allbekannten Verschiedenheiten vereinbaren, welche häufig genug innerhalb derselben Familie oder derselben als natürlich bezeichneten Ordnung vorkommen? Man denke z. B. an unsere Nadelhölzer, an Kiefer und Fichte, Wachholder und Eibisch, wo das Verhältniß sich geradezu umkehrt, indem dieselben im anatomischen Bau eine auffallende Einförmigkeit, in den Fruchtformen aber eine überraschende Vielgestaltigkeit zeigen. Will man hier die verschiedenen Generationsreihen auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, so müssen die Fruchtformen sich offenbar rascher verändert haben, als die Eigenschaften der Gewebe.

Von solchen Erwägungen ausgehend, darf man immerhin die Möglichkeit im Auge behalten, daß gewisse äußere Factoren gerade die Reproductionsorgane vorwiegend zu beeinflussen und deren Variabilität zu steigern vermögen. Jedenfalls hat diese neuere, dem Ausbau des natürlichen Systems zugewandte Forschung keine Veranlassung, ihre Ziele kleinlaut preiszugeben und wieder in die überlieferten Bahnen einzulenken.

Ich komme jetzt zur anatomisch-physiologischen Richtung, die man in gewissem Sinne auch wohl die teleologische nennen kann. Ihr liegt in der That in wesentlichen Punkten dieselbe Auffassung zu Grunde, welche schon der Teleologie des Alterthums vorschwebte und die insbesondere für die Betrachtung des menschlichen Organismus und seiner Gewebe, der „partes similes“, lange Zeit maßgebend blieb. Daß sie auch heute noch, einem viel reicheren Material gegenüber, ihre volle Berechtigung hat, kann im Ernste nicht bezweifelt werden; die Gegenwart verlangt höch-

stens eine strengere Begründung der angenommenen Zweckdienlichkeit. Trotzdem ist diese Richtung im Gebiet der Pflanzenhistologie erst in neuester Zeit zur Geltung gekommen, erfreut sich nun aber einer um so rascheren Förderung ihrer Aufgaben. Gestützt auf den Nachweis, daß die vergleichende Betrachtung des Pflanzenskeletes nur dann zu einem tieferen Verständniß führt, wenn die Eigenart des Baues und der Anordnung einzelner Theile auf die Principien der Festigkeitslehre zurückgeführt wird, hat die anatomisch-physiologische Forschung der Reihe nach die verschiedenartigsten Gewebe in analoger Weise nach Gründen der Zweckmäßigkeit zu deuten gesucht, und sie ist noch fortwährend bestrebt, überall den Zusammenhang zwischen Bau und Function aufzudecken.

Inwieweit diese Bestrebungen bereits zuverlässige Resultate erzielt haben, will ich hier nicht untersuchen. Nur soviel mag anzudeuten gestattet sein, daß im Allgemeinen eine definitive Lösung der einschlägigen Fragen stets um so leichter gelingt, je näher sich dieselben an bekannte technische Probleme anschließen und je genauer die Vorgänge bekannt sind, die sich im gegebenen Object abspielen. In Bezug auf das vorhin erwähnte Skelet der Pflanzen ist beispielsweise einleuchtend, daß es den Ansprüchen auf Zug- und Biegungsfestigkeit nur genügen kann, wenn es den von der Mechanik hierfür aufgestellten Bedingungen entspricht. Hier bewegt sich also die Forschung auf einem festen Boden, den ihr die technischen Wissenschaften bereitet haben. Die Pflanze construirt zweifellos nach denselben Regeln wie die Ingenieure, nur daß ihre Technik eine viel feinere und vollendetere ist. Ja man darf dreist behaupten, daß, wenn auf andern Weltkörpern ähnliche Organismen vorkommen wie auf der Erde, die statischen Bedingun-

gen der Festigkeit auch bei diesen in übereinstimmender Weise erfüllt sein müssen.

Ebenso sind die Eigenschaften der wasserleitenden Gewebestränge, insbesondere der sogenannten Gefäße und Tracheiden, in mancher Hinsicht verständlich, d. h. den bekannten Bedingungen rationeller Construction entsprechend gebaut. Man begreift z. B., daß luft- oder wasserführende Röhren, welche dem oft sehr beträchtlichen Drucke der umgebenden Gewebe ausgesetzt sind, eine gewisse Wanddicke besitzen oder aber durch vorspringende Leisten verstärkt sein müssen, um diesem Drucke widerstehen zu können. Ein Spiral- oder Netzgefäß mit seinen nach innen vorspringenden Versteifungsfasern ist im Grunde ähnlich gebaut, wie eine Kautschukröhre mit eingeschobener Drahtspirale, und eben darum verständlich. Man begreift ferner, daß alle diese wasserführenden Röhren durch besondere Verkehrswege mit den benachbarten Parenchym-Zellen communiciren, weil aus diesen das Wasser einströmt, welches jene Röhren fortleiten sollen. Damit sind indessen die Einzelheiten im anatomischen Bau der Leitgewebe noch keineswegs erschöpft, und es darf nicht verschwiegen werden, daß manche derselben ihrer Bedeutung nach nur mangelhaft oder gar nicht erforscht sind. Der Mikroskopiker hat hier mit dem Übelstand zu kämpfen, daß seine Präparate ihm nur die starren Zellwände und den ruhenden Inhalt, aber nicht die im Leben vorkommenden Bewegungen zeigen; auch handelt es sich meist um Einrichtungen und Vorgänge, für welche die Hydraulik keine Parallelen bietet.

Ähnlichen Lücken begegnen wir auch in der Lehre von den grünen, assimilirenden Geweben, welchen bekanntlich die für das Pflanzenleben charakteristische Function übertragen ist, aus unorganischem Material organische Verbindungen herzustellen. Da dieser Proceß sich nur unter Mitwirkung des Lichtes vollzieht und

überdies von der Thätigkeit der grünen Körner abhängt, welche in Mehrzahl die Innenfläche der Zellhaut bekleiden, so ist damit allerdings eine sichere Handhabe für das Verständniß der Lage und des Baues assimilirender Gewebe gegeben. Es ist vor Allem einleuchtend, daß eine ausgiebige Verwerthung des Lichtes im Allgemeinen nur möglich ist, wenn diese Gewebe an der belichteten Oberfläche der Organe, d. h. unmittelbar unter der Epidermis liegen. Die Bedeutung der Wandfläche für die arbeitenden Chlorophyllkörner läßt ferner gewisse Formverhältnisse der Zellen, wie z. B. die einspringenden Falten oder unvollständigen Scheidewände, begreiflich erscheinen. Denn diese Faltenbildung ist hier offenbar eines der Mittel, welche die Pflanze zur Anwendung bringt, um die verfügbare Wandfläche zu vergrößern; es ist dasselbe, welches bekanntlich auch im Großen, in Ausstellungsräumen, Kunstgalerien etc. eine vollständigere Verwerthung des Raumes gestattet.

Erwägt man ferner, daß die im grünen Gewebe entstandenen Assimilationsproducte den ableitenden Gefäßsbündeln, in Blattorganen den sogenannten Rippen und Adern zufließen müssen, um von diesen nach den Verbrauchs- und Speicherungsstätten befördert zu werden, so erscheinen auch die continuirlichen Zellenzüge, welche von der Oberfläche nach den tiefer liegenden Leitbündeln convergiren, dem Zwecke der Abfuhr entsprechend gebaut. Man sieht überdies ohne Weiteres ein, daß die zahlreichen Luftlücken, welche das grüne Gewebe durchziehen, die angedeuteten Abfuhrwege nirgends unterbrechen dürfen. In all' diesen Punkten liegt demgemäß die Beziehung zwischen Bau und Function offen zu Tage.

Das Assimilationsgewebe bietet aber andererseits noch Besonderheiten und Gegensätze genug, die bis jetzt eine definitiv abschließende Deutung nicht erfahren haben. Wir kennen z. B. die bereits erwähnten Umgestaltungen, welche es unter dem Einfluß

des Wüstenklimas erleidet; wir sind aber nicht im Stande, die biologische Nützlichkeit derselben vollständig zu übersehen.

Aus diesen Andeutungen geht wohl zur Genüge hervor, daß die anatomisch-physiologische Forschung sich mit Problemen befaßt, die zwar selten einer erschöpfenden, aber doch immer einer theilweisen Lösung fähig sind und die innerhalb bescheidener Grenzen eine solche auch schon gefunden haben. Und mit dieser theilweisen Lösung ist schon viel gewonnen; sie für die sämtlichen Gewebe und localen Veranstaltungen anzustreben und nach Umfang und Tiefe mehr und mehr zu vervollkommen, wird voraussichtlich noch lange eine ernste und dankbare Aufgabe bleiben.

Eine dritte Forschungsrichtung, die aber bis dahin nur mit isolirten Untersuchungen über sehr verschiedenartige Dinge hervorgetreten ist, kann als die mechanisch-physikalische bezeichnet werden. Sie strebt die höchste Erkenntnißstufe an, welche auf naturwissenschaftlichem Gebiete möglich ist: die Erkenntniß des causalen Zusammenhanges. Aber leider haben sich bis jetzt nur wenige Charakterzüge, sei es der äußeren Gestaltung oder des inneren Baues der Pflanzen, so weit gehenden Bestrebungen zugänglich erwiesen; es sind meistens solche, für welche das Vorhandensein von Druck- und Zugwirkungen oder von hydrostatischen Gleichgewichtserscheinungen von vorn herein wahrscheinlich war, wo es sich also nur darum handelte, diese Wirkungen sicher zu constataren und nach bekannten mechanischen Principien zu verfolgen.

Die ersten Untersuchungen dieser Art lieferte vor etwa 30 Jahren Nägeli in dem bekannten Werke über die Stärkekörner, indem er die vorwiegende Einlagerung neuer Substanzmoleküle in der Richtung des Schichtenverlaufes als die Ursache radialer Zugspannungen hinstellte und diese letzteren mit der Vermehrung der Schichten beim Wachsthum in einen causalen Zusammenhang brachte. Die

angenommene Einlagerung (Intussusception), von welcher die Darstellung ausgeht, wurde allerdings nicht direct beobachtet, sondern aus verschiedenen Thatsachen erschlossen und darum von Andern auch schon bestritten; die daraus abgeleiteten Spannungen aber sind wirklich vorhanden und es läßt sich beweisen, daß sie unter Umständen mit mathematischer Nothwendigkeit zur Schichten- oder Lamellenbildung führen müssen. Insofern ist die Nägeli'sche Wachstumstheorie Schritt für Schritt streng physikalisch durchgeführt und eben deshalb den neueren Appositionshypothesen weit überlegen.

Zu den Vorkommnissen, über welche mechanische Studien vorliegen, gehören ferner die Verschiebungen, welche im Gewebe der Baumstämme durch die Spannung der Rinde entstehen, sobald das Wachstum in die Dicke auf einer Seite vorwiegt, hier also breitere Jahrringe erzeugt. In diesem Falle ist nämlich auch die Rinde auf dieser bevorzugten Seite stärker, auf der entgegengesetzten schwächer gespannt, und in Folge dessen werden die radialen Zellreihen des noch in der Ausbildung begriffenen Holzes nach den Orten stärkerer Spannung hinübergezogen. Eine ähnliche gesetzmäßige Ablenkung strahlenförmiger Gewebelamellen findet statt, wenn zwei dicht neben einander stehende Bäume sich gegenseitig drücken und endlich verwachsen oder wenn eine Wurzel sich durch die Spalte einer Mauer drängt und unter dem fortwährenden Drucke derselben allmählig dicker wird. In beiden Fällen — und in manchen anderen verwandter Art — entstehen Curvensysteme, welche einer streng mathematischen Behandlung fähig sind.

Ebenso ist es gelungen, die Stellungsverhältnisse seitlicher Organe zum Theil auf mechanische Principien zurückzuführen. Die älteren Autoren, welche vor etwa 50 Jahren dieses wichtige Gebiet der Morphologie zum ersten Mal grundlegend behandelten, hatten sich ausschliesslich auf die Darlegung der geometrischen und arith-

metischen Beziehungen beschränkt, wie sie an Tannzapfen, Sonnenblumen und ähnlichen Objecten hervortreten. Die Causalitätsfrage wurde dabei nicht einmal gestreift, weil sie dem Gedankengange jener Forscher durchaus ferne lag. Heute wissen wir, daß die merkwürdigen Zahlenverhältnisse, deren Kenntniß wir diesen älteren Arbeiten zu verdanken haben, durch mechanische Momente bedingt sind und daß alle Stellungsänderungen, die wir z. B. an der Sonnenblume von den ersten Blattgebilden des Embryos an bis zu den zierlichen Spiralen der Fruchtscheibe beobachten, sich in einem durch den Causalnexus bestimmten Geleise bewegen.

Durch dieselbe Betrachtungsweise, angewandt auf die Quellungs- und Austrocknungserscheinungen der Zellmembran und auf die hydrostatischen Druckwirkungen des Zellsaftes, sind auch die mannigfachen Vorgänge der Samenausstreuung, die Krümmungs- und Drehbewegungen hygroskopischer Pflanzentheile, sowie das Öffnen und Schließen der Stomata, dieser Regulatoren der Luftcirculation, in ein klareres Licht gestellt worden. Hier liegt es übrigens in der Natur der Dinge begründet, daß die mikroskopische Forschung nicht selten in die experimentell-physiologische hinübergreift oder von dieser unterstützt wird.

Das laufende Jahr hat uns endlich beachtenswerthe, wenn auch vielleicht nicht mit der nöthigen Strenge durchgeführte Versuche gebracht, welche darauf abzielen, die Wandbildung in den Zellen mit den Gesetzen in Beziehung zu bringen, welche die Physik für die Trennungslamellen in einem System von Seifenblasen oder Flüssigkeitstropfen aufgestellt hat. Die beiden Inhaltspartien, welche sich als werdende Zellen von einander absondern, würden sich hiernach verhalten, wie ein Öl- und ein Wassertropfen von entsprechender Gröfse, wenn man sich dieselben im Lumen der Mutterzelle zusammengepreßt denkt. Für solche Flüssigkeitstropfen

gilt nun aber der Satz, daß ihre Berührungsfläche unter allen Umständen eine Fläche *minimae areae* ist. In einem würfelförmigen Raum müßte dieselbe folgerichtig, so lange die beiden Tropfen gleich oder doch nicht zu ungleich sind, einer Seite des Würfels parallel verlaufen. Ist dagegen der eine dieser Tropfen viel kleiner als der andere, so wird die Grenzfläche nothwendig ein Cylinderquadrant, dessen Axe mit einer Würfelkante zusammenfällt, und im extremsten Fall zum Achtel einer Kugelfläche mit einer Würfecke als Centrum. In gleicher Weise würde also auch die neu entstehende Wand in der lebenden Zelle je nach Umständen bald geradlinig mitten hindurchgehen, bald in bogenförmigem Verlauf eine Kante oder Ecke abschneiden.

Wenn sich diese Betrachtungsweise bewährt, so ergeben sich hieraus für die Veränderungen, welche die Pflanze im Verlaufe der Generationsreihen erfahren kann, nicht unwichtige Schlüsse. Dann würden nämlich gewisse Zelltheilungen, welche für den Aufbau der Organe lange Zeit typisch bleiben, plötzlich nach einem andern Schema erfolgen können, obgleich die Form- und Größenverhältnisse der Organe sowohl wie der einzelnen Zellen nur ganz allmähliche Übergänge zeigen. Demgemäß wäre fortan die Möglichkeit eines sprungweisen Typenwechsels in Bezug auf Zelltheilungsvorgänge nicht mehr von der Hand zu weisen und der alte Spruch: „*natura non facit saltus*“ hätte für die Stammesgeschichte nur noch bedingte Geltung.

Es wäre voreilig, über diese Bestrebungen jetzt schon ein bestimmtes Urtheil fällen zu wollen; nur das Eine ist allerdings vorauszusehen, daß die bleibenden Erfolge sich nur auf einen Theil der betreffenden Vorkommnisse und stets nur auf diejenigen Eigenschaften des Plasmas beschränken werden, welche dasselbe mit beliebigen leblosen, flüssigen und halbflüssigen Substanzen ge-

mein hat. Die eigentlichen Lebensvorgänge, wie z. B. schon die Differenzirung des Zellinhaltes in zwei gesonderte Tropfen, dann die complicirten Erscheinungen der Kerntheilung und die Entstehung der Zellhaut bleiben nach wie vor unaufgeklärt, und täusche ich mich nicht, so sind alle Bemühungen, die mechanisch-physikalische Betrachtung auch auf diese Gebiete auszudehnen, zur Zeit von vorn herein als verfrüht und darum als fruchtlos zu bezeichnen.

Viel größer als die Gefahr fruchtloser Anstrengungen ist übrigens in solchen Fragen diejenige der Selbsttäuschung. Wer ein klar erfaßtes Ziel durch ernste Arbeit zu erreichen bestrebt war, dann aber auf Schwierigkeiten stieß, die er als unüberwindlich erkannte, hat dabei zum Mindesten eine werthvolle Einsicht gewonnen, und die Fachgenossen werden es ihm danken, wenn er seine Erfahrungen zur Kenntniß Aller bringt. Wer dagegen die vorhandenen Schwierigkeiten gar nicht sieht und am Ende Alles erklärt zu haben glaubt, während er im Grunde nur unverstandene Vorgänge beschreibt, wird die mechanisch-physikalische Forschung sowohl auf experimentellem als auf mikroskopischem Gebiet eher zu verwirren als zu fördern im Stande sein.

So ist es z. B. eine offenbare Selbsttäuschung, wenn man die Veränderungen in der Gewebestructur, welche durch äußere Einflüsse inducirt werden, einfach als die Wirkungen dieser letzteren hinstellt und damit den verborgenen Causalnexus enthüllt haben will. Zwar sind es allerdings Wirkungen, die man beobachtet; aber zwischen ihnen und der zugehörigen Ursache liegt das ganze Räderwerk des Organismus, eine lange Reihe von unbekannten Zwischengliedern, deren Ineinandergreifen unserem Denken somit völlig entzogen bleibt. Wenn also die Pflanze auf einen äußern Anstoß in bestimmter Weise reagirt, so sehen wir bloß diesen

letzten Effekt eines im Übrigen geheimnißvollen Spiels, das Endglied einer langen Reihe von Erscheinungen; aber Niemand kann sagen, wie die causale Verkettung zwischen Anfang und Ende beschaffen ist. Untersuchungen der angedeuteten Art sind daher nicht der causal erklärenden, sondern der constatirenden Physiologie zuzuweisen.

Der mechanisch-physikalischen Richtung schließt sich die chemisch-physiologische an. Ihre Ausgangspunkte bilden vorzugsweise die Thatsachen der Ernährungsphysiologie, in deren Bereich zum großen Theil auch die zu lösenden Aufgaben gehören. Was die Chemie über die nothwendigen Nährstoffe, über Entstehung, Umbildung und Wanderung der organischen Verbindungen von Theodor de Saussure bis auf Liebig und die Gegenwart festgestellt hat und fernerhin feststellen wird, soll durch das Eingreifen der Botanik nach verschiedenen Seiten gefördert, vertieft und erweitert werden. Die Anwendung des Mikroskops gestattet nämlich die Behandlung von Fragen, welche für die makrochemische Untersuchung unzugänglich sind, deren Förderung überdies ohne fachmännisch-botanische Schulung kaum möglich wäre.

Die chemisch-physiologische Forschung hat denn auch bereits in manchen Fragen der Mikroskopie bemerkenswerthe Resultate aufzuweisen. Sie hat die herkömmlichen Ansichten über die Rolle des grünen Farbstoffes bei der Kohlenstoff-Assimilation erschüttert, die Oxydationsvorgänge in der lebenden Zelle direct beobachtet und die Beziehungen beider Processe zum Licht einer schärferen Controlle unterzogen; sie hat ferner die Erscheinungen des Stoffwechsels und der Stoffwanderung in den Geweben selbst verfolgt, die chemischen Eigenschaften der Zellhäute und des Zellinhaltes genauer ermittelt, für die Spermatozoen der Moose und Farne die Abhängigkeit der Bewegungsrichtung von bestimmten

chemischen Reizen nachgewiesen und Anderes mehr. Und doch sind die Mittel, über welche diese Forschungsrichtung verfügt (ob schon sie gelegentlich auch zur Rüstkammer der Physik ihre Zuflucht nimmt), einstweilen noch ziemlich dürftig und unvollkommen. Ihre künftige Entwicklung wird daher in erster Linie von der Ausbildung der mikrochemischen Methoden, mittelbar aber auch von den Fortschritten der organischen Chemie abhängen.

Noch wäre zur Vervollständigung der Ziele, welche die botanisch-mikroskopische Forschung der Gegenwart verfolgt, eine grössere Zahl von Arbeiten zu berücksichtigen, welche den bis dahin besprochenen Richtungen nicht angehören und daher besondere Abzweigungen bilden. Die einen derselben beziehen sich auf das große Gebiet der Kryptogamenkunde, dieser unerschöpflichen Fundgrube neuer Formen und Lebensbeziehungen, andere auf die Entwicklung und die feinere Anatomie der Zelle und ihrer Inhaltsgebilde, wieder andere auf die physikalischen Eigenschaften der organisirten Verbindungen u. s. w. Da jedoch alle diese Richtungen nur die unmittelbare Fortsetzung von älteren bilden, welche bis in die vierziger und dreissiger Jahre zurückreichen, so mag es genügen, hier auf einige neue, besonders beachtenswerthe Resultate hinzuweisen.

Specielle Erwähnung verdienen vor Allem die von Botanikern und Zoologen ausgeführten Untersuchungen über Kerntheilung, weil sie die Gestaltungsvorgänge der Zelle von einer ganz neuen Seite beleuchten und Thier- und Pflanzenreich auch in diesem Punkte durch ein gemeinsames Band mit einander verknüpfen. Obschon in Bezug auf Causalverhältnisse völlig unaufgeklärt und in den Einzelheiten auch teleologisch unverständlich, lassen die erhaltenen Ergebnisse, combinirt mit denjenigen über Befruchtung, doch deutlich genug erkennen, daß nur bestimmte Theile des

Plasmaleibes als formbestimmende Einrichtungen aufzufassen und daß nur diese bei den Wachstums-, Vererbungs- und Befruchtungsvorgängen activ betheiligt sind.

Von erheblicher Bedeutung ist ferner die Beobachtung, daß der plasmatische Inhalt lebender Zellen, obgleich anscheinend durch Cellulosemembranen ringsum abgeschlossen, dennoch mit demjenigen der Nachbarzellen mittelst feiner Fäden in Verbindung steht. Das Plasma der Gewebe bildet also in Wirklichkeit ein zusammenhängendes Netzwerk, in welchem die von einem beliebigen Punkt ausgehenden Reize sich ähnlich, wie im Nervensystem der Thiere, fortpflanzen können. Wie das geschieht, wissen wir darum freilich noch nicht; aber für unsere Vorstellung ist doch wenigstens die Schwierigkeit einer tausendfachen Unterbrechung der leitenden Substanz durch heterogene Wände aus dem Wege geräumt.

Bezüglich der Membranbildung ist drittens constatirt worden, daß die Cellulosehaut in vielen Fällen durch Neubildung von Lamellen vom Plasma aus an Dicke zunimmt, so z. B. bei manchen Bast- und Holzfasern, bei den Steinzellen des Parenchyms u. a. Die Bedeutung dieser Vorkommnisse, welche auf den ersten Blick allerdings der traditionellen Lehre vom Wachstum durch Intussusception direct zu widersprechen scheinen, wurde indess von manchen Autoren nicht strenge genug abgewogen. Sie beweisen bei näherer Prüfung viel weniger, als man anzunehmen geneigt war. Denn da die neugebildeten, tapetenartig über einander gelegten Lamellen selbst wieder eine meßbare Dicke besitzen, so ist mit dem Nachweis der Einschachtelung die eigentliche Wachstumsfrage, d. h. die Alternative, ob für die Dickenzunahme homogener Schichten Apposition, wie s. Z. Mohl lehrte, oder Intussusception im Sinne Nägeli's anzunehmen sei, noch keineswegs erledigt, und soweit die Sachlage jetzt schon ein Urtheil gestattet, sind dem so

zuversichtlich unternommenen und heute noch fortdauernden Ansturm gegen die Nägeli'sche Auffassung mehr als partielle Erfolge nicht in Aussicht zu stellen.

Endlich sei mit wenigen Worten noch des Aufschwunges gedacht, den die Kenntniß der Kryptogamen im Allgemeinen und der kleinsten Organismen im Besonderen genommen hat. Die mikroskopische Forschung hat nicht bloß die Systematik der Thallophyten, der Algen, Pilze etc. bereichert und theilweise umgestaltet, sondern auch die Kenntniß der allgemeineren Lebensverhältnisse dieser Gewächse, unter Anderem der Beziehungen niederer Parasiten zu gewissen Krankheiten der Pflanzen und Thiere, mit rastloser Energie weiter gefördert. Es ist nur eine Folge dieser concentrirten Thätigkeit auf einem zugleich practisch wichtigen Gebiete, wenn sich in neuester Zeit die Biologie der Bakterien, dieser auch dem Menschen gefährlichen Krankheitserreger, zu einer selbständigen und umfangreichen Disciplin erhoben hat, die ihren besonderen Fachmann verlangt. Auf ihrem Boden haben Botanik und Medicin, deren Wege ja sonst mehr und mehr getrennt verlaufen, wieder ein gemeinsames Arbeitsfeld gefunden.

Soll ich zum Schlusse das Ergebniß ziehen, so hat die botanisch-mikroskopische Forschung, ganz abgesehen von den morphologisch-systematischen Studien, die Erscheinungen des Lebens und die körperlichen Apparate, in denen sie ihren Verlauf nehmen, nach den verschiedensten Richtungen untersucht und ist dabei je nach der Natur des Gegenstandes hier zu einer höheren, dort zu einer weniger hohen Erkenntnißstufe vorgedrungen. Einige Vorgänge sind mechanisch-physikalisch erklärt, zahlreiche histologische Eigenthümlichkeiten der Gewebe in Bezug auf statische oder dynamische Leistungsfähigkeit als zweckmäfsig und rationell erkannt, die chemischen Processe in der Pflanze wenigstens theilweise er-

forscht und die unverstandenen Differenzirungen im Plasma und in der Zellhaut soweit als möglich analysirt. Bezüglich der letztgenannten Lebensäußerungen ist freilich durch die analysirende Beobachtung weiter nichts erreicht, als daß sie uns kleinste körperliche Gebilde und deren Bewegungen vor Augen führt, also gleichsam einen Blick in das Innere einer Maschinerie gestattet, die wir gesetzmäßig arbeiten sehen, ohne den Mechanismus derselben im Geringsten zu kennen.

Aber wie die Betrachtung einer beliebigen Maschinenthätigkeit selbst dem Laien die Vermuthung nahe legt, daß jeder Theil der Maschine einen bestimmten Zweck erfülle und daß umgekehrt jede Kraftäußerung von einer hierfür bestimmten körperlichen Vorrichtung ausgehe, so drängt sich auch dem Mikroskopiker fast unwillkürlich die Ansicht auf, daß die Plasmagebilde, die er bei den Gestaltungsvorgängen betheiligt sieht, ebensolche Apparate von bestimmter Construction darstellen oder, wie man zu sagen pflegt, eine eigenartige Organisation besitzen. Diese eigenartige Organisation des Stoffes wird alsdann — so kann weiter gefolgert werden — stets nur eine dieser Eigenart entsprechende Bewegung gestatten, und diese Bewegung muß ihrerseits wieder eine fortlaufende Organisation des neu hinzu kommenden Stoffes bedingen. Organisation und Lebensproceß erscheinen von diesem Standpunkte aus innig mit einander verknüpft, und es ist undenkbar, daß im Entwicklungsgange des Individuums irgend ein Schritt stattfindet, der nicht durch die gegebene Ordnung des Stoffes mechanisch bewirkt würde. Es gibt in diesem Vorstellungskreise keine Wirkungen ohne Ursachen. Und wie der Keim, von dem die Entwicklung ausgeht, so verhält sich auch derjenige, der sich von der fertigen Pflanze ablöst, um zu einem neuen Wesen heranzuwachsen: er erbt den geordneten Stoff und überträgt damit die geord-

nete Bewegung auf das neue Individuum. Und so fort von Geschlecht zu Geschlecht, jedoch immer mit kleinen Variationen, die im Ganzen eine aufsteigende Tendenz verrathen.

So wäre denn die ganze Entwicklung des organischen Lebens im Grunde nur ein causales Geschehen, durch welches die individuellen Erscheinungsformen gleichsam von Stufe zu Stufe zu immer reicherer Ausgestaltung emporgeführt werden.

Dafs solche, dem Causalbedürfnis entgegenkommende Vorstellungen eine gewisse Berechtigung haben, kann um so weniger bestritten werden, als dieselben sich unmittelbar an die beobachteten Bewegungen und Formveränderungen kleinster Theilchen im lebenden Plasma anlehnen. Wir dürfen aber doch nicht vergessen, dafs Vorstellungen noch keine Thatsachen und keine Erkenntnisse sind und dafs in Wirklichkeit sowohl die Natur der Kräfte, welche die belebten Inhaltsgebilde erregen, wie das Ineinandergreifen der molekularen Constructionstheile gänzlich unbekannt ist. Wollen wir also den Anforderungen mechanisch-physikalischer Forschung gerecht werden und jede Selbsttäuschung vermeiden, so ist das Geständnis unabweislich, dafs diese strengere Betrachtungsweise in Bezug auf die Lebenserscheinungen im Plasma noch keine Erfolge erzielt hat.

Aber sollen wir deshalb den Muth verlieren oder uns über die Lücken unseres Wissens mit naturphilosophischen Redensarten hinwegtäuschen? Keines von Beiden. Die mikroskopische Forschung kann mit Befriedigung zurückblicken auf eine an Erfolgen reiche Vergangenheit und darum auch mit Zuversicht hinaus in die Zukunft. Je klarer sie die vorhandenen Schranken erkennt und je strenger sie ihr Augenmerk nur dem Erreichbaren zuwendet, desto zuverlässiger sind die Resultate. Was sie preisgibt an weltumfassenden Ideen und an lockenden Gebilden der Phantasie, wird

ihre reichlich ersetzt durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt. Darum geht sie ruhigen Strebens ihren Weg, wohl wissend, daß sie das höchste Ziel nie ganz erreicht, aber sicher, ihm stetig näher zu rücken. Unbekümmert um Dinge, die der Verstand doch nicht zu erfassen vermag, läßt sie sich genügen an dem Bewußtsein, der Wissenschaft eine fortschreitende Entwicklung zu sichern, in welcher die Gewähr ewiger Jugend liegt.

Und ist nicht fortschreitende Entwicklung das Beste, was wir auch sonst im Leben erstreben, was wir für Andere wünschen können? Zumal unseren jungen Commilitonen wüßte ich zum Beginn des Studienjahres kein schöneres Ziel anzuempfehlen, als das eben genannte: nicht ein bestimmtes, abgeschlossenes Wissen, sondern ein stetes Wachsen der Einsicht und der Geistesreife. Ich kann den Glauben nicht nähren, daß in den Hörsälen der Universität jene volle und unverhüllte Wahrheit verkündet werde, nach der wohl manches jugendliche Gemüth in ahnungsvoller Begeisterung dürstet. Der Hauptgewinn der Universitätsbildung besteht in Wirklichkeit weniger in der Aneignung einer gewissen Summe von Thatsachen und Wahrheiten, wären sie auch noch so bedeutungsvoll, als vielmehr in der Erziehung des Geistes zu selbständiger Thätigkeit, durch welche wir die überlieferten Lehrmeinungen prüfen und sowohl fremde wie eigene Irrthümer überwinden lernen.

Halten wir uns also in productiver wie receptiver Geistesarbeit an erreichbare Ziele, stets zum Verzicht bereit, wo unsere Kräfte versagen, aber doch selbstbewußt emporstrebend zu immer höherer Erkenntniß, getreu der Devise:

*progrediamur.*

ihr reichlich ersetzt durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt. Darum geht sie ruhigen Strebens ihren Weg, wohl wissend, daß sie das höchste Ziel nie ganz erreicht, aber sicher, ihm stetig näher zu rücken. Unbekümmert um Dinge, die der Verstand doch nicht zu erfassen vermag, läßt sie sich genügen an dem Bewußtsein, der Wissenschaft eine fortschreitende Entwicklung zu sichern, in welcher die Gewähr ewiger Jugend liegt.

Und ist nicht fortschreitende Entwicklung das Beste, was wir auch sonst im Leben erstreben, was wir für Andere wünschen können? Zumal unseren jungen Commilitonen wüßte ich zum Beginn des Studienjahres kein schöneres Ziel anzuempfehlen, als das eben genannte: nicht ein bestimmtes, abgeschlossenes Wissen, sondern ein stetes Wachsen der Einsicht und der Geistesreife. Ich kann den Glauben nicht nähren, daß in den Hörsälen der Universität jene volle und unverhüllte Wahrheit verkündet werde, nach der wohl manches jugendliche Gemüth in ahnungsvoller Begeisterung dürstet. Der Hauptgewinn der Universitätsbildung besteht in Wirklichkeit weniger in der Aneignung einer gewissen Summe von Thatsachen und Wahrheiten, wären sie auch noch so bedeutungsvoll, als vielmehr in der Erziehung des Geistes zu selbständiger Thätigkeit, durch welche wir die überlieferten Lehrmeinungen prüfen und sowohl fremde wie eigene Irrthümer überwinden lernen.

Halten wir uns also in productiver wie receptiver Geistesarbeit an erreichbare Ziele, stets zum Verzicht bereit, wo unsere Kräfte versagen, aber doch selbstbewußt emporstrebend zu immer höherer Erkenntniß, getreu der Devise:

*progrediamur.*