Wir finden auf egyptischen oder assyrischen Denkmälern oftmals Abbildungen, welche uns eine deutliche Vorstellung davon geben, auf welche Weise in jenem grauen Altertum grofse Lasten fortbewegt wurden. Betrachten wir z. B. das grofse Titelbild, welches dem zweiten Bande des Werkes von Wilkinson*) vorgeheftet ist, so sehen wir an vier Tauen nebeneinander je 43 Menschen dabei beschäftigt unter Aufbietung aller ihrer Kräfte vermittelst einer Art von Schlitten ein darauf mit Stricken befestigtes Standbild fortzuschleppen, während andre Leute zur Verringerung der Reibung Öl auf den Boden giefsen, noch andre als Sklavenvögte mit geschwungener Geifsel dabei stehen, um die Trägen oder Ermatteten gewaltsam zur Fronarbeit anzutreiben. Wenn wir nun Gelegenheit haben, an einem Emporium des Welthandels zu beobachten, mit welcher spielenden Leichtigkeit nicht minder schwere Stückgüter durch riesige Dampfkräne ohne irgend bedeutende Kraftanstrengung von seiten der sie bedienenden Mannschaften in den Raum der Schiffe geladen werden, so zeigt uns die Gegenüberstellung dieser zwei Bilder wie kaum ein anderes Beispiel, welch ein unendlich grofser Unterschied zwischen der damaligen Zeit und der Gegenwart liegt. In jenen fernen Zeiten sehen wir den denkenden, vernunftbegabten Menschen herabgewürdigt zur Arbeitsmaschine gleich einem unvernünftigen Zugtier; — hier sehen wir ihn als Herrscher über eine Summe von Kräften, die in jenen Zeiten nicht Hunderte von Menschen vereint durch gröfste Anstrengung zu erzeugen vermochten, — über Kräfte, hervorgerufen ohne besondere körperliche Anstrengung durch Verdampfung von Wasser in einer sinnreich erdachten Maschine, entfesselt und dienstbar gemacht durch den leisen Druck der Hand.

Mit Eifer sind wir auf unsern höheren Schulen und in noch intensiverer Weise auf den Universitäten bemüht, mit der Sprache und der Geschichte von Griechen und Römern Bekanntschaft zu machen und keiner, der Anspruch auf den Namen eines Gebildeten machen will, und vor allem jeder, der die Entwicklung der heutigen Kultur zu begreifen sich bemüht, darf ohne Kenntnis der Mythologie und Litteratur von Griechen und Römern und ihrer Leistungen auf dem Gebiete der Kunst und Wissenschaft sein. Herrliche Zeiten fürwahr, in denen so unvergängliche Werke geschaffen wurden und doch — mit Schaudern und Abscheu würde die moderne Menschheit nur auf die sozialen Verhältnisse jener Zeiten blicken können. Sähe sie doch nur wenige Freie und Vollbürger, daneben eine Unzahl von Menschen, nicht als Mitmenschen betrachtet, sondern dem Vieh gleichgestellt, auf Sklavenmärkten wie eine leblose Ware, eine Sache, verhandelt, den Launen und der Willkür des Herrn schutzlos preisgegeben. Und das nicht etwa, weil die Menschheit zu jenen Zeiten besonders gefühlsroh war, weil sie weniger liebevoll sich zeigte als jetzt im Schofse der Familie und

*) A Popular Account of the Ancient Egyptians. Revised and Abridged from his Larger Work, by Sir J. Gardner Wilkinson. In two Volumes. Vol. II. Frontispiece.

weniger gewissenhaft in der Erfüllung ihrer Pflichten gegen Staat und Religion, nein, einzig und allein, weil es eine bittere, zwingende Notwendigkeit war, dafs viele Frondienste verrichteten, damit wenige, vom Glück günstiger Gestellte, arbeitsfrei von den niederen Verrichtungen des täglichen Lebens wurden, um ihre Kräfte der Erwerbung der idealen Güter der Menschheit zu widmen, durch deren Erlangung überhaupt erst ein Fortschritt in der Kultur möglich wurde. Erst in der letzten Zeit ist die Sklaverei nun wenigstens bei allen Kulturvölkern abgeschafft worden, und findet sich nur noch bei solchen Nationen, die wir zu den barbarischen rechnen, sodafs wir zu der Frage berechtigt sein werden, welche Wissenschaft und Kunst von den schon im Altertum gepflegten ist es nun wohl gewesen, die es ermöglichte, dafs nicht nur einzelne Bevorzugte, sondern die Gesamtheit aus einer blofsen Arbeitsmaschine zu einem denkenden, auch mit äufserer Freiheit und Selbstbestimmungsrecht begabten Wesen umgewandelt wurde? Diese Befreiung des Menschen von der Verrichtung aller rein mechanischer Arbeiten konnte erst in dem Augenblick eintreten, in welchem sinnreich erdachte Maschinen, die er selbst nicht mehr durch seine eigene Körperkraft in den Gang zu setzen brauchte, den gröfsten Teil der mechanischen Arbeit bei der Erzeugung der zum Leben notwendigen Dinge übernommen haben; von diesem Zeitpunkt an wurde der Mensch doch erst in den breiten Schichten in den Stand gesetzt, sich auch um die idealen Güter und Errungenschaften der Kultur zu kümmern und Mufse zu finden nach seines Tages Last und Arbeit teil zu nehmen an der reinen und hehren Freude, die eine Beschäftigung mit den geistigen Bestrebungen der Menschheit vor allen andern irdischen Dingen gewährt und die den Menschen so recht eigentlich von dem unvernünftigen Tier unterscheidet.

Wenn es nun klar ist, dafs die Erfindung von Arbeitsmaschinen, die nicht mehr von elementaren Kräften, wie Wind und Wasser, abhängig sind, sondern zu jeder Zeit und an jedem Ort mit leichter Mühe in den Gang gesetzt werden können, es ermöglichte, dafs dieser grofse Umschwung eintrat, der uns ja bei der Gegenüberstellung der beiden Bilder von pyramidenbauenden Sklaven und freien Hafenarbeitern so recht schlagend in die Augen trat, so glaube ich auch, dafs mir wohl niemand widersprechen wird, wenn ich behaupte, dafs es in erster Linie die Entwickelung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse war, die diesen so bedeutenden Wandel geschaffen hat. Wenn auch viele Arbeitsmaschinen, wie z. B. gerade die wichtigste, die Dampfmaschine, nicht infolge besonderer, bisher unbekannter und eben neu entdeckter Thatsachen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften erfunden worden sind, so wurde diese Erfindung von seiten Watt's, der dabei einen Naturprozefs benutzte, den vor ihm schon Millionen von Menschen beobachten konnten und gewifs, wenn auch unbewufst vielleicht, gesehen hatten, nämlich dafs Wasser durch Erwärmung bis zur Siedetemperatur aus dem flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht und durch Abkühlung wieder tropfbar flüssig wird, indem er durch ein wechselndes Spiel von Verdampfung und Kondensierung einen Kolben sich heben und senken liefs, doch erst durch den Umstand ermöglicht, dafs der Sinn für Naturbeobachtung schon geweckt und in weiteren Kreisen verbreitet worden war. Für den Beginn der Neuzeit trat dieser Einflufs, den die Naturwissenschaften auf die Entwickelung der Kultur ausgeübt haben, allerdings nicht so deutlich hervor, da die ersten Entdeckungen nicht leicht in die breiten Schichten des Volkes drangen, sondern Eigentum der Gelehrten blieben und oft auch von der Menge und nicht zuletzt von den

herrschenden Klassen als ketzerisch und gemeingefährlich verfolgt und in Acht und Bann gethan wurden. Ich darf hier nur die Namen Galilei, Kopernikus, Kepler nennen; was ist nicht alles gegen ihre Lehre geeifert worden und welche Anstrengungen hat nicht die herrschende Lehrmeinung gemacht, um ihre Ansichten als lächerlich hinzustellen und zu vernichten. Jetzt ist es Gemeingut jedes Kulturmenschen, und keiner nimmt mehr Anstofs daran, es für wahr zu halten, dafs nicht die Erde der Mittelpunkt des Weltalls ist, sondern dafs die Erde als ein Stern unter Sternen, als ein Planet mit vielen andern zum Teil bei weitem gröfseren eine Sonne umkreist, die selbst wieder nicht stillsteht, sondern sich ihrerseits um eine Centralsonne dreht. Ich möchte der Aufnahme der kopernikanischen Weltanschauung den höchsten Wert für die Entwicklung der modernen Ansichten und demnach auch der modernen Kultur im weitesten Sinne des Wortes zuschreiben. Denn wenn die Erde nicht mehr das Centrum des Universums ist, wird dann der Mensch, das vornehmste Geschöpf der Erde, immer auch noch die höchste Kreatur der Welt sein, sodafs alles von Gott vorzugsweise des Menschen wegen und für den Menschen geschaffen ist? Ich glaube, dafs die Vernichtung der geozentrischen Anschauung und damit der anthropozentrischen notwendig war, die erst ganz langsam und allmählich und dabei den Menschen unbewufst im Laufe von Jahrhunderten sich vollzog, damit der Standpunkt der Scholastiker des Mittelalters verlassen wurde von den Gelehrten, von welchem aus nur die Beschäftigung mit den alten Klassikern eines studierten Forschers würdig war und für die Naturwissenschaften die Schriften von Aristoteles, Theophrast und Plinius mafsgebend waren und nicht etwa die Erforschung der Naturobjekte selber, unter denen nur der Mensch, kaum noch zur Natur gehörig, sondern über ihr stehend, eine Ausnahmestellung für die Wissenschaft beanspruchte. Jetzt erst konnte sich der wissenschaftliche Horizont erweitern, nachdem der Mensch nicht mehr im Mittelpunkt des gelehrten Interesses stand, sondern die Blicke auf das Ganze der Natur sich richteten; jetzt erst begannen ernste Forscher sich mit andern Dingen zu beschäftigen als mit alten Klassikern und toten Sprachen. Es ging ein frischer Lebenshauch durch die Wissenschaft, eine alles umfassende Renaissance blühte empor, und nun erfolgten von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an und schneller und immer gewaltiger die Fortschritte und die Entdeckungen auf allen Gebieten der Naturwissenschaften; es dämmerte unser Jahrhundert, das naturwissenschaftliche, herauf, um in seinem Verlauf die Menschheit mit einer immer zunehmenden Fülle von Gütern zu überschütten, die uns eine praktische Anwendung der stillen Gelehrtenarbeit, unternommen nur um die Wissenschaft zu fördern, ohne Rücksicht auf später sich ergebende nutzbringende Verwendung, auf eine früher ungeahnte Weise geschaffen hat. So hat Galilei den ersten Anstofs dazu gegeben, den Menschen, den Bewohner des Erdballs, herabzuschleudern von seiner erträumten Höhe, als sei er der Mittelpunkt der Schöpfung; der Verfolg dieser Gedanken hat den Menschen bescheiden gemacht und ihn gelehrt, sich zu betrachten als ein Geschöpf im Kreise unzähliger anderer um ihn herum, über die Gottes Allmacht und Liebe in gleicher Weise waltet, wie über ihn; er hat ihm aber auch als Lohn gebracht eine Macht und Herrschaft über die Kräfte der Natur, die immer zunimmt; und diese Herrschaft setzt ihn in den Stand, statt seiner Muskelkräfte die Naturkräfte arbeiten zu lassen und von sich abzustreifen die Sklavenfesseln körperlicher Arbeit, um als erwähltes Geschöpf Gottes ein freies, geistiges Leben zu führen, wie keinem andern ihm bekannten Wesen vergönnt ist.

Es ist nun nicht zu verwundern und bei solchen in die Augen springenden, auch für das praktische Leben wichtigen Erfolgen eigentlich selbstverständlich, dafs nicht nur Gelehrte und Forscher sich mit den Naturwissenschaften befafsten, sondern dafs auch in den breiten Schichten des Volkes und gerade bei den werkthätig an der Herstellung der modernen Kulturerzeugnisse Beteiligten nicht am wenigsten, das Bestreben sich immer mehr regte, mit den Forschungen und Entdeckungen der Gelehrten vertraut zu werden und ein Verständnis zu gewinnen für die rätselhaften Maschinen und ihre Leistungen, die unter uns Arbeitskraft, Licht und Wärme wie mit Geisterhänden ausstreuen. Und nicht nur für diesen Teil der naturwissenschaftlichen Entdeckungen allein, sondern auch für das, was andere Gelehrte an Tieren und Pflanzen beobachtet und gefunden hatten, entwickelte sich ein lebhaftes Interesse. Wenn wir es oben aussprechen konnten, dafs der auf den Namen eines Gebildeten keinen Anspruch machen dürfte, der nicht eine Kenntnis der klassischen Bildung in sich aufgenommen hätte, so erfordert es die harmonische Ausbildung des menschlichen Verstandes immer gebieterischer, dafs auch naturwissenschaftliche Kenntnisse ein Allgemeingut jedes Gebildeten werden. Man kann es getrost aussprechen, dafs die Kenntnis und Wertschätzung der Naturwissenschaften bei einem Volk noch immer ein Pegel gewesen ist, an welchem man das Niveau ihrer Kultur im allgemeinen mit Sicherheit abmessen konnte. Und wir Deutsche verdanken wohl unsere hervorragende Stellung in der Welt, die uns ja auf wirtschaftlichem Gebiet, wenn auch ungern, auch von fremden Völkern zugestanden wird, wie dies in den letzten Tagen in englischen und französischen Zeitschriften enthaltene Äufserungen genugsam beweisen, in erster Linie dem Umstande, dafs bei uns die Pflege der Naturwissenschaften nicht nur ein Privilegium der Fachmänner ist, sondern dafs jedermann sich für sie interessiert und sich, wann und wo er nur kann, gern mit ihnen beschäftigt, und es wird ja dies ausdrücklich in den fremden Prefsstimmen als Hauptgrund für unsere Überlegenheit angeführt. Bei uns bemühen sich hervorragende Gelehrte durch populäre Schriften im wahren Sinne des Wortes naturwissenschaftliche Kenntnisse zu verbreiten; neue überraschende und besonders wichtige und interessante Entdeckungen werden von bedeutenden Forschern in öffentlichen Vorträgen, durch glänzende Versuche erläutert, dem Allgemeinverständnis eröffnet, und wie über Politik, Kunst, Litteratur und Wissenschaft bringen die Tageszeitschriften auch über Entdeckungen auf naturwissenschaftlichem Gebiete ihre Berichte nicht als besonders zubereitete Leckerbissen, sondern als eine tägliche gewohnte Kost ihrer Leser.

Die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften fängt bei uns ja schon auf der Schule an, da von der untersten Stufe der höheren Schulen beginnend Naturbeschreibung, wie man sagt, gelehrt wird. Da aber nun das Gebiet der Naturwissenschaften sich so unendlich erweitert hat und die Wege zu dem Ziele zu gelangen, welches von der Schulbildung verlangt werden mufs, nämlich den Schülern nicht nur eine Summe von Kenntnissen mitzuteilen, die sie später im Leben praktisch verwerten können, sondern auch ihren Verstand zu schärfen, Herz und Gemüt zu bilden, bei den Naturwissenschaften anscheinend nicht so klar vorliegen, als bei den andern auf der Schule gelehrten Disziplinen, so wollen wir versuchen, diese Wege ausfindig zu machen, wenn es geht, und die Teile der Wissenschaft aufsuchen, die sich in erster Linie für den Unterricht auf der Schule eignen. Dazu müssen wir uns, meine ich, zuerst einen Überblick verschaffen über

das grofse Feld der Naturwissenschaften, und dessen, was sie in rein wissenschaftlicher Beziehung zu leisten unternehmen.

Man pflegt die Naturwissenschaften einzuteilen in sogenannte exakte und beschreibende. Die exakten Naturwissenschaften, die Astronomie, Physik und Chemie, haben ihren Namen daher erhalten, weil bei ihnen der genaue, wissenschaftliche Versuch, das Experiment und die mathematische Berechnung zur Erzielung ihrer Resultate angewendet werden. Und in der That, wenn die Beobachtung und Berechnung der Bahnstörung eines Sternes dazu geführt hat, den Ort des störenden Himmelskörpers rechnerisch festzustellen, und wenn er dann später an diesem Ort auch wirklich aufgefunden worden ist; wenn die Physik in ihrer elementarsten Behandlung schon neben dem Experiment eine mathemtische Ableitung der gefundenen Resultate aus gegebenen Daten in Anwendung bringt, und wenn, um nur eins aus dem Bereich ihrer praktischen Verwendung anzuführen, vor der Erbauung einer Brücke oder eines ähnlichen Bauwerkes, das grofse Lasten zu tragen hat, die geforderte Leistung aus vorher durch Versuche gefundenen Daten genau im voraus berechnet werden kann; wenn endlich das periodische System der chemischen Elemente die Zahl und das Atomgewicht der Elemente vorher anzugeben vermag, und wenn die im System vorhandenen Lücken zum Teil schon durch Neuentdeckungen ausgefüllt sind, dann mufs ihnen ihr Name: „exakte Wissenschaften" mit Recht zuerkannt werden. Der Name „beschreibende Naturwissenschaften" soll anzeigen, dafs sie, nämlich Mineralogie, Botanik und Zoologie sich mit der Beschreibung der vorhandenen und aufgefundenen Naturkörper beschäftigen. In Wirklichkeit hat ja auch die Hauptarbeit in den beschreibenden Naturwissenschaften seit Linnés Zeit, also über ein Jahrhundert zunächst und in erster Linie in dem Beschreiben der Gesteine, Tiere und Pflanzen bestanden. Dies konnte ja auch nicht anders sein; galt es doch einen Überblick zu gewinnen über das zu bebauende Feld. Deshalb ist es auch wohl verständlich, dafs die Meinung allgemeine Verbreitung gefunden hat, die Arbeit der beschreibenden Naturwissenschaft bestände darin, die Naturkörper kennen zu lernen und zu beschreiben. Es wird ja auch von Laien, die sich in keiner Weise sonst um beschreibende Naturwissenschaften kümmern, der als ein grofser Forscher und Gelehrter angestaunt, der mit nie ermüdendem Eifer Naturobjekte sammelt, möglichst viele Namen kennt und wo möglich selbst schon neue Arten entdeckt hat. Und nicht nur Laien, sondern auch viele, die sich als Dilettanten mit grofser Liebe und in regem Interesse dem Betriebe der Botanik und Zoologie hingegeben haben, die mit vielem Eifer Wald, Feld und Flur durchstreifen, um ihre Sammlungen zu vervollständigen, ja selbst ernsthaft strebende Forscher, die in dem Ausbau und der Pflege der Wissenschaft ihre Lebensaufgabe gefunden haben, sehen noch immer ihre einzige Aufgabe und ihren ganzen Stolz darin, Balgzoologen und Speziesjäger zu sein; eine neue Gattung und Art aufzustellen, bei einer Beschreibung ein stolzes „mihi" dahinterzusetzen, das ist der Gipfel dessen, was sie erstreben. Nun soll hier in keiner Weise irgendwie behauptet werden, dafs auf diese Art der Beschäftigung mit den Naturwissenschaften etwa verächtlich herabzusehen und das Treiben und Thun dieser dilettantischen Jünger der Wissenschaft vielleicht als zwecklos hinzustellen sei; im Gegenteil, einmal möchte ich jedem die Freude gönnen, die eine Beschäftigung mit der scientia amabilis gewährt und männiglich auffordern, sich diesen Genufs zu bereiten. Und es verdankt auch des weiteren die Wissenschaft schon manchem Liebhaber und Dilettanten höchst

interessante Entdeckungen und Beobachtungen, die sich als recht förderlich für ihre Weiterentwicklung erwiesen haben. Wie könnte auch wohl der wirkliche Bestand einer Flora und Fauna auf eine andere Art festgestellt werden, als durch die gemeinsame Sammelarbeit vieler, wenn sie nur Anschlufs suchen an einen gewissen Mittelpunkt. Aber das müfste sich jeder stets im Gedächtnis halten, dafs das Käfersammeln, die Schmetterlingsjagd oder das Pflanzenpressen den ganzen Inhalt der Botanik und Zoologie nicht ausmacht; dafs selbst das Halten von Aquarien und Terrarien, das Züchten und die Pflege von Blumen und Tieren erst dann den Anspruch auf Beschäftigung mit den Naturwissenschaften machen kann, wenn es unternommen wird, um ein gewisses naturwissenschaftliches Problem zu lösen, eine unbekannte Thatsache durch Versuch und Beobachtung festzustellen; sonst sind diese Beschäftigungen nur, wenn auch hochzustellende, Liebhabereien. Wie etwa der Verfasser eines guten Wörterbuches durch seinen Bienenfleifs und dadurch, dafs er seinen ganzen Scharfsinn den einzelnen Worten und nicht den Schriftwerken als solchen zuwendet, eben dadurch andern die Wege ebnet, auf welchen sie in die Kenntnis einer fremden Sprache und das Verständnis ihrer Geisteswerke eindringen können, so werden doch durch die oben angeführten Bestrebungen erst die rohen, unbehauenen Steine zusammengetragen, aus denen der Meister der Forschung, der die Einzelbeobachtungen unter einem weitschauenden, allgemeinen Gesichtspunkt zu sammeln versteht und das Band zwischen ihnen zu sehen vermag, durch seine bildende Steinmetzarbeit den stolzen Bau der Wissenschaft aufzuführen unternimmt. Es mufste auf diese Einseitigkeit in der Auffassung über die Zwecke und Leistungen in den beschreibenden Naturwissenschaften schon an dieser Stelle mit Nachdruck hingewiesen werden, da sie leider allgemein verbreitet ist und kaum ausrottbar erscheint.

Forschen wir nach den Ursachen, weshalb bei den doch gewifs gewaltigen Leistungen auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaft auch auf andern Feldern, als einem Kennenlernen und Beschreiben der Spezies, nämlich in der Erforschung des Lebens von Tier und Pflanze, so wenig von diesen Leistungen bekannt geworden ist, so scheinen sie mir neben den vorher entwickelten historischen klar aus der folgenden Betrachtung hervorzugehen. Den exakten Forscher sieht ja jeder in seinem Laboratorium unter einem grofsen Aufwand von Apparaten und Mitteln arbeiten; er sieht, wie Tag für Tag neue überraschende Entdeckungen aus diesen Arbeitsstätten ihren Weg durch die Welt nehmen; er sieht, wie die rein wissenschaftliche Beobachtung ein ungeahntes Licht in bisher dunkle Räume wirft; wie diese Aufklärung, die Lösung eines bislang noch ungelösten Problems dann auch praktisch von ungeahnten Folgen begleitet ist und die technischen Betriebe oft mit rätselhafter Schnelligkeit umzugestalten vermag; — wahrlich, man kann es niemand verargen, wenn er hier alle Wissenschaftlichkeit, alles forschende Streben vereint zu finden glaubt. Und fragen wir nun den Forscher selbst: giebt es denn für ihn noch eine Schranke seines Forschens, einen Halt, ein Hindernis, dessen Überwindung nur eine Frage der Zeit sein könnte, spricht er denn resigniert jemals ein: „Ignorabimus“? Glaubt denn z. B. ein Chemiker, dafs es unmöglich bleiben würde, die Synthese einer organischen Verbindung, die bis jetzt noch nicht gelungen ist, später einmal auszuführen, da schon so vieles möglich geworden ist, was unerreichbar schien; wird man nach seiner Meinung nicht im stande sein, alle Verbindungen der organischen Natur darzustellen, da man doch schon so viele darzustellen vermochte, und mehr

noch als in der Natur selbst auffindbar sind? Und wenn theoretische Spekulationen, wie die Strukturtheorie es anfangs erschien und wie die Stereochemie noch jetzt von vielen angesehen ist, die Quelle von Entdeckungen wurden, wenn sie in überraschender Weise das Vorhandensein von unbekannten Stoffen ahnen liefsen und den Weg zugleich anzeigten, auf welchem ihre Darstellung gelingen mufste, ja, wer kann da noch zweifeln, dafs eben alles möglich ist? Sind doch solchen stereochemischen Forschungen zu verdanken die Auffindung von schon 12 Aldosen, den Kohlehydraten mit 6 Atomen Kohlenstoff, den Hexosen oder Glykosen mit Aldehydlagerung, unter den theoretisch möglich 16 Verbindungen dieser Art und steht doch der Auffindung der übrigen nichts im Wege.*) Und welche Hoffnungen knüpfen sich nicht an solche Entdeckungen von seiten der Tier- und Pflanzenphysiologie! Denn der Chemiker giebt uns ja Aufklärung über die Möglichkeit des Zustandekommens von Verbindungen, die im tierischen und pflanzlichen Organismus bekannt geworden sind, deren Entstehung wir aber ohne Hilfe der Chemie wohl schwerlich zu enträtseln uns unterfangen dürften. Und welche Erwartungen knüpfen sich speziell für die Pflanzenphysiologie an die Entdeckung der Glykosen nicht in Bezug auf die andern wichtigen Kohlehydrate wie Stärke, Zellulose u. s. w.; ja wird die Chemie das Rätsel der Rätsel in der Physiologie, die Bildung und die chemische Natur der Eiweifsstoffe, der Träger des Lebens in Tier und Pflanze, nicht auch noch enträtseln und damit den letzten Schleier von der Natur der Dinge herabziehen? Ich möchte es mir nicht versagen, als ein Beispiel, wie ein Chemiker ersten Ranges, ein Forscher von Weltruf, ein Crookes, die Weiterentwicklung seiner Wissenschaft ansieht und welche Hoffnungen er auf die Zukunft setzt, den Schlufs seiner Vorlesung „über Entstehung der Elemente" an The Royal Institution anzuführen**): „Wenn wir die Stellung in Betracht ziehen, die wir in bezug auf die Grundfragen der Chemie einnehmen, so können wir die Forschung mit einem Schachspiel vergleichen. Der Mensch, der Forscher, spielt nicht mit dem Satan um seine Seele, sondern mit der Natur um Wissen und Macht. Jedes Element hat seine bestimmten Züge auf dem Schachbrett des Universum; einige sind nur von sich selbst abhängig und andere von dem Dazwischentreten benachbarter Elemente. Einige unserer Elemente können mit Bauern, andere mit Springern, Läufern und Türmen verglichen werden. Das Spiel ist furchtbar ungleich, unser Gegner kennt die Bedeutung und die Beschränkung jedes Stückes, alle Spielregeln, alle möglichen Züge, und ist erbarmungslos im Eintreiben der Strafe für Irrtümer. Wir Experimentatoren kennen nichts, als was wir gelernt haben durch zahllose verlorene Spiele. Aber unsere Kenntnis wächst immer mehr. Die Natur setzt uns nicht mehr nach einigen Zügen matt. Der Kampf wird hartnäckiger, aufregender, wir kommen auf neue Gambits, neue Kombinationen, und obgleich wir zuletzt schachmatt werden, so nehmen wir doch ein paar Bauern, vielleicht sogar noch eine oder zwei andere Figuren. Solche teilweisen Erfolge wurden erreicht, als Lavoisier den Gebrauch der Wage einführte und die Theorie der Verbrennung entwickelte; als Dalton die Atomtheorie aufstellte, als Davy die Alkalien zersetzte, als Wöhler zuerst die Synthese des Harnstoffs ausführte und als Faraday zuerst ein Gas verflüssigte. Bei solchen und ähn-

*) Vergleiche hierzu Encyklopädie der Naturwissenschaften, II. Teil, Handwörterbuch der Chemie von Ladenburg Bd. XXV. unter „Stereochemie" und Bd. XXXVI. unter „Zucker", sowie Anmerkung 1 am Schlufs der Arbeit.

**) Vergl. mein Referat darüber in: Deutsche Chemikerzeitung 1887 S. 383 u. ff.

lichen Gelegenheiten kann ich mir vorstellen, dafs unser Gegner nachdenklich wird. Aber nehmen wir an, dafs wir eines Tages das Spiel gewinnen, dafs wir ausfindig machen, was diese widerspenstigen Elemente wirklich sind, dafs wir lernen, wie sie entstanden, und weshalb ihre Zahl, ihre Eigenschaften und ihre Beziehungen zu einander so sind, wie wir sie finden, dann werden wir a priori wissen, was wir jetzt durch besondere Experimente ausfindig machen müssen: wir werden die Resultate jeder denkbaren Reaction vorhersehen und unsere Theorien werden sich durch das Vermögen, vorhersagen zu können, als wahr erweisen. Solch ein Wissen zu erreichen, scheint mir die grofse Aufgabe der Chemiker der Zukunft zu sein. — Wenn Sie glauben, dafs ich meiner wissenschaftlichen Einbildungskraft zu sehr habe die Zügel schiefsen lassen, so werden Sie mir, hoffe ich, verzeihen als einem Menschen, der wenigstens nicht an der Zukunft unserer Wissenschaft verzweifelt."

Es ist sehr wohl begreiflich und eigentlich selbstverständlich, dafs aus den eben erörterten Ursachen und bei den fast täglichen, oft staunenswerten Entdeckungen, den rapiden Fortschritten und den überraschenden Anwendungen für den Gebrauch des täglichen Lebens auf dem Felde der Physik und Chemie im Vergleich zu den Leistungen der beschreibenden Naturwissenschaften, bei denen die Kenntnisse ihrer Fortschritte ein Besitztum der Gelehrten und engsten Fachkreise bleiben und nur selten Entdeckungen, wie z. B. auf dem Gebiete der Bakterienkunde, ein allgemeines Interesse erregen, dafs unter diesen Verhältnissen die Wertschätzung der exakten Naturwissenschaften im allgemeinen eine höhere ist, dafs sie eigentlich allein als Wissenschaft angesehen werden, während die Beschäftigung mit den beschreibenden Naturwissenschaften mehr als Liebhaberei erscheint, soweit sie eben nicht im stande ist, in grofsen, hübsch ausgestatteten Sammlungen in die Augen fallende Effekte zu erzielen. Und mit welchen bescheidenen Mitteln arbeiten die Forscher, wenn wir von den physiologischen Universitätslaboratorien absehen; ein Mikroskop, ja eine Lupe und ein paar Messer und Pincetten genügen, um weittragende Entdeckungen zu machen, ein dürftiges Inventar gegen jedes noch so kleine physikalische Kabinett oder chemische Laboratorium mit seinen vielen Dutzenden von Apparaten. Zu diesem Zurücktreten der beschreibenden Naturwissenschaften in dem öffentlichen Ansehen trägt meines Erachtens nach noch folgender Umstand bei. Die Forscher selbst treten hier nicht so siegesgewifs auf; ihnen winkt das endliche Ziel nicht so voll erreichbar, wenn auch vielleicht noch in weiter Ferne; viele und grofse Hindernisse türmen sich hier vor ihnen auf, die möglicherweise zum Teil überwunden werden können, hinter denen aber immer wieder andere, gröfsere lauern, ja von denen ein Forscher, wie der an der Jahreswende verstorbene Du Bois-Reymond gesagt hat, dafs sie zu den Weltwundern gehören, vor denen die Forschung stets Halt machen wird, von denen selbst der mutigste Gelehrte, der das höchste von seiner Wissenschaft erwartet, stets resigniert sagen wird: „Ignorabimus.*) Ich meine hier die Erforschung dessen, was wir jetzt mit dem blofsen Namen: Leben, Bewufstsein, Willkür und zuletzt Beseelung, zu bezeichnen pflegen und das immer und immer wieder in jede zoologische, jede botanische Forschung hineinspielt, soweit sie mit Fragen physiologischen und biologischen Inhalts sich beschäftigt. Und wenn es schon möglich ist, im chemischen Laboratorium

*) Du Bois-Reymond: Über die Grenzen des Naturerkennens; Vortrag gehalten auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig 1872.

mit einem Aufwand von technischen Hilfsmitteln, wie vermehrtem Druck, gröfserer Hitze und Einwirkung der Elektricität neue organische Verbindungen selbst aus den Elementen darzustellen, so klärt uns das Experiment, das mit so vielen und komplizierten Mitteln arbeitet, keineswegs darüber auf, wie der kleinste, einzellige Organismus dasselbe auf einem mikroskopisch kleinen Raum zu bilden vermag und dafs er dabei noch eine selbständige nach freier Bestimmung scheinbar geregelte Bewegung auszuführen im stande ist. Begreiflich ist dieser Unterschied in den Anschauungen der Forscher, je nachdem sie die exakten oder die beschreibenden Naturwissenschaften zu ihrem Wirkungskreis erwählt haben, über die endlichen Erfolge ihrer Bemühungen sehr wohl; die Physiker und Chemiker stellen ihre Versuche eben mit der unbelebten Natur an, die zwar des Rätselhaften genug aufweist, deren Erscheinungen aber der Forschung keine unüberwindlichen Hindernisse in den Weg legten, während der Zoologe und Botaniker, sobald er nicht nur die Form seiner Objekte in Betracht zieht, sondern seine Ziele weiter stellt, sofort auf das Rätsel des Lebens stöfst, was wohl nie erraten werden wird. Deshalb haben sich die beschreibenden Naturwissenschaftler bescheiden gelernt, und wenn sie selbst auch ihre Wissenschaft lieb und wert halten, so scheuen sie sich mit ihren Forschungen in die Öffentlichkeit zu treten, zumal auch, da sie sich fürchten müssen auf die Frage, die ihnen sofort aus dem Munde der Leute entgegentönen würde, nämlich welchen sichtbaren Nutzen bringt eure Forschung der Allgemeinheit, keine die Menge befriedigende Antwort geben zu können und nur ein mitleidiges Achselzucken als Lohn für ihre Mühe einzuernten. Sie hoffen allerdings auf eine bessere Zukunft, in welcher mit der Zeit eine zunehmende Einsicht dessen, was die beschreibenden Naturwissenschaften ihrem Wesen nach zu leisten im stande sind, eine gröfser und immer gröfser werdende Wertschätzung hervorrufen wird, auch unter solchen, die mit ihnen nicht so innig vertraut sind.

Beeinflufst wird ja durch diese geringere Meinung von der Höhe ihrer Leistungen auch die Wertung der beschreibenden Naturwissenschaften als Unterrichtsmittel auf der Schule. Während die exakten Naturwissenschaften ihre Pflege erst recht in den oberen Klassen finden und bis zum Schlufs des Unterrichts gelehrt werden, findet der naturbeschreibende Unterricht in den mittleren Klassen seinen Abschlufs. Und in der That, wenn der Hauptzweck des naturbeschreibenden Unterrichts der sein soll, dafs der Schüler sehen und beobachten lernt, dafs er über das Gesehene mündlich und schriftlich in geordneter Rede Rechenschaft abzulegen befähigt wird, Ziele des Unterrichtes, die ja an und für sich sehr schätzenswert sind, so wird den beschreibenden Naturwissenschaften eben weiter keine gröfsere Bedeutung beizulegen sein. Aber ich meine doch, dafs man auch für den Schulunterricht diese Disziplinen zu gering schätzt und dafs ein verständig und sachgemäfs geführter Unterricht in ihnen noch ganz andere Erfolge zu erzielen mag, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt. Um dies klarlegen zu können, halte ich es zur Orientierung für nötig, zunächst einen Überblick über das ganze Feld, welches von der Wissenschaft angebaut wird, zu gewinnen. Es scheidet dabei meiner Ansicht nach die Mineralogie, welche eine Art Zwischenstellung zwischen exakten und beschreibenden Naturwissenschaften einnimmt und deshalb von theoretischem Gesichtspunkt aus höchst wichtig erscheint, aus gewissen Gründen, die ich später erörtern werde,*)

*) Vergleiche Anmerkung 2 am Schlufs.

besser aus, weil es mir vorzugsweise darauf ankommt zu zeigen, nicht was der naturwissenschaftliche Unterricht überhaupt auf den Schulen für die Allgemeinbildung zu leisten vermag, sondern was die Beschäftigung mit dem Studium der organischen Natur auf den Schulen vor allem andern für Vorzüge hat. Denn wenn auch das Entstehen eines Individuums, eines Krystalles, von seinen Anfängen an verfolgt und seiner ganzen Gesetzmäfsigkeit nach verstanden werden kann und wenn sich auch hier staunenswerte Einblicke in das Walten der schaffenden Natur thun lassen, die uns mit ehrfurchtsvoller Lobpreisung des Schöpfers aller Dinge erfüllen müssen, so waltet doch bei der Krystallbildung, abgesehen von individuellen Unterschieden, die aber vielleicht aus der Formel und chemischen Konstitution erklärt werden können,*) ohne Einschränkung Maafs und Zahl, welche die einzelnen Individuen, so verschieden sie sich unsern Blicken auch darstellen, doch wesentlich gleich erscheinen läfst, während bei allen organischen Gebilden aus Tier- und Pflanzenreich neben dieser Herrschaft der Zahl und über ihr ein noch rätselhaftes Etwas sein Spiel treibt, das in wahrer freier Individualität nie wohl zwei vollständig übereinstimmende Formen entstehen läfst. Und gerade das ist es, was uns das Wehen des lebendigen Gottesodems, von welchem die ganze Natur durchdrungen ist, so recht bemerkbar macht, und uns mit zwingender Notwendigkeit hinüberführt von einer Auffassung der Natur, als sei sie beherrscht von dem Spiel nur mechanisch wirkender Kräfte und Gesetze, zu einer tieferen, einsichtsvolleren. Ich will mit der Anführung der Zweige, in welche die wissenschaftliche Botanik sich spaltet, den Anfang machen, und dann das wenige Abweichende aus dem Bereiche der Zoologie folgen lassen, so weit es zur Orientierung über das Gebiet der Leistungen in diesen beiden Schwesterwissenschaften mir dienlich erscheint.

Man scheidet die Botanik in allgemeine und spezielle Botanik. Die specielle Botanik deckt sich zunächst im grofsen und ganzen mit dem, was man mit dem Namen Systematik zu bezeichnen pflegt, obgleich eine höher stehende Auffassung, wie wir nachher sehen werden, diesen Teil der Wissenschaft nicht nur als ein blofses Aneinanderreihen von Familien, Gattungen und Arten, sondern geradezu als eine Krönung des ganzen Gebäudes der wissenschaftlichen Botanik kennen gelehrt hat. Die allgemeine Botanik beschäftigt sich im Gegensatz dazu mit dem Kennenlernen von dem Aufbau und den Lebenserscheinungen der Pflanzen. Den Aufbau der Pflanzen, wie er sich uns bei einer äufserlichen Betrachtung derselben darbietet, als gesetzmäfsig kennen zu lernen, unternimmt die Morphologie. Aus einer blofsen Terminologie, deren Aufgabe es war, die Erklärung der für eine Beschreibung nöthigen termini technici zu liefern, hat sich die Morphologie zu einer Wissenschaft entwickelt, die uns lehrt, wie zunächst die Blütenpflanzen aus den vier Gliedern, der Wurzel, dem Stengel mit den Blättern und den Haaren ihren Körper aufbauen und wie die Gestalt dieser Glieder durch die sogenannte Metamorphose der Pflanzen, d. h. das Bestreben ihre Teile den speziell von ihnen geforderten Verrichtungen anzupassen, von Fall zu Fall verändert wird. So sind wir im stande sicher nachzuweisen, wie z. B. Stengel, wie bei *Ruscus*, *Asparagus*, dem bekannten Spargel, *Phyllocactus* und andern die Form von Blättern annehmen können, eine Ähnlichkeit, die sogar bis zum periodischen Abwerfen ganz nach Art der Blätter gehen kann, wie bei *Opuntia brasiliensis***),

*) Vergleiche Anmerkung 3 am Schlufs.
**) Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen 1. Teil Seite 75.

oder dafs gar eine Wurzel, wie bei *Taeniophyllum Zollingeri**), die Verrichtung der vollständig verkümmerten Blätter übernimmt. Es ist begreiflich, dafs der Ausbau der Morphologie nicht zustande kommen konnte, wenn man nicht daran gegangen wäre, die Entwicklung der einzelnen Pflanzenglieder aus ihren ersten Anfängen an den fortwachsenden Spitzen der Stengel und Wurzeln, den sogenannten Vegetationspunkten, zu untersuchen und die Entwicklungsgeschichte als eine besondere Wissenschaft von der Morphologie abgezweigt hätte. Denn erst die Entwicklungsgeschichte vermag uns einen Aufschlufs zu geben über die erste Entstehung und die darauf folgende durch wechselnde Lebensbedingungen erforderte Veränderung, welche die Teile der Pflanzen in ihrer Form und Gestalt eingegangen sind und die im fertigen Zustande oft kaum zu enträtseln sind. Während vordem im Betriebe der morphologischen Untersuchungen noch viel Spekulatives mit unterlief,**) haben die Neueren, Goebel an der Spitze, eben durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen der Morphologie eine sichere, durch Thatsachen gestützte Grundlage gegeben, die in manchen Fällen zwar mit dem, was die geltende Lehrmeinung bis dahin als wahr annahm, nicht in Einklang zu bringen ist, aber gerade dadurch der Wissenschaft Ansporn zu neuen, immer ausgedehnteren Forschungen gegeben hat. Und auch der Umstand, dafs in der Entwicklung des Individuums, der Ontogenie, die Entwicklung der Gattung, die Abstammung von früheren Arten, die Phylogenie zum Ausdruck kommen soll, ist es, welcher der Entwicklungsgeschichte eine grofse Bedeutung verleiht.

Aber ein Verständnis der äufseren Gestaltung der Pflanzen, und auch der Tiere, wird nicht möglich sein, wenn wir uns nicht über den Aufbau der Organismen in ihrem Inneren Aufklärung verschaffen. Dies thut die Anatomie der Pflanzen. Von der Anatomie der Tiere, wie diese allgemein aufgefafst wird, unterscheidet sie sich dadurch, dafs sie vielmehr eine Histologie ist; die Pflanzenanatomie lehrt uns, wie die Pflanze aus den Elementarorganen, den Zellen, aufgebaut wird. Es ist zuerst die Pflanzenanatomie gewesen, welche gezeigt hat, dafs der ganze Organismus aus einer ursprünglichen Zelle entsteht, dafs die Gewebe durch Zusammenlagerung und Verschmelzung von Zellen sich bilden, wie man wenigstens ursprünglich annahm, richtiger ausgedrückt, dafs jede Pflanze durch fortgesetzte Teilung einer einzigen ursprünglichen Zelle ihren Leib gestaltet, und sei er auch noch so kompliziert. Das „omnis cellula ex cellula" von Virchow, die Grundlage seiner so fruchtbaren Zellularpathologie konnte nicht gesprochen werden, bevor nicht Schleiden seine bahnbrechenden Studien über Zellbildung im Pflanzenreich vollendet hatte, die dann sein Schüler Schwann auf die sich beim Aufbau des tierischen Körpers abspielenden Vorgänge übertrug, indem er auch hier nachwies, dafs das ganze Gewebe des tierischen Leibes sich ebenso durch fortgesetzte Zellteilung entwickelt. Es ist nicht unwichtig, auf diesen Umstand hinzuweisen im Sinne derer, die von wissenschaftlichen Forschungen auch Nutzen für das praktische fordern zu müssen beanspruchen. Die Pflanzenanatomie, wie sie z. B als klassisches Beispiel De Bary in der „Vergleichenden Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne"***) behandelt hat, war naturgemäfs anfänglich rein deskriptiv; es galt eben erst eine möglichst genaue Kenntnis des Vor-

*) Goebel a. a. O. Seite 193.

**) Vergleiche Goebel, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane; Encyklopädie der Naturwissenschaften III. Bd, I. Hälfte, S. 128 Anmerkung.

***) Handbuch der Physiologischen Botanik von Hofmeister, III. Band.

handenen sich zu verschaffen und die gefundenen Thatsachen nach gewissen, zunächst mehr äufserlichen Merkmalen zu ordnen, um eine Übersicht zu erhalten über die überhaupt vorhandenen Zellarten und Gewebeformen und die sich während ihres Lebens abspielenden Prozesse und Veränderungen; und es ist gerade ein Vorzug der Pflanzenanatomie, dafs sie im stande ist, bei kleineren mikroskopischen Pflanzen oft den ganzen Lebenslauf eines Individuums unter dem Instrument zu verfolgen, bei gröfseren aber durch successive Querschnitte die nach und nach an den einzelnen Zellen auftretenden Umbildungen klar zu legen. Später fing man auch an, den inneren Bau der Pflanzen daraufhin zu untersuchen, ob sich etwa aus ihm Aufschlüsse ergeben möchten, wie die Lebensverrichtungen der Pflanze zustande kommen und wie die Gesetze der Statik und Mechanik, welche die unorganische Natur beherrschen, bei ihrem Aufbau zur Verwendung gelangten. Grundlegend war hier Schwendener in seinem 1874 erschienenen Werk: Das mechanische Prinzip im anatomischen Aufbau der Monokotylen, mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen; zusammenfassend sind die bis dahin gewonnenen Resultate behandelt worden von Haberlandt.*)

Wir sind hiermit zu einem anderen Zweig der botanischen Forschung gelangt, zu der Pflanzenphysiologie. Oft herrscht noch die Meinung und war früher allgemein verbreitet (vergleiche Büchner, Vogt und andere) als eine Art von Dogma, dafs jeder Lebensprozefs in Tier und Pflanze sich aus den bekannt gewordenen physikalischen und chemischen Thatsachen mit Leichtigkeit erklären liefse und dafs in der organischen, wie in der unorganischen Natur dieselben Vorgänge sich abspielten. Ich halte es deshalb, um eine Stimme von Gewicht für die vollständige Irrigkeit dieser Ansicht zu gebrauchen, für angemessen zur Kennzeichnung dieser neuen Abteilung der wissenschaftlichen Botanik die Worte anzuführen, die Julius v. Sachs, der Altmeister der Wissenschaft in seinen Vorlesungen über Pflanzenphysiologie**) als Einleitung giebt: „Die Lebensvorgänge sind überall, jederzeit, an jedem Punkte des Organismus mit chemischen, physikalischen und mechanischen Vorgängen verknüpft und ohne diese Verbindungen garnicht denkbar. Es wäre aber ein grofser Irrtum, zu glauben, dafs die Physiologie etwa nur ein Mixtum compositum von chemischen, physikalischen und mechanischen Kenntnissen sei, dafs man aus diesen die Lebenserscheinungen durch einfache Schlufsfolgerungen ableiten könne, wie manche glauben. Die Physiologie ist vielmehr, dem wahren Wesen des Lebens entsprechend, eine eigene Wissenschaft, welche jenen nicht untergeordnet ist, sondern ihnen gleichberechtigt gegenübersteht. Denn die Geschichte der Wissenschaft zeigt, dafs keine einzige Lebenserscheinung der Pflanzen aus der Mechanik, der Chemie und Physik durch blofse Deduktion aufgefunden worden ist; vielmehr war es immer und ausschliefslich die unmittelbare und sorgfältige Beobachtung der Pflanzen selbst, durch welche man nach und nach im Laufe der letzten zweihundert Jahre ihre Lebensvorgänge kennen gelernt hat, wie ich ausführlich in meiner Geschichte der Botanik aus den historischen Quellen dargelegt habe. Es thut also wenig zur Sache, wenn selbst in unsern Tagen Leute, denen dieser Sachverhalt

*) Vergleiche: Die Physiologischen Leistungen der Pflanzengewebe in Schenk Handbuch der Botanik, II. Bd., Encyklop. der Naturwissensch. und Physiologische Pflanzenanatomie 2. Aufl. 1896.

**) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Von Julius Sachs. II. neubearbeitete Auflage 1887. I. Vorlesung S. 4 und 5.

unklar geblieben ist, die niemals eine bis dahin unbekannte Lebenserscheinung der Pflanzen entdeckt haben, uns glauben machen wollen, sie könnten gestützt auf längst bekannte physikalisch-mechanische Gesetze die Lebenserscheinungen durch Berechnung mittels längst bekannter mathematischer Formeln ableiten; die Resultate sind Null gewesen. Indem wir es aber nach dem oben gesagten als selbstverständlich annehmen, dafs die physiologische Forschung nur in der innigsten Verbindung mit der Physik, Chemie und Mechanik fortschreiten kann, mufs doch vor allem hervorgehoben werden, dafs die Vorgänge im lebenden Organismus in der auffallendsten Weise von denen der nichtlebenden Objekte verschieden sind: das Kausalverhältnis, wie wir es in der Mechanik, Chemie und Physik vorfinden und wie es überall auch im Organismus obwaltet, tritt bei den Lebensvorgängen in einer ganz besonderen Form hervor, welche wir als Reizbarkeit der Organe bezeichnen: das Wesen des Lebens besteht in Reizbarkeiten; der tote Organismus ist nicht reizbar und deshalb kein physiologisches Objekt.“ Wir können danach die Pflanzenphysiologie auffassen als die Lehre von den inneren Vorgängen des Pflanzenlebens, und es ist zu hoffen, dafs die Pflanzenphysiologie, ähnlich wie die Pflanzenanatomie der Weiterentwicklung der tierischen Anatomie vielfach förderlich gewesen ist, auch in manchen Punkten über Vorgänge im tierischen Körper Licht zu verbreiten im stande ist. Ist doch das Leben der Pflanze viel widerstandsfähiger gegen äufsere mechanische Eingriffe und läfst sich doch daher das Leben der Zellen im Verbande mit andern mit besonderer Leichtigkeit nur an Schnitten durch pflanzliche Gewebe studieren, während das Tier durch seine Begabung mit Willkür und Schmerzempfindung dem Experimentator seine Arbeit erschwert. Und ferner stimmen gewisse Vorgänge, wie z. B. die Verdauung bei Tieren und bei fleischfressenden Pflanzen so wesentlich überein, sind überhaupt namentlich die Lebensprozesse, die sich in den Elementarorganen des tierischen und pflanzlichen Körpers, den Zellen, abspielen, so identisch, dafs bahnbrechende Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie Neuentdeckungen in der Tierphysiologie sicher im Gefolge haben werden.

Wenn wir hier schon eine gewisse Gemeinschaft der Lebensäufserungen bemerken können, die sich im Innern der Körper von den Angehörigen der beiden organischen Reiche abspielen, so tritt uns das geheimnifsvolle Band, welches die ganze organische Natur umschlingt, noch greifbarer entgegen bei der Betrachtung des Zweiges der Botanik, der sich zuletzt von der Physiologie abgespalten hat, der Biologie oder der Lehre von den äufseren Lebenserscheinungen der Pflanzen. Wenn bei der Physiologie im allgemeinen chemische und physikalische Kenntnisse uns einen Fingerzeig geben konnten für die Richtung, in der sich die Forschung zu bewegen hat, so stehen wir bei der Behandlung der Biologie allein den Äufserungen des organischen Lebens mit seinen Reizbarkeiten gegenüber und sehen in vielen Fällen die innigen Beziehungen, welche sich in den Lebensprozessen zwischen Tier und Pflanze herausgebildet haben, vor unsern staunenden Blicken sich enthüllen, ohne dafs wir eine mechanische, greifbare Ursache anzugeben vermöchten, weshalb sich diese Beziehungen gerade in der bekannt gewordenen Weise und nicht auf eine andere gestaltet haben. Wenn auch schon 1793 Conrad Sprengel durch sein berühmtes Werk*) gewissermafsen den

*) Das neuentdeckte Geheimnis in Bau und Befruchtung der Blumen. Berlin 1793. Neuherausgegeben von P. Knuth in Klassiker der exakten Wissenschaften. 1894.

Grund zur Pflanzenbiologie legte, so brachte doch, wie auf vielen andern Gebieten der beschreibenden Naturwissenschaften auch hier erst Charles Darwin*) die wissenschaftliche Forschung in Flufs. Als Beleg, wie aufserordentlich hoch die Leistungen Darwins nicht nur in diesem speziellen Fall, sondern auch für die Förderung der Wissenschaft im allgemeinen zu schätzen sind, indem er den Begriff der Teleologie wissenschaftlich genau feststellte, führe ich hier die Worte Haberlandts an. Er schreibt:**) „Auf jede morphologische Eigenschaft eines Organismus, mag sie nun in der Form einer bestimmten Zelle, im Bau ihrer Wandungen, in der Anordnung eines Gewebes, in der Stellung eines Organes u. s. w. bestehen, läfst sich das Kausalitätsprinzip in doppelter Weise anwenden. Indem wir die morphologische Eigenschaft als Wirkung auffassen, können wir nach zwei Seiten hin nach ihren Ursachen forschen und demgemäfs zwei diesbezügliche Fragen stellen. Die erste Frage lautet: Welche Kombination von chemischen und physikalischen Kräften bewirkt das Zustandekommen der morphologischen Erscheinung? Die Antwort auf diese Frage erklärt uns das jeweilige Faktum auf kausalmechanische Weise. Die zweite Frage dagegen lautet folgendermafsen: Welchen Endzweck hat die morphologische Thatsache für den Organismus als lebendes Wesen? Mit andern Worten: welches ist ihre physiologische Funktion, und in welcher Weise giebt sich die morphologische Thatsache als Mittel zu diesem Zwecke zu erkennen? Auch die Beantwortung dieser Frage erscheint als Kausalerklärung, indem sie die Funktion als Ursache, die damit übereinstimmende morphologische Eigenschaft als Wirkung hinstellt. Es ist dies aber keine mechanische, sondern eine teleologische Erklärung. Den anscheinend unüberwindlichen Gegensatz dieser beiden Erklärungsweisen aufzulösen, den inneren Zusammenhang zwischen den wirkenden Ursachen (causae efficientes) und den Endursachen (causae finales) klarzulegen: diese Aufgabe bildet bekanntlich eines der ältesten und wichtigsten Probleme des philosophischen Denkens. Unabhängig von einander können die wirkenden und die Endursachen gleichzeitig nicht bestehen. Die exakte Naturforschung wenigstens mufste ein solches unvermitteltes Nebeneinander perhorreszieren, und da sie auf die Ergründung der mechanischen Ursachen des Zustandekommens der Naturerscheinungen nicht verzichten durfte, ohne ihren Charakter als exakte Forschung aufzugeben, so mufste sie konsequenterweise alle teleologischen Erklärungsversuche bis auf weiteres von ihrem Gebiete streng ausschliefsen. Durch einen „Zauberschlag des Genies“ wurde nun auf einmal die Scheidewand durchbrochen, welche die mechanische und teleologische Erklärungsweise trennte und der lang zurückgestaute Strom der Forschung konnte sich ungehindert in das neue, breite Bett ergiefsen. Dem Scharfsinne Charles Darwins blieb es bekanntlich vorbehalten, für die teleologische Erklärungsweise die mechanische Formel zu finden. Im „Kampf ums Dasein“ werden nur jene morphologischen Variationserscheinungen durch Vererbung fixiert, welche einen möglichst sicheren, vollständigen und glatten Verlauf aller physiologischen Funktionen gewährleisten. Oder genauer gesagt, es bleiben diejenigen Kombinationen von chemischen und physi-

*) Vergleiche Ch. Darwin: Insektenfressende Pflanzen, die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich, die Bewegung und Lebensweise der kletternden Pflanzen, die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insekten befruchtet werden, die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Aus dem Englischen von J. Victor Carus. Bd. 7—9.

**) A. a. O. S. 561.

kalischen Kräften durch Vererbung erhalten, welche bei jedem einzelnen Individuum der betreffenden Spezies die vorteilhaften morphologischen Eigenschaften kausalmechanisch hervorrufen. So werden die wirkenden Ursachen mit den Endursachen verknüpft; die einen bewirken das Zustandekommen der morphologischen Thatsache in der Entwicklung des einzelnen Individuums, die andern dagegen bewirken das Gleiche in der historischen Entwicklung der ganzen Spezies.“ — Seitdem nun Federigo Delpino zuerst 1867 in seinem Werk: „Pensieri sulla biologia vegetale, sulla tassonomia e sul valore tassonomico dei caratteri biologici“ den Namen der Biologie als eines besonderen Zweiges der botanischen Wissenschaft anwendete, ist die Fülle der hierher gehörigen Forschungen und die Menge der bekanntgewordenen in dieses Gebiet schlagenden Thatsachen so grofs geworden, dafs nach Ludwig die Zeit nicht mehr fern sein wird, in der besondere Lehrkanzeln für Biologie an den Universitäten gegründet werden müssen, wie sie für Physiologie, Anatomie u. s. w. schon längst bestehen.

Im Vergleich zu der grofsen Fülle der Gliederung, welche in der allgemeinen Botanik sich herausgebildet hat, gestaltet sich die spezielle Botanik sehr einfach. Sie beschäftigt sich in erster Linie mit der Systematik, d. h. der Anordnung der Pflanzen in ein bestimmtes System. Auch hier war zunächst das Bestreben der ersten Forscher auf rein praktische Zwecke gerichtet, nämlich ein Verfahren zu finden, nach welchem die schon bekannten Pflanzen und auch alle noch etwa entdeckbaren so sich anordnen liefsen, dafs eine Bestimmung der Pflanzen, d. h. eine Feststellung des ihnen von früheren Beobachtern gegebenen Namens, für jeden späteren Botaniker leicht und sicher ausführbar war und das auch zugleich erlaubte, neu entdeckte Arten ohne grofse Mühe an die ihnen zukommende Stelle einzureihen. Dies leistete zuerst Linné in bisher unerreichter Weise, in seinem berühmten Sexualsystem, welches zwar im Grunde nur die Blütenpflanzen, die damals allein fast bekannten und beachteten Gewächse, behandelte, die blütenlosen, Kryptogamen, wie er sie nannte, trotz ihrer gewaltigen Zahl aber in eine Klasse zusammendrängte. Unter den Phamerogamen konnte aber jeder Pflanze rasch und leicht der ihr zukommende Platz in Klasse und Ordnung durch eine einfache Zählung der Staubgefäfse und Griffel zuerteilt werden, ein Verfahren, welches diese Methode noch jetzt dort, wo es auf eine möglichst schnelle und leichte Orientierung einzig und allein ankommt, also z. B. in kleinen Lokalfloren mit Vorteil anwendbar erscheinen läfst. Als Linné sein Sexualsystem schuf, ein künstliches, nach äufseren Merkmalen aufgebautes, das er das orthodoxe nannte, im Gegensatz zu dem später entwickelten und von ihm schon geahnten, natürlichen System, da beherrschte die Wissenschaft noch das Dogma von der Konstanz der Arten. Dieses Dogma ist es ja auch, welches dem Sammeln der einzelnen Spezies eine so hohe Bedeutung für den Ausbau der Wissenschaft verleihen mufste, und welches noch jetzt, wie wir oben gesehen haben, in den Köpfen der Leute umherspukt. Aber die Zusammengehörigkeit vieler Pflanzen, die Linné nach seinem Sexualsystem trennen mufste, nach ihrem ganzen Bau ist so in die Augen springend, dafs die Einsicht bald sich Bahn brach, dafs diese Pflanzen einander näherständen als andern, dafs sie zusammengehörten oder, wie man auch unbewufst vorahnend aussprach, dafs sie verwandt seien. Hatte dieser Gedanke erst einmal in der Wissenschaft Fufs gefafst, so war ihr damit die Aufgabe gestellt, dieser Verwandtschaft nachzuforschen und die verwandtschaftlichen Verhältnisse klarzulegen. Dadurch wurden die Bemühungen angeregt das natürliche System der

Pflanzen ausfindig zu machen, welche freilich noch jetzt nicht zu einem endgültigen Resultat geführt haben; noch jetzt giebt es verschiedene in der Wissenschaft anerkannte Systeme, während es in Wahrheit doch nur ein einziges „natürliches System" geben kann. Aber es mufste für uns doch diese Verwandtschaft entweder nur eine blofs zufällige bleiben, oder sie wurde zu einem übernatürlichen Rätsel, wenn die Arten konstant und unveränderlich sind; auch hier hat Darwin die Wissenschaft wieder mächtig gefördert durch Betonung der Descendenztheorie, die lange vor ihm schon aufgestellt war, aber nie recht Beachtung gefunden hatte, die durch ihn dann wieder aufgenommen, weiter ausgebaut und durch neue Thatsachen gestützt, wie es scheint, zu allgemeiner Anerkennung gelangt ist. Nach der Descendenztheorie ist die verwandtschaftliche Ähnlichkeit nicht nur scheinbar vorhanden und durch Zufall entstanden, sondern sie findet ihre Erklärung dadurch, dafs alle jetzt lebenden Organismen von früheren abstammen, eine Thatsache, von welcher bisher noch nie eine Ausnahme konstatiert worden ist, dafs aber diese Organismen im Laufe der Zeit immer mehr und mehr in ihren Formen diffenziert worden sind, von welchem Vorgang sich alltäglich eine Menge analoger Fälle beobachten lassen. Dadurch wird die Systematik aus einer blofs deskriptiven, äufsere Merkmale wertenden Wissenschaft zu einer eingehenden Forschung aller bekannten und auffindbaren Merkmale hingeführt; der moderne wissenschaftliche Systematiker darf nicht allein auf äufserlich sichtbare, leicht eine sichere Diagnose gestattende Kennzeichen bei der Beschreibung der Pflanzen Wert legen, sondern mufs auch innere aus anatomischen oder entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen sich ergebende in Betracht ziehen, um die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten zu einander ans Licht zu bringen, und so das System auf eine sichere Grundlage stellen. Um so recht augenfällig den Unterschied klarzulegen zwischen den Anschauungen der älteren Systematiker und dem, was in der Neuzeit von einer systematischen Forschung gefordert wird, möchte ich mir gestatten, die Worte anzuführen, welche R. von Wettstein, der Verfasser der preisgekrönten, ganz auf modernen Prinzipien beruhenden Monographie der Gattung *Euphrasia*, über Heinrich Moritz Willkomm, dem Erforscher der iberischen Halbinsel in floristischer Beziehung, gebraucht und ihnen die Sätze, welche in dem Aufruf zur Beteiligung an der Kryptogamenforschung in der Provinz Brandenburg enthalten sind, gegenüberstellen. Wettstein sagt:*) „Was die wissenschaftliche Bedeutung Willkomms anbelangt, so mufs er als einer der bedeutendsten, vielleicht auch einer der letzten hervorragenden Vertreter der älteren Richtung der deutschen Systematiker bezeichnet werden. Mit dem Ausdrucke „der älteren Richtung" soll in keiner Weise etwas Abfälliges gesagt werden; jeder ist das Kind seiner Zeit. Willkomm wies all die grofsen Vorzüge auf, die wir heute so selten finden und die eben den älteren Systematiker charakterisieren: eine kolossale Kenntnis von Pflanzenformen aller systematischen Gruppen und geographischen Gebiete, einen ungemein geschärften Blick für Formverschiedenheit und Formverwandtschaft in Verbindung mit gründlicher allgemein wissenschaftlicher Bildung, die ihn in den Stand versetzte, auf seinen Reisen nicht blofs botanische, sondern auch wertvolle zoologische, geologische und geographische Beobachtungen und Entdeckungen zu machen. Modernen

*) R. von Wettstein, Nekrolog von Heinrich Moritz Willkomm, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, XIV. Jahrgang, S. (17).

Strömungen, wie deszendenz-theoretischen Forschungen und Anschauungen, theoretischen oder biologischen Betrachtungsweisen der Morphologie, Verwertung der Histologie für die Systematik und dergleichen gegenüber blieb Willkomm kühl. Ähnlich war die Stellung Willkomms als akademischer Lehrer; er war einer der wenigen Systematiker, die infolge ihrer auf eigner Anschauung fufsenden Kenntnisse, ihres eignen lebendigen Interesses selbst die Aufzählung und Beschreibung von Pflanzenfamilien anregend zu gestalten vermochte, er war der Typus der akademischen Lehrer älteren Schlages, die ihre Lehrthätigkeit auf die Vorlesung konzentrierten und diese möglichst inhaltsreich und anregend zu gestalten bestrebt waren, denen aber die didaktische Thätigkeit im Institute und Laboratorium fremd blieb. Die Folge davon ist, dafs Willkomm ein Heer dankbarer und begeisterter Hörer, aber eigentlich keine Schüler hatte; selbst seine Assistenten widmeten sich andern Richtungen der Botanik, als er selbst pflegte." Und nun vergleichen wir mit den eben angeführten die Worte, mit welchen der erwähnte Aufruf: „Über die Ziele einer Kryptogamenflora" sich äufsert.*) „Jede Flora verfolgt in erster Linie den Zweck, den Pflanzenbestand eines bestimmten Gebietes zu verzeichnen und durch möglichst genaue Beschreibung der einzelnen Arten ihre Wiedererkennung und durch genaue Angabe der Standorte ihr Wiederfinden zu erleichtern. Wenn durch solche Zusammenfassung die Flora mehrerer neben einander liegender Gebiete genau bekannt ist, so wird es möglich, die Verteilung der Pflanzen auf weitere Strecken hin zu übersehen. Wir können dann die Verbreitungsbezirke der einzelnen Arten festlegen und gegen einander abgrenzen. Das ist der erste Schritt zu einer Pflanzengeographie, die sich nur mit der räumlichen Verteilung der Arten beschäftigt. — Damit dürfen aber die Aufgaben einer Spezialflora nicht erschöpft sein. Sie mufs im Gegenteil auch Material liefern für die wissenschaftliche Behandlung weiterer pflanzengeographischer Fragen, welche sich an diese rein listenmäfsige Behandlung des Pflanzenbestandes anschliefsen. Dahin gehören die Formationsstudien. Diese sollen uns zeigen, welche Pflanzen mit einander vergesellschaftet vorkommen, wenn bestimmte äufsere gleichartige Bedingungen gegeben sind. Auch die Formationen müssen zuerst listenmäfsig behandelt werden, denn nur Zusammenstellungen derjenigen Pflanzen, welche am gleichen Ort mit einander wachsen, erschliefsen uns ein weiteres Forschungsgebiet, wo auch andre botanische Disziplinen vorteilhaft einzugreifen vermögen. Wir stellen sofort die weitere Frage, ob die Pflanzen ein und derselben Formation Übereinstimmungen in ihrem inneren Bau zeigen, ob auch äufsere morphologische Merkmale sie als Glieder einer Gemeinschaft erkennen lassen. Vertiefen wir die Formationsstudien derartig, so können nicht blofs Anatomie, sondern auch Biologie und im weiteren Sinne auch die Physiologie zur Entscheidung der Frage beitragen, welche gemeinsamen Anpassungserscheinungen uns die Mitglieder einer Pflanzengemeinschaft aufweisen. Wenn die Flora eines bestimmten Gebietes derartige Untersuchungen anregen und fördern soll, so ist dazu nicht blofs Beschreibung der äufseren Tracht der Pflanzen notwendig, sondern auch ein Eingehen auf die Anpassungen, welche sie äufseren Einflüssen gegenüber besitzen, seien es nun organische oder anorganische. — Haben wir nun alle vorliegenden Fragen erledigt, wie weit sich der Verbreitungsbezirk einer Art erstreckt, in welcher

*) Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, XXXVIII. Jahrgang 1896. S. 142 ff.

Gemeinschaft sie lebt und welche Anpassungen sie der umgebenden Natur gegenüber besitzt, so ergiebt sich ganz von selbst die weitere und letzte Fragestellung der Pflanzengeographie, nämlich die Aufdeckung der Gründe, weshalb eine Pflanze nur unter diesen, nicht unter andern Bedingungen existieren kann. Diesem letzten Ziel gehört die Zukunft der pflanzengeographischen Forschung. Dafs wir davon noch weit entfernt sind, zeigen die grofsen Lücken in unsern Kenntnissen von der Verbreitung und dem Zusammenleben der Pflanzen. Trotzdem darf uns dies nicht abhalten, auch auf diese Studien schon jetzt unser Augenmerk zu richten. — Wenn die soeben skizzierten pflanzengeographischen Probleme ganz im allgemeinen für die Pflanzenwelt gelten, so ist es notwendig einen Rückblick auf die Resultate zu werfen, die sich bis jetzt für die Kryptogamen ergeben haben. Da kommen wir zu dem betrübenden Ergebnis, dafs bis jetzt nur versucht worden ist, die Verbreitung der Arten festzulegen. Für Formationsstudien gar ist für unsre Zone kaum etwas geschehen. Man hat sich darauf beschränkt, die Moose und Flechten nach Boden und Wirtspflanzen zusammenzustellen; für Algen ist in den Planktonstudien ein erfreulicher Anfang zu einer Formationsgliederung des Süfswassers zu erkennen. Auch für die Pilze liefsen sich aus den vorhandenen Kompendien Listen nach den Nährpflanzen aufstellen, aber das würde auch für diese grofse und wichtige Klasse alles sein, was augenblicklich möglich ist. — Wir müssen deshalb nach den heutigen Anforderungen der Wissenschaft von einer Kryptogamenflora verlangen, dafs sie nicht blofs die Arten beschreibt und aufzählt, sondern wir müssen auch eine Verarbeitung des Materials in dem Sinne fordern, dafs die modernen Zweige der Pflanzengeographie ihre Rechnung finden. Gewifs mufs als eine Hauptforderung auch für die jetzt von unserm Verein geplante Kryptogamenflora festgehalten werden, dafs die Arten genau beschrieben, richtig bestimmt und wissenschaftlich klassifiziert werden; aber es ist notwendig über diesen Rahmen hinauszugehen und auch andre Beobachtungen, namentlich biologischer Art, mit aufzunehmen; kurz eine Flora zu schaffen, die von gröfseren Gesichtspunkten ausgehend den Anforderungen der modernen Wissenschaft Genüge leistet."

Wir ersehen aus dem soeben angeführten Aufrufe, dafs die Ziele der modernen Systematik darauf hinausgehen, sämtliche Zweige der wissenschaftlichen Botanik mit einander zu verknüpfen und dafs versucht wird, diesem Ziele auch durch die Verknüpfung und Verwertung der auf allen Gebieten erlangten Resultate näher zu kommen, sodafs die Flora einer Gegend, die Monographie einer Gattung und Familie nur dann den Anspruch auf volle Wissenschaftlichkeit beanspruchen kann, wenn sie es versteht, alles Material, das über die in ihren Kreis gehörigen Arten gesammelt und bekannt geworden ist, auszunutzen und von einem höheren, allgemeinen, die Einzelforschungen eingehend behandelnden Standpunkte aus übersichtlich und in systematischem Zusammenhang stehend aufzuführen und anzuordnen. So wird die systematische Botanik gewissermafsen zu einem Schatzhause, in welchem die durch die allgemeine Botanik erworbenen wertvollen Resultate aufgespeichert werden, zu einem Kompendium, in welchem die Errungenschaften der Gesamtforschung zur Aufzeichnung gelangen; sie schlingt das Band um die Gesamtheit der Wissenschaft. Sie schlägt aber auch eine Brücke von der Botanik der Gestaltenlehre und Lebenskunde der Pflanzen, zu der Geographie, der Naturbeschreibung des Erdganzen und führt uns damit vor Augen, dafs die Wissenschaft nur eine, untrennbare und überall zusammenhängende ist.

Die Beachtung, welche die Deszendenztheorie jetzt bei wissenschaftlichen Forschungen gefunden hat, mufste auch dem Zweige der Botanik, welcher sich mit der Erforschung der ausgestorbenen Arten beschäftigt, der Phytopaläontologie eine gröfsere Bedeutsamkeit für die Enträtselung der Verwandtschaftsbeziehungen in der Jetztwelt verschaffen. So beschäftigt sich die Systematik nicht nur mit der Gegenwart und den in ihr auftretenden Erscheinungen, sondern sie richtet ihre Blicke auch nach rückwärts, um aus dem Früheren das Spätere zu erkennen und schreibt damit eine wahre Naturgeschichte, die wir auch die Entwicklungsgeschichte unsrer heutigen Pflanzenwelt nennen können. Dadurch trägt sie ihr Teil bei zu der Entwicklungsgeschichte des Erdballs, der historischen Geologie, die ihrerseits wieder durch ihre Wurzeln, die sie entfaltet in der Mineralogie und Petrographie, und dadurch, dafs sie ein Ähnliches, wie von den Pflanzen, uns übermittelt von den Tieren, den Zusammenhang knüpft zwischen allen Naturreichen, lebenden wie leblosen, und auch in ihren letzten Aufzeichnungen schon Kunde giebt von dem Auftreten des Menschengeschlechtes, womit sie eine Geschichte desselben schreibt vor aller eigentlichen Geschichte und zum Ausgang wird der historischen Wissenschaft. Es ist gewifs ein grofses Gebiet, welches sich vor unsern Augen, als von der wissenschaftlichen Botanik und in ähnlicher Weise von ihrer Schwesterwissenschaft, der Zoologie, durch die Arbeit der Gelehrten erkundet und beherrscht nach den obigen Auseinandersetzungen eröffnet. In Bezug auf diese letztere Disziplin möchte ich aber auf einige Abweichungen der wissenschaftlichen Zoologie von den entsprechenden Zweigen der Botanik hier hinweisen. Die Morphologie und Anatomie der Pflanzen unterscheidet sich wesentlich von den entsprechenden Teilen der Zoologie. Während wir vorhin sahen, dafs Morphologie der Pflanzen sich nur, selbst bei den höchsten Pflanzen, mit der Deutung der Gestaltungsverschiedenheit von vier verschiedenen Gliedern zu beschäftigen hat, die Anatomie aber mehr den Namen einer Histologie verdient, nimmt in der Zoologie die wissenschaftliche Behandlung der Strukturverhältnisse des Tierleibes einen viel gröfseren Raum ein infolge der viel gröfseren Differenzierung der Körper der Tiere in den verschiedenen Abteilungen des Tierreiches, und die Behandlung der Einzelheiten dieser Gestaltungsverschiedenheiten, die sich schon makroskopisch feststellen lassen, wird vorzugsweise unter dem Namen Anatomie begriffen. Erst wenn wir in der Entwicklungsreihe der Tierwelt zur Betrachtung der niederen Stufen herabsteigen, zeigt sich eine gröfsere Übereinstimmung, aber nicht mit den Pflanzen überhaupt, sondern vorzugsweise mit den niederen Pflanzen, den Kryptogamen, ein Verhalten, welches in vieler Beziehung recht beachtenswert erscheint. Es ist in der Zoologie namentlich die vergleichende Anatomie und in erster Linie die vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, der man aus dem Bereiche der Botanik nichts ähnliches an die Seite zu setzen vermag. Vom Standpunkt einer praktischen Anwendung im Unterricht auf der Schule ist es gewifs ein Vorteil dieser vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, dafs sie zu ihrem Betriebe nicht das ganze Gebiet der Anatomie überhaupt notwendig macht, sondern dafs z. B. schon ein Vergleich der Skelette, ja bei Säugetieren nur der Schädel allein eine Fülle wissenschaftlichen Materials uns zu Gebote stellt. Auch was die Behandlung der Paläontologie anbetrifft, so hat die Zoologie, wenn ich so sagen darf, einen Vorzug vor der Botanik. Hier sind es die Weichtiere, also Lebewesen, welche nicht an der Spitze des Systems stehen, welche in erster Linie in Betracht kommen; ist doch der Name „Leitmuscheln“ als der

von Fossilien, die das Alter der verschiedenen Schichten bis in die kleinsten Einzelheiten kennzeichnen, sattsam bekannt. Und es kann deshalb die Malakozoologie selbst in ihrer elementarsten Behandlung der Rücksichtnahme auf ausgestorbene Arten nicht entbehren; aber auch in den andern Klassen der Tiere wird immer auf die ausgestorbenen Arten und Gattungen Betracht zu nehmen sein, da sie in vorzüglicher Erhaltung uns überliefert die zwischen den recenten Spezies klaffenden Lücken im System oftmals in vollkommen befriedigender Weise ausfüllen. Ich glaube, dafs diese Anführungen genügen werden, um die Verschiedenheit zwischen der wissenschaftlichen Botanik und Zoologie für unsern Zweck ausreichend zu kennzeichnen. Jedenfalls aber ist das Gebiet der Zoologie ebenso umfangreich und ebenso mannigfaltig erforscht, ja vielleicht noch ausgedehnter, als das der wissenschaftlichen Botanik, sodafs wohl niemand im Zweifel sein wird, dafs für den Unterricht auf der Schule auf beiden Gebieten, dem der Botanik und der Zoologie sich eine Fülle von brauchbaren Stoffen finden läfst, und es wird nur die Frage sein, welche Zweige der Wissenschaft für den Schulunterricht die geeignetsten sind und wie sie zu einer möglichst fruchtbringenden Anwendung zur Bildung des Wissens, Verstandes und nicht in letzter Linie zur Bildung des Gemütes benutzt werden können.

Es ist also im folgenden unsre Aufgabe zu untersuchen, welche Teile der wissenschaftlichen Botanik und Zoologie zur Behandlung im Unterricht auf den höheren Schulen sich am meisten eignen.*) Denn das mufs in erster Linie das Bestreben jedes Lehrers der Naturwissenschaften an höheren Lehranstalten sein, dafs er seinen Unterricht in möglichst engem Anschlufs an die wissenschaftliche Forschung und unter Berücksichtigung der neusten Methoden zu ihrer Demonstration einrichtet, soweit sich dies nur irgend erreichen läfst; das Beste und Modernste, was die Wissenschaft zu bieten vermag, ist, dem jugendlichen Verständnifs angepafst, gerade gut genug, um seine Dienste für die Unterrichtszwecke auf der Schule zu leisten. Der naturwissenschaftliche Unterricht soll nicht in einem öden Tier- oder Pflanzenbeschreiben bestehen. Dieses Verfahren erfüllt zwar in ausreichender Weise den Zweck des Unterrichts, das Vermögen sehen zu können und namentlich den Farbensinn zu wecken und zu pflegen, wozu aufser in dem Zeichenunterricht sonst auf der Schule sich kaum Gelegenheit bietet. Und das wird ja von vielen, und selbst erfahrenen Schulmännern noch jetzt als das einzig mögliche und erreichbare Ziel dieses Unterrichtes angesehen, und es wird als ein Hauptvorzug des Betriebes der Naturwissenschaften auf der Schule gepriesen, dafs er, ähnlich wie der Turnunterricht, der einseitigen geistigen Ausbildung des Menschen entgegenarbeitet durch Kräftigung des Muskelsystems, durch fortgesetzte Übung der Sinnesorgane und vielleicht auch einer gewissen manuellen Geschicklichkeit, ausgeübt etwa beim Zergliedern von Pflanzenteilen, zu einer harmonischen Gestaltung des menschlichen Körpers sein Scherflein beiträgt. Dieses Verfahren, das blofse Beschreiben von Tieren und Pflanzen, ist aber wohl nicht sonderlich im stande, auf Geist und Gemüt des Schülers in anregender Weise einzuwirken, sondern wirkt im Gegenteil ermüdend und abtötend. Nein, vom naturwissenschaftlichen Unterricht ist mehr zu verlangen und er kann auch mehr leisten, als man gewöhnlich annimmt. Auf den noch viel beliebten ausgetretenen Pfaden ist allerdings dies Ziel nicht zu erreichen und auch nicht ohne grofse, von Laien kaum zu würdigende Arbeit von seiten des

*) Vergl. Anmerk. 4.

Lehrers. Sagt doch auch Landsberg*): „Gewifs, es ist keine leichte Aufgabe, die der Unterrichtbetrieb nach der in dem Übungsbuch vorgeschlagenen Methode**) an den Lehrer stellt sowohl was sein Wissen und Können, als auch was seine Opferwilligkeit anbelangt. Aber sicher facht auch die Liebe zu unserer Wissenschaft, die Überzeugung von ihrer Befähigung, die höchsten Erziehungsaufgaben zu lösen, den immer bereiten Idealismus der Lehrerwelt an. In formaler Beziehung angewandte Logik, in ethischer das Belauschen jener ewigen Predigt, die die Natur selbst uns hält, was fehlt unserm Fache, um eine Herrscherin zu sein auf dem Gebiete des wahrhaft erziehlichen Unterrichts?! — Heifst es doch, ein Stück Volks-Wohlfahrt erringen, wenn es dem naturbeschreibenden Unterricht gelingt, die Jugend wieder heimisch zu machen in dem grofsen Vaterhause der Menschheit. Wie vermag die Natur zu trösten und aufzurichten, wo kein Menschenwort zu Herzen dringen mag! Die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften ist nicht, wie noch immer Einige meinen, die Quelle materialistischer Weltanschauung. Sinnige Betrachtung der Natur, die Erkenntnis der weisen Gesetzmäfsigkeit, die das All beherrscht, ist vielmehr der sicherste Schutz gegen die gemeine, leider nur zu moderne Nützlichkeitsmoral."

Ich habe die beherzigungswerten Worte von Landsberg hier angeführt, um festzustellen, dafs andere auch der Meinung sind, die höchsten Ziele seien zu erreichen durch einen naturwissenschaftlichen Unterricht, der aus dem tiefen und immer reichlicher fliefsenden Born der hehren Wissenschaft zu schöpfen vermag. Es mufs deshalb gefordert und erstrebt werden, alle Schätze, welche die mühevolle Bergmannsarbeit des Forschers und Gelehrten ans Tageslicht gefördert hat, nach Möglichkeit der Jugend darzubieten, und sie auf den Standpunkt zu bringen, dafs sie nach dem Verlassen der Schule in der Lage ist, mit offenen Augen und klaren Blicken in die Welt zu schauen und in dem verwirrenden Getriebe des täglichen Lebens den rechten Pfad nicht zu verlieren. Der Schüler soll bei seinem Abgang von der Schule nicht staunend und ohne Verständnis dessen, was ihm täglich an Rätseln in der Natur und den Werken der Technik umgiebt, seinen Weg nehmen, aber auch nicht blasiert und hochmütig, wie es Halbgebildete und Autodidakten ohne rechte Grundlage ihres Wissens leicht zu werden pflegen, sondern mit vollem Wissen und Verständnis sowohl des in der Wissenschaft Erreichten wie auch der in unsern Kenntnissen vorhandenen Lücken und der ihnen gebotenen Schranken ruhig und unbekümmert um das auf dem Markt des öffentlichen Lebens ertönende Geschrei seinen Zielen nachgehen. Er soll auch nach dem Verlasssen seiner Bildungsstätte Lust und Liebe zur Wissenschaft behalten und im stande sein, sie weiter zu pflegen in seinen Mufsestunden durch Lektüre eines der populären wissenschaftlichen Werke, an deren Abfassung sich ja bei uns so viele Gelehrte mit grossem Geschick und gutem Glück versucht haben. Das ist aber nur möglich, wenn der Unterricht den Standpunkt, den die moderne Wissenschaft erreicht hat, einzunehmen bestrebt ist und immer auf der Höhe der Zeit steht, damit nicht etwa der Fall eintreten kann, um nur eins anzuführen, dafs eine populäre Zeitschrift über interessante naturwissenschaftliche Fragen bessere Aufklärung giebt, als der naturgeschichtliche

*) Landsberg, Hilfs- und Übungsbuch für den botanischen und zoologischen Unterricht an höheren Schulen und Seminarien. I. Teil Botanik. S. XXXVII.

**) Nämlich unter Berücksichtigung der Ergebnisse der modernen Forschung namentlich auf dem Gebiete der Biologie.

Unterricht es gethan hat. Andrerseits ist freilich eine weise Einschränkung hier nötig und ein Übermafs an Spezialitäten* und eine Zersplitterung zu vermeiden, was sich ja aber wohl für jeden denkenden Menschen von selbst versteht, der nur die grundlegenden Thatsachen der Wissenschaft von dem Schulunterricht fordern wird, diese aber möglichst vollständig und als unverrückbares Eigentum der Schüler.

Wenn wir uns nun danach umschauen, was bis jetzt als Richtschnur für den Betrieb des naturbeschreibenden Unterrichtes an höheren Schulen gegolten hat, so kann man wohl sagen, dafs der naturgeschichtliche Unterricht eigentlich schon immer die eben angegebenen Bahnen verfolgt hat und den Fortschritten der Wissenschaft zuerst langsamer und gleichsam tastend, dann immer schneller und zielbewufster nachzukommen sich bemüht hat. Allerdings tritt uns hier eine Schwierigkeit, den Unterricht fruchtbringend zu gestalten, entgegen. Die Fortschritte der Wissenschaft erfolgen aufserordentlich schnell auf einander; es erfordert deshalb ihre Verfolgung namentlich bei den vielen Zweigen, in die sie sich, wie wir oben gesehen haben, spaltete, einmal eine sehr gründliche Vorbildung und dann ein fortwährendes ununterbrochenes Studium, wie dies, man kann es getrost behaupten, in keinem andern Zweige der Wissenschaften in gleich eingehender Weise nötig wird. Dazu kommt noch, dafs eine Einigkeit über die beim Unterricht anzuwendenden Methoden keineswegs erzielt ist und dafs sich diese bei den steten Fortschritten der Forschung auch wohl kaum anders als in grofsen Zügen herstellen läfst. Wenn irgendwo, so ist im naturbeschreibenden Unterricht die Erteilung desselben durch einen Fachlehrer ohne jeden Zweifel dringend erforderlich; jeder Lehrer mufs hier eben aus dem Vollen schöpfen können und über einen grofsen Schatz von Wissen verfügen, der unmöglich sich nebenbei aneignen läfst. Und damit der Bestand seines Wissens auf der Höhe des erforderlichen Mafses bleibt, wird für jeden, der nicht direkt mit den Centralen der Wissenschaft die Verbindung aufrecht erhalten kann, von Zeit zu Zeit eine Auffrischung seines Wissens ein dringendes Bedürfnis sein in den naturwissenschaftlichen Kursen, welche ja jetzt fast an allen Universitäten von den Hochschullehrern zur Fortbildung der im Amte stehenden Lehrer an höheren Unterrichtsanstalten eingerichtet sind, ähnlich wie dies in der Medizin für die in ihr Beamteten zu geschehen pflegt. Es hat gewifs zu der nun einmal nicht zu leugnenden Geringschätzung der beschreibenden Naturwissenschaften in den Augen mancher Leute sehr viel beigetragen, dafs der Unterricht in ihnen von jedem beliebigen Lehrer, auch wenn er keine Hochschulbildung besitzt, an höhere Lehranstalten oft erteilt wird, was in andern Fächern der Wissenschaften, nehmen wir z. B. Griechisch, Latein oder Mathematik als ein Unding angesehen werden würde, trotz der grofsen Menge methodischer Hilfsmittel der besten Art. Und doch stellt das Studium der Naturwissenschaften nicht geringere Anforderungen an die Hochschüler als irgend eine andere beliebige Wissenschaft, ja, wenn man dazu nimmt, dafs von den Studenten eine gewisse praktische Experimentierfähigkeit unter allen Umständen verlangt wird, schon aus diesem Grunde sogar viel höhere, mit einziger Ausnahme der Medizin. Ohne eine solche gründliche wissenschaftliche Vorbildung aber läfst sich wohl an der Hand eines guten methodischen Leitfadens eine Art von naturwissenschaftlichen Unterricht erteilen, ob er aber die Schüler, welche ja namentlich auf den unteren Stufen einen so grofsen Wissensdurst in naturwissenschaftlichen Dingen besitzen, voll und ganz befriedigen wird, das möchte ich billig bezweifeln.

Und nun nehme man noch hinzu, was unter Umständen bei einer Verranntheit in eine Methode entstehen kann. Ich möchte hierfür nur zwei Beispiele anführen.

Die ersten Anfänge des naturbeschreibenden Unterrichtes konnten dem Gange der geschichtlichen Entwickelung gemäfs eben nur beschreibender Natur sein, da auch die auf den Hochschulen gelehrte Zoologie und Botanik ihre Aufgabe lediglich in einer Tier- und Pflanzenbeschreibung fand. Es stellte sich nun bald heraus, dafs der Unterricht, der sich mit einer blofsen Beschreibung einzelner Gegenstände aus dem Tier- und Pflanzenreich beschäftigt, nicht gar viel zu leisten vermag und vor allem ermüdend auf die Schüler wirkt. Um das Interesse zu heben und den Blick zu erweitern, wurde nun Vergleichung verwandter Objekte im Unterricht vorgenommen; es ist die Methode Lübens, welche diese Richtung der Unterrichtskunst in naturwissenschaftlichen Dingen besonders gepflegt und ausgebaut hat. Nicht als sollte der naturwissenschaftliche Unterricht wie jeder andere der allgemeinen harmonischen Erziehung des Schülers dienen, sondern als wäre es notwendig aus den Schülern selbst der untersten Stufen geübte Systematiker zu erziehen, so wurde mit dieser Methode verfahren, die richtig angewendet und auf die passende Gelegenheit beschränkt, sicher ihre Vorzüge vor früheren besafs. So lesen wir in einer Recension von Loew*) über einen nach dieser Methode geschriebenen Leitfaden: „Schreibe mir die gemeinsamen Merkmale der Schnirkelschnecken und Nacktschnecken auf! Desgleichen die gemeinsamen Merkmale der Blutegel und Regenwürmer! Vergleiche die Kellerassel mit dem Krebs! Durch welche Merkmale unterscheidet sich Wasserjungfer von Seejungfer? — Was gehen den Schüler die Unterschiede zwischen *Dyticus marginalis* und *circumcinctus* an, oder zwischen den verschiedenen *Carabus*- und *Staphylinus*-arten auf einer Stufe, auf welcher er von dem Bau und den Lebensverhältnissen irgend einer Käferart nur sehr unsichere oder gar keine Vorstellung hat!“

Als eines zweiten Falles ist hier der von Moebius**) angeregten, von Junge***) zuerst durchgeführten Unterrichtsmethode nach Lebensgemeinschaften zu gedenken. Ich möchte mir das Urteil, welches Landsberg†) über diese Methode ausspricht, hier zu eigen machen; er sagt: „Praktische Bedeutung für den Unterricht an höheren Schulen hat die neue Methode noch nicht gewonnen, während dem gegenüber ihr die Elementarlehrer durchweg huldigen. Ein wunderbares Mifsverhältnis, das durch die Verschiedenartigkeit der Schulen allein sich nicht erklären läfst: . . . . . Ich kann mir nur denken, dafs die etwas kritiklose Art, mit der die neue Reformbewegung vielfach vorgegangen ist, abstofsend auf naturwissenschaftlich gebildete Männer gewirkt hat. Dies Urteil soll nicht Junge selbst treffen. Er „verknüpft die Thatsachen“, er lehrt, wie die „chemisch-physikalischen Einflüsse eines Wohnorts (einer Lebensgemeinschaft) gemäfs dem inneren Gesetze der Erhaltungsmäfsigkeit“ das Zusammenleben nicht nur, sondern bis zu einem gewissen Grade die Formähnlichkeit der

---

*) Jahresberichte über das höhere Schulwesen von Rethwisch, III. Jahrgang 1888. Naturwissenschaft von E. Loew. Seite B. 331.

**) Die Auster- und die Austernwirtschaft.

***) Naturgeschichte. I. Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft. II. Die Kulturwesen der deutschen Heimat.

†) A. a. O. S. XXIV. u. f.

Wohn-Tiere und -Pflanzen bedingen.*) Er beschreibt in der Hauptsache Lebewesen und wirft dann erst die Frage auf, welche Existenzbedingungen verursachen**) ihre Formähnlichkeiten oder Verschiedenheiten. Ganz anders wird es bei Junge's Nachfolgern. Wie springt man da nur mit den Naturwissenschaften um! Da werden z. B. Wiese, Sumpf und Wasser mit ihren pflanzlichen und tierischen Bewohnern beschrieben und in Anschlufs daran Aëro- und Hydrostatik, ein gut Teil Chemie, Wärmelehre u. a. Kapitel der exakten Naturwissenschaften vorgetragen und zwar, wohl gemerkt, alles das mit gleicher Betonung, nicht etwa Physik und Chemie nur bis zu dem Grade, als sie zum Verständnifs biologischer Erscheinungen notwendig sind. Also nicht mehr eine Verknüpfung der Thatsachen, sondern eine Aneinanderreihung von Stoffen aus allen möglichen Disziplinen der Naturwissenschaft zu einem „Stoffplan" (so heifst der neue *terminus)!* Das Erfinden solcher Stoffpläne ist geradezu zu einem Sport in Volksschullehrerkreisen geworden, das Abwägen, in welche „Konzentrationsstufe" einzelne Lebewesen oder Naturerscheinungen gehören, wird zuweilen bis zur unbewufsten Komik betrieben, und findet auch unter besonnenen Elementarlehrern lebhaften Widerspruch! Gehört die Schwalbe in die Stufe Teich, das Pferd und Rind in die Stufe Hof oder Steppe, der Storch in die Wiese oder den Teich, der Regenbogen in die Wüste(!) oder sonst wohin, Axt, Keil, Hebel, schiefe Ebene u. s. w. in die Gemeinschaft Wald (beim Holsfällen gebraucht) oder in die Gemeinschaft um den Menschen? Diese leider schon von Junge statuierte „Gemeinschaft um den Menschen" ist neuerdings zu einer der eigenartigsten Blüten pädagogischer Künstelei geworden: Sie ist die grofse Aushelferin. Wenn irgend etwas sich in keiner Stufe unterbringen läfst, hier ist schönster Platz dafür. Sie scheint mir, bei Licht besehen, ein Fossil, ausgegraben aus Grofsmutters Zeiten, damals allerdings betrieben unter dem passenderen Namen Technologie. — Das Schlimmste bei all dem ist die Notwendigkeit eines fortwährenden Wechsels der Methode, zu der ein solcher „Stoffplan" den Unterrichtenden zwingen mufs. Denn exakte und empirische Naturwissenschaften haben ganz verschiedene Forschungsmethoden. Wer könnte die Naturbeobachtung zu der Basis des physikalisch-chemischen Unterrichts machen wollen? Wird nicht immer das Experiment vorausgehen müssen, um überhaupt Naturerscheinungen verstehen zu können? An welch minutiöse Formbeschreibung hinwiederum mufs man den Schüler gewöhnen, will man ihn zu einer bildenden Beobachtung der Lebenserscheinungen erziehen; dort Abstraktion von Nebenerscheinungen, hier genaueste Beobachtung auch der scheinbar nebensächlichsten Formverschiedenheiten. Und nun sollen wir unsere armen Jungen köpflings und immer aufs Neue aus einer Methode in die andere stürzen?! Wo bliebe da der erziehliche Wert des Unterrichts, der gerade in dem Vertrautwerden mit den Methoden naturwissenschaftlicher Forschung beruht?! Nichts bleibt als

*) Junge's didaktischer Fehler liegt in einer ganz andern Richtung: Er hält das Aufstellen „biologischer Gesetze" für notwendig, meint mit ihnen, in denen er den Inhalt der Evolutionstheorie niedergelegt hat, operieren zu müssen, um zu einer einheitlichen Auffassung der Natur zu gelangen. Die Unmöglichkeit eines solchen Unterrichts haben Junge's Nachfolger schon mehrfach betont.

**) Eben diese Deutung der Existenzbedingungen als Ursache der Formverschiedenheit erscheint mir als der schlimmste Fehler in Junge's Methode. Nur bei voller Annahme der Evolutionstheorie wäre sie berechtigt. Die Schule aber thut gut, sich auf den Unterschied von Ursache und Grund zu besinnen und nicht eine noch immer in voller Diskussion stehende Hypothese zur Basis des Unterrichts zu machen.

eine kaleidoskopisch bunt zusammengewürfelte Menge von Einzeleindrücken, die man nun wohl oder übel als „Naturganzes" gelten lassen soll. Den Lehrern höherer Unterrichtsanstalten erscheint eine reinlichere Scheidung der Disziplinen von höherem Wert. Ich möchte wohl das verwunderte Gesicht eines Gymnasialphysikers sehen, dem man ernsthaft zumutete, solcher Verknüpfung zu Liebe doch gefälligst Samum, Fata morgana und Kamel zu einem hübsch gerundeten Wüstenbildchen zu vereinen."

Ich habe die Ausführungen von Landsberg über die Methode des Unterrichts nach Junge hier in voller Ausdehnung gegeben, weil mir gerade diese Methode so recht beweiskräftig erscheint für meine Ansicht, dafs nur auf dem Boden der vollen Wissenschaftlichkeit der Unterricht in den Naturwissenschaften gedeihen kann, sonst aber auf Abwege führt. Freilich sagt Landsberg direkt im Anschlufs an die oben citierten Worte: „Aber wenn auch solche Ungeheuerlichkeiten wohl dauernd den höheren Schulen fremd bleiben werden, man kann andererseits auch in der Wissenschaftlichkeit zu weit gehen, wie Münch*) treffend auseinander setzt: „„Wie aus der Not eine Tugend gemacht wird, so wird mitunter aus der Tugend eine rechte Not und Schwierigkeit. Bei manchen Lehrern ist die Tugend der Wissenschaftlichkeit so grofs, dafs es ihnen erstaunlich schwer wird, einfach zu unterrichten. Aber das Mittel zur Überwindung dieser Schwierigkeit ist nicht, den Geist der Wissenschaft fahren zu lassen oder ihn nur locker zu bewahren, sondern ihm ein Gleichgewicht zu geben in pädagogischer Kunst. Zwischen beiden mufs ein lebendiges Verhältnis des Füreinander bestehen; sie sollen eine Art von Ehe mit einander bilden."" Und eine solche Verbindung der Wissenschaftlichkeit mit der pädagogischen Kunst scheint mir im hohen Mafse in einer einsichtsvollen Verwertung der Lebensgemeinschaften im Unterricht gegeben zu sein; ja dieser Unterrichtsmethode ist gerade von der modernen Wissenschaft in hohem Grade vorgearbeitet worden." Er gedenkt nun des herrlichen Werkes von Kerner von Marilaun**); ich möchte hier ein anderes Werk anführen, welches sich geradezu mit den Lebensgemeinschaften beschäftigt, aber auf anderer wissenschaftlicher Grundlage wie Junge. Junge hat seiner Methode zur Liebe, wie wir oben gesehen haben, als Grundlage zur Erklärung der Thatsachen die Ergebnisse der Evolutionstheorie verwendet. Ich habe nun freilich an zwei Stellen der grofsen Vorzüge gedacht, welche die Descendenztheorie für die Entwickelung der Wissenschaft gehabt hat. Sie hat unser Denken befreit von dem Widerspruch, der zwischen bewirkender Ursache und nützlichem Zweck irgend einer Bildung in deren Aufspürung für unser Verständnis herrschte, und sie hat uns einen Fingerzeig gegeben, in welcher Richtung unsere Forschung sich zu bewegen und ihrem Ziele zuzustreben hat. Aber selbst der begeistertste Anhänger der Descendenztheorie, welche wohl jetzt von keinem Forscher in den beschreibenden Naturwissenschaften mehr zurückgewiesen wird, möchte doch wohl nicht behaupten wollen, dafs die Lehre bis in ihre kleinsten Einzelheiten so ausgebildet ist, und dafs sie alle bekanntgewordenen Thatsachen so klar und überzeugend zu deuten vermag, dafs sie über jedem Zweifel erhaben ist. Die Descendenztheorie hat uns ahnen lassen, dafs im Laufe einer Unendlichkeit von Jahren***) eine immer mehr fortschreitende Entwickelung der Organismen zu erkennen

*) Münch: Neue pädagogische Beiträge." Berlin, Gärtner 1893, S. 145.

**) Kerner von Marilaun: Pflanzenleben. II. Bände. 2. gänzlich neubearbeitete Auflage. Wien 1896.

***) Vergl. Anmerk. 5.

ist, die einem Ziel der Vollkommenheit zustrebt durch immer gröfser werdende Differenzierung und Arbeitsteilung im Aufbau ihres Körpers, und sie hat uns auch in der Form, die Darwin ihr gegeben hat, durch Einführung des Begriffes vom „Kampfe ums Dasein“ einen Anhalt gegeben zu begreifen, wie durch „Zuchtwahl“ dieser Fortschritt zustande gekommen ist; aber wir stehen doch eben erst in den Anfängen dieser Lehre ahnend und umgeben von einer Menge von Rätseln und Widersprüchen, die sich, hoffen wir, später lösen werden, die uns aber keineswegs ermutigen können, die Dogmen der Lehre zur Grundlage des Unterrichts zu machen und zur Erklärung von Thatsachen zu verwenden, welche ihrerseits vielmehr verwendet werden müssen, um dieser Lehre selbst erst die richtige Stütze und den Beweis für ihre Anwendbarkeit in der Forschung zu verleihen. Wenn man also die Descendenztheorie im Schulunterricht zur methodischen Grundlage machen will, so verfällt man in den leider so häufig begangenen Irrtum, deshalb, weil die Entwickelung in der Natur eine kaum wegzuleugnende und für jeden, der sehen will, leicht erkennbare Thatsache ist, auch anzunehmen, dafs der Weg, auf welchem diese Thatsache von uns erklärt werden kann, nun ebenfalls schon deutlich vor uns liegt. Dafs dies nicht der Fall ist, und zugleich, was die exakt wissenschaftliche Beobachtung aus dem gewifs fruchtbringenden Gedanken, die Lebensgemeinschaft der Pflanzen und auch der Tiere zu erforschen, zu gestalten vermag, das hat uns Warming*) gezeigt in seiner „Ökologischen Pflanzengeographie“, der aber auch, wie kaum ein anderer dazu berufen war. Er äufsert sich am Schlufs des ersten und Anfang des zweiten Kapitels der Einleitung in folgender Weise: „Ein flüchtiger Blick zeigt, dafs die Arten über das ganze Gebiet ihrer Standorte keineswegs gleichmäfsig verteilt sind, sondern sich in Gesellschaften mit sehr verschiedener Physiognomie gruppieren. Die erste und leichteste Aufgabe ist, zu ermitteln, welche Arten an den gleichartigen Standorten (Stationes) vereinigt sind. Dieses ist eine einfache Feststellung oder Beschreibung von Thatsachen. Eine andere, auch nicht schwierige Aufgabe ist, die Physiognomie der Vegetation und der Landschaft zu schildern. Die nächste und sehr schwierige Aufgabe ist die Beantwortung der Fragen: Weshalb schliefsen sich die Arten zu bestimmten Gesellschaften zusammen, und weshalb haben diese die Physiognomie, die sie besitzen. Dadurch kommen wir zu den Fragen nach der Haushaltung der Pflanzen, nach ihren Anforderungen an die Lebensbedingungen, zu den Fragen, wie sie die äufseren Bedingungen ausnutzen und wie sie in ihrem äufseren und ihrem inneren Bau und ihrer Physiognomie an sie angepafst sind, und kommen zunächst zur Betrachtung der Lebensformen. — Jede Art mufs im äufseren und im inneren Bau mit den Naturverhältnissen, worunter sie lebt, im Einklange sein, und kann sie sich, wenn sich jene ändern, ihnen nicht anpassen, so wird sie von andern Arten verdrängt werden oder ganz zu Grunde gehen. Es ist daher eine der wichtigsten und ersten Aufgaben der ökologischen Pflanzengeographie: die Epharmonie**) der Art, die man ihre Lebensform nennen kann, zu verstehen. Diese zeigt sich besonders in den Gestaltverhältnissen und in der Dauer der Ernährungsorgane (im Bau des Laubblattes und des ganzen Laubsprosses, in der Lebensdauer des Individuums etc.), weniger in denen der Fortpflanzungsorgane. Diese Aufgabe führt tief in morphologische, anatomische und physiologische Studien ein, sie ist sehr

*) Warming: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine. Deutsche Ausgabe. Berlin, Gebrüder Borntträger. 1896.

**) Vesque bezeichnet „L'épharmonie“, als „l'état de la plante adaptée“.

schwierig, aber sehr anziehend; kann noch durchaus nicht befriedigend gelöst werden(!), aber die Zukunft gehört ihr. Bei ihr stofsen wir auch auf die Frage nach dem Ursprunge der verschiedenen Arten. — Was diese Aufgabe sehr erschwert, ist z. B. der Umstand, dafs es neben der gestaltenden Fähigkeit der vielen äufseren Faktoren und neben der Anpassung der Arten an diese bei jeder Art bestimmte, natürliche, erbliche Anlagen giebt, die aus inneren, unbekannten Ursachen Gestalten hervorbringen, welche wir zu den umgebenden Naturverhältnissen, jedenfalls zu den gegenwärtigen, in gar keine Beziehung bringen können und daher gar nicht verstehen. Diese nach der natürlichen Verwandtschaft verschiedenen inneren Anlagen bringen es mit sich, dafs die Entwickelung der Arten unter der Einwirkung derselben Faktoren auf ganz verschiedenen Wegen zu demselben Ziele führen kann. Während z. B. eine Art an trockene Standorte sich durch dichte Haarbekleidung anpafst, kann eine andere unter denselben Verhältnissen kein einziges Haar hervorbringen (Vesque), sondern wählt z. B., sich mit einer Wachsschicht zu bedecken oder ihre Laubblätter zu reducieren und mit dem Äufseren der Stammsukkulenten aufzutreten, oder wird in ihrer Entwickelung ephemer". Und nun vergleiche man noch die beiden ersten Abschnitte des Buches von Warming: „I. die ökologischen Faktoren und ihre Wirkung; II. das Zusammenleben und die Pflanzenvereine", bei denen nur eine Angabe der einzelnen Kapitelüberschriften für unsern Zweck genügen wird*), um zu zeigen, mit welchen Faktoren eine wissenschaftliche Behandlung der Lebensgemeinschaft zu rechnen hat. Man wird zugeben müssen, dafs man auf diesen Grundlagen die Behandlung der Pflanzenvereine, wie Warming sie in den folgenden Kapiteln behandelt, für den Unterricht, der dann aber auf Ausflüge ins Freie nicht verzichten kann, nutzbringend zu gestalten vermag; und man wird meiner Meinung nach andere Erfolge damit erzielen, als nach der Methode von Junge in der Besprechung der Lebensgemeinschaften.

Ich möchte nun im folgenden einen Versuch machen, zu zeigen, dafs der Schulunterricht in der Zoologie und Botanik ganz auf strengster, wissenschaftlicher Grundlage beruhen kann und keine Methode der exaktesten Forschung zu verleugnen braucht, ohne dafs man ihm den Vorwurf machen darf, er verfahre pedantisch, oder lehre etwas dem Verständnis der Schüler Unfafsbares. Es giebt ja viele Wege, die zum Ziele führen und gewifs viel bessere, als ich anzugeben vermag; mein Zweck ist nur der, zu zeigen, wie von der untersten Stufe an in jeder Hinsicht volle Wissenschaftlichkeit im Unterricht bewahrt werden kann und wie gerade auf diese Weise die gröfsten Erfolge in der Bildung der Jugend erreicht werden.

Ich beginne mit der Systematik. Ich möchte diesen Teil des Unterrichtes mit dem Auswendiglernen von Vokabeln im sprachlichen Unterricht vergleichen. Wie das Betreiben des Unterrichtes in jeder Sprache ohne einen gewissen Schatz von auswendig gelernten Wörtern nicht möglich ist, so ist auch eine Kenntnis der heimatlichen Tiere und Pflanzen für den naturbeschreibenden Unterricht durchaus notwendig. Wie wir in einer Gesellschaft, in die wir zum ersten Male eintreten, eine Fülle von neuen uns unbekannten Gesichtern sehen, von denen eine grofse Anzahl uns durch ihre sympathischen Formen anziehen, denen wir uns aber nicht zu nähern wagen, da wir ihre Namen nicht kennen, bevor wir ihnen vorgestellt sind, so gewinnt auch das naturwissenschaftliche Objekt erst für den Schüler

*) Vergl. Anmerk. 6.

ein rechtes Interesse, wenn er es mit einem Namen bezeichnen kann, wenn es ihm gewissermafsen vorgestellt ist. Aber es ist hier namentlich im Anfange weise Beschränkung zu üben und das Gedächtnis nicht mit Namen zu überlasten; es genügt eine kleine beschränkte Anzahl von Tieren und Pflanzen für den Beginn, die sich im Verfolg des Unterrichts immer vergröfsert und erweitert; die Bekanntschaft der meisten Naturobjekte wird der Schüler vorzugsweise auf Ausflügen machen, wie ja auch im sprachlichen Unterricht, um bei unserm Vergleiche zu bleiben, die Lektüre für die Kenntnis der Sprache die Hauptsache thun mufs.

Es ist schon verschiedentlich der Wunsch ausgesprochen worden, dafs ein gewisser Kanon von Pflanzen für alle höheren Schulen festgestellt werden sollte, deren Kenntnis von allen Schülern auf den verschiedenen Stufen zu fordern sein müfste, wie man etwa eine Auswahl von auswendig zu lernenden Kirchenliedern, oder deutschen Gedichten, oder zu lesenden Autoren aufstellen kann. Meiner Meinung nach nicht mit Recht. Denn einmal sind die Floren der verschiedenen Gegenden Deutschlands selbst im näheren Umkreise je nach der geologischen Beschaffenheit ziemlich abweichend und die Charakterpflanzen eines Ortes sind ganz anders als die eines zweiten geartet, so dafs eine Seltenheit an dieser Stelle anderswo der Landschaft einen typischen Stempel aufdrückt: ich erinnere an *Pinus silvestris* und ihre Begleitpflanzen.*) Bei Brandenburg fehlt *Juniperus communis,* der Wachholder, gewifs ein häufiges und charakteristisches Unterholz in Kiefernwäldern, vollständig wildwachsend und kommt spontan erst hinter dem Radkrug vor, obgleich die Kiefer bei uns sicher nicht selten ist, und ebenso fehlt *Vaccinium Myrtillus,* welche zwar an einer Stelle im Krugpark vorkommt, aber dort nicht so üppig fruktifiziert, dafs sie je wohl die nach dem Schmause von Heidelbeeren so lüsterne Jugend zum Genusse eingeladen hätte. Und wozu auch das leidige Schematisieren und Uniformieren, welches auf andern Zweigen des Unterrichtes sich schon so vielfach eingestellt hat. Ein Lehrer, der aus dem Vollen schöpft, wird mit jeder, auch der ärmsten Flora, wie sie Brandenburg ja leider nur aufzuweisen vermag, es zu stande bringen, seine Schüler für die Wissenschaft zu begeistern und von andern Gegenden übernommene und aus andern Gegenden gekommene Schüler werden unter seiner Leitung sich sehr bald mit dem von ihm behandelten Pflanzenmaterial bekannt machen.

Ich möchte also nur wenige Pflanzen im Klassenunterricht durchgenommen wissen; das Kennenlernen der andern auf die Ausflüge verlegen, die namentlich an kleineren und mittleren Orten vom Lehrer systematisch organisiert und deren Ergebnisse in einer darauffolgenden Unterrichtsstunde zusammenhängend besprochen werden können. In der Sexta und Quinta kann von einer wissenschaftlichen Systematik abgesehen werden; in der Quarta wird aber schon eine bestimmte Abteilung des Pflanzensystems im Zusammenhange zu behandeln sein. Am zweckmäfsigsten dazu erscheinen mir die Gamopetalen. Erstens ist ihre Anzahl verhältnismäfsig klein, dann treten die Familien- und Gattungscharaktere so sprechend hervor und endlich lassen sich die Familien ohne Künstelei in ein leicht übersichtliches System bringen, so dafs diese Abteilung der Dikotylen wie geschaffen für den Beginn eines Unterrichts in der Systematik erscheint. Und auch dem Verlangen, dafs der Unterricht auf der Schule sich möglichst auf wissen-

*) Vergl. Höck: „Begleitpflanzen der Kiefer in Norddeutschland“ und „Mutmafsliche Gründe für die Verbreitung der Kiefer und ihrer Begleiter in Norddeutschland“. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, XI. Band, S. 242 und 396.

schaftlicher Basis aufbauen soll, wird dadurch volles Genüge geleistet; wie der zoologische systematische Unterricht mit den Säugetieren, und unter ihnen mit den Affen beginnt, so stehen die Gamopetalen, und unter ihnen wieder die Kompositen an der Spitze des Pflanzenreichs, wenigstens der Dikotylen, und sind deshalb zuerst zu behandeln. Mit vollem Recht heifst es in dem „Handbuch der systematischen Botanik" von Warming*) (wobei zu berücksichtigen ist, dafs er die Anordnung der Pflanzen in ein System von den einfachsten, niedrigsten Organismen beginnt, was sich zwar als dem Verlaufe der historischen Entwicklung entsprechend erforderlich erweist, vom didaktischen Standpunkt aus aber als zweckwidrig herausstellt, da ja der Unterricht vom Bekannten zum Unbekannten fortschreiten mufs): „Im folgenden seien einige Andeutungen der systematischen Prinzipien, welche in diesem Werke im ganzen befolgt sind, gegeben. Jede Form, welche sich bei der morphologischen vergleichenden Betrachtung deutlich als weniger einfach oder als durch Reduktion oder „Rückbildung" eines andern zu demselben Grundplan gehörigen Typus heraustellt, oder bei welcher eine weiter durchgeführte Arbeitsteilung vorkommt, wird als jünger angesehen und, soweit thunlich oder soweit sich nicht andere Rücksichten geltend machten, später genannt als die „einfacheren", vollzähligeren oder reicheren Formen etc. Beispielsweise kann angeführt werden, dafs Epigynie (Oberständigkeit) und Perigynie (Umständigkeit) als weniger „einfach" angesehen werden als Hypogynie (Unterständigkeit); die oberständigen Sympetalen, Choripetalen, Monokotylen sind daher im ganzen zuletzt aufgeführt, die Hydrocharitaceae unter den Helobiae zuletzt genannt, etc. Zygomorphie ist jünger als Aktinomorphie (Strahligkeit); die Scitamineae und Gynandrae folgen daher auf die Liliiflorae, die Scrophulariaceae auf die Solanaceae, Linaria auf Verbascum, etc. Vereintblättrigkeit bezeichnet jüngere Typen als Freiblättrigkeit; daher stehen die Sympetalen (Gamopetalen) nach den Choripetalen (Eleutheropetalen), die Sileneen nach den Alsineen, die Malvareen nach den Sterculcareen und Tiliaceen, etc." Auf die Gamopetalen, die in der Quarta behandelt werden, würden denn die Eleutheropetalen in der Untertertia und die Apetalen, Monokotylen und Kryptogamen in der Obertertia folgen, sodafs für den abschliefsenden Unterricht in der Untersekunda die Bekanntschaft mit dem ganzen System vorhanden wäre.

Auf diese Weise würde also der Unterricht in der systematischen Botanik gewissermafsen den Kern bilden, an welchen die übrigen Teile der Wissenschaft, soweit sie in der Schule verwertet werden können, sich anlagern sollen. Von diesen andern Zweigen stehen namentlich für den Anfangsunterricht allen voran die Morphologie und Biologie. Es kann nicht genug betont werden und ist meiner Ansicht nach durchaus nicht ein Ausflufs wissenschaftlicher Pedanterie, dafs bei der Beschreibung einer einzelnen Pflanze, wie dies den Anfang des botanischen Unterrichtes in der Sexta macht, ganz streng darauf zu halten ist, dafs die morphologischen Grundbegriffe, die vier Glieder der Pflanzen, dem Schüler von Anfang an klar gemacht werden; will man das Ziel stets im Auge behalten, einen Unterricht in den beschreibenden Naturwissenschaften auf der Schule zu geben, der neben allgemein erziehlichen Zwecken auch fortdauernd auf dem Boden der Wissenschaft stehend sich erhält, und das halte ich, wie

*) Warming, Handbuch der systematischen Botanik. Deutsche Ausgabe. Berlin 1890. S. IV.

oben erörtert, für durchaus notwendig und auch für die beste Art, den Unterricht in jeder Beziehung förderlich zu gestalten, so wird eben durchaus nicht anders zu verfahren möglich sein. Der Schüler steht eben, wie jeder erwachsene Laie, den morphologischen Thatsachen blind gegenüber und weifs in der erst im Augenblick der begonnenen Betrachtung ihm auffallenden, verwirrenden Fülle der Formen den rettenden Faden nicht zu erblicken, wenn er nicht an der Hand streng wissenschaftlicher Schulung, die doch nun einmal die Resultate einer jahrzehntelangen minutiösen Forschung als ihre Richtschnur benutzt, sehen und von Fall zu Fall fortzuschreiten lernt. Namentlich hält es ja schwer, das Gefühl sozusagen in den Schülern wachzurufen, dafs die Blüte kein besonderes, von allen übrigen grundsätzlich abweichendes Gebilde sei, sondern nur ein anders als die Laubstengel gebildeter Blütensprofs, ebenso aus Hauptachse und Blättern bestehend; aber nach meiner Ansicht ist es von gröfster Wichtigkeit für die Auffassung des ganzen Pflanzengebildes, dafs diese Erkenntnis in der Anschauung der Schüler Wurzel fafst. Daneben wird es sich bei der Behandlung der Pflanzen empfehlen, wo es irgend angeht, schon von den untersten Stufen an nicht blofs eine einfache, möglichst genaue Beschreibung der Pflanze nach ihrer Gliederung als den Hauptzweck des Unterrichtes anzusehen, sondern bei der Betrachtung und Beschreibung stets auf biologische Eigentümlichkeiten Rücksicht zu nehmen. Schon der Sextaner mufs z. B. in den Stand gesetzt werden, wenn er eine krautartige Pflanze zur Betrachtung vor sich hat, aus der Beschaffenheit der Wurzel, ob eine Hauptwurzel oder nur Nebenwurzeln vorhanden sind, auf die Lebensdauer der Pflanze zu schliefsen; er wird an den Blättern nicht nur deren Form beschreiben, sondern auch Besonderheiten dieser Form aus den Lebensbeziehungen der Pflanze begreifen lernen; er wird auf Bedeutung und Funktion der Haare aufmerksam gemacht werden, die Grundzüge der Blütenbiologie werden ihm geläufig sein müssen, damit er in der Pflanze ein belebtes Wesen erkennen lernt, welches nicht durch Walten von Willkür und Zufall in seiner Form zustande gekommen ist, sondern nach festen Regeln und Gesetzen in einer Vollkommenheit und dabei doch mit einer gewissen individuellen Freiheit der Gestaltung aufgebaut ist, dafs ihnen ein Gebilde aus Menschenhand nicht an die Seite gestellt werden kann. Wenn so von Anfang an das Auge und die Beobachtungsgabe des Schülers auch nach dieser Seite hin gerichtet wird, so ist es dann auf den oberen Stufen möglich, Morphologie und Biologie in erschöpfender, wissenschaftlicher Weise zu behandeln.

Ein Buch*) nun, für den Unterricht an der Schule nach diesen Prinzipien abgefafst, welches das höchste Lob nach meiner Ansicht verdient, ist das schon öfters erwähnte Werk von Landsberg. Es ist hier nicht der Ort und es ist auch nicht meine Aufgabe an dieser Stelle, auf eine Kritik des Buches einzugehen, jedenfalls aber ist das eindringlichste Studium dieses Werkes jedem Fachlehrer auf das angelegentlichste zu empfehlen. Landsberg**) will die Morphologie beschränkt wissen, was ich so verstehen

*) Der volle Titel lautet: Hilfs- und Übungsbuch für den botanischen und zoologischen Unterricht an höheren Schulen und Seminarien. Von Bernhard Landsberg, Oberlehrer an dem Kgl. Gymnasium zu Allenstein O.-Pr. I. Teil: Botanik. Leipzig, Teubner, 1896.

**) A. a. O.; S. XXV. „Nach alledem bleibt jetzt für die Morphologie ein weit kleinerer Raum, als er diesem Teile der Botanik früher zu Gebote stand. Damit fällt auch der gröfseste Teil gerade des schwierigsten Memorierstoffes der Botanik.“

möchte, dafs eine blofse Beschreibung einer Pflanze als Selbstzweck des Unterrichtes unter allen Umständen zu vermeiden ist, dafs eine Einübung eines Haufens von terminologischen Bezeichnungen und Überladung des Gedächtnisses mit terminis technicis verpönt sein mufs, dafs überhaupt der zu beschreibende Bau der Pflanzen nicht in jedem Fall für sich allein, sondern in Zusammenhang mit den Erscheinungen der ganzen Pflanzenwelt aufgefafst werden soll. Es genügt für den Betrieb des Unterrichtes in der Schule vollständig, ist aber andererseits auch unbedingt zu fordern für diesen Zweck, dafs der Schüler durch vielfaches Vergleichen und Beobachten von Pflanzen zu der Anschauung gelangt, dafs die grofse Fülle der Formen, welche die äufsere Bildung im Aufbau der Phanerogamen erkennen läfst, und für welche die ältere Terminologie demgemäfs auch eine Anzahl von verschiedenen Namen gebrauchen zu müssen vermeinte, im Grunde nur auf vier verschieden organisierte Glieder zurückzuführen ist, und dafs er diese Glieder, wo sie nicht zu sehr durch Metamorphose verändert sind, sofort zu erkennen vermag. Er soll den Unterschied der Wurzel vom Stengel erfassen und die Arten der Wurzel, ob normal oder adventiv am Stengel vorhanden, unterscheiden; bei dem Stengel mit seinen Blättern, dem Sprofs, soll er den Aufbau des Laubsprosses, die Stauchung oder Verlängerung der Internodien, die Haupttypen der Blattstellung, unterscheiden lernen; er soll die Stengel als solche erkennen, auch wenn sie keine Laubblätter tragen, und seine Aufmerksamkeit mufs auf die Metamorphose und die damit Hand in Hand gehende Umgestaltung des typischen Laubsprosses gerichtet sein; auch den Haaren mufs er seine Beachtung zuwenden, ihre Stellung an den andern Pflanzengliedern, ihr entweder konstantes Vorkommen, wie an den Wurzelspitzen, oder das mehr wechselnde und von gewissen Umständen augenscheinlich abhängige Auftreten in andern Fällen feststellen; auch die Form dieser kleinsten Gebilde, soweit sie sich mit blofsem Auge erkennen läfst, wird er beachten müssen und, ob sie etwa in der Form von Drüsenhaaren, langwollig, borstenförmig vorhanden sind, mit Leichtigkeit auffinden und angeben. Eine besondere Aufmerksamkeit ist den Blütensprossen zuzuwenden und jedes Mittel in Anwendung zu bringen, um den Bau und die Stellungsverhältnisse der Blätter an diesen Sprossen, die ja für die systematische Charakterisierung der Familien, Gattungen und Arten so grofse Bedeutung haben und sich vor den Laubsprossen durch ihre relativ geringe Unveränderlichkeit auszeichnen, den Schülern klar zu machen. Sie werden Blütendiagramme verstehen und selber zeichnen lernen; man wird auch Blütenformeln mit grofsem Nutzen verwenden; bei der Betrachtung der Blüten aber wird man namentlich von der Quarta an auf die minutiösesten Einzelheiten in der Färbung und in der Ausbildung der verschiedenen Blütenphyllome die Aufmerksamkeit des Schülers zu lenken haben. Denn nur auf diesem Wege wird er in den Stand gesetzt werden, um mit Ludwig zu sprechen, die Stammescharaktere von den biologischen Merkmalen zu unterscheiden und ohne diese Fähigkeit ist eine Behandlung der Biologie auf der Schule nicht möglich. Ich will hier noch einmal betonen, dafs der morphologische Unterricht in keiner Weise den Zweck haben soll, aus dem Schüler einen gewiegten Systematiker zu bilden, der eine Pflanzendiagnose in irgend einer Flora, und sei sie vielleicht auch in lateinischer Sprache abgefafst, ohne Mühe zu verstehen vermag; ich möchte dagegen aber auch von diesem Unterricht verlangen, dafs er durch fortgesetzte Übung in der Vergleichung der Ausbildungen, welche die Pflanzenglieder in den einzelnen Fällen zu erkennen geben, den Beobachtungssinn

schärft und das morphologische Taktgefühl entwickelt, so dafs der Schüler ein Verständnis für die Verschiedenheit dieser Bildungen erlangt, und sie auch in der Beschreibung wiederzugeben vermag, wozu es nicht nötig ist, dafs er einen Wust von Kunstausdrücken gedächtnismäfsig sich aneignet; in den meisten Fällen genügt ja der Wortschatz der gewöhnlichen Sprache, wenn man den Sinn der Worte nur etwas schärfer und specieller präcisiert.

Mehr zu berücksichtigen, als dies bisher wohl im allgemeinen geschehen war, ist die Biologie für den Unterricht an den höheren Schulen. Die Biologie soll den Kern und Gipfelpunkt des Unterrichtes bilden, denn kein Zweig des Unterrichtes ist in gleicher Weise geeignet, schon von den untersten Stufen an sowohl das Interesse der Schüler zu erregen, sowie auch ihren Sinn für eine tiefere Auffassung der organischen Schöpfung zu wecken und zu pflegen. Keine andere Disciplin aus dem ganzen Bereiche der Naturwissenschaften, der exakten sowohl wie der beschreibenden, ist auch wie die Biologie geeignet, auf das Gemüt des Schülers zu wirken und ihn ethisch zu bilden und zu erziehen. Freilich ist unter Biologie die wissenschaftliche Biologie zu verstehen, nicht ein Etwas, das sich für Teleologie ausgiebt, bei Licht besehen aber nur philosophische Spekulation ist, in ein schönes rednerisches Gewand gekleidet, ein schwungvoller Lobhymnus auf die Weisheit der Schöpfung, die eigentlich nur die Weisheit des Vortragenden ins rechte Licht setzt, da er ja ausfindig machte, wie nach seiner Meinung die Allmacht waltete in dem Verfolg von Zwecken und Zielen, die bei nüchterner Betrachtung nur in der dichterischen Phantasie des Autors vorhanden waren, in der Natur aber nirgends aufzufinden sind. Auf keinem Gebiete der wissenschaftlichen Botanik mufs von dem Lehrer ein gröfseres Verständnis und auch eine gleich grofse selbständige wissenschaftliche Schulung und Arbeit gefordert werden als auf dem Gebiete der Biologie, nicht allein deshalb, weil diese Disziplin erst so jungen Alters ist und deshalb ihr Ausbau noch in vollem Flufs sich befindet, sondern auch namentlich deshalb, weil auf keinem Gebiete es so leicht eintreten kann, dafs bei einer Untersuchung der Wunsch der Vater des Gedankens wird und eine Erklärung für das Geschehen einer Erscheinung sich eröffnet aus einer Verknüpfung von Thatsachen, die in Wirklichkeit durchaus in keinen Zusammenhang gebracht werden können. Nur ein biologisch geschulter Blick und die Kenntnis einer Fülle von Thatsachen wird den Lehrer in den Stand setzen, diesen Zweig der wissenschaftlichen Botanik den Schülern mit gutem Erfolg vorzuführen, dann aber wird auch kein anderer Betrieb der Botanik ein gleich grofses Interesse bei den Schülern erwecken und ihn in ähnlicher Weise in jeder Hinsicht in seiner Ausbildung fördern.

Landsberg*) hat das Studium des unvergleichlich schönen Werkes von Kerner v. Marilaun: „Pflanzenleben", als Grundlage der Vorbereitung für den Unterricht vorgeschlagen; aber leider wird dieses herrliche Werk bei seinem hohen Preise, der allerdings in Anbetracht seiner Ausstattung mit künstlerisch vollendeten, auch farbigen Tafeln und Abbildungen keineswegs übertrieben genannt werden kann, nicht jedermann zugänglich sein. Ich möchte mir erlauben daneben ein anderes, gleichfalls vorzügliches Werk für diesen Zweck vorzuschlagen, das Werk von Ludwig**). An der Hand dieses Werkes ist es jetzt jedem leicht gemacht, auch wenn er nicht die grofse Fülle der auf diesem Gebiete gemachten Veröffentlichungen zu ver-

*) A. a. O. S. XXXII.
**) Ludwig: Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart, Ferdinand Enke. 1895.

folgen im stande war, das für den Unterricht brauchbare Material sich zu verschaffen. Um nun einen Überblick zu geben über den grofsen Umfang dessen, was von der Biologie behandelt wird und zugleich um darzulegen, wie weit die Biologie für den Unterricht zu verwerten ist, möchte ich auf den Inhalt des Lehrbuches von Ludwig etwas genauer eingehen. Ludwig teilt die Biologie ein in: I. Biologie der Ernährung, II. Biologie des Schutzes, III. Biologie der Fortpflanzung und Verbreitung, IV. Blütenbiologie. Auf allen diesen Gebieten lassen sich für den Unterricht an höheren Schulen eine grofse Menge von Fällen aus dem angeführten Material verwerten; es kann natürlich nicht meine Aufgabe sein, alles Verwertbare hier abzuhandeln, sondern ich will nur aus der Fülle des Stoffes einige, mir besonders als in die Augen springend erscheinende Beispiele auswählen, um daran zu zeigen, wie ein biologisch geschulter Beobachter auf Schritt und Tritt, in Wiese, Flur und Hain stets und immer wieder selbst an sonst übersehenen und mifsachteten Objekten Gelegenheit findet, auf die hohe Zweckmäfsigkeit und das geheimnisvolle Ineinandergreifen der Naturgebilde in ihren Lebensäufserungen hinzuweisen, welche uns einen bislang ungeahnten Blick in die Mysterien des Waltens von schöpferischen Kräften zu werfen erlauben.

In der Biologie der Ernährung spricht der Verfasser zuerst von der Ausrüstung der Land- und Wasserpflanzen und lenkt namentlich auf den so vielfach von dem andern abweichenden Bau der Sumpf- und Wasserpflanzen unsere Aufmerksamkeit. Ich möchte nur auf die Verschiedenheit der Schwimmblätter mit unbenetzbarer, lakiert-glänzender Oberfläche bei den *Nymphaeaceen* oder Seerosen von den zerschlitzten, im Strome flutenden Wasserblättern bei *Batrachium* (Wasserhahnenfufs) hinweisen, um ein Beispiel davon zu geben, welche Fülle von Material sich hier auf Ausflügen den Schülern in seiner speziellen Funktion bei den einzelnen Pflanzen zur Anschauung bringen läfst. Darauf läfst er den Parasitismus in seinen verschiedenen Stufen und im Gegensatz dazu die Mykorrhiza und die Symbiose in ihren wechselnden Formen folgen. Auch aus diesen Gebieten kann im Freien manches den Schülern Interessante zur Anschauung gebracht werden; man kann ihnen z. B. den Einflufs von *Alectorolophus* und *Euphrasia,* vom Volke „Hunger“ und „Milchdieb“ genannt, auf die umgebenden Pflanzen zeigen; man wird sie auf die abweichende Grünfärbung dieser Pflanzen aufmerksam machen, die beim Trocknen schwarz werden und damit gewissermafsen ihr schwarzes Innere enthüllen, überhaupt auf das Zurücktreten des Blattgrünes bei Schmarotzern. In der Tertia und Sekunda werden auch die Pilze und Flechten berücksichtigt werden können, die ja in ihrer Ernährung und in ihrem Wachstum so viele Gelegenheit zu biologischen Beobachtungen bieten. Die fleischfressenden Pflanzen, von denen sich bei uns *Pinguicula,* das Fettkraut, *Utricularia,* der Wasserschlauch, und *Drosera,* der Sonnentau, ziemlich häufig finden, sowie die Gallenbildungen geben Gelegenheit auf den Zusammenhang von Tier- und Pflanzenreich hinzuweisen. Auch die verachteten und allgemein als schädlich für die Pflanzen angesehenen Blattläuse, die Erzeuger des Honigtaues, stellen sich bei näherer Betrachtung als nützlich für die Pflanzen heraus: „Der Honigtau nützt den von ihm bedeckten Pflanzen häufig durch seine Wasseraufnahme und Wasserabgabe an die Pflanzen während eines taufeuchten Morgens. Seine Lösung in dem aufgenommenen Wasser verbreitet sich gleichmäfsig über die ganze Blattfläche und bildet bei eintretender Hitze eine glänzende, die Sonnenstrahlen reflektierende Firnisschicht, welche

eine zu starke Transspiration hindert. Die Pflanzen (von *Acer pseudoplatanus),* welche ich in dem angeführten Fall an einem heifsen Junitag von dem Honigtau glänzend fand, zeigten in der That eine auffällige Frische, während nicht betaute Exemplare in geringer Entfernung unter sonst gleichen Beleuchtungsverhältnissen die Blätter schlaff herabhängen liefsen.“*)

Die Ausnutzung des Raumes durch die Kletterpflanzen, welche in der verschiedensten Weise ihren Zweck zu erreichen suchen, trotz des schwanken, dünnen Stengels es den hochragenden Bäumen und Kräutern gleich zu thun und ihre Kronen zum Licht zu erheben, wird Gelegenheit bieten, das Empfindungsvermögen der Pflanzen, die Fähigkeit selbst auf Reize zu reagieren, die so gering sind, dafs Tiere dadurch in keiner Hinsicht erregt werden, in überraschender Weise zur Anschauung zu bringen. Allerdings wird dies auch wieder nur an Pflanzen an Ort und Stelle gewachsen und in vollster Lebenskraft befindlich sich ausführen lassen. Wie gebietrisch das Streben nach Licht übrigens eine Pflanze in ihrem Bau beeinflufst, und wie dieses Streben sie zwingt unter Umständen ihren Wuchs von dem gewöhnlichen Verhalten ganz abweichend zu gestalten, davon habe ich selbst mich bei einem Exemplar von *Viola tricolor,* dem gemeinen Stiefmütterchen, in der Form *arvensis* mit gelblich-weifsen Blumenblättern, die kürzer als der Kelch bleiben, überzeugen können, das auf einem Beet von an eingestecktem Reisig aufgezogenen Erbsen erwachsen, es diesen Rankenpflanzen in der Streckung seines Stengels gleichgethan hatte und zu einer Länge von etwa einem Meter herangewachsen war, um seine Blüten im Licht zu entwickeln, während wir es ja sonst auf andern Stellen nur einige Centimeter hoch finden, sich stützend auf seine Blattstiele in dem Gezweig des Strauchwerks.

Eine reiche Ausbeute für die Anregung zum Beobachten von seiten der Schüler bietet aber die Ausnutzung der Zeit durch die Pflanzen, die Phänologie. Die Phänologie hat ja nicht allein für die Botanik ein hohes Interesse, auch die wissenschaftliche Geographie und Klimatologie ist an ihr beteiligt; ist doch in dem grofsen Handatlas von Spamer z. B. eine Karte des Frühlingseinzugs, dargestellt am Aufblühen des Flieders *(Syringa vulgaris)* nach Ihne ausgeführt, welche uns eine Anschauung von dem grofsen praktischen Wert einschlägiger Untersuchungen giebt. In der Phänologie ist es aber möglich, wenn das Beobachtungsvermögen der Schüler nur einigermafsen entwickelt ist, was ja eins der Resultate des Unterrichtes in den beschreibenden Naturwissenschaften sein soll, und was auch sicher bei vielen erreicht wird, selbst für die Wissenschaft brauchbare, von ihnen durch eigene, selbständige Arbeit erworbene Resultate zu erhalten. Ich bin wenigstens in meinen phänologischen Beobachtungen in der letzten Zeit vielfach von meinen Schülern unterstützt worden und habe brauchbare Daten erhalten, die ihre Verwertung in der Wissenschaft finden werden, und ich kann mir wohl denken, dafs unsere Schüler in den Ferien, in denen viele von ihnen an andern Stellen als in Brandenburg zubringen, vorausgesetzt, dafs sie gelernt haben, richtig zu beobachten, von Orten, aus denen noch keine phänologischen Thatsachen bekannt sind, solche sammeln können und damit vielleicht eine vorhandene Lücke ausfüllen. Ich will aus diesem Grunde die: Instruktion für phänologische Beobachtungen (Giefsener Schema, Aufruf von Hoffmann-Ihne**)

*) Ludwig, a. a. O. S. 116.

**) Phänologische Beobachtungen (Jahrgang 1895) und andere Beiträge zur Phänologie. Von Dr. E. Ihne in Darmstadt. XXXI. Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur u. Heilk. zu Giefsen.

hier folgen lassen, welches jetzt allgemein gebraucht wird, sich aber in mehreren Punkten von dem Schema des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg unterscheidet. „Das Beobachtungsgebiet mufs oft, am besten täglich begangen werden, es wird sich daher zweckmäfsig auf die nahe Umgebung der Station beschränken. Die Beobachtungen sind an normalen, freistehenden Exemplaren eines normalen durchschnittlichen Standorts anzustellen; es sind daher auszuschliefsen Pflanzen an ausnahmsweise günstigen (z. B. an Spalieren, an der Wand von Häusern) oder ungünstigen (z. B. durchaus beschatteten) Standorten, sowie ausnahmsweise frühe oder späte Individuen. Man darf daher nur am Beobachtungsort zahlreich vertretene Species wählen. Es liegt in der Natur der Sache, dafs nicht notwendig an denselben Exemplaren die Vegetationsstufen notiert werden. — In der folgenden Liste sind die Vegetationsstufen kalendarisch nach dem mittleren Datum für Giefsen (incl. 1892) geordnet; an andern Orten ist diese Folge ungefähr die gleiche — natürlich verschieben sich die absoluten Data je nach der Lage des betr. Ortes — sodafs der Beobachter weifs, worauf er in jeder Woche besonders zu achten hat.

BO = erste normale Blattoberflächen sichtbar und zwar an verschiedenen (etwa 2—3) Stellen; Laubentfaltung.

b = erste normale Blüten offen und zwar an verschiedenen Stellen.

f = erste normale Früchte reif und zwar an verschiedenen Stellen; bei den saftigen: vollkommene und definitive Verfärbung; bei den Kapseln: spontanes Aufplatzen.

W = Hochwald grün = allgemeine Belaubung: über die Hälfte sämtlicher Blätter an der Station entfaltet.

LV = allgemeine Laubverfärbung: über die Hälfte sämtlicher Blätter an der Station — die bereits abgefallenen mitgerechnet — verfärbt.

13. II. *Corylus Avellana,* Hasel, b (Stäuben der Antheren).
11. IV. *Aesculus Hippocastanum,* Rofskastanie, BO.
15. IV. *Ribes rubrum,* rote Johannisbeere, b.
19. IV. *Ribes aureum,* goldgelbe Johannisbeere, b.
19. IV. *Betula alba,* Birke, b (Stäuben der Antheren).
19. IV. *Betula alba,* Birke, BO.
19. IV. *Prunus avium,* Süfskirsche, b.
20. IV. *Prunus spinosa,* Schlehe, Schwarzdorn, b.
23. IV. *Prunus Cerasus,* Sauerkirsche, b.
24. IV. *Prunus Padus,* Trauben-, Ahlkirsche, b.
24. IV. *Pyrus communis,* Birne, b.
24. IV. *Fagus silvatica,* Rotbuche, BO.
29. IV. *Pyrus Malus,* Apfel, b.
2. V. *Quercus pedunculata,* Stieleiche, BO.
3. V. *Fagus silv.* W. (Hochwald grün).
3. V. *Lonicera tatarica,* tatarisches Geisblatt, b.
4. V. *Syringa vulgaris,* Nägelchen, spanischer, blauer, türkischer Flieder, b.
4. V. *Narcissus poeticus,* weifse Narcisse, b.
7. V. *Aesculus Hippoc.,* b.
10. V. *Crataegus Oxyacantha,* Weifsdorn, b.
13. V. *Spartium scoparium (Sarothamnus vulgaris),* Besenstrauch, Besenpfriemen, Ginster, b.
14. V. *Quercus ped.* W., (Hochwald grün).
15. V. *Cytisus Laburnum,* Goldregen, b.
16. V. *Sorbus aucuparia,* Eberesche, Vogelbeere, b.
17. V. *Cydonia vulgaris,* Quitte, b.

28. V. *Sambucus nigra,* Hollunder, schwarzer Hollunder, Flieder, b.
28. V. *Secale cereale hibernum,* Winterroggen, b.
29. V. *Atropa Belladonna,* Tollkirsche, b.
30. V. *Rubus Idaeus,* Himbeere, b.
2. VI. *Symphoricarpos racemosa,* Schneebeere, b.
4. VI. *Salvia officinalis,* Gartensalbei, riechender Salbei, b.
6. VI. *Cornus sanguinea,* roter Hartriegel, b.
14. VI. *Vitis vinifera* Wein, b. (nicht Spalier oder Wand).
19. VI. *Ligustrum vulgare,* Liguster, Rainwaide, b.
21. VI. *Ribis rubrum* f.
21. VI. *Tilia grandifolia Ehrh (T. platyphylos Scop.),* Sommerlinde, b.
27. VI. *Lonicera tat.,* f.
29. VI. *Tilia parvifolia Ehrh. (T. ulmifolia Scop.),* Winterlinde, b.
30. VI. *Lilium candidum,* weifse Lilie, b.
2. VII. *Rubus idaeus,* f.
4. VII. *Ribes aureum,* f.
19. VII. *Secale cer. hib.* E. (Ernteanfang.)
27. VII. *Symphoricarpos rac.,* f.
31. VII. *Atropa Belladonna,* f.
1. VIII. *Sorbus aucuparia* f. (Frucht auf dem Querschnitt gelbrot, Samenschalen bräunen sich).
12. VIII. *Sambucus nigra* f.
21. VIII. *Cornus sang.* f.
12. IX. *Ligustrum vulg.* f. (Frucht glänzend schwarz, Samenschalen dunkel-violett.
16. IX. *Aesculus Hippoc.,* f.
10. X. *Aesculus Hippoc.,* LV
13. X. *Fagus sitv.,* LV, Hochwald.
14. X. *Betula alba,* LV (viele Hochstämme.)
18. X. *Quercus pedunc,* LV (Hochwald).

Um für etwaige Beobachtungen hier in Brandenburg einen Anhalt zu geben, möchte ich meine Beobachtungen aus den Jahren 1893 und 1895 nach Ihne (die Liste ist von mir eingesendet worden) und vom Jahre 1896 folgen lassen; als Station haben mir die städtischen Anlagen und die Krugpromenade gedient.

1893. *Aesc.* BO 4 IV, b 9 V, f 15 IX. *Bet.* BO 8 IV, b 8 IV. *Cory.* b 26 II. *Crat.* b 23 V. *Cyt.* b 26 V. *Fag.* BO 25 IV. *Prun. P.* b 23 IV. *Prun. spin.* b 20 IV. *Pyr. c.* b 21 IV. *Pyr. M.* b 27 IV. *Querc.* BO 29 IV. *Rib. ru.* b 8 IV, f 24 VI. *Samb.* b 1 VI. *Sec.* b 21 IV, f 4 VII. *Syr.* b 6 V.

1895. *Aesc.* BO 18 IV, b 2 V. *Bet.* BO 21 IV, b 24 IV. *Cory.* b 26 II. *Crat.* b (19 V). *Cyt.* b 16 V. *Fag.* BO 22 IV. *Prun. P.* b 29 IV. *Prun. spin.* b 26 V. *Pyr. c.* b 27 IV. *Pyr. M.* b 2 V. *Querc.* BO 24 IV. *Rib. ru.* b 22 IV. *Samb.* b 6 IV. *Sec.* b 24 V. *Sorb.* b 7 5. *Syr.* b 4 V.

1896. *Aesc.* BO 26 IV, b 9 V, LV 6 XI. *Bet.* b 18 IV. *Cory.* BO 26 III, b 3 III. *Crat.* b 26 V. *Cyt.* b 27 V. *Fag.* BO 1 V. *Prun. P.* b 10 V. *Prun. sp.* b 2 V. *Rib. ru.* BO 25 III, b 26 IV. *Samb.* BO 20 III, b 21 VI. *Sec.* b 2 VI, E 13 VII. *Sorb.* b 19 V. *Syr.* b 5 V.

Es wird danach, hoffe ich, eine leichte Mühe sein, den Kalender für Brandenburg mit einiger Genauigkeit aufzustellen. Ein Muster eines solchen Kalenders ist der von Ferdinand Cohn*) für Breslau aufgestellte; er wird von ihm mit folgenden Worten erläutert: „Das Gemälde, welches

*) Cohn: Die Pflanze. Zweite vermehrte Auflage. I. Bd. S. 328 u. f.

wir von der Entwickelung der Pflanzenwelt im Verlauf eines Jahres entworfen haben, macht es uns leicht, die einzelnen Monate des Pflanzenkalenders abzugrenzen. Wir sehen, dafs, wenn im Februar an sonnigen Tagen die Temperatur nur wenige Grade über Null sich erhebt, eine kleine Zahl von Pflanzen bereits ihre Blüten öffnet, die sie schon im vergangenen Herbst angelegt hatten; es sind nicht Waldbewohner. Als Vorboten des Frühlings begrüfsen wir freudig die beiden Schneeglöckchen, die an ihren Ast geschmiegten rosigen Blütenähren des Seidelbastes und die in zottigen Haarpelz gehüllten Kätzchen der Palmweiden; alle übrigen Knospen zeigen noch keine Spur des Lebens, selbst das Gras des Rasens verharrt in Winterruhe. Wir können daher diese Periode nur als Nachwinter betrachten, dessen spärliche Lebenszeichen durch nachfolgende längere oder kürzere Frostperioden gar oft unterbrochen werden. — Diesem Prolog des Schauspiels folgt der wirkliche Beginn des Frühlings, sobald die höher steigende Sonne die Luft am Mittag über 15° erwärmt; die erste Scene desselben, der sich fortan in der Regel ohne längere Pause entfaltet, wird eingeleitet durch das Schwellen, dann das Brechen der Knospen, von denen, wie schon bemerkt, die der Stachelbeeren, sich am frühesten öffnen; es geschieht in Breslau im Mittel am 22. März, so dafs der botanische und astronomische Frühling in Breslau nahezu auf denselben Tag fallen; die Stachelbeeren sind auch die ersten, die ihre Blätter aus der Knospenhülle völlig befreien, in Breslau am 6. April; später folgt das Laub des Geisblatts, der Spiräen, des Hollunders, der Ahlkirsche, des Flieders, der Eberesche, der Rofskastanie und der andern Bäume. Aber auch Blüten finden sich bereits im Gehölz; am 5. April beginnt die Kornelkirsche ihre goldgelben Dolden aufzubrechen; die meisten Waldbäume öffnen ihre unscheinbaren Blütenkätzchen; so die Erlen, die Pappeln, die Weiden, die Birken, die Rüstern. Aber die herrschende Farbe dieser Periode ist das frische Sammetgrün der Wiesen, da ihr Canevas noch nicht von Blumen durchwebt ist; auch die Bäume und Hecken hüllen sich mehr und mehr in die grüne Tracht. Der eigentliche Frühling, die Zeit der Baumblüte, wird eingeleitet durch die Blumen der Kaiserkrone, die am 21. April sich öffnen; gleichzeitig blüht der Spitzahorn; dann folgen in immer steigender Fülle alle die edlen Verwandten aus der Klasse der Rosenblütigen, von der Aprikose, die den Reigen eröffnet, bis zum Apfelbaum und Hagedorn, die ihn beschliefsen. Als Charakterpflanze für die schöne Zeit der Baumblüte wählen wir uns aber nicht einen Obstbaum, weil diese nach Sorte und Standort allzuviel Verschiedenheit zeigen, sondern einen einheimischen, in Wäldern wie in Anlagen weit verbreiteten Baum, die Ahl- oder Traubenkirsche, die am 28. April in Blüte tritt. Um dieselbe Zeit stehen auch die Rapsfelder in Blüte, unsre Gärten haben sich mit Goldlack, Tulpen, Hyacinthen und Narcissen geschmückt; auch in den Wäldern hat sich ein freundlicher Blumenflor entfaltet. — Die Wiesen dagegen beginnen das Grün ihres Rasens mit dem Weifs, Gelb und Rot der Blumen erst zu durchwirken, wenn der Flieder und die Rofskastanie in Blüte treten, wie es in Breslau am 12. Mai stattfindet. Um diese Zeit, der der Name des Hochfrühlings mit Recht gebührt, ist das junge Laub ausgewachsen und die Baumkronen beginnen sich zu schliefsen, da auch die Spätlinge unter den Bäumen, welche den Verlockungen der ersten Frühlingstage vorsichtig widerstanden, Linde, Eiche, Esche und Robinie, endlich ausgeschlagen sind; das nackte Astwerk ist jetzt unter der frischen Fülle saftigen Blattwerkes verschwunden, das zu der vielfarbigen Blütenpracht den wohlthuenden

Hintergrund abgiebt. Eine Woche später, und zwar ebenfalls gleichzeitig, erscheint neben zahlreichen andern duftigen und farbenreichen Blüten in Hecken und Anlagen die Blüte der Berberitze am 20. Mai und die des Goldregens am 21. Mai. — Mit der Blüte der amerikanischen Akazie oder Robinie *(Robinia Pseudacacia)* am 30. Mai und des schwarzbeerigen Hollunders *(Sambucus nigra)* am 1. Juni beginnen wir eine neue Periode des Jahres, die wir als Vorsommer bezeichen wollen. Gleichzeitig treten unsre Roggenfelder in Blüte und die schwankenden Rispen der Wiesengräser verstreuen den befruchtenden Blütenstaub und geben das Zeichen für die erste Heuernte. Die Zeit der Rosen-, der Reben- und der Lindenblüte bezeichnet den Gipfelpunkt des Jahres, wo die gröfste Mannigfaltigkeit und Schönheit der Blumen die Erde bis in die verstecktesten Winkel ausschmückt. Als Tag der Centifolienblüte ist für Breslau der 8. Juni, für die grofsblätterige Linde der 23. Juni ermittelt; die kleinblätterige blüht etwas — meist eine Woche — später. Die Blüte der Rebe fällt zwischen Rose und Linde, bald nach dem Verblühen des Roggens. Mit der Blüte der weifsen Lilie, in Breslau am 28. Juni, beginnt die Wende des Jahres, der Anfang einer neuen Epoche, des Sommers, von wo an ebenso der Lauf der Sonne, wie die Fülle der Vegetation sich abwärts neigt. Die höheren Bäume und Sträucher sind nun sämtlich abgeblüht; das Laub nimmt eine dunkelgrüne Färbung an, welche beweist, dafs sein frisches Wachstum vorüber ist, und in trockenen Jahren beginnen bereits jetzt einzelne Blätter sich zu verfärben und abzufallen. Die Thätigkeit der Vegetation beschränkt sich vorzugsweise auf die Ausbildung der Winterknospen und das Reifen der Früchte, von denen die Beeren, Erd-, Johannis-, Stachel- und Himbeeren, den Reigen eröffnen. Der eigentliche Sommer, der auf den Wiesen nach der ersten Heuernte noch einen zweiten Flor, meist aus Dolden und Kreuzblütigen bestehend, hervorruft, entspricht etwa unserem Juli; ihm folgt im August der Hochsommer, die Zeit der Ernte, welche durch die Reife der Getreidearten bestimmt ist. — Das Aufblühen der Herbstzeitlose um den Anfang des Septembers bekundet den Beginn des Herbstes, die Zeit der Obstreife, namentlich der Birnen und Äpfel; ihre eigene Physiognomie erhält diese Periode durch die immer mehr und mehr überhandnehmende Verfärbung des Laubes. Auch hier können wir den Vorherbst, der etwa dem September entspricht, den eigentlichen Herbst, die Zeit der Weinlese und Laubverfärbung, die mit dem Oktober mehr oder weniger zusammenfällt, und den Spätherbst unterscheiden, welcher durch den Abfall der Blätter in trauriger Weise bezeichnet wird. Um die Mitte des Novembers stehen die Bäume wieder kahl, die Wiesen und Gärten blumenleer, und nun beginnt die lange, wenn auch, wie wir gesehen haben, nur scheinbare Ruhe der Vegetation, der Winter; wir können ihn einteilen in den Vorwinter, welcher die letzten Funken des verlöschenden Pflanzenlebens behütet, den eigentlichen Winter, wo alles Leben unter Eis und Schnee ruht, und den Nachwinter, der uns die ersten Zeichen der wiederkehrenden Vegetation bringt."

Vergleichen wir einzelne Phasen aus den von mir angegebenen Daten für Brandenburg, welche allerdings noch keine grofse Verallgemeinerung zulassen, da die Zahl der Beobachtungsjahre zu gering ist, mit denen von Breslau oder Darmstadt, z. B. die Erstblüte des Flieders und der Rofskastanie, so fällt der Beginn des Hochfrühlings bei uns auf den 9. Mai, in Breslau auf den 12. Mai und in Darmstadt auf den 4. bis 7. Mai; es zeigt sich darin eben ein Unterschied für die verschiedenen Orte, selbst

auf kurze Entfernungen hin. Verbindet man nun die Orte, welche gleichen Termin für den Eintritt einer Phase haben, durch Linien, so geben uns diese Isophanen einen weit besseren Einblick in die klimatischen Verhältnisse, als die Isothermen u. s. w., da die Pflanze ein viel empfindlicheres meteorologisches Instrument ist, als das Thermometer. So sind solche phänologischen Beobachtungen von hohem Interesse und grofser Wichtigkeit für viele Zweige der Wissenschaft zugleich; geben uns doch: „Die Breitenzonen . . . . . für den Breitengrad eine Verschiebung der Blütezeit von 3—4 Tagen an — der Frühling legt bei seiner Wanderung von den Tropen nach dem Nordpol täglich 4 Meilen zurück, Ende Januar von Italien aufbrechend, kommt er Ende März nach Norddeutschland, im Mai nach Schweden und erreicht oft erst im Juni die Küsten des Eismeeres.“*) Solche phänologischen Beobachtungen werden aber auch für den Schulunterricht einen grofsen Nutzen gewähren, einmal weil sie in so hervorragender Weise den Schüler zu eigenem, selbständigen Beobachten anregen können, und dann auch gewähren ja wohl kaum andere biologische Beobachtungen einen gleichen Reiz für Herz und Gemüt des Menschen, als die, das Erwachen, Leben und Wiedereinschlummern der schöpferischen Natur zu belauschen und zu verfolgen, wie dies auch die poesiedurchhauchten Worte Cohns erkennen lassen.

Während uns die eben geschilderten biologischen Beobachtungen hinausführten aus den Räumen der Schulzimmer und uns aufforderten, die Natur im Freien aufzusuchen, liefert uns der folgende Abschnitt des Buches von Ludwig, der die Schutzmittel der Pflanzen behandelt, viele Beispiele, die sich bequem auch während des Unterrichts in der Schule beobachten lassen. Die Pflanzen haben sich zu schützen gegen Wetterungunst und gegen Tierfrafs. In ersterer Hinsicht ist es geradezu wunderbar, auf wie mannigfaltige Weise die Pflanzen, die auf dem trockensten Boden leben und dem Sonnenbrand ausgesetzt sind, gegen zu grofse Transpiration sich zu schützen vermögen, und wie umgekehrt andere Pflanzen im stande sind, ein Übermafs von Regen für sich unschädlich zu machen; hierfür giebt es auch in unsern Gegenden eine grofse Anzahl von Beispielen. Einige Xerophyten heben die verderblichen Folgen zu starker Insolation durch ihr Haarkleid auf, so *Potentilla argentea,* das Fingerkraut mit silberglänzender Blattunterseite (es wächst z. B. in der Nähe des Schlachthauses), *Helichrysum arenarium,* unser Katzenpfötchen oder Strohblume u. a.; manche hierhier gehörigen Pflanzen reducieren dagegen ihre Blätter auf ein Minimum und gestalten den Stengel mehr oder weniger rund, wie Kakteen; andere wieder, wie Sedumarten (*Sedum acre* auf dem Roland!), bilden ihren Stengel dünn, lassen dagegen die Blätter zu rundlichen, wasserspeichernden Organen anschwellen. Im Gegensatz zu diesen Sukkulenten oder Fettpflanzen (*Sedum maximum,* fette Henne) stehen die Rutengewächse, z. B. Arten von *Iuncus* und *Scirpus,* die Binsen, *Sarothamnus scoparius (Spartium scoparium),* Besenpfrieme u. a. Höchst wunderbar sind auch die sogenannten Kompafspflanzen, von denen bei uns *Lactuca Scariola,* der wilde Lattich**), vorkommt, bei welcher Pflanze, nach Ludwig***), das eigentüm-

*) Ludwig, a. a. O. S. 149.

**) Diese so eigenartige Pflanze findet sich nach Schramm, Flora von Brandenburg, vor dem Stein- und St. Annenthor, am Schleusengraben u. s. w. Ich habe sie in der letzten Zeit nicht gesehen; vor vielen Jahren wuchs sie vor dem Steinthor in der Nähe vom Café Sansouci unter den Pappeln beim Wege nach der chemischen Fabrik.

***) A. a. O. S. 181.

tümliche Verhalten Stahl näher studiert hat: „Die in $^3/_8$ Stellung stehenden Blätter strahlen nicht in 8 Längsreihen vom Stengel aus, sondern sind sämtlich so gestellt, dafs ihre Spreite in die Meridianebene zu liegen kommt. Am stärksten ist diese Meridianstellung bei mageren, an dürren, sonnigen Orten gewachsenen Pflanzen. Es haben dann die auf der Südseite und Nordseite inserierten Blätter durch eine ca. 90° betragende, dicht über der Basis erfolgte Torsion ihre Spreite in die Meridianebene gebracht, Blattrippe und Stengel bilden etwa einen Winkel von 50—70°. Bei nach Osten und Westen sitzenden Blättern ist oft keine Spur von Torsion vorhanden. Sie sind steil aufgerichtet. Pflanzen, die ihres Standortes halber nur diffuses Licht erhalten, orientieren dagegen ihre Blätter senkrecht zum Lichteinfall."

Beispiele von Schutz gegen zu grofsen Wasserverlust durch vermehrte Transpiration bei Sonnenbrand vermittelst lackierter Blätter, wie sie der bekannte Gummibaum, *Ficus elastica,* zeigt, kommen nur in ausgesprochenen Xerophytengebieten, in Wüsten und Steppengegenden häufiger vor und zeigen sich bei uns nur in der Jugend der Blätter, z. B. bei Birken und Pappeln, bei welchen ein Harzüberzug das jugendlich zarte Blatt ebenso schützt, wie in andern Fällen, z. B. Buchen, Birnen, Ebereschen u. a. ein feiner Ueberzug von Haaren.

Höchst beachtenswert ist es auch, wie die Blätter durch Einnahme einer fixen Lichtlage unter Wirkung der Schwerkraft und des negativen Heliotropismus, indem sie ihre Spreite senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes einstellen, die spaltöffnungsreiche Unterseite gegen das Auftreffen der direkten Bestrahlung zu schützen wissen. Auch hier wieder zeigt sich bei näherer Untersuchung, die überall mit Leichtigkeit anzustellen ist, wie die schöpferische Gestaltungskraft der Natur, die wir oben so viele Wege einschlagen sahen, um den Wasserverlust der Pflanzen durch zu grofse Verdunstung zu vermindern, in der Auffindung geeigneter Mittel, um ein und denselben Zweck zu erreichen, fast unbeschränkt erfinderisch sich darstellt. Was bei vielen Pflanzen durch Feststellung der Blätter in den bestimmten Lagen erreicht wird, kommt bei den Pappeln auf eine ganz andere und bei den verschiedenen Arten sehr abweichende Weise zu stande. Bei der Silberpappel *(Populus alba)*, bei welcher eine günstige Lichtlage nach Wiesner*) nur annäherungsweise ausgebildet ist, ist die Unterseite der Blätter weifsfilzig und es wendet, da der Filz als schützende Decke wirkt, ein grofser Teil des Laubes bei bewegter Luft diese weifsfilzige Seite dem Licht zu, wie man ja so schön bei den vielen Silberpappeln um Brandenburg, z. B. dicht vor dem Schlachthause, beobachten kann, eine Eigentümlichkeit, die ja diesen Baum im Gegensatz zu seinen Verwandten zu einer höchst effektvollen und belebenden landschaftlichen Zierde in jeder Parkanlage gestaltet. Dagegen fehlt bei der Schwarzpappel und Espe *(P. nigra* und *tremula)* die lichtschützende Decke an der Unterseite vollständig: „Es ist aber höchst merkwürdig", sagt Wiesner, dafs jedes Blatt der Schwarzpappel infolge seines senkrecht zur Blattfläche stark abgeplatteten Stieles sich bei jedem Stofs fast nur senkrecht in der Ebene des Blattes bewegen kann, also in der Ebene der günstigen Beleuchtung. Dies macht begreiflich, dafs die Blätter dieses Baumes trotz ihrer grofsen sprichwörtlichen Beweglichkeit doch eine günstige fixe Lichtlage annehmen, indem sie der gedachten Einrichtung zufolge durch den

*) Vergleiche: Ludwig, a. a. O. S. 188.

Wind nur in der Ebene der günstigen Beleuchtung bewegt werden können, und dafs der Haarfilz, welcher den Blättern der Siberpappel unentbehrlich ist, für das Laub der Schwarzpappel überflüssig wäre.“ Auch Oltmann*) kommt zu dem Resultat: „Dafs alle dorsiventralen Organe eine ganz bebesondere Lage zum Licht einnehmen, indem sie demselben eine ganz bestimmte Seite zukehren, welche aufserdem einen für jede Intensität des Lichtes bestimmten Winkel mit den einfallenden Strahlen bildet.“ Die Pflanzen sind nach ihm im stande, Intensitätsunterschiede in ganz der gleichen Weise wie Tiere wahrzunehmen und zu empfinden. Sowohl bei »photometrischen Bewegungen« wie bei den anderen (tonotactischen, thermo-, hydrotropischen etc.) Reizerscheinungen soll es sich um »Aufsuchung von der augenblicklichen Stimmung entsprechenden optimalen Verhältnissen« handeln.“ Hiernach würde sich die Pflanze in gleicher Weise empfindungsbegabt erweisen wie das Tier, auf welches Verhalten ich schon oben bei Besprechung der Kletterpflanzen hingewiesen habe. Übrigens ist diese Lichtempfindlichkeit der Blätter ja so vielfach bei Zimmerpflanzen mit langstieligen Blättern, wie z. B. den *Geranien,* zu bemerken und schon jedem wohl aufgefallen; die Fähigkeit, eine fixe Lichtlage einzunehmen, gestaltet ja auch die Zweige vieler Bäume und Sträucher mit abwechselnd gegenständigen Blättern, z. B. *Philadelphus coronarius,* Kronjasmin, bei gleicher Blattstellung im Aussehen so überraschend verschieden, je nach dem Winkel, den sie zur Richtung des einfallenden Lichtes einnehmen: an aufrechten Zweigen erscheinen die Blätter in vier senkrecht herablaufenden Reihen angeordnet, während mehr oder weniger nach der Seite gerichtete Zweige alle Blätter in der Horizontalebene ausgebreitet haben, sodafs die Blattstellung an diesen Seitenzweigen als eine zweizeilige erscheint. Es ordnen sich die Blätter der Pflanzen in diesen Fällen so, dafs infolge dieser Anordnung alle Blätter eines gleichen oder doch nahezu gleichen Lichtgenusses teilhaftig werden**); es entsteht die sogenannte „Blattmosaik“, von welcher uns Kerner in seinem erwähnten Werk eine Reihe von Beispielen vorführt und durch herrliche Abbildungen erläutert, (man vergleiche z. B. die Abbildung auf S. 403: „Epheu im Waldgrunde“ oder S. 406 Mosaik aus ungleich grofsen Blättern an einem abstehenden Zweig einer Tollkirschenstaude); diese Blattmosaik ist es ja auch, welche einem Buchenwalde ein so gänzlich abweichendes Aussehen vor allen andern Laubwäldern verschafft und über ihm diesen geheimnifsvollen Zauber verbreitet, als wandele man über einen lautdämpfenden Teppich in grünem Dämmerlicht einher, in einem Naturdom, dessen Säulen und Spitzbogen an Zierlichkeit und Formvollendung mit einer gothischen Kathedrale um den Preis ringen können.

Als besonders zweckmäfsige Einrichtung zur Minderung der Transpiration ist noch des von Kerner ausführlich geschilderten periodischen Faltens oder Schliefsens der Grasblätter zu gedenken.***) Viele Gräser haben am Morgen die Blätter flach ausgebreitet oder rinnenförmig, falten sie aber bei höherem Stand der Sonne bis zum Abend zusammen, so dafs auf der spaltöffnungsreichen Oberseite, auf welcher sich hier abweichend von der sonst bei Pflanzen beliebten Anordnung diese für die Perspiration so wichtigen Organe befinden, gewissermafsen ein windstiller Raum entsteht, welcher ein Hemmnis der Verdunstung ist.

*) A. a. O. S. 189.
**) Kerner v. Marilaun: Pflanzenleben; zweite Auflage, I. Bd. 1896, S. 393 u. flgd.
***) Ludwig, a. a. O. S. 194.

Als Schutz gegen Wetterungunst und Uebermafs von Feuchtigkeit haben wir die Bewegung vieler Blütenstiele anzusehen, welche während der Nacht oder bei Regenwetter herabgekrümmt sind, so dafs sich die Blüten gegen Regen, Tau und Wärmeverlust schützen, während sie an sonnigen Tagen die Blütenöffnung zur Sonne oder zum Zenith heben. Meist gehen diese Bewegungen mit Öffen- oder Schliefsbewegungen der Blüten Hand in Hand.

Auch die Blätter sind durch den Bau ihrer Spreite gegen die schädlichen Wirkungen zu grofsen Regenfalls geschützt, indem sie die sogenannte Träufelspitze entwickeln. „Samtblätter mit Träufelspitzen stellen die besten Vorrichtungen der Pflanzen der feuchten Tropenwälder zur Trockenlegung der Blattspreite dar, deren Hauptzweck Stahl in der (auch durch anatomische Einrichtungen unterstützten) Förderung der (durch Wasserbedeckung gehinderten) Transpiration erblickt. Äufserst selten ist in den feuchten Tropenwäldern die anderwärts sehr verbreitete durch Wachsüberzug bedingte Unbenetzbarkeit der Blattoberseite, mit der der Mangel einer Träufelspitze Hand in Hand geht. Die wasserableitende Funktion der Träufelspitze läfst sich experimentell beweisen. Schneidet man mit der Scheere die Blattspitzen ..... ab, so dafs ein abgerundetes Ende entsteht, so wird die Oberfläche der benetzten Blätter erst nach viel längerer Zeit wieder trocken als am unversehrten Blatt.“*) — Bei uns kann man ebenfalls an vielen Bewohnern feuchter Standorte diese Träufelspitze beobachten, wie z. B. an *Viburnum Opulus,* wilder Schneeball (bei dem Uebergang des Krugweges über den Eisenbahndamm neben dem kleinen Teich wachsend und dann hinter dem Uebergang), *Acer platanoides,* Spitzahorn u. a., während die Pflanzen, welche trocknere Standorte bewohnen, wie die Eichen, keine zugespitzten Blätter tragen; höchst interessant ist nun ein Vergleich unsrer Eichen mit den bei uns so vielfach gepflanzten amerikanischen Eichen, welche sich bei ihrer sonst unverkennbaren Ähnlichkeit mit den hier einheimischen Stammesverwandten durch ihre Träufelspitze sofort als Fremdlinge aus einem feuchten, halbtropischen Klima herstammend zu erkennen geben; es ist daraus auch zu ersehen, dafs solche biologisch erworbenen Charaktere auch dann sich nicht verwischen, wenn sie auch keinen erkennbaren Nutzen für die Pflanze mehr haben.

Gar mannigfaltig sind die Mittel und Wege, welche der Pflanze zu Gebote stehen, um sich gegen Tierfrafs zu schützen. Einige siedeln sich auf schwer zugänglichen Standorten an, andre tragen ihre efsbaren Teile, wie Blätter und Früchte an schwierig zu erreichenden Stellen, etwa in hohen Kronen, oder versenken sie in die Erde, wie die Zwiebeln und Rhizome und manche Früchte, z. B. die Erdmandel, *Arachis hypogaea,* noch andere bilden durch geselliges Vorkommen und dichtes Beieinanderwachsen undurchdringliche Hecken oder Dickichte. Besonders merkwürdig sind aber die Pflanzen, welche sich eine Leibgarde von Tieren halten, die sich auf ihnen ansiedeln und zum Schutz gegen Angreifer bereit sind, oder welche unter dem Schutze andrer Pflanzen gedeihen, sei es von ihren Zweigen und Ästen gedeckt oder sich auf ihnen ansiedelnd als Überpflanzen oder Epiphyten; von diesen finden sich ebenfalls wieder in den Tropen die herrlichsten Beispiele, namentlich aus den schönblumigen Familien der Bromeliaceen und Orchideen, von denen nur die letztere bei uns einige erdbewohnende Vertreter hat, welche die Pracht und Bizarrerie ihrer

*) A. a. O. S. 207.

tropischen Verwandten kaum ahnen lassen, während sonst bei uns nur Kryptogamen, blütenlose Pflanzen, häufiger epiphytisch auftreten, wie Moose und Flechten, die dann aber ähnlich den tropischen Überpflanzen ihre Träger durch langherabhängende Bärte und namentlich bei feuchtem Wetter oft prachtvoll in den verschiedensten Tönen gefärbte Rasen zu schmücken wissen. Unter den durch Tiere geschützten Pflanzen haben ja die sogenannten Ameisenpflanzen, die Myrmekophilen, eine gewisse Berühmtheit erlangt und sind schon vielfach in populären Zeitschriften behandelt worden, so dafs ich auf eine Beschreibung dieser merkwürdigen Gewächse, welche eine innige Anpassung zwischen Tier und Pflanze zeigen, hier um so mehr verzichten kann, als gerade die merkwürdigsten Fälle in andern Erdstrichen sich finden, und bei uns nicht zu beobachten sind. Doch giebt es auch bei uns einige myrmekophile Pflanzen, von deren Vorhandensein sich jeder leicht überzeugen kann. Während sich sonst die Pflanzen gegen den Besuch der Ameisen, die ihnen den für andre Gäste, wie Bienen und Schmetterlinge, bereiteten Honig aus den Blüten stehlen würden, durch Behaarung und andere Mittel, zu sichern suchen (*Polygonum amphibium*, ein Knöterich, der, wie sein Name besagt, im Wasser und auf dem Lande wachsend vorkommt, ist im Wasser kahl, auf dem Lande dagegen zum Sshutz gegen aufkriechende Insekten behaart, und so viele andre Beispiele), bereiten einige Pflanzen durch Entwicklung von Honig absondernden Drüsen aufserhalb der gegen Ameisenbesuch geschützten Blütenregion, durch sogenannte extrafloreale Nektarien, ein Anlockungsmittel gerade für die Ameisen, die sich dann auch zahlreich einzufinden pflegen. Ein sehr schönes Beispiel bei uns ist der schon oben erwähnte *Viburnum Opulus*, der wilde Schneeball, bei welchem diese Gebilde als lebhaft rot gefärbte und durch ein besonderes Saftmal ausgezeichnete Drüsen am unteren Teil der Blätter zu finden sind; die Honigabsonderung läfst sich durch den Geschmack leicht feststellen, wie mir dies die Schüler jedesmal bestätigen konnten. In einigen Fällen fehlen diese Nektarien und dann auch die Ameisen: während im ersteren Fall die Blätter der Pflanze intakt waren, fand sie Ludwig*) andernfalls durch Insektenlarven (*Galeruca Viburni*) völlig durchlöchert und bis auf die Blattnerven zerfressen.

Ich will von der Aufführung anderer Fälle hier absehen und auf eine noch bei weitem überraschendere Tierliebhaberei der Pflanzen hinweisen, auf die Akarophilie, das in manchen Beziehungen noch rätselhaftere Zusammenwohnen der Pflanzen mit Milben. Auf der Unterseite der Lindenblätter findet man in den Blattwinkeln kleine nestartige Haarbildungen, die Akarodomatien oder Milbenhäuser, geschützte Stellen, die regelmäfsig von Milben bewohnt werden, und niemand kann ein Lindenblatt in die Hand nehmen, ohne bei einiger Aufmerksamkeit die betreffenden Gebilde und die kleinen Tierchen zu bemerken. „Letztere kommen bereits vom Samen aus an die jungen Pflanzen. Lundström hat wohlgereinigte Samen von *Tilia europaea, Rhamnus alaternus, Coffea arabica, Laurus nobilis* und anderen Domatien führenden Bäumen und Sträuchern in sterilisierte Erde und sterilisierte Töpfe ausgesäet, und die Keimlinge nur mit sterilisiertem Wasser begossen und sorgsam gegen Milbeninfektion geschützt. Trotzdem fanden sich bald Milbendomatien (die auch später bei völligem Ausschlufs der Milben zu stande kamen) und Milben. Letztere fand Lundström dann bereits in den Samen, die selbst oder deren Eier innerhalb

*) A. a. O. S. 252.

der Fruchtschale (auch bei Früchten von *Coffea*, die er in Westindien sammeln liefs) stets vorhanden waren (bei *Tilia* immer an einem bestimmten Platze). So klar die Beziehungen der Domatien zu den Milben sind, und so wenig sich diese Gebilde ohne die Symbiose mit den Milben erklären lassen, so wenig ist bisher die Beziehung der Pflanzen bei dieser ohne Zweifel mutualistischen Symbiose klargestellt. Lundström kam durch Beobachtung der Lebensweise, die Untersuchung der Frefswerkzeuge u. s. w. der Milben zu der Meinung, dafs die letzteren das Blatt von Pilzkeimen und anderen mehr oder weniger gefährlichen Unreinigkeiten säubern und dafs vielleicht auch die Respiration der Milben den Pflanzen zu gute kommt. Möglicherweise dienen die Domatienmilben auch der Pflanze zum Schutz gegen andere Tiere. So sah Lundström nur selten Phytoptusarten mit ihnen zusammenwohnen."*)

Als Beispiel von der Schutzähnlichkeit der Pflanzen, die Morphomimesis oder „mimicry" Darwins, will ich nur *Lamium album*, die Taubnessel, anführen, deren Ähnlichkeit mit der Brennnessel bekanntlich so grofs ist, dafs selbst der Mensch häufig davon getäuscht wird.

Von anatomischen Schutzmitteln sind in erster Linie die Dornen, Stacheln und Brennhaare bekannt. Nun wird man bei den Rosen und Brombeeren finden, dafs vorzugsweise die jüngeren Zweige durch Stacheln geschützt sind, während sie später an älteren Zweigen vertrocknen, da diese durch ihre Verholzung an und für sich dem tierischen Gaumen nicht mehr verlockend erscheinen. Auch chemisch wirkende Schutzmittel, wie Säure, Gerbstoffe, ätherische Öle, Bitterstoffe, Glykoside und Alkaloide werden von den Pflanzen erzeugt. Es mögen hier nur einige besonders überraschende Fälle erwähnt werden. „Die Blüten enthalten teils Alkaloide, teils Harze oder ätherische Öle, welche den willkommenen Gästen angenehm, aber vielen Tieren zuwider sind. So sind die meisten Schmetterlingsraupen ebensowenig Blumenfreunde, wie die pflanzenfressenden Säugetiere. Kerner hat wiederholt beobachtet, wie die in den Waldgründen weidenden Rinder die wohlriechenden Blüten von *Pirola uniflora, Platanthera bifolia, Gymnadenia odoratissima, Convallaria maialis, Viola odorata* zwar beschnupperten, aber nie abweideten, ebensowenig werden von ihnen auf der Weide die Blüten von *Colchicum, Parnassia, Euphrasia* im Herbst berührt."**) Am wirksamsten gegen die Angriffe höherer Tiere erweisen sich aber die chemischen Schutzmittel bei den Pflanzen, welche sich häufig auch durch widrigen Geruch und durch ihre rote Färbung, Warnfarbe, schon äufserlich als giftig kennzeichenn. Vielfach sind dann aber auch nicht giftige Pflanzen durch gleiches Aussehen oder gleiche Färbung und gleichen Geruch geschützt, wohin auch der oben bei der Taubnessel erwähnte Fall von „mimicry" zu rechnen ist, wie die Petersilie durch ihre Ähnlichkeit mit der Hundspetersilie, Arten von *Chaerophyllum* und *Anthriscus*, z. B. *A. silvestris*, der Waldkerbel, durch die gleiche Warn- und Schreckfärbung wie der giftige Schierling. Wie sicher die Rotfärbung als Schreckmittel wirkt, mag aus der Bemerkung bei Ludwig***) hervorgehen, dafs die Javaner oft ihre Kaffeeplantagen oder Gärten durch einen niedrigen Zaun rotblättriger Pflanzen gegen Wildschweine schützen. Und nun ist es sehr bemerkenswert, dafs der Schutz gegen Säugetiere durch Alkaloide, gegen Vögel durch ätherische Öle bewirkt wird. Vögel werden schon durch den Genufs weniger Kümmel-

*) Ludwig, a. a. O. S. 274.
**) A. a. O. S. 228.
***) A. a. O. S. 220.

oder Fenchelkörner getötet, können dagegen die für Menschen so giftigen Beeren der Tollkirsche, der Nachtschattenarten, des Seidelbastes ohne Schaden fressen, ja sie werden geradezu zum Verzehren der für Säugetiere so giftigen Früchte eingeladen, denn sie sollen die Samen dieser Pflanzen, die unverdaulichen Kerne in den Beeren, verbreiten.

Wir gelangen damit zu dem Raffiniertesten, was die Pflanze, sozusagen, ausgedacht hat, nämlich wie sie das Gebundensein an einen Standort, ihre relative Unbeweglichkeit, unschädlich machen kann, indem sie sich der mit willkürlicher Bewegung ausgestatteten Tiere als ihrer willenlosen, ihr sklavisch gehorchenden Werkzeuge zu ihren Zwecken bedient, — zu der Biologie der Fortpflanzung und Verbreitung und der Blütenbiologie. Die gelbe Teichrose, *Nuphar luteum,* findet sich, wie ihr Name schon sagt, auch in kleineren geschlossenen Gewässern, während die weifse Seerose, *Nymphaea alba,* sich vorzugsweise in offenen, von Flüssen durchzogenen, gröfseren Seen ansiedelt. Nun besitzen die Seerosen Samen, die mit einem Samenmantel versehen sind; nach dem Platzen der Frucht werden die Samen durch die zwischen ihnen und dem Mantel enthaltene Luft an der Oberfläche des Wassers erhalten und können umherschwimmen. So wird der Same durch die Strömung des Wassers oder das Spiel des Windes eine Zeit lang an der Oberfläche in verschiedenen Richtungen umhergetrieben, bis der Samenmantel vergeht und der Same vermöge seiner Schwere zu Boden sinkt und zwar meist an zum Keimen und zum Aufwachsen der Pflanze geeigneten Stellen, nämlich in der Nähe der Ufer, wo der Same in seinem Treiben ein Hemmnis gefunden haben mag. Bei der gelben Teichrose dagegen löst sich zur Zeit der Reife die Frucht von dem Stiele ab, aber die Samen werden nicht sogleich frei, sondern ähnlich wie eine Apfelsine bei der Zubereitung zuerst von der Schale befreit, dann aber in halbmondförmige Teile zerlegt wird, so löst sich bei der Frucht der Teichrose nur die äufsere grüne Fruchtwand ab, während die innere Schicht mit den Scheidewänden der Frucht in Verbindung bleibt. Diese Scheidewände spalten sich dann von aufsen beginnend in zwei Lamellen, wodurch die halbmondförmigen Scheiben entstehen; diese besitzen eine feste Aufsenhaut, welche die zahlreichen Samen in Schleim eingebettet umschliefst, dessen in grofser Menge vorhandene Luftblasen das Untersinken der Scheiben verhindern; erst später löst sich die äufsere Hülle auf, die Luftblasen entweichen und die Samen sinken unter. Nun sind die Früchte der Teichrose ein Lieblingsfutter der Wasserhühner, bei deren Verspeisung die klebrigen Samen am Schnabel und an dem Gefieder haften bleiben und so von Teich zu Teich verbreitet werden.*) So sorgen auch hier wieder die Tiere für das Ausstreuen der Samen einer Pflanze, die ihnen dann aber wenigstens als Anlockungsmittel und gewissermafsen als Belohnung für die ihr geleisteten Dienste einen Teil ihrer Früchte zum Verzehren anbietet; absolut egoistisch und durchaus rücksichtslos in der Ausnutzung der tierischen Beweglichkeit sind dagegen die verschiedenen Klettpflanzen: wen hat nicht schon *Galium Aparine,* die kleine Klette oder das kletternde Labkraut, wenn er einem von ihr durchwucherten Strauchwerk oder einer Hecke zu nahe gekommen war, oder *Bidens tripartita,* der dreiteilige Zweizahn, an den Ufern der Gewässer durch die so grofse Anhänglichkeit an seine Kleidung in gelinde Verzweiflung versetzt, wenn er die Einzelfrüchtchen dann von seinem Anzuge Stück für Stück ablesen mufste, um

*) Vergl. Ludwig, a. a. O. S. 294 u. f.

sie vielleicht ärgerlich fortzuwerfen und damit dem Wunsche der Pflanze gehorsamst nachzukommen, die dadurch die Ausstreuung der Samen erlangt hat. Und wer hat nicht schon einen flockhaarigen Hühnerhund bedauernd angesehen, dessen ganze Haare namentlich im buschigen Schwanz durch die gewöhnliche Klette, Arten von *Lappa,* zusammengeballt und verfilzt waren, die er sich vergebens zu entwirren strebte; er wird aber dann auch bemerkt haben, dafs diese Knoten später von selber verschwinden, dadurch, dafs sie gänzlich zerfallen und nun vom Hunde durch die Bewegung seines Schweifes wie aus einer Säemaschine nach allen Richtungen hin ausgestreut werden. Und bis zur ausgesprochenen Grausamkeit nach unsrer Auffassung steigert sich die Thätigkeit der Kletten. Ich nenne hier die Wollspinne der Tuchfabrikanten, *Harpagophyton procumbens,* welche häufig mit Kapwolle bei uns eingeführt wird. Diese Klette gehört zu den sogenannten Tranpelkletten Aschersons's, deren Früchte zertreten werden müssen, um die Samen zu entlassen. Ihre Krallenhaken erreichen die Gröfse bekrallter Krähenfüfse und geben der Frucht das Aussehen eines gefährlichen, widerwärtigen Kerbtiers, sodafs sie jedesmal Entsetzen und Furcht hervorruft, wenn sie plötzlich in einem Kreise mit ihr unbekannter und nichtsahnender Menschen auf den Tisch gelegt wird. Und so abschreckend wie ihr Aussehen, so entsetzlich ist auch ihre Wirkung, „sie ist eine wahre Landplage für die zahmen und wilden Wiederkäuer. v. Kerner sagt: „„Wenn die in Transvaal und am Orangeflufs heimischen Springböcke unversehens ihre Füfse auf dieselben setzen, so werden die Hufe von den spitzen Krallen umklammert, und die armen Tiere laufen, von Schmerz getrieben, wie rasend dahin, ohne sich doch von den Marterwerkzeugen befreien zu können. Es dauert oft mehrere Tage, bis die Kapsel zerbricht und, morsch geworden, abfällt.““ Livingstone berichtet, dafs die Frucht sich in die Schnauzen der weidenden Rinder einbohre und dafs diese dann, da sie sich selbst nicht davon befreien können, geduldig stehen bleiben und warten, bis der Hirt ihnen das Folterwerkzeug wieder abgenommen. John Lubbock erzählt, dafs die mit schrecklichen, über zolllangen Haken ausgerüsteten Früchte bisweilen den Löwen verderblich werden. Sie rollen sich auf der sandigen Ebene umher. Heftet sich dann eine dem Felle des Löwen an, so versucht das unglückliche Tier, sie loszureifsen und geht, wenn es dieselbe in den Mund bekommt, elendiglich zu Grunde.“*)

Ja sogar das modernste aller Verkehrsmittel, die Eisenbahn, wird von den Pflanzen als Verbreitungsmittel gebraucht. So hat nach Ludwig**) Holler z. B. auf der 25 km langen Bahnstrecke Augsburg-Haspelmoor in den Jahren 1882—1890 44 neue Einwanderer in die Ausgsburger Flora beobachtet, darunter besonders viele Kulturpflanzen und Ackerunkräuter, die durch die Getreidetransporte zwischen Ungarn, Galizien und der Schweiz verschleppt wurden und deren Zahl abnahm, als diese Transporte die nähere Linie München-Buchloe-Lindau einschlugen.

Wir dürfen uns nach dem Obigen nicht wundern, wenn die Pflanzen auch die unbelebte Natur, den Wind zur Verbreitung benutzen und an ihren Früchten und Samen die sinnreichsten Vorrichtungen besitzen, um durch den Wind ihre Keime so weit als möglich zu verbreiten. Die hierher gehörigen Einrichtungen haben sich als so sinnreich und kompliziert er-

---

*) A. a. O. S. 388.
**) A. a. O. S. 382.

wiesen, dafs sie Dingler*) Veranlassung gegeben haben, zur Abfassung einer umfangreichen, mit 8 Tafeln versehenen Abhandlung, in welcher er vom mechanischen Gesichtspunkt aus 12 Haupttypen aufstellt und ihren Bau in den einzelnen Fällen eingehend beschreibt. Ich will nur auf einige leicht zu beobachtende Beispiele dieser Art von Pflanzenverbreitung kurz hinweisen: wem sind nicht schon die Früchte der Butterblume oder des Löwenzahns *(Taraxacum officinale)* aufgefallen, wer hat nicht schon im Herbst dem Flug der Früchte beim Ahorn und der Esche zugeschaut, die nach Dingler in die Gruppe der Schraubenflieger und Schraubendrehflieger zu rechnen sind, und deren höchst wunderbaren Flug er genau an sinnreich konstruierten Modellen studiert hat. Die Windroller, bei denen oft die ganzen trockenen Pflanzen vom Winde fortgetrieben ihre Samen auf ihrer Wanderung ausstreuen, finden sich nur in ebenen Steppengegenden, wo sie den Reisenden als „Steppenhexen" oder „Windhexen" durch ihre so grotesken Sprünge auffällig werden. Mechanisch wirksam zur Fruchtverbreitung sind ja auch die vielfach vorhandenen Schleudervorrichtungen, wie bei *Impatiens noli tangere,* das Springkraut oder „Rührmichnichtan", weil es bei leisester Berührung seine reifen Früchte umherschnellt, oder bei *Erodium cicutarium,* Reiherschnabel; nimmt man von dieser Pflanze reife Früchte mit nach Hause und legt sie auf einen grofsen Bogen Papier, so zerspringen sie bald in ihre Teilfrüchtchen, die mit einer langen, beim Abspringen sich in engen Spiralwindungen aufrollenden Granne versehen sind; diese Grannen sind hygroskopisch, strecken sich beim Feuchtwerden gerade und bohren dabei die Frucht, da sie mit Haaren versehen sind, die rückwärts gerichtet sich gegen jeden Widerstand, etwa einen Pflanzenstengel, ein Grasblatt, stemmen, in die Erde, welche die Früchte nun auch nicht wieder verlassen, wenn auch die Grannen bei eintretender Trockenheit sich wieder aufrollen, da ja die erwähnten Haare nach dieser Richtung hin der Bewegung keinen Widerstand entgegensetzen. Dieser im Freien sich abspielende Vorgang läfst sich im Zimmer leicht verfolgen, wenn man sich reife Früchte verschafft; legt man diese auf die Erde eines Blumentopfes und befeuchtet sie, so strecken sie sich gerade und bohren sich in die Erde, wenn man den Sperrhaaren einen Widerhalt an einem eingesteckten Hölzchen gewährt.

Ich habe nur wenige, wie ich glaube aber wohl auffällige, Beispiele aus der Biologie der Pflanzenverbreitung angeführt. Wenn wir hier die Pflanzen alle Mittel und Wege benutzen sehen, auch das Spiel von Wind und Wellen, so machen sie doch nur deshalb von so unsicher wirkenden Agentien Gebrauch, weil die Pflanzen bei der verschwenderisch grofsen Fülle von Frucht und Samen, von denen nur ein geringer Teil zur Entwickelung kommt, welcher aber genügt, um das Aussterben der Art zu verhüten, es wagen können, sich dem Zufall und den Launen des Windes anzuvertrauen; ganz anders und viel zielbewufster verfahren sie, wenn es sich darum handelt die Früchte überhaupt erst zur Samenausbildung oder zum Fruchtansatz vorzubereiten. Dieser Anstofs wird gegeben durch die Bestäubung dadurch, dafs der Blütenstaub von den Staubblättern oder Antheren auf die Narbe des Stempels übertragen wird. Hier wird im allgemeinen jeder nicht ganz sicher zum Ziele führende Weg vermieden. Bei Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse, bei künstlich vorge-

*) Dingler: Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München 1889. 342 S. mit 8 Tafeln. (Nach Ludwig.)

nommenen Bestäubungsversuchen ist man zu dem im Anfang überraschenden Resultat gekommen, dafs es für die Entwicklung der Früchte und des Samens sehr schädlich ist, wenn der Blütenstaub aus den Staubblättern derselben Blüte zur Bestäubung verwendet wird; zur Reifung entwickelungsfähigen Samens ist Fremdbestäubung notwendig. Um nun nicht Selbstbestäubung eintreten zu lassen, wenden die Pflanzen in den Blüten selbst, die fast in allen Fällen Zwitterblüten sind, (d. h. Staubblätter haben, die den zur Bestäubung nötigen Blütenstaub enthalten, und Fruchtblätter, die sich in ihrem unteren Teil zu einer die Samenanlagen, die Samenknospen, tragenden Höhlung, dem Fruchtknoten zusammenschliefsen, auf dem meist an einem schmäleren Teil, dem Griffel, die staubempfangende Narbe sitzt) eine fast unerschöpflich grofse Fülle von Vorkehrungen an, um die Selbstbestäubung vollständig zu verhindern, deren Studium einen der anziehendsten Genüsse in der biologischen und morphologischen Forschung gewährt und unsern erstaunten Augen eine weitschauende Perspektive eröffnet, auf welcher man es unternehmen mag, den schöpferischen Gedanken der Natur nachzugehen. Meist ist der Erfolg dieser Veranstaltungen der, dafs die Pflanzen entweder proterandrisch sind, d. h. erst die Staubblätter reifen lassen und den Blütenstaub ausstreuen, oder umgekehrt proterogyn, in welchem Fall sich erst die Narbe entwickelt, während die Staubblätter erst später zur vollen Entwicklung gelangen. Eins der eigenartigsten Beispiele von Proterogynie finden wir bei *Aristolochia Clematitis,* der häufig verwilderten Osterluzei, einer Verwandten der vielfach zur Bekleidung von Lauben und Wänden gebrauchten *A. Sipho,* des bekannten Pfeifenstrauches. Die Osterluzei besitzt monochlamydeische, aus einem verwachsenen Blütenhüllblatt aufgebaute Blüten, die anfangs hoch aufgerichtet erscheinen; ihr oberer Teil ist löffelförmig ausgebreitet, während unten auf einen engeren röhrenförmigen Teil eine kesselartige Erweiterung folgt, in der zu einem Ganzen verwachsen die Narben mit den unter ihnen inserierten Staubbeuteln enthalten sind. In das breite Thor des Eingangs hineinzukriechen lassen sich gewisse kleine Fliegen verleiten, welche sich dadurch in eine Kesselfalle begeben, denn der Rückweg ist ihnen abgeschnitten durch spitze Haare, die nur nach unten zu wie in einem Charnier beweglich ausweichen, nach oben aber wie in einer Reuse den Ausgang verhindern, sodafs man oft 6—10 solcher Fliegen in der Falle eingeschlossen finden kann. Während sich nun die Tiere unruhig in ihrem Gefängnis umherbewegen, setzen sie den ihnen aus einer andern Blüte anhaftenden Blütenstaub auf die Narbe ab und diese wird bestäubt. Darauf krümmen sich die Narbenlappen aufwärts und bedecken den empfängnisfähigen Teil, die bisher geschlossenen Antheren öffnen sich und entlassen den Blütenstaub, mit welchem sich nun die kleinen Insekten reichlich bedecken; zugleich sind aber die Reusenhaare in der Blumenröhre abgestorben und nichts hindert mehr den freien Austritt der Fliegen, die sich dann auch schleunigst ins Freie begeben, um trotz der gemachten schlechten Erfahrung sofort in eine neue geöffnete Blüte zu schlüpfen und dort die ihnen von der Pflanze gestellte Aufgabe nochmals zu lösen. Während dessen aber ändert sich auch die Stellung der Blüte: vorher aufrecht stehend und weit geöffnet, hat sie sich jetzt herabgeneigt und der löffelförmige Teil schlägt sich so über den Eingang der Röhren, dafs den Fliegen, die nun nichts mehr in der Blüte zu suchen haben, jeglicher Eintritt verwehrt ist.*)

*) Vergl. hierzu Sachs, Lehrbuch der Botanik. III. Auflage 1873. S. 806.

Hier sehen wir die Pflanze sich der Insekten bedienen, um die Bestäubung zu erzielen; wie oben schon erwähnt, verzichten die Pflanzen meist auf die Hilfe des Windes zu diesem Zweck; nur wenige Pflanzen sind windblütig oder anemophil. Zu den Windblütlern gehören bei uns die Kiefer, *Pinus silvestris,* mit ihren Verwandten, den Nadelhölzern, und die Sippschaft der Kätzchenträger oder Amentaceen, aus der uns die Hasel, die Eiche, die Pappeln und andere bekannt sind. In allen diesen Fällen sind die Blüten einhäusig, indem sie entweder Staubblätter und Fruchtblätter auf derselben Pflanze enthalten, oder zweihäusig, in welchem Falle die verschiedenartigen Blüten auf besonderen Pflanzen, männlichen und weiblichen Exemplaren, sich auffinden lassen. Bei einhäusigen Pflanzen wird die Bestäubung nicht unschwer eintreten, zumal da der Blütenstaub in einer so verschwenderischen Fülle entwickelt wird, dafs er den ganzen Baum oft in eine dichte Wolke gelben Staubes einhüllt, wie man so schön bei der Kiefer sehen kann, deren Blütenstaub so reichlich vorhanden ist, dafs er von Regengüssen zusammengespült, den Glauben an den sogenannten Schwefelregen erregt hat; ferner stehen auch bei den Amentaceen die männlichen, meist gröfseren Kätzchen an der Spitze der schwanken Zweige, während die weiblichen Blüten in gedrungneren Ähren unterhalb derselben ihren Platz finden, sodafs sie von oben bei eintretender Windbewegung der Zweige leicht mit Staub überschüttet werden können, da ja diese Pflanzen auch vor der Entwicklung der Blätter zur Blüte gelangen, die sonst wohl einen Teil des für die Narben bestimmten Pollens auffangen würden. Ungünstiger gestellt sind in dieser Beziehung die zweihäusigen Bäume, als deren Vertreter ich die Pappeln erwähne; hier wird die Windblütigkeit eine wirksame Bestäubung nur dann bewirken können, wenn mehrere Exemplare mit verschiedenen Blüten zusammenstehen oder nicht weit von einander und freistehend wachsen; finden wir doch die Espen z. B. meist an dem Rande der Gehölze, selten im Innern geschlossener Bestände. Einige ihrem Aussehen nach und in ihrer systematischen Verwandtschaft zu den echten Kätzchenträgern gehörende Pflanzen, wie in unsrer Gegend die Weiden, welche in dieselbe Familie gehören wie die Pappeln und in dem morphologischen Aufbau ihrer Blüten nur wenig von ihnen abweichen, haben deshalb auch diesen wenig sicheren Weg der Bestäubung durch den Wind verlassen, der auch noch dazu bei schlechtem, regnerischen Wetter, welches der Bestäubung schädlich ist, häufiger einzutreten pflegt als bei Sonnenschein, und locken durch schön gefärbte Staubblätter, durch Entwicklung von Duftstoffen und Absonderung von Honig an den Narben die Insekten, in diesem Fall Bienen und Hummeln herbei und erreichen auf diese Weise ihren Zweck um so sicherer, als ihnen während ihrer Blütezeit im ersten Frühjahr von andrer Seite wenig Konkurrenz gemacht wird.

Es ist ja schon der Altmeister der Blütenbiologie, Christian Konrad Sprengel, gewesen, der in seinem 1793 erschienenen Werk: „Das neu entdeckte Geheimnis in Bau und Befruchtung der Blumen“ auf den wunderbaren Zusammenhang zwischen Pflanzen nnd Insekten hinwies; und es ist gerade dieser Zweig der Pflanzenbiologie seitdem so vielfach gepflegt worden, dafs er vor allen andern wohl am meisten auch Nichtbotanikern bekannt ist. Es wird deshalb genügen, dafs ich zur Kennzeichnung der Leistungen der Biologie und ihrer Ziele auf zwei Familien, welche an der Spitze ihrer Abteilungen stehen, und sich demgemäfs auch durch besonders wohl gelungene Anpassungen auszeichnen, auf die Vereinsblütler oder Compositen

unter den Gamopetalen und die Schmetterlingsblütler oder Papilionaceen unter den Eleutheropetalen näher eingehe. Vorher möchte ich aber darauf hinweisen, dafs nicht nur Insektenblütigkeit oder Entomophilie unter den Blütenpflanzen sich findet, die allerdings am verbreitesten erscheint, sondern dafs auch Vögel von einigen ornithophilen Tropenbewohnern zum Transport des Blütenstaubes benuzt werden. Meist sind dies insektenfressende Vögel, denen zu Liebe manche Passionsblumen ihre so wunderbaren strahlenartigen Kränze in den Blüten entwickeln, um damit Insekten zu fangen als Lockspeise für die Bestäubungsvermittler, oder honigsaugende Kolibris; im letzteren Fall ist dann die höchst merkwürdige Erscheinung zu beobachten, dafs die betreffenden Vögel ganz den Habitus von gewissen Schmetterlingen angenommen haben. So erzählt Bates:*) „Verschiedene Male schofs ich aus Versehen eine Kolibrimotte, anstatt eines Vogels. Diese Motte *(Macroglossa Titan)* ist nur wenig kleiner als gewöhnlich der Kolibri, ihre Art zu fliegen aber und die Art, wie sie sich vor den Blüten in Schwebung hält, indem sie sie mit dem Rüssel untersucht, sind ganz so wie bei einem Kolibri, und es bedurfte der Beobachtung mehrerer Tage, ehe ich sie im Fluge von einander unterscheiden lernte.“ Und Fritz Müller, der berühmte deutsche Naturforscher in Südbrasilien, schrieb an seinen Bruder Dr. Hermann Müller:*) „Ein grofser Busch einer prächtig himmelblauen hiesigen *Salvia*, der jetzt in einem Garten blüht, wird von einer *Macroglossa* besucht, die in Gestalt, Farbe und Flugweise eine so täuschende Ähnlichkeit mit einem Kolibri hat, dafs meine Kleinen mir dieselbe als einen merkwürdigen Kolibri mit sechs Beinen ankündigten.“ Auch Schnecken, die über die Blüten hinwegkriechen, dienen in einigen Fällen zur Bestäubung wie bei manchen Aroideen und auch bei *Chrysosplenium*, dem Goldmilzkraut, bei ausbleibendem Insektenbesuch.

Die Schmetterlingsblütler haben bekanntlich ihren Namen von der Gestalt der Blumenkrone erhalten, bei welcher abweichend von der sonst meist gültigen Regel das mittlere Blumenblatt, die Fahne, nach oben gerichtet ist und sich durch seine Gröfse, Unbeweglichkeit und Färbung auszeichnet; es dient wie ein ausgehängtes Schild oder Flaggenzeichen zur Anlockung der Insekten von weit her. Die zwei seitlichen, die Flügel, dienen den anfliegenden Insekten, meistens Bienen oder verwandten Aderflüglern als Landungsplatz. Die Flügel hängen mit den beiden unteren Blumenblättern zusammen, welche zu dem sogenannten Schiffchen verwachsen sind, durch ineinander passende Faltungen und Vorsprünge des Blattes, sodafs das Schiffchen durch eine Bewegung der Flügel etwa infolge der Last der darauf ruhenden Biene mitbewegt wird. Die 10 Staubblätter sind bei den Blüten, die den Besuchern nur Pollen darbieten, im unteren Teil röhrig verwachsen, während bei den andern, die auch Honig liefern, das obere Staubblatt frei bleibt und den Insekten zwei Wege zu seinen beiden Seiten darbietet, auf denen sie den Rüssel zu dem in unteren Teil der Blüten abgesonderten Nektar hineinstecken können. Es giebt hier vier Typen des Blütenbaues. Bei *Melilotus*, dem Steinklee, und den echten Kleearten *(Trifolium)* treten die Staubblätter und die Narbe bei Insektenbesuch aus dem Schiffchen hervor und kehren nachher wieder in dasselbe zurück; die gröfseren Arten dieser Abteilung können von Bienen nicht bestäubt werden, da die Kraft dieser Insekten zur Bewegung der Blütenteile

*) Dr. Hermann Müller: Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. Schenk, Handbuch der Botanik. I. Bd. S. 104. Mit Abbildungen.

nicht hinreicht, sondern sie sind Hummeln angepafst; aber die Bienen wissen sich zu helfen, sie verüben Einbruchsdiebstahl, indem sie die Blüten seitlich anfressen und so einen Weg zu den nektarabsondernden Teilen sich öffnen. Kleineren Kleearten, welche den besuchenden Insekten diese Schwierigkeiten nicht bereiten, fehlt es trotz ihrer Winzigkeit nicht an eifrigen Besuchern, besonders werden die Blüten auch von der Honigbiene besucht: „Es giebt eine ganze Gesellschaft winziger Pflanzen, die, besonders auf den Wiesen, trotz ihrer Kleinheit inmitten anderer Pflanzen sehr reichen Besuch erhalten. Sie bewohnen gewissermafsen über dem grünen Rasen die untere Etage. Während die hohen Pflanzen der oberen Etagen (z. B. *Chysanthemum, Campanula, Crepis* etc.) weithin sichtbar sind und einen grofsen Insektenkreis herbeilocken, sind sie in der Nähe (besonders da, wo sie gesellig wachsen) sehr augenfällig und ziehen durch reichliche Honigsekretion und Geruch die zur oberen Etage angelockten Insekten lebhaft an.“*)

Eine zweite Gruppe bilden die Schmetterlingsblüten mit vorschnellenden Staubblättern und Narben, bei denen nur ein einmaliger, wirksamer Besuch möglich ist; es gehört hierher die Luzerne, *Medicago sativa,* bei welcher das betreffende Verhalten sehr leicht sichtbar gemacht werden kann und jedesmal, zur Anschauung gebracht, die lebhafte Überraschung der Schüler erregt, wie ja auch die Biene den Anprall der losschnellenden Organe heftig genug empfinden mag. Zur dritten Gruppe, den Schmetterlingsblüten mit dem „Nudelpumpenapparat“ *Delpino's,* gehört *Lupinus,* die Lupine, welche Pflanze an jedem in voller Blüte stehenden Exemplar die betreffende Einrichtung gut beobachten läfst. Öffnet man hier eine Blüte, welche in der Entwicklung begriffen ist, so findet man die fünf Staubgefäfse des inneren Kreises voll ausgebildet und ihren Pollen entleerend, aber mit kurzen Filamenten versehen; die Staubblätter des äufseren Kreises liegen hinter ihnen und haben noch kürzere Filamente. Nun wachsen aber diese letzteren, wie man an älteren, weiter unten befindlichen Blüten sehen kann, und schieben die ganze Pollenmasse in dem vom Schiffchen gebildeten Hohlkegel vor sich her. Ein Herabziehen des Schiffchens prefst sie noch weiter in den Hohlkegel hinein und pumpt einen Teil des Blütenstaubes in Nudelformen heraus. Bei der letzten Gruppe wird der Blütenstaub durch eine Griffelbürste aus der Spitze des Schiffchens herausgefegt; unter diesen Pflanzen ist besonders die Feuerbohne, *Phaseolus multiflorus,* sehr lehrreich; die Vorrichtung ist aber hier so verwickelt, dafs sie ohne Autopsie und gute Abbildungen durch eine blofse Beschreibung kaum verständlich zu machen ist, obwohl sie jedesmal in der Unterrichtsstunde das lebbafteste Interesse der Schüler erregt und von ihnen nach jeder Richtung hin vollkommen verstanden und in ihrer Wirkung gewürdigt wird.

Leichter noch zu beobachten sind die Bestäubungsverhältnisse bei den Kompositen, die meiner Meinung nach dem ersten systematischen Unterricht in der Quarta zuerteilt werden. Es wird, wenn ich mich so ausdrücken darf, bei der Beantwortung der Frage, was ist zu einer möglichst gesicherten Erreichung der Bestäubung und Erzielung von recht vielen keimfähigen Samen vorteilhafter, wenige und grofse Blüten, die viele Samen ausbilden, oder kleine, aber gedrängt stehende, die nur wenige Samen enthalten, schon nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit wohl gesagt werden müssen, es ist zweckmäfsiger, dafs die Pflanze kleine Blüten besitzt, die

*) Ludwig, a. a. O. S. 474.

durch ihre dichte Zusammenstellung das an Schaukraft ersetzen, was sie durch ihre Kleinheit eingebüfst haben. Das Ideal dieser Anordnung, von der die Umbelliferen oder Doldengewächse einen schwachen, weniger gelungenen Versuch gemacht haben, erreichen nun aber in vollendeter Weise die Korbblütler. Die Einzelblüte bei ihnen ist auf das Äufserste reduziert; der Kelch wird in seiner Funktion vollständig ersetzt durch Hochblätter, welche den köpfchenförmigen Blütenstand, der oberflächlich betrachtet, ganz den Eindruck einer Einzelblüte macht, dicht umhüllen und die demgemäfs mit dem Namen „Hüllkelch" bezeichnet werden; der Kelch selbst wird dagegen dem Zweck der Fruchtverbreitung dienstbar gemacht, indem er sich als Haarkranz oder Pappus entwickelt und so den Früchten als Flugorgan bei ihrer Verbreitung Hülfe leistet, oder er verwandelt sich in mit rückwärts gerichteten Borsten versehene Stacheln, die sich den vorübergehenden Tieren ankletten (vergleiche *Taraxacum* und *Bidens*); der Hüllkelch verrichtet vollständig die sonstigen Dienste des eigentlichen Kelches, nämlich die Blüte in der Knospe zu schützen u. s. w., daneben aber noch mannigfaltige andere wie als Schutz gegen Tierfrafs bei Disteln, als Klettapparat bei den Kletten. Die Blütenblätter sind lang röhrenförmig verwachsen, ein vorteilhaftes Verhalten, da in diesem Fall nur langrüsselige Insekten, welche alle fleifsige Honigsammler und den bestimmten Pflanzen treue Besucher sind, in die Kronenröhre eindringen können, oder an einer Seite aufgeschlitzt, sodafs eine zungenförmige Blüte entsteht. Unter diesen Blüten sind oft die äufsersten strahlend, das heifst vergröfsert und meist unfruchtbar; sie dienen dann nur als Schauapparat zum Anlocken der Besucher, um mit dieser Arbeitsteilung die nur einen Teil der Blütengemeinschaft opfert, desto sicherer die Bestäubung aller übrigen zu erzielen. Die Staubblätter sind in ihrem oberen Teil mit den Staubbeuteln zusammenhängend und der Griffel, dessen beide Narben zu dieser Zeit mit den pollenaufnehmenden Flächen noch fest geschlossen aneinanderliegen und dadurch gegen Selbstbestäubung geschützt sind, treiben den Blütenstaub, der nach innen entleert wird, aus dieser Röhre heraus. Dabei wird er in einigen Fällen, z. B. bei *Centaurea Cyanus*, der Kornblume, durch eine Reizbarkeit der Filamente unterstützt; werden diese durch den Anflug eines Insektes erschüttert, so verkürzen sie sich, indem sie eine bogenförmige Krümmung ausführen, wodurch der stehenbleibende, sich nicht bewegende Griffel passiv aus der Staubbeutelröhre hervortreten mufs und so den Blütenstaub vor sich hertreibt. Die eine sich bewegende Blüte reizt aber dann ihre Nachbarn zur Bewegung mit an, sodafs es über das ganze Blütenköpfchen wie das Wehen eines Kornfeldes im Winde verläuft und dadurch der Blütenstaub in Menge dem besuchenden Insekt angeklebt wird, den es dann bei anderen von ihm in der Folge besuchten Blüten auf den Narben wieder absetzen kann.

Ich hätte hiermit aus der grofsen Fülle des Materials, welches in dem Lehrbuch der Pflanzenbiologie von Ludwig enthalten ist, einige der meiner Meinung nach interessantesten Fälle angeführt, ohne im geringsten damit beabsichtigt zu haben, eine erschöpfende Übersicht über die grofse Menge des behandelten Stoffes zu geben. Es lag mir nur daran, an einigen passenden Beispielen nachzuweisen, dafs und wie die wissenschaftliche Biologie für den Unterricht dienstbar gemacht werden kann, und dafs ein Unterricht, welcher dieses zuletzt eröffnete Feld der Wissenschaft mehr als es wohl bislang üblich gewesen ist, berücksichtigt, grofse Erfolge zu erzielen vermag, gröfsere als bis dahin durch einen Unterricht auf blofs morphologisch-

beschreibender Grundlage je zu erreichen waren. Ich glaube, dafs durch solchen Unterricht der Schüler sehr zum Nachdenken und zu Selbstbeobachtungen veranlafst wird; fast jeder Knabe hat eine gewisse Sammelwut, fast jeder züchtet aus Raupen Schmetterlinge und zeigt damit sein lebhaftes Interesse an den Dingen in der Natur; wenn ihm nun im Schulunterricht gezeigt wird und wenn ihm die Augen gewissermafsen geöffnet werden darüber, dafs ein solch wunderbarer Zusammenhang zwischen den Werken der Natur waltet, dessen fortschreitende Erkenntnis unsre Beobachtungen so anziehend und genufsreich gestaltet, — ich glaube, dafs man ihm damit einen grofsen Dienst erweist und vor allem seinen Streifereien durch die Wiesen, Felder und Wälder einen gewissen wissenschaftlichen Inhalt zu geben vermag, den ein blofses Insektenjagen und Sammeln ihnen nicht einflöfsen wird, so gut solche Ausflüge in anderer Beziehung auch sein mögen. Und wird auch nicht dadurch, dafs der Schüler an schlagenden, packenden Beispielen, so zu sagen mit Händen greifbar, die hohe Zweckmäfsigkeit, die in der ganzen Natur herrscht, erkennen lernt, dadurch, dafs er sieht, wie sogar die Pflanze, die er, wie das unwissende Volk es noch jetzt thut, als leblos anzusehen gewohnt war, die ihm nur ihrer prächtigen Farben wegen als Blume einige Aufmerksamkeit abgewann, oder die als Spenderin von Nahrungs- und Genufsmitteln in ihm ein gewisses Interesse geweckt hatte, dadurch, dafs diese so gering geschätzte Pflanze gewissermafsen vor seinen geistigen Augen Leben gewinnt und als ein in mancher Hinsicht Zwecke verfolgendes Lebewesen sich erweist; — ich frage, wird nicht durch solche biologischen Betrachtungen auch auf das Gemüt des Knaben ein grofser Eindruck ausgeübt? Wenn ein Historiker es unternimmt, in der Charakterschilderung eines Helden auf kriegerischem, staatsmännischem oder geistigem Gebiet durch den Verfolg seiner Lebensschicksale das Werden seiner Gröfse klar zu legen und den Schülern das Walten der Vorsehung, welches die Wege dieses Menschen so wunderbar und zu einem so herrlichen Ende geführt hat, vor Augen zu stellen, um in ihnen damit das Gefühl wachzurufen, dafs es ein zielbewufstes Geschehen in der Weltgeschichte giebt, welches eine gute Sache stets noch zum endlichen Siege geführt hat, so kann der Naturgeschichtslehrer ein ähnliches Unterfangen an einer Welt im Kleinen in Angriff nehmen und am kleinsten Läublein oder Blümlein seinen Zöglingen nachweisen, wie herrlich und zweckmäfsig der Ausbau dieser Organismen gestaltet ist, und wie auch hier eine weise Gesetzmäfsigkeit alles zum besten Ende hinauszuführen bestrebt ist. Es stellt sich damit in ihren Leistungen für die Bildung des Gemütes der Schüler die Naturwissenschaft den ethischen Geisteswissenschaften an die Seite, nur dafs sie nicht an erzählte, überlieferte Thatsachen, sondern an vorliegende, sichtbare Gegenstände ihre Folgerungen und Schlüsse zu knüpfen hat.

Es bleiben uns nun von den oben angeführten Zweigen der Botanik noch die Anatomie und die Physiologie zu betrachten und es ist die Untersuchung zu führen, ob und wie weit sie für den Unterricht auf höheren Schulen Verwendung finden sollen. Da die Behandlung dieser Zweige immerhin schon etwas schwieriger ist, und ein gereiftes Verständnis erfordert, so werden sie dem abschliefsenden Unterricht in der Untersekunda zuzuweisen sein. Sie werden aber auch als Krönung des Schulunterrichtes auf wissenschaftlicher Grundlage nicht zu entbehren sein; denn ein Schüler, der ohne einige Kenntnis der Elementarorgane der Pflanzen, der Zellen, die Schule verläfst, wird nicht die Summe der Kenntnisse sich erworben haben,

die wir oben als von dem Unterricht dem Schüler auf den Weg des Lebens mitzugeben für dringend erforderlich bezeichnet haben. Ohne das Wesen und das Leben der Zelle zu kennen, vermag man überhaupt nicht den Aufbau des Organismus zu verstehen, der ja aus der fortgesetzten Teilung zuerst einer, dann vieler Zellen hervorgeht, und man wird in letzter Linie überhaupt keinen Lebensvorgang aus dem Grunde begreifen können, wenn man nicht die in den einfachsten, einzelligen Organismen sich abspielenden Erscheinungen möglichst genau verfolgt hat, die sich dann zwar von Stufe zu Stufe in immer steigender Komplikation, sonst aber in allen, selbst den höchst organisierten Lebewesen, wesentlich als gleich geartet und darum nach den einfacheren Formen bekannt und begreiflich auffinden lassen. Hierbei stöfst der Unterricht aber auf eine grofse Schwierigkeit. Es ist gerade eine Hauptforderung des Unterrichtes in den beschreibenden Naturwissenschaften, die ja in ihrer ganzen Methode begründet ist, dafs die Beobachtung des betreffenden Objektes den Anfang machen mufs und dafs daran sich erst die Folgerungen zu knüpfen haben. Das Ueberliefern der fertigen Lehrmeinung als die Aufgabe des Unterrichtes zu pflegen, ist nirgendswo weniger angebracht, als in den Naturwissenschaften. Hier will der Schüler sehen, um zu glauben, und je gröfser sein Interesse an der Sache ist, desto stärker ist auch sein Bestreben, sich durch die Macht der Thatsachen seine eigne Meinung zu verschaffen. Dies geschieht durch selbständige Beobachtung von seiner Seite; die Beobachtung der Pflanzenzelle ist aber nur möglich unter dem Mikroskop und da stellen sich dem Unterricht in der Botanik, wie er jetzt allgemein üblich ist, sehr schwerwiegende Hindernisse entgegen; in einem gewöhnlichen Klassenzimmer kann dann nicht mehr unterrichtet werden. Will man wirklich die Anatomie der Pflanzen in ausreichender Weise auf der Schule traktieren, und ist dies für die Ausbildung der Schüler notwendig, was wohl nicht geleugnet werden darf, so tritt auch als unabweisbar notwendig die Forderung nach einem eignen, wohl ausgestatteten botanisch-zoologischen Lehrzimmer auf, wie es ja schon längst physikalische und chemische Laboratorien auf der Schule giebt. Ein solches Zimmer erweist sich für den Unterricht in der Pflanzenphysiologie als noch viel dringender notwendig, und wird dann mit einigen Apparaten ausgestattet werden müssen, wie ich im folgenden nach den Angaben einer Autorität anführen werde. Für den Unterricht in der Anatomie genügte ein gutes Mikroskop für die Vorbereitungen zu den Unterrichtsstunden, ein Projektionsapparat, um allen Schülern zugleich ein Objekt sichtbar zu machen und dann einige Salonmikroskope, die von Hand zu Hand gehen, damit die Schüler, jeder selbständig, die Gegenstände auch unter dem Mikroskop sehen und erkennen lernen. Zur Vorbereitung hätte der Lehrer ein Präparat vor den Augen der Schüler anzufertigen und dann vermittelst des Projektionsapparates zu zeigen, dann auch in dem Mikroskop vorzuführen; hierauf würde das Objekt oder ein ähnliches von ihm gezeichnet und zur Wandtafel vergröfsert in der nächsten Stunde den Schülern vorgelegt werden, damit sie nun durch Vergleichung mit dem unter dem Mikroskop oder im Projektionsapparat geschauten Gegenstande das Wesen der mikroskopischen Bilder begreifen lernen. Dann wird man ohne Bedenken sich der vielen und ausgezeichneten Tafelwerke bedienen können und wird weniger Mühe haben und die Schüler mehr durch den Unterricht fesseln können, als es bei einem solchen durch blofse Tafeln je möglich ist. Neben den Tafeln würden dann noch Demonstrationen unter dem Mikroskop ihre Stelle finden, um z. B. die eigenartige und fesselnde Protoplasma-

bewegung zur Anschauung zu bringen; man könnte ihnen die Bewegung der Schwärmsporen bei Algen und andere Bewegungserscheinungen bei niederen Organismen vorführen; es könnten ihnen günstigsten Falles Bakterien gezeigt werden und was dergleichen interessante und lehrreiche Objekte mehr sind. Dadurch würde der Unterricht in der Untersekunda eine grofse Förderung erhalten und würde zugleich eine Steigerung des Interesses bei den Schülern erwecken, dadurch, dafs sie in eine ihnen vollständig neue Welt eingeführt werden, in die Welt der kleinsten, nicht mehr mit unbewaffnetem Auge bemerkbaren Gegenstände, die ihnen eine Hoffnung gewährt, fortzuschreiten zur Erkenntnis der letzten Ursachen dessen, was als das so rätselhafte Problem des Lebens dem natürlichen Auge auf immer verborgen erscheint. Auch das möchte ich nicht geringschätzen für die Wertung der beschreibenden Naturwissenschaften in den Augen der Schüler wie in den Augen der Gesamtheit überhaupt, dafs auf diese Weise dieser Zweig der Wissenschaft ihnen ad oculos demonstrieren kann, dafs er mit gleichen Mitteln arbeitet und ein gleich hohes Ziel erstrebt, wie die exakten Zweige, ein Vorteil, den ich von meinem Standpunkt aus nicht hoch genug anschlagen kann.

Dieses Ziel, nämlich das Leben und den Bau der Elementarorgane zu erkennen, dessen vollständige Erreichung dem Unterricht auf der Schule in einer vielleicht nicht mehr fernen Zukunft sicher, aber einmal in künftiger Zeit auf dem von mir skizzierten Wege möglich werden wird, mufs jetzt auf anderem Wege angestrebt werden, nämlich mit Hülfe von Abbildungen. Und da ist es, wenn auch schwieriger und mühsamer unter Anwendung der vorhandenen Tafelwerke einiges wenigstens zu leisten und den Abschlufs des wissenschaftlichen Unterrichtes in der Anatomie der Pflanzen wenigstens zu einem einigermafsen befriedigenden zu gestalten. Wenn man den Schülern den Bau und das Wesen der Pflanzenzelle durch eine Abbildung, etwa eine Vergröfserung der Fig. 1 des Lehrbuches der Botanik von Julius Sachs, die ja so vielfach ihres so aufserordentlich demonstrativen Charakters wegen in den verschiedensten Schriften sich reproduziert findet, zu einer Wandtafel gehörig klar gemacht hat, so werden sie auch andere Tafeln verstehen lernen, und man kann dann versuchen, sie in dem Aufbau der Pflanzen aus ihren Zellen heimisch zu machen, soweit dies eben, ohne dafs sie lebende Zellen wirklich sehen und sich von ihrem Vorhandensein durch eigene Anschauung überzeugen, möglich erscheint, wenn man die Tafeln nur nach jeder Hinsicht gehörig ausnutzt. Als Beispiel, wie weit dies möglich ist, möchte ich auf die Tafel des Werkes von Frank-Tschirch hinweisen, welches den Blattquerschnitt von *Beta vulgaris*, und zwar in der Form der roten Rübe, darstellt. Hier sehen wir nicht nur, wie die Rotfärbung des Blattes trotz der in jeder Zelle des Mesophylls so zahlreichen Chlorophyllkörner zu stande kommt, und können die verschiedenen Gewebearten, die Epidermis, das Mesophyll als Palissadenparemhym und Schwammparemhym und die Gefäfsbündel, vom Standpunkt der deskriptiven Anatomie kennen lernen, sondern wir können auch die Lehrsätze der physiologischen Pflanzenanatomie demonstrieren; man sieht die Spaltöffnungen mit ihren Weg zu den Atemhöhlen, ferner sehr gut die Leitungsbahnen des Assimilationsgewebes nach den Gefäfsbündeln und anderes mehr.

So läfst sich schon einiges bisher erreichen in der Anatomie; beim Unterricht in der Physiologie sind aber wenigstens einige chemische Versuche notwendig neben den vielleicht ohne viele Apparate anzustellenden Kulturversuchen, zu welchen allenfalls einige Blumentöpfe mit Gartenerde

genügen. Allerdings sind ja nur Wasserkulturen für den strikten wissenschaftlichen Beweis ausschlaggebend, und für einen wirklich fruchtbringenden Unterricht ist es notwendig, dafs die Schüler den Nachweis von Stärke in den Blättern sehen, sie müfsten die Entwicklung von Sauerstoff bei Wasserpflanzen beobachten und dergleichen einfache Versuche mehr, die sich aber ohne die nötigen Apparate nicht ausführen lassen. Dieser zuletzt erwähnte Versuch würde auch für den Schüler in der Hinsicht von Interesse sein, dafs er ihm klar vor die Augen führen kann, wie gerade der rotgelbe Teil des Spektrums die intensivsten chemischen Wirkungen in der Assimilationsthätigkeit der Pflanzen erzeugt, während er später in der Chemie erfährt, dafs auf Silbersalze umgekehrt der andere blauviolette Teil allein einen Einflufs ausübt.*) So würde sich mit Hülfe eines Laboratoriums der pflanzenphysikalische Unterricht sehr anregend und lehrreich für die Schüler gestalten. Sagt doch auch Dettmer**): „In dem vorliegenden Buche habe ich mir die Aufgabe gestellt nach Kräften zur Förderung des pflanzenphysiologischen Studiums beizutragen. Das »pflanzenphysiologische Praktikum« ist aber keineswegs ausschliefslich für Studierende bestimmt, sondern ich denke, dafs dasselbe auch manchem Lehrer an höheren Schulen willkommen sein dürfte. Die Botanik bildet aus zahlreichen Gründen einen ganz besonders geeigneten Lehrgegenstand für die Schule, und dem botanischen Unterricht kann durch die Vorführung einer Reihe physiologischer Experimente ein ganz eigenartiger Reiz sowie eine erhöhte Bedeutung für die Geistesbildung der Jugend verliehen werden . . . . Ich habe mich bemüht, denjenigen Apparaten, welche in diesem Buche zur Ausführung der physiologischen Untersuchungen in Vorschlag gebracht werdeen, eine möglichst einfache Form zu geben, damit dieselben von jedem ohne grofse Mühe zusammengestellt werden können; gewisse kompliziertere und daher auch wertvollere Instrumente, z. B. gute Mikroskope, eine chemische Wage, ein Spektroskop, einen Induktionsapparat, einen Klinostaten etc. kann man bei pflanzenphysiologischen Untersuchungen freilich nicht entbehren."

Ich habe in dem Vorhergehenden versucht, in grofsen Umrissen den Gang des Unterrichtes in der Botanik an höheren Schulen, speziell auf dem Realgymnasium, zu schildern. Es bleibt mir noch einiges über den entsprechenden Unterricht in der Zoologie zu sagen übrig. Da ist es denn zu bedauern, dafs ein ähnlicher biologischer Unterricht, wie in der Botanik, in der Zoologie vorläufig wenigstens nicht möglich ist. Es ist ja auch der zoologische Unterricht schon in andrer Beziehung dem botanischen gegenüber in schlechter Lage; ihm stehen nicht, wie dem botanischen Unterricht lebende Pflanzen, in gleicher Weise lebende Tiere zu Gebote, sondern er mufs sich mit Präparaten und Abbildungen behelfen. Aber immerhin kann vieles im Sommer bei den Ausflügen vorweg genommen werden. Es ist ja auch schon der Vorschlag gemacht worden, im Sommer zu den üblichen zwei Stunden Botanik noch eine dritte Stunde Zoologie zu unterrichten und in dieser namentlich die biologisch interessanten Tiere, wie die Insekten, zu behandeln. Das ist aber doch wohl mit zu vielen Schwierigkeiten verknüpft, und es wird vorläufig hier noch alles beim alten bleiben müssen. Doch es läfst sich auch an Präparaten vieles biologisch Wichtige und Interessante zeigen und beobachten. Z. B. schon eine Vergleichung

*) Vergl. hierzu Sachs, Vorlesungen S. 291 u. flgd.

**) Dettmer, Das pflanzenphysiologische Praktikum. Jena, Fischer 1888 Vorrede. (Eine zweite Auflage ist erschienen.)

des Zahnbaues der Säugetiere gestattet einen Schlufs auf ihre Lebensweise; der Vergleich des Vogelskelettes mit dem der Fledermaus und etwa dem eines Pterodaktylus in Abbildung läfst viele Schlüsse auf die Zweckmäfsigkeit der Ausgestaltung im Bau dieser Tiere zu. Jedenfalls möchte ich aber auch hier im Unterricht, wie ich es für die Botanik angeführt habe, als Gerippe, sozusagen, von der Quarta ab den Anschlufs an die wissenschaftliche Systematik fordern, mit den Säugetieren beginnend und zu den niederen Tieren fortschreitend, welches Verfahren in der Obertertia seinen Abschlufs findet, so dafs dann auch in der Zoologie für den Unterricht in der Untersekunda die vollständige Kenntnis des Systems vorhanden ist. Während in der Quinta und Sexta die Tiere mehr in Einzelbildern behandelt werden, und neben der reinen Formbeschreibung zur Belebung des Unterrichtes jede Gelegenheit, biologische Fragen zu erörtern, benutzt werden wird, auch die Erzählung von interessanten Episoden aus dem Leben der Tiere ihren Raum findet, wird in dem systematischen Unterricht von der Quarta ab neben einer vergleichenden Formbetrachtung der einzelnen Familien und ihrer Gattungen und Arten, die auch über ihre Abstammungs- und Verwandtschaftsverhältnisse Licht verbreiten kann, auch der ausgestorbenen Tiere, namentlich der Säugetiere des Diluviums, und bei den Weichtieren auch der fossilen Arten in den anderen Perioden eingehender gedacht werden können, wozu ja die von Schülern selbst gelegentlich mitgebrachten Funde aus den Thongruben der Umgegend schon Gelegenheit bieten werden. Bei einer Betrachtung der Cephalopoden wird eine mit Hilfe nur weniger, aber guter Versteinerungen, Präparate und Abbildungen gegebene Schilderung der Entwicklungsgeschichte dieser so interessanten Tiergruppe den Schülern einen Einblick in das Werden und Vergehen grofser Abteilungen des Tierreichs gewähren; sie werden z. B. den Nautilus mit ganz andern Augen ansehen lernen, wenn sie erfahren, dafs er der letzte des Stammes eines Geschlechtes von Tieren ist, das, wie er selbst zeigt, mit einfachsten Formen beginnt, um in einer Seitenlinie, den Ammoniten, zu einer Fülle der Gestalten und einer Zierlichkeit und Mannigfaltigkeit der Formen emporzublühen, die mit dem Ende des Mittelalters der Erde, in der Kreide, noch einmal ihren ganzen Formenreichtum entfaltend, dann für immer und ewig bis auf spärliche Reste von dem irdischen Schauplatz verschwindet. So wird die Zoologie Gelegenheit bieten, auch die Paläontologie zu behandeln und nicht nur diesen so wichtigen Zweig der Geologie, sondern auch andre geologische Fragen, die dann auf Ausflügen ins Freie an etwa gemachten Funden und Beobachtungen ihre Erläuterung finden können.

Der abschliefsende Unterricht in der Untersekunda behandelt die Anthropologie. Hier wird es möglich sein, die vergleichende Anatomie wissenschaftlich eingehend wenigstens bei dem Wirbeltierskelett zu betreiben, wenn nur eine einigermafsen vollständige Präparatensammlung vorhanden ist; und auch bei andern Gelegenheiten, wie der Blutzirkulation, der Atmung u. s. w. wird eine vergleichende Zusammenfassung des gesamten Tierreichs angängig sein. Allerdings wird aber ein Unterricht in der Physiologie, wie es oben in der Botanik ausgeführt wurde, sich in fruchtbringender Weise ohne einschlägige Versuche nicht erteilen lassen.

Es ist nach alle dem wohl als Ergebnis anzusehen, dafs in erster Linie die Botanik sich für den wissenschaftlichen Unterricht in der Naturbeschreibung ohne besondere Einschränkung und ohne dafs man irgendwo den Boden der strengsten Wissenschaftlichkeit zu verlassen braucht, ganz

besonders eignet und dafs sie auch dem Schüler Gelegenheit bietet, selbstständig Beobachtungen wissenschaftlicher Art anstellen zu können. Die Anleitung hierzu empfängt er im Klassenunterricht und auf den Ausflügen ins Freie, die sich wohl an den meisten Orten ohne grofse Mühe ins Werk setzen lassen und wenigstens einige Male mit jeder Klasse im Laufe des Sommers veranstaltet werden sollten. Danach würden wohl viele Schüler Lust und Geschmack an solchen Beobachtungen finden; um ihnen nun aber auch Gelegenheit zu bieten, sich das nötige Material zu verschaffen, würde es sich empfehlen, wenn eine kleine Lokalschulflora vorhanden wäre, in welcher etwa auf einer Art von phytotopographischer Karte die Standorte der zu beobachtenden Spezies angegeben, sowie auch in dem begleitenden Text die nötigen Daten aus der Morphologie, Biologie und Systematik angeführt wären; als ein klassisches Beispiel dafür mag die Beschreibung des „Blumenthals" von Georg Schweinfurth vor nunmehr 25 Jahren dienen,*) die durch den Besuch des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg am 31. Mai 1896 in Strausberg ein gewisses aktuelles Interesse gewonnen hat.

Wir haben also gesehen, dafs es möglich ist namentlich in der Botanik einen Unterricht an höheren Schulen zu erteilen auf streng wissenschaftlicher Grundlage und dafs man nicht nötig hat, irgend eine Abweichung zu fordern von dieser exakten Methode oder gar manche Ergebnisse der Forschung den Schülern als für ihre Moral schädlich zu verschweigen. Es erscheint mir angezeigt, auf diesen Punkt zum Schlufs noch einmal einzugehen. Es wird ja immer noch dem Unterricht in den Naturwissenschaften von manchen Seiten ein durchaus unberechtigtes Mifstrauen entgegengebracht. Man fürchtet nämlich, der naturwissenschaftliche Unterricht, namentlich wenn er die modernen Anschauungen in der Schule vorträgt, leiste der Verbreitung der materialistischen Weltauffassung Vorschub. Es ist diese, wie wir wohl gesehen haben, irrige Ansicht daher entstanden, weil mit dem Aufblühen der Forschung namentlich auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften in der Mitte dieses Jahrhunderts von einzelnen übereifrigen, aber begeisterten Anhängern moderner Anschauungen aus den wenigen eben erst gewonnenen Resultaten übereilte Schlüsse allgemeiner Natur gezogen wurden nach der Weise der bis dahin Geltung habenden Naturphilosophie, die in scholastischer Manier durch Spekulation zu lösen trachtete, was doch nur eine Fülle von angestellten Versuchen und Beobachtungen in ihren daraus etwa ableitbaren Folgerungen unternehmen durfte, und die dazu noch in bewufsten, absichtlich schroff ausgesprochenen Gegensatz zu den herrschenden Lehrmeinungen sich stellten, denen sie ketzerisch erscheinen mufsten. Sie liebten es, die Verbreiter dieser modernen Anschauungen, das, was ihren Gründen an Gewicht fehlte, durch eine gewisse Derbheit zu ersetzen, mit welcher sie ihre Beweise vorbrachten und durch einen beifsenden Spott, den sie über die unzweifelhaft irrigen Lehrmeinungen ihrer Gegner ausgossen, bei den grofsen Massen ihre meist populär geschriebenen Werke schmackhaft zu machen, welches Verfahren der Popularisierung der Wissenschaft bei den zünftigen Forschern der damaligen Zeit als eine Profanierung derselben erscheinen mufste. Die Furcht, dafs eine Beschäftigung namentlich mit den beschreibenden Naturwissenschaften zur Verbreitung materialistischer Anschauungen bei-

*) Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, Jahrg. III, IV, S. 91—126.

tragen könnte, ist so wenig begründet, dafs vielmehr bei der Feier des Andenkens an Du Bois-Reymond vor wenigen Tagen von wissenschaftlicher Seite die entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen wurde, die moderne biologische Forschung liefse ein Aufleben des Vitalismus befürchten. Und selbst der sogenannte Darwinismus ist durchaus keine Lehre, die etwa das Herz und Gemüt eines Knaben vergiften oder gar der Socialdemokratie Waffen in die Hand geben könnte. Was bei der Evolutionstheorie angegriffen wird, nämlich dafs in vielen Fällen eine fortschreitende Entwicklung beobachtet worden ist und dafs deshalb allgemein ein Hervorgehen jetzt lebender Arten aus früher vorhandenen als gültiges Gesetz ohne Einschränkung anzunehmen ist, das ist eine wissenschaftlich vollgeltende Hypothese, die so sicher begründet ist, wie irgend eine andere, nehmen wir z. B. die von Kant und Laplace über Bildung des Sonnensystems und Entstehung der Erde, die wir bewohnen; was strittig erscheint, ist vielmehr die Art und Weise, wie diese fortschreitende Veränderung sich entwickelt hat, eine Veränderung, die sicher stattfand und mit welcher die Konstanz der Arten in der Jetztzeit nur scheinbar im Widerspruch steht, da sie ja bei näherer, unbefangener Beobachtung in Wirklichkeit nicht vorhanden ist; früher wurde sie allerdings als ein Dogma geglaubt, welches seinerseits zur eigenen Begründung einer gewissen Anlehnung an religiöse Dogmen nicht entbehren zu können glaubte. Ich möchte als auf einen analogen Fall, der mit dem eben erwähnten auch in nachweisbarem Zusammenhang steht, darauf hinweisen, dafs es, bevor Lyell die Geologie von Grund aus umgestaltete, und die von Leopold v. Buch aufgestellte, durch eine Autorität wie Alexander v. Humboldt gestützte Katastrophen- oder Revolutionstheorie durch seine Evolutionstheorie ersetzte, als ketzerisch galt, von einem vorsündflutlichen Menschen zu sprechen, oder in der Sprache der jetzigen Wissenschaft ausgedrückt, die Existenz des Menschen zur Diluvialzeit, sein Zusammenleben mit ausgestorbenen Säugetieren, wie Mammut und wollhaarigem Rhinozeros, zu behaupten. Das Vorhandensein des Menschen zur Diluvialzeit hätte ja im Widerspruch gestanden mit den Lehren der Revolutionstheorie, und war deshalb auf einen Ausspruch des grofsen Naturforschers Cuvier als unwissenschaftlich verpönt worden, und wurde nur ab und zu von Ketzern und Freigeistern, die sich den Anschein eines wissenschaftlichen Mutes und vielleicht ein gewisses Martyrium verschaffen wollten, von Zeit zu Zeit zu äufsern gewagt. Und jetzt ist nicht nur der diluviale Mensch über jeden Zweifel erhaben durch wissenschaftliche Forschung erkannt worden, sondern man sucht nach den Spuren der ersten Menschen schon im Tertiär. Die Katastrophenlehre hatte nicht eine einmalige Schöpfung als statthabend angenommen, sondern viele auf einander folgende, immer vollkommenere, nachdem die alten, vorhergehenden durch grofse Erdkatastrophen ihren Untergang gefunden. Und wie hier ein genaueres Studium der organischen Überreste in den einzelnen Schichten verschiedenen geologischen Alters nicht einen desto schärferen Unterschied zwischen den einzelnen Schichten, sondern vielmehr ein immer deutlicher erkennbares Ineinanderfliefsen derselben, ein immer augenscheinlicher werdendes Fortfallen jeder Grenze zwischen den einzelnen Formationsgliedern überhaupt gezeigt hat, so dafs in Wirklichkeit keine plötzlich eintretenden Katastrophen bisher unerhörter Art die ganze schöne Welt vernichteten, damit eine noch schönere aus den Trümmern emporblühen konnte, sondern die Erde in ihrer jeweiligen Gestaltung im Verlauf einer, dagegen gehalten, vergleichsweise ruhigen, unmerklich fortschreitenden Entwicklung

sich gebildet hat, so müssen wir auch von der Entstehung der organischen Natur annehmen, dafs ihre Lebewesen nicht einer fortwährenden Neuschöpfung nach dem Untergang der veraltet gewordenen Formen, sondern einer langsamen Umgestaltung des Veralteten und seiner Anpassung an die moderne Welt in einer Unendlichkeit der Zeit*) ihre verschiedene Formgebung verdanken. Wenn nun Darwin die Meinung aufstellt, dafs diese Formgebung durch „natürliche Zuchtwahl im Kampfe ums Dasein" geschehen sei, wie seine Erklärung in eine kurze Formel gefafst lautet, so mag die Erklärung in mancher Hinsicht irrig sein, oder nicht hinreichen alle Einzelheiten dieser Entwicklung zu erläutern, an deren thatsächlichem Vorhandensein durch diesen Zweifel nicht das Mindeste gerüttelt wird; und ferner ist dieser: „struggle for the life" leider nun einmal vorhanden und es mufs mit ihm gerechnet werden; aber der Darwinismus im wahren Sinne des Wortes lehrt doch nicht aus sich heraus, dafs, weil der Kampf ums Dasein nach seiner Meinung angenommen werden mufs zur Erklärung der Descendenz, der Entwicklung der Arten, dafs deshalb auch der Kampf aller gegen alle nun überall Geltung habe und mit vollster Schärfe bewufst von der Menschheit gekämpft werden müsse und das Ideal wäre für die Lebensmoral, welches als Endergebnis aus wissenschaftlichen Annahmen zu folgern sei. Im Gegenteil zeigt uns die Descendenztheorie, dafs ein Fortschreiten der Entwicklung stattfindet, und das mufs doch wohl jeden Menschen, der die Theorie denkend erfafst hat, bewegen, auch seinerseits sein Möglichstes zu diesem Fortschritt beizutragen, der sicher nicht, wenn man nun Analogieschlüsse von dem Geschehen in der Natur als Begründung des Vorgehens auf politischem Gebiete überhaupt als zulässig für die Bestimmung des Handelns der einzelnen Individuen im einzelnen Fall gestatten will, durch Zerstörung des Vorhandenen, sondern nur durch einen Ausbau desselben auf gegebener Grundlage erfolgen kann.

Und dann scheint mir die Abneigung gegen den Darwinismus von manchen Seiten her auch mit seiner verhältnismäfsigen Neuheit andern wissenschaftlichen Hypothesen gegenüber, die auf ein höheres Alter zurückblicken können, im Zusammenhang zu stehen. Ich habe eben der Hypothese von Kant über Entstehung der Erde und des ganzen Sonnensystems gedacht. Erfordert es nun eine gröfsere Kühnheit und ist es wissenschaftlich weniger statthaft, die Entstehung allereinfachster Lebensformen irgendwo zu irgend einer früheren Zeit anzunehmen und aus diesen einfachsten Formen das Entstehen aller folgenden immer komplizierter durch fortgesetzte Arbeitsteilung sich gestaltenden Organismen geschehen zu lassen, da wir doch täglich vor unsern Augen die Nachkommen von ihren Eltern abstammen sehen, wenn sie auch noch dazu, freilich dem oberflächlichen Blick verborgen, für genaue Betrachtung aber deutlich erkennbar, eine kleine Abweichung von ihren Vorfahren aufweisen und ihnen nur scheinbar gleich gestaltet sind, als die Hypothese aufzustellen, dafs aus einem Urnebel von Masseteilchen in höchster Glut, dessen Vorhandensein vor aller bekannten Zeit liegt, durch fortwährende Abkühlung und damit Hand in Hand gehende Kontraktion ganze Weltsysteme sich bilden konnten, wenn wir doch das Entstehen oder Vergehen eines Weltkörpers zu beobachten nicht imstande waren? Und wenn auch diese letztere Hypothese durch viele Thatsachen und jede bisher gemachte Beobachtung auf ihrem Gebiete ihre Stütze gefunden hat, und die Entstehung des Sonnensystems in zwangloser Weise

*) Vergleiche Anmerkung 5.

und wissenschaftlich folgerichtig dem menschlichen Verstande sich vorzustellen erlaubt, so erklärt sie doch ebenso wenig alle Einzelheiten in dieser Entwicklung und giebt uns über jede Frage befriedigende Auskunft (ich erinnere nur an die so abweichenden Ansichten über das Erdinnere, womit die Entstehung der Gebirge, der Vulkanismus und so vieles andere zusammenhängen), wie dies der Darwinismus vermag, ohne dafs bis jetzt irgend einer sich gemüfsigt gesehen hätte, sie für unerlaubt zu halten. Und deshalb wird auch der Darwinismus wohl seine Geltung behalten können und er wird in der Schule ohne Bedenken für den Unterricht ebenso verwendet werden dürfen, wie jede andere wissenschaftliche Hypothese von den Tagen des Kopernikus an. Ich habe oben darauf hingewiesen, wie Kopernikus mit seinen Mitarbeitern durch sein Weltensystem die Erde aus dem Mittelpunkt des Weltalls verwies und damit zugleich den anthropocentrischen Anschauungen den ersten, schwersten Stofs versetzte, wodurch der ganzen modernen Forschung zuerst eine freie Bahn eröffnet wurde; ich möchte nun Darwin nach meiner vielleicht zu weit gehenden Ansicht eine Stelle an seiner Seite einräumen, da er die Arbeit des Kopernikus in dieser Beziehung vollendet hat, und sich an sein Wirken ebenfalls eine neue Periode, ein bemerkbarer Fortschritt in der Wissenschaft knüpft, die seit ihm ebenfalls, wie zu jenen Zeiten, eine Schranke ihrer freien Forschung hinweggeräumt findet. Und wenn Darwin konsequenterweise auch den Menschen aus niedrigen Anfängen emporsteigen läfst, so ist ihm dies doch ebenso wenig als ein Sakrilegium anzurechnen, als wenn Kant die ganze Erde eigentlich aus dem Nichts entstehend uns vorführt. Beide, Kant wie Darwin, brauchen einen Anfang, eine erste Bewegung, aus der alles Übrige sich ableitet, keiner von ihnen aber hat eine Vermutung darüber ausgesprochen, oder sie auch nach dem Standpunkt ihres Wissens aussprechen können, von wo und von wem dieser erste Anstofs ausgegangen ist. Und hierin liegt meiner Ansicht nach der Kernpunkt der Frage, ob die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse einer materialistischen Weltanschauung die Wege bereitet oder nicht. Die einen nehmen den ersten Anstofs als gegeben, ohne sich über seinen Ursprung grofse Bedenken zu machen, da ja ohne ihn eine Bewegung der Weltkörper nicht möglich wäre und diese doch einmal zu beobachten ist, und leiten alles Übrige als durch mechanische Gesetze geworden ohne grofse Mühe ab; dies ist eine Weltanschauung, die man wohl materialistisch nennen kann. Die andern suchen auch diesen ersten Anstofs zu erforschen, von wannen er kommt, und sehen sein Wirken wieder und immer wieder vor ihren Augen, da sie überall bei ihrer Forschung auf so viele Rätsel des Geschehens stofsen, dafs sie diese aus rein mechanischen Ursachen nicht zu erklären vermögen; und dies sind diejenigen, die sich mit den beschreibenden Naturwissenschaften beschäftigen, wohl in ihrer Gesamtheit, sobald sie sich mit Fragen physiologischen oder biologischen Inhalts zu befassen anfangen. So erscheint uns im Gegenteil die moderne Forschung auf dem Boden der Evolutionstheorie, die nicht identisch ist in ihrer Bedeutung mit dem Darwinismus, vielmehr eine gewichtige Waffe geschmiedet zu haben zum Kampfe gegen den Materialismus; und ich meine, man kann derselben deshalb volle Freiheit gestatten und nicht aus dem Grunde über sie ein Verdammungsurteil aussprechen, weil von ihr manchmal ein falscher Gebrauch gemacht worden ist, von solchen, die sie nicht richtig verstanden, oder weil gar böswillige und übeldenkende Menschen sie herangezogen haben zur Entschuldigung ihrer Schandthaten; das kann jeder, auch der harmlosesten

Ansicht in den Augen der Menschen widerfahren, dafs sie falsch angewendet wird. Gerade die neueren biologischen Forschungen, zu denen eben Darwin den ersten Anstofs gegeben hat, sind die Grundlage gewesen für eine Art von modernem Vitalismus; dieser moderne Vitalismus will nicht, wie der frühere, aus einer unbekannten, nur als vorhanden geglaubten Lebenskraft jeden Unterschied zwischen organischer und unbelebter Natur erklären, sondern bemüht sich neben einem ihm zwar unbekannten, aber als sicher vorhanden erscheinenden Etwas, welches stets einen Ausschlag gebenden Einflufs auf die Gestaltung der verschiedenen Organismen ausübt, und dessen Wirken ihm vorläufig wenigstens noch rätselhaft und verschlossen bleibt, das Entstehen, Geschehen und Vergehen in der Welt der belebten Geschöpfe, so weit es eben geht, aus mechanischen Ursachen zu begreifen. Halten wir uns dies so recht gegenwärtig, so wird keine Wissenschaft mehr im stande sein, das oft vorgetragene Märchen von einem Gegensatz zwischen Religion und Wissen gründlicher zu widerlegen, als gerade die, welche zu modernen biologischen Untersuchungen die Anregung gegeben hat. Und wenn aus dem Gefühl ihrer Unzulänglichkeit in bezug auf die Enthüllung der letzten Gründe die wissenschaftliche Forschung schon längst ihre Schranken erkannt hat, so möchte es denn wohl an der Zeit sein, dafs auch das Mifstrauen gegen naturwissenschaftliche Hypothesen und die darauf basierten Resultate endlich einmal vollständig schwindet.

Wir können also die beschreibenden Naturwissenschaften auf der Schule ohne jede Einschränkung lehren und ohne jede Furcht, dafs sie irgendwie, wenn ihre letzten Resultate den Schülern mitgeteilt werden, auf die intellektuelle oder moralische Bildung derselben einen andern, als den günstigsten Einflufs ausüben. Wir sehen vielmehr, dafs gerade die neuesten Forschungen auf ihrem Gebiete die beschreibenden Naturwissenschaften zu einem vorzüglichen Bildungsmittel für die geistige Entwicklung der Menschheit gestaltet haben, so dafs man wohl begreifen kann, wie Landsberg von dem Unterricht in dieser Disziplin aussagen darf: „dafs dem naturwissenschaftlichen Fach nichts fehlt, um eine Herrscherin zu sein auf dem Gebiete des wahrhaft erziehlichen Unterrichts“. Kaum eine andere Wissenschaft wirkt so direkt auf das Gemüt, wie die beschreibende Naturwissenschaft, keine bringt den Menschen so in Beziehung zum All und seinen ewigen Gesetzen. Keine aber auch ist so im stande, der einseitigen Schätzung des menschlichen Verstandes und seiner unbestreitbar hohen Leistungen die richtige Schranke zuzuweisen, die gar zu leicht in der Wertschätzung der erzielten Erfolge vergessen wird und zu einem Übermafs der Veranschlagung dessen führt, was durch einzelne bevorzugte Individuen auf geistigem Gebiet erreicht worden ist, im Vergleich zu dem durch natürliches Geschehen Entstandenen; und dieses Gefühl der Schranken, die ihm gesetzt sind, ist es ja doch, das den menschlichen Geist hinweist auf ein Höheres, das über ihm steht. Die Naturwissenschaft zeigt uns, dafs der Mensch dasteht als einzelnes Glied einer Schöpfung, nicht ohne jedes Analogon, auf der Erde aber sicher an der Spitze der Werke einer Natur, die ihn in allen seinen geistigen Thaten übertrifft an Leistungsfähigkeit dessen, was sie ersonnen hat. Die kühnste und am besten ausgedachte Konstruktion eines menschlichen Bauwerkes finden wir vollendeter wieder in dem Aufbau einer Pflanze, eines Tieres; wie zielbewufst im Bezug auf mechanische Prinzipien ist nicht eine Pflanze gebildet, wie mathematisch richtig ausgeklügelt nicht die Gitterkonstruktion eines Röhrenknochens; und da sollte der Mensch mit so ungemessenem

Stolz auf seine Thaten und Werke blicken dürfen, als hätte er das Höchste geleistet, was überhaupt bis jetzt zu leisten möglich gewesen ist! Wenn die Kenntnis dessen, was die Naturwissenschaft namentlich bei der Betrachtung des Baues und der Lebenserscheinungen organischer Wesen entdeckt hat, weiter in die Massen auch der Gebildeten eingedrungen wäre, wenn jeder sich bewufst wäre, dafs er ein Glied nur in einer endlosen Kette von Lebewesen ist, die mit den niedrigsten Formen beginnen, ohne dafs diese weniger zweckmäfsig aufgebaut sind als er, so würde er meiner Meinung nach auch weniger anmafsend sein in der Wertschätzung seiner selbst; „Adelsmenschen" und „Herrenmoral" würde ein überwundener Standpunkt sein, und er würde sich wohl bewufst werden, dafs es für ihn nur eine Moral giebt, nämlich überall und zu jeder Zeit seine Pflicht und Schuldigkeit zu thun ohne Rücksicht auf materiellen Erfolg, da es nach den aus naturwissenschaftlichen Forschungen abgeleiteten Anschauungen die Aufgabe jedes denkenden Menschen sein mufs, seinerseits bewufst an dem grofsen Fortschritt der Natur mitzuarbeiten, den die ganzen übrigen Naturwesen, wenigstens unserer Meinung nach, unbewufst ausführen. Der Unterricht in den beschreibenden Naturwissenschaften wird wohl, wie kaum ein zweiter das Interesse der Schüler zu wecken im stande sein und wird auch in unmerklicher Weise sie aufmerksam machen auf die vollkommene Harmonie und die hohe Zweckmäfsigkeit, die in der ganzen Schöpfung herrscht; keine andere Wissenschaft von den auf der Schule gelehrten ist dazu angethan, auf gleich überzeugende Art das Walten einer höheren, uns unbegreiflichen Macht unserm Bewufstsein näher zu bringen, wie eine Beschäftigung mit den Ergebnissen der modernen biologischen Forschungen. Dieser Unterricht wird seinen Erfolg zeigen auf die Bildung der Schüler, auch wenn sie schon längst die Schule verlassen haben und andere Wege einschlugen, als die Natur in ihren Werken zu erforschen; er wird ihnen eine Erheiterung gewähren können in ihrer Mufsezeit und eine Tröstung in trüben Stunden, wie sie unter den Schöpfungen des menschlichen Geistes auf anderen Gebieten der Wissenschaft und Kunst keine zweite in höherer Weise zu geben vermag.

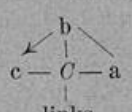
Anmerkung 1. Da die betreffenden Werke über Stereochemie wohl nicht allgemein verbreitet sind und es vielleicht interessant sein möchte, eine Vorstellung von stereochemischen Formeln zu gewinnen, so will ich die Formeln der 16 Aldosen hier angeben. Ich bemerke vorher, dafs natürlich, da die Formeln der Bequemlichkeit halber in der Ebene des Papiers ausgeführt werden, sie nicht körperlich erscheinen; sie können aber körperlich gedacht werden, wenn man sie als Projektionszeichnungen auffafst, wie es ja auch in der Stereometrie üblich ist, die Körper perspektivisch zu zeichnen. Man stellt sich dabei das vierwertige Kohlenstoffatom so vor, als ob es in dem Mittelpunkt eines Tetraeders lagerte und seine Valenzen, nach den vier Ecken hin gerichtet, durch andere Atome oder Radikale gesättigt wären. Verbinden sich nun mehrere Kohlenstoffatome zu einer Kette, wie z. B. in der bekannten Methylreihe, so sättigen sich bei den beiden Atomen am Ende der Reihe je eine, bei den mittleren dagegen zwei Valenzen gegenseitig, sodafs nur noch zwei, resp. drei Valenzen übrig bleiben; z. B. bei vier Atomen C entsteht, wenn wir von jeder körperlichen Zeichnung absehen und nur die am bequemsten zu schreibende Formel wählen, die bekannte Strukturformel des Butan:

```
        H
        |
    H — C — H
        |
    H — C — H
        |
    H — C — H
        |
        H
```

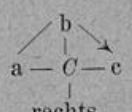
In dieser Formel ist jedes Kohlenstoffatom symmetrisch nach allen vier Richtungen und bleibt auch symmetrisch, wenn bei den beiden Kohlenstoffatomen am Ende der Kette die Wasserstoffatome vertreten werden, wie z. B. bei der Bernsteinsäure:

```
O=C—OH
  |
H—C—H
  |
H—C—H
  |
O=C—OH
```

Tritt aber an Stelle eines Wasserstoffatoms H bei einem der mittleren Kohlenstoffatome z. B. die Hydroxylgruppe HO, so wird dieses Atom unsymmetrisch, was man in der Formel dann durch ein kursiv gedrucktes *C* andeutet. Solche Körper mit der Theorie nach unsymmetrischen Kohlenstoffatomen zeigen die merkwürdige Eigenschaft, dafs sie optisch aktiv werden, d. h. in zwei Modifikationen auftreten, von denen die eine die Polisariationsebene des Lichtes nach rechts, die andre nach links dreht, was man eben stereochemisch durch die verschiedene Stellung von H und OH, ob rechts oder links, zu veranschaulichen sucht. Bezeichnet man z. B. eine asymmetrische Molekel mit — *C* a b c und stellt sie sich als Tetraeder vor, so kann man die Anordnung von a, b, c, wie in der Krystallographie bei dem Tetraeder als Hemieder des Oktaeders üblich ist, sich als Rechts- oder Linkstetraeder vorstellen, je nachdem der Weg von a über b nach c rechts oder links herum geht:

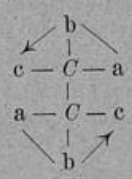


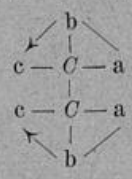
links



rechts.

Treten zwei solcher Tetraeder zusammen, so ist danach der obere ein Spiegelbild des unteren, oder beide sind scheinbar gleich gerichtet, in Wirklichkeit aber entgegengesetzt und heben sich in ihrer drehenden Wirkung auf





und man kann dann folgende Formeln als theoretisch möglich aufstellen:

```
   CO. OH          CO. OH          CO. OH
     |               |               |
H — C — OH      HO — C — H      H — C — OH
     |               |               |
HO — C — H      H — C — OH      H — C — OH
     |               |               |
   CO. OH          CO. OH          CO. OH
```

Die erste würde der Rechtsweinsäure entsprechen, welche die Polarisationsebene des Lichtes nach rechts dreht und welche in ihrem Ammoniaksalz im monoklinen System so krystallisiert, dafs die hemindrische Fläche $\frac{P}{2}$ rechts auftritt, die zweite der enantiomorphen Linksweinsäure, welche links drehend ist, die dritte der optisch inaktiven Metaweinsäure. Wie die folgende Übersicht klar legt und wie auch eine mathematische Betrachtung lehrt, sind bei 4 asymmetrischen Kohlenoffatomen 16 verschiedene Stellungen möglich; ich habe die 16 möglichen Verbindungen in quadratischer Anordnung gegeben; man wolle bemerken, dafs in den ersten beiden Vertikalreihen die Anzahl der rechts und links stehenden OH-Gruppen ungerade, bei den beiden andern dagegen gerade ist, und dafs die erste und fünfte, die zweite und sechste, die neunte und dreizehnte und die zehnte und vierzehnte Verbindung sich nur dadurch unterscheiden, dafs bei ihnen oben und unten verschieden ist, dafs dagegen zwischen den Verbindungen der beiden letzten Reihen kein solcher Zusammenhang statt hat.

Rechtsaldose.	Linksaldose.	Rechtsaldose.	Linksaldose.
1. COH HCOH HOCH HCOH HCOH CH_2OH d — Glukose.	2. COH HOCH HCOH HOCH HOCH CH_2OH l — Glukose.	3. COH HOCH HOCH HCOH HCOH CH_2OH d — Mannose.	4. COH HCOH HCOH HOCH HOCH CH_2OH l — Mannose.
5. COH HOCH HOCH HCOH HOCH CH_2OH d — Gulose.	6. COH HCOH HCOH HOCH HCOH CH_2OH l — Gulose.	7. COH HCOH HOCH HOCH HCOH CH_2OH d — Galaktose.	8. COH HOCH HCOH HCOH HOCH CH_2OH l — Galaktose.
9. COH HOCH HOCH HOCH HCOH CH_2OH d — Talose.	10. COH HCOH HCOH HCOH HOCH CH_2OH l — Talose.	11. COH HCOH HOCH HCOH HOCH CH_2OH d — Idose.	12. COH HOCH HCOH HOCH HCOH CH_2OH l — Idose.
13. COH HOCH HCOH HCOH HCOH CH_2OH Unbekannt.	14. COH HCOH HOCH HOCH HOCH CH_2OH Unbekannt.	15. COH HCOH HCOH HCOH HCOH CH_2OH Unbekannt.	16. COH HOCH HOCH HOCH HOCH CH_2OH Unbekannt.

Anmerkung 2. Die Ansichten über die Stellung der Mineralogie in dem Unterrichte auf der Schule sind noch sehr auseinandergehend. Während die einen die Mineralogie aus gewissen Nützlichkeitsgründen vor dem Abschlufsexamen gelehrt wissen wollen, damit der Schüler, der von der Untersekunda ab die Schule verläfst, eine in den beschreibenden Naturwissenschaften wenigstens abgerundete Bildung besitzt, und verlangen, dafs er wenigstens eine gewisse Anzahl von Mineralien und eine kleine Menge der wichtigsten Gesteinsarten kennen lerne durch den Unterricht, verweisen die anderen, und wie ich glaube mit Recht, den Unterricht in der Mineralogie in die Oberstufe. Ist doch einerseits der Unterricht in den Naturwissenschaften ohne eine gründlichere Kenntnis der Physik und vor allem der Chemie meiner, vielleicht irrigen, Meinung nach ohnedies nicht zum Abschlufs zu bringen, eine gründlichere, als sie in dem einen Jahr in der Untersekunda gelehrt werden kann; ferner ist entschieden andererseits auch ein Unterricht in der Mineralogie ohne Kenntnis von Chemie und Physik nicht recht denkbar. Denn wenn auch einzelne Teile der Mineralogie, wie die Krystallographie, sich ohne Bekanntschaft mit den Lehren der Physik und Chemie betreiben lassen und von manchen Seiten als gute Vorschule und wesentlich unterstützende Hilfsmittel für den darauffolgenden Betrieb der Stereometrie in den mathematischen Lehrstunden empfohlen worden sind, so bekommt doch gerade die Krystallographie erst ihre rechte Bedeutung und ihren wahren wissenschaftlichen Wert, wenn sie nicht an künstlichen Modellen, sondern an den einzelnen mineralogischen Individuen zur Anwendung gebracht, in Beziehung zur chemischen Konstitution gesetzt, durch das optische Verhalten erläutert und durch Ätzversuche erhärtet wird. Und wird denn mehr gethan, als dafs man einem gewissen Utilitätsprinzip gerecht zu werden bestrebt ist, wenn man Krystallographie ohne Krystalle, oder das Kennenlernen mineralogischer Individuen ohne einen Einblick in ihre chemische Konstitution zur Aufgabe des Unterrichts macht, wenn man gar Petrographie betreibt, ohne den Schülern wenigstens einige Dünnschliffe vorlegen zu können. Andererseits ist es allerdings gewifs nicht nur wissenschaftlich von hohem Interesse, sondern auch für eine allgemein harmonische Auffassung der Natur von grofsem Nutzen, wenn man den Bildungsgesetzen der Krystalle nachforschen kann, wenn man sieht, wie viele und auffällige Beziehungen zwischen der Form und dem chemischen Verhalten der Mineralien vorhanden sind, wie diese Formgestaltung, wenn sie äufserlich durch Hemmung der freien Auskrystallisierung des einzelnen Individuums oder aus anderen Gründen nicht deutlich sichtbar geworden ist, dann aber in Dünnschliffen unter dem Polarisationsmikroskop mit grofser Schärfe durch das optische Verhalten erkannt werden kann; es gewährt einen unendlichen Reiz und regt sehr zum Nachdenken an über das gestaltende Prinzip, welches selbst in der anorganischen Natur sein Walten äufsert, wenn man das Bestreben der nicht im regulären System krystallisierenden Mineralien, die also nicht nach drei aufeinander senkrechten Richtungen des Raumes ihre Gestalten gleichmäfsig ausbilden, verfolgt, durch Verzwillingung ein scheinbar reguläres Aussehen sich zu verschaffen, wie z. B. der monokline Harmotom, der also schon fast an der Grenze der Regelmäfsigkeit steht, da er nur noch zwei aufeinander senkrechte Achsen besitzt, durch zwölffache Zwillingsbildung sogar die Form eines regulären Dodekaeders anzunehmen im stande ist. Aber eine solche, auf wirklich wissenschaftlicher Grundlage basierende Behandlung der Mineralogie erfordert doch sicher einige fundamentale Kenntnisse aus dem Gebiete der Chemie, selbst wenn man von jeder physikalischen Untersuchung absehen würde. Vollständig unmöglich würde es aber sein, Petrographie ohne solche optischen Untersuchungen zu treiben, wenn man nicht ganz den Boden der modernen Wissenschaft verlassen will, denn nur in Dünnschliffen unter dem Mikroskop enthüllt sich uns die Bildungsgeschichte eines Gesteins, sodafs wir sein Entstehen in den fernsten Zeiten erkennen können, als hätte es sich vor unsern Augen abgespielt. So glaube ich, dafs man die Mineralogie und Petrographie, abgesehen von einem gelegentlichen Streifen des Gegenstandes, etwa bei Vegetationsstudien auf Ausflügen, getrost bis zum systematischen Unterricht in der Chemie aufschieben kann, bei welchem ja die wichtigsten Mineralien und Gesteine sehr gut besprochen werden können. Was nun noch die Geologie anbetrifft, so werden Teile derselben im geographischen Unterricht ihre Behandlung finden, die dynamische Geologie wird am besten, wie Mineralogie und Petrographie, in Verknüpfung mit der Physik und Chemie behandelt, während die historische Geologie und daran sich schliefsend auch eine kurze Behandlung der Stratigraphie, wie ich auch ausgeführt habe, im botanischen und namentlich im zoologischen Unterricht sich erörtern lassen.

Anmerkung 3. Ich meine hier die merkwürdigen Fälle von Isomorphismus, die sich nicht aus der analogen chemischen Konstitution im engeren Sinne erklären lassen, wie etwa bei der Pyrit- und Spinellgruppe im regulären System, oder der Calcitgruppe im hexagonalen, sondern in welchen die analoge chemische Konstitution nur in der gleichen Anzahl der Atome und Wertigkeiten besteht. Hierher gehört Calcit $\overset{II}{Ca}\,\overset{IV}{C}\,\overset{II}{O_3} = 12$ und Natronsalpeter $\overset{I}{Na}\,\overset{V}{N}\,\overset{II}{O_3} = 12$, welche rhomboëdrisch, Aragonit $\overset{II}{Ca}\,\overset{IV}{C}\,\overset{III}{O_3}$ und Kalisalpeter $\overset{I}{K}\,\overset{V}{N}\,\overset{II}{O_3}$, welche beide rhombisch, und Albit $\overset{II}{Na_2}\,\overset{III}{Al_2}\,\overset{IV}{Si_2}\,\overset{IV}{Si_4}\,\overset{II}{O_{16}} = 64$ und Anorthit $\overset{II}{Ca_2}\left(\overset{III}{Al_2}\right)_2\,\overset{IV}{Si_4}\,\overset{II}{O_{16}} = 64$, die trotz ihrer so scheinbaren Verschiedenheit in der Formel doch beide triklin krystallisieren; die Wertigkeit jedes Elementes mit der Atomzahl multipliziert giebt die betreffenden Zahlen, wobei noch zu bemerken ist, dafs Al eigentlich nicht dreiwertig, sondern vierwertig ist, aber als Doppelatom Al_2, indem sich zwei Valenzen gegenseitig sättigen $2 \cdot 3$=d. h. sechswertig auftritt.

Anmerkung 4. Es kann nicht meine Absicht sein, diesen Gegenstand erschöpfend zu behandeln. Wie auch der Titel meiner Arbeit angiebt, liegt es mir besonders daran, im Gegensatz zu anderen Bestrebungen, die darauf abzielen, den Unterricht in den beschreibenden Naturwissenschaften auf möglichst elementarer Grundlage zu gestalten und nur einen beschränkten Teil des wissenschaftlich erforschten Materials zu lehren, zu zeigen, dafs ein Unterricht auf streng wissenschaftlicher Grundlage an den höheren Schulen namentlich in der Botanik wohl möglich ist, der die Quintessenz des derzeitigen Wissens den Schülern mitzuteilen sich bestrebt; und da ich diese Möglichkeit an einem konkreten Beispiel zu erläutern habe, so wählte ich dazu den Unterricht in dieser Disziplin speziell auf dem Realgymnasium, den ich schon viele Jahre nach diesen Prinzipien zu gestalten mich bemüht habe. Es versteht sich von selbst, dafs in ähnlicher Weise es mit den sich aus der Natur der Sache ergebenden Abänderungen ausführbar ist, an jeder anderen Lehranstalt, also z. B. auch am Gymnasium, in der Botanik zu unterrichten. In der Zoologie liegen, wie aus meiner Ausführung hervorgeht, die Verhältnisse nicht ganz so günstig; ich habe aber geglaubt der Vollständigkeit halber diesen Unterricht auch wenigstens streifen zu müssen, da ja Zoologie und Botanik als Schwesterwissenschaften bei ihrer Behandlung im Lehrplane auf höheren Schulen keine grundsätzlich abweichende Methode vertragen würden und ich meine, dafs auch in der Zoologie ein möglichst enger Anschlufs an das Verfahren der beim Unterricht auf Hochschulen geübten Lehrmethoden die Unterweisung in dieser Disziplin an höheren Lehranstalten am fruchtbringendsten zu gestalten vermag.

Anmerkung 5. Wir alle sind überzeugt von der ungeheuer grofsen Ausdehnung, der Unendlichkeit, des Raumes; sehen wir sie doch, so zu sagen, alle Tage mit unsern leiblichen Augen und mit Händen greifbar vor uns. Die ungefähre Entfernung der Sonne von der Erde beträgt 20 000 000 Meilen, die der Lichtstrahl mit einer Geschwindigkeit von 300 400 km in der Sekunde erst nach 8 Minuten und 13 Sekunden zurückgelegt hat. Die bedeutende Gröfse dieser Entfernung wird uns noch deutlicher, wenn wir von der Geschwindigkeit des Lichtes absehen und an ihre Stelle die Schnelligkeit irgend eines irdischen Transportmittels, z. B. eines Blitzzuges setzen; nehmen wir an, dafs dieser in einer Stunde rund 100 km oder 13 geographische Meilen zurücklegt, eine Strecke, die in Wirklichkeit noch nicht erreicht wird, so würden doch immer noch beinahe 200 Jahre notwendig sein, ehe er die Strecke von der Erde bis zur Sonne durchfahren hätte und sechs Menschengenerationen würden gelebt haben, ehe das Ziel erreicht worden wäre. Aber auch praktisch, bei mathematischen Berechnungen nehmen wir diese Strecke schon als unendlich grofs an, z. B. bei der bekannten Höhenbestimmung eines Turmes oder Berges aus der Länge seines Schattens im Vergleich zu der eines Stabes von bekannter Gröfse; hier setzen wir die Richtung der Lichtstrahlen als parallel voraus, verlegen also ihren Schnittpunkt, ihren Ausgangsort in die Unendlichkeit. Was will nun aber diese Entfernung sagen gegen die des nächsten Fixsternes, α Centauri, dessen Entfernung die der Sonne von der Erde 224 500 mal übertrifft und zu $3^1/_2$ Jahre Lichtzeit berechnet ist, da eine Bezeichnung mit irdischen Mafsen unbequem erscheint, der grofsen sich ergebenden Zahlen wegen, von welchem das Licht also nicht 8 Minuten und 13 Sekunden, sondern volle $3^1/_2$ Jahre gebraucht, um zu uns zu gelangen, obgleich es in einem Jahr schon die ungeheure Strecke von $1^1/_3$ Billionen Meilen zurücklegt. Und wenn der Durchmesser des Milchstrafsenringes zu 7700 Jahre Lichtzeit gefunden ist, also um 493 900 000 mal den Radius der Erdbahn übertrifft und über diese Entfernung

hinaus noch Sterne vorhanden sind, deren Parallaxe nicht mehr mefsbar erscheint, so mufs man den Himmelsraum als unendlich, über jedes irdische Mafs hinausgehend, ausgedehnt sich vorstellen. Wenn wir nun dagegen halten, welcher Zeitraum uns historisch genau feststellbar bekannt geworden ist, so ist dieser verschwindend klein im Vergleich zu der Gröfse der uns bekannt gewordenen räumlichen Ausdehnungen. Setzen wir die ersten historisch feststellbaren Daten etwa 5000 Jahre von Christi Geburt, um eine runde Zahl zu erhalten, so erstreckt sich unsere Geschichtskenntnis jetzt über etwa 7000 Jahre, erreicht also noch nicht einmal an Gröfse der absoluten Zahlen die zuletzt erwähnten 7700 Jahre Lichtzeit, die um auf irdische Mafse, auf die geographische Meile z. B., zurückgeführt zu werden noch einer Multiplikation mit $1^1/_3$ Billion bedürfen. In dieser Zeit ist viel geschehen, grofse Umwälzungen haben in politischer Beziehung stattgefunden, Staaten sind entstanden und zerstört worden, ganze Kontinente haben ihre Aussehen hinsichtlich ihrer Pflanzenbedeckung verändert, eine Unzahl von Menschen hat in dieser Zeit gelebt und hat auch auf die Fauna und Flora einen so entschiedenen Einflufs ausgeübt, dafs dadurch Tiere und Pflanzen für immer von der Erde verschwunden sind, (ich nenne nur Bos primigenius, den Auerochs, nicht zu verwechseln mit B. Bison, dem noch jetzt lebenden Wisent, Rhytina Stelleri, die Steller'sche Seekuh, Didus ineptus, die Dronte, u. a., die noch vor einigen hundert Jahren lebten) und doch trotz aller dieser vielen historisch fixierten Fakta bedeutet dieser uns so grofs erscheinende Zeitraum geologisch betrachtet nur eine kurze Spanne Zeit. Das, was man vom geologischen Standpunkt aus als Jetztzeit bezeichnen mufs, in welchem das Aussehen der Erde nicht wesentlich sich verändert hat, sondern alles beim alten geblieben ist, erstreckt sich über einen viel gröfseren Zeitraum, dessen Schätzung uns nur annäherungsweise gelungen ist; aus der Erosionsthätigkeit der Niagarafälle, oder dem Einschneiden der Colorado-Cañon, welches in diese Jetztzeit fällt, hat man einen Zeitraum von mindestens 30000 Jahre folgern müssen. Und davor liegt die letzte Eiszeit, vor dieser eine Interglacialzeit, eine Epoche von vergleichsweise milder Temperatur, vor dieser eine erste, anscheinend noch ausgedehntere Eiszeit, welche zusammen erst die Quartärzeit, die anthropozoische Periode, das letzte Blatt in der Erdgeschichte ausmachen, so dafs danach schon der Zeitraum, den der Mensch auf der Erde zugebracht hat, ein gewaltig grofser, über jede gewohnte, alltägliche Vorstellung hinaus gehender, genannt werden mufs. Vor der Quartärzeit liegt die Tertiärzeit, die Neuzeit der Erde, in welcher die Fauna und Flora im wesentlichen einen durchaus modernen Habitus zeigt und sich dadurch in Gegensatz zu dem vorausgehenden Mittelalter setzt, dessen Tier- und Pflanzenwelt als gänzlich von der jetzigen verschieden mit grotesken Formen ausgestattet uns erscheint, gegen welche aber diese Tertiärzeit gehalten nur eine kurze Zeit gedauert hat und vor welcher die Primärzeit, das Altertum der Erde, liegt. Dieses Altertum der Erde, welches die ersten Spuren organischer Schöpfung in seinen Versteinerungen uns aufbewahrt hat, dauerte auch immense Zeiträume, so dafs man wohl mit Recht sagen kann, dafs die Entwicklung der Organismen von ihren ersten einfachen Formen an eine unendliche lange Zeit in Anspruch genommen hat. Um noch einmal eine Vorstellung von der Länge der Zeiträume zu erwecken, und auch um eine Autorität als Zeugen anzuführen, möchte ich die Worte von Credner (Elemente der Geologie S. 663) gebrauchen; nachdem er eine Charakteristik der Tertiärperiode und der sich in ihr abspielenden Vorgänge gegeben hat, fährt er fort: „Der Vollzug aller dieser Vorgänge während der Tertiärperiode, wahrscheinlich kaum intensiver, als die Veränderungen innerhalb jetziger und früherer Zeitalter, ist recht dazu geeignet, uns die Gröfse des Zeitraumes, welchen die Erdentwicklung in Anspruch nahm, vor Augen zu führen. Ganze Faunen und Floren sind innerhalb dieser einen Periode von andern verdrängt worden, Hochgebirge sind entstanden, aus Inselgruppen sind Kontinente geworden, und doch sind diese Prozesse wahrscheinlich so langsam vor sich gegangen, wie heute, wo uns die augenblickliche Erscheinungsweise der Erdoberfläche stabil erscheint. Und diese Tertiärperiode füllt nur das letzte Blatt der Erdgeschichte, soweit sich diese vor dem Erscheinen des Menschen abgespielt hat."

Anmerkung 6. Es ist sehr interessant und auch charakteristisch für die verschiedene Auffassung mit der oben gekennzeichneten Methode der Junge'schen Richtung zu vergleichen, was Warming über die ökologischen Faktoren und ihre Wirkungen im ersten Abschnitt seines Werkes auf 80 Seiten anführt; ein genaueres Eingehen auf den Inhalt mufs ich mir ja versagen, aber schon eine einfache Angabe der Kapitelüberschriften wird uns eine Vorstellung davon geben

können, wie viele Gesichtspunkte bei der Entscheidung einschlägiger Fragen zu berücksichtigen sind. Die 18 Kapitel dieses Abschnittes handeln der Reihe nach über: Die Zusammensetzung der Luft, Licht, Wärme, Luftfeuchtigkeit und Niederschläge, Luftbewegungen, die Beschaffenheit des Nährbodens, den Bau des Bodens, die Luft im Boden, das Wasser im Boden, die Wärme des Bodens, die Mächtigkeit des Bodens und die oberen Bodenschichten und den Untergrund, die Nahrung im Boden, die Bodenarten, die Frage: Sind die chemischen oder physikalischen Eigenschaften des Bodens die wichtigsten?, die Wirkungen einer leblosen Decke über der Vegetation, die Wirkung einer lebenden Pflanzendecke auf den Boden, die Thätigkeit der Tiere und Pflanzen im Boden und endlich über einige orographische und andere Faktoren. Im zweiten Abschnitt wird darauf das Zusammenleben und die Pflanzenvereine auf 18 Seiten in 6 Kapiteln besprochen; diese behandeln: Das Zusammenleben der lebenden Wesen, die Eingriffe des Menschen, das Zusammenleben mit den Tieren, das Zusammenleben der Pflanzen untereinander, den Kommensalismus und die Pflanzenvereine, um mit der Aufzählung der Vereinsklassen zu schliefsen, die in den vier folgenden Abschnitten nun eingehend geschildert werden, während der letzte Abschnitt des Buches den Kampf zwischen den Pflanzenvereinen behandelt.