

W. Bölsche

Im Steinkohlenwald

**Kosmos · Gesellschaft der Naturfreunde**  
Geschäftsstelle: Sranckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

# Im Steinkohlenwald



## **Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Stuttgart**

**D**ie Gesellschaft Kosmos will die Kenntnis der Naturwissenschaften und damit die Freude an der Natur und das Verständnis ihrer Erscheinungen in den weitesten Kreisen unseres Volkes verbreiten. — Dieses Ziel glaubt die Gesellschaft durch Verbreitung guter naturwissenschaftlicher Literatur zu erreichen mittels des

### **Kosmos, Handweiser für Naturfreunde**

Jährlich 12 Hefte. Preis M 2.80;

ferner durch Herausgabe neuer, von ersten Autoren verfaßter, im guten Sinne gemeinverständlicher Werke naturwissenschaftlichen Inhalts. Es erscheinen im Vereinsjahr 1914 (Änderungen vorbehalten):

### **Wilh. Bölsche, Tierwanderungen in der Urwelt.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

### **Dr. Kurt Floerike, Meeresfische.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

### **Dr. Alexander Lipschütz, Warum wir sterben.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

### **Dr. Fritz Kahn, Die Milchstraße.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

### **Dr. Oskar Nagel, Romantik der Chemie.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

Diese Veröffentlichungen sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen; daselbst werden Beitrittserklärungen (Jahresbeitrag nur M 4.80) zum **Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde** (auch nachträglich noch für die Jahre 1904/13 unter den gleichen günstigen Bedingungen), entgegengenommen. (Satzung, Bestellkarte, Verzeichnis der erschienenen Werke usw. siehe am Schlusse dieses Werkes.)

Geschäftsstelle des Kosmos: Grunh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

# Im Steinkohlenwald

Von

**Wilhelm Bölsche**

---

Mit zahlreichen Abbildungen  
von Rud. Deffinger

---

Dreizehnte, neu durchgesehene Auflage



**Stuttgart**

**Rosmos, Gesellschaft der Naturfreunde**  
Geschäftsstelle: Franch'sche Verlags-handlung

1914

Alle Rechte, auch das Übersetzungsrecht vorbehalten.

---

Copyright 1914  
by Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart.

Tagblatt-Buchdruckerei, Stuttgart.



## Vorwort.

Dieses Kosmos-Bändchen entspricht in gleicher Weise wie meine anderen („Abstammung des Menschen“, „Stammbaum der Tiere“, „Mensch der Vorzeit“, „Sieg des Lebens“, „Festländer und Meere im Wechsel der Zeiten“, „Tierwanderungen in der Urwelt“) dem Rahmen eines etwa anderthalbstündigen Vortrags. Ich möchte das auch hier wieder betonen, da es die Art der Behandlung erklärt. Ein solcher Vortrag fordert ein paar starke Lichter auf gewissen Höhen des Stoffs als das Entscheidende. In der uferlosen Fülle des wissenschaftlichen Materials sucht er ein knappes, aber lebendiges Bild.

Obwohl die Steinkohle täglich ungeheure Kräfte unserer Kultur in Bewegung hält und das Nachdenken über ihren Ursprung jetzt schon Jahrhunderte währt, liegen doch alle unsere Ideen und Kenntnisse gerade zur Urgeschichte der Pflanzenwelt heute noch stärker im Nebel als die entsprechende Gedankenarbeit über die Herkunft unserer Tiere. Wenn man den Wald der Steinkohlenzeit gern geschildert hat als durchdampft von ewig feuchten Wolken, die kaum von einer rot verschleierten Sonne durchdrungen wurden, so paßt dieses Bild auch auf unsere Wissenschaft von diesen Dingen selbst. Ein paar halbwegs feste Punkte hier herauszufinden war schwer, aber in anderem Sinne doch auch wieder reizvoll. Sind die meisten Ergebnisse im Sinne fester „Wissensartikel“ problematisch, so war auch in diesem Bändchen ausgesprochen mein Wunsch, den Hörer für ein Stündchen etwas mitspinnen zu lassen an dem Gewebe abwechslungsreichen Forscherdenkens, — ihn miterleben zu lassen, wie der Forscher die Art einsetzt wider dieses harte Flöz des Unbekannten, wie er oft daneben schlägt, bis ihm die Hand erlahmt und ein folgender das Werk fortsetzen muß, — wie aber

die Dinge doch weiter kommen. Man redet heute gern von dem Wunsch nach „Tatsächlichkeit“, der als ein charakteristisches Zeichen durch unsere Zeit gehe. Dieser Wunsch ist da, und er ist auch berechtigt. In der volkstümlichen Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme gilt es aber vor allem, eine große Tatsache zu predigen, eine allerwichtigste, die ganze Bergeslasten Detail aufwiegt: — die Tatsache nämlich, daß in der Naturforschung die Dinge im Fluß sind und daß der stolze Zug dieser majestätischen Wellen an uns vorüber das eigentlich erhabene Schauspiel für den ästhetisch wie intellektuell genießenden Zuschauer bildet. Wer vor dieser „Tatsache“ Angst hat, der soll nicht beim Forscher anfragen; man könnte aber vielleicht ebenso berechtigt sagen, er soll nicht leben.

Den Sachkenner brauche ich kaum darauf aufmerksam zu machen, wie sehr gerade für einige der bevorzugten Beleuchtungsgipfel meiner Darstellung die ausgezeichneten Forschungen des jüngst verstorbenen S. Potonié (niedergelegt hauptsächlich in seinem „Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie“) maßgebend gewesen sind (Theorie der Waldmoore, der Gabelteilung u. a.), — ich möchte nur den Namen des von mir ganz besonders verehrten Mannes hier noch mit ausdrücklichem Danke nennen.

Eine Anzahl Punkte und Zusammenhänge des geologischen Bildes, die hier nur gestreift werden konnten, findet der Leser ausführlich erörtert in meinem Kosmos-Bändchen „Festländer und Meere im Wechsel der Zeiten“, das ich ausdrücklich als eine Ergänzung und Fortsetzung dieser Schrift bezeichnen möchte.

Den allgemeinen Standpunkt der Entwicklungslhre betrachte ich auch in diesem Werke, wie in meinen übrigen Schriften nach wie vor als den Rocher de bronze, von dessen Erschütterung schlechterdings keine Rede sein kann.

**Wilhelm Bölsche.**



**D**urch die Kultur klingt ein wunderbares Lied: — das Lied vom brennenden Stein.

Als es zuerst großen Klang gewann, war die Menschheit schon zu weit zum Legenden-spinnen. Kein Gott, kein Sagenheld tut in unserm Märchenschatz den ersten Schlag nach der Steinkohle. So bleibt er die reine Tat des Größten, der doch zuletzt übera~~ll~~ übrig ist: des ringenden Menschen selbst.

Der Blick schweift über eine lange Kette von Jahr-millionsen, die Gewalt dieses Moments zu erfassen. Vom Baum der Welten hat sich als ein einzelnes Blatt die Erde gelöst. Auf ihr ist Leben in der Form von Zellgebilden erwacht. Da ist es die Pflanze, die zuerst dem Tier das Dasein ermöglicht.



Tropischer Farnwald von heute mit baumförmigen Farnen.



Ich nehme einen Glaszylinder und fülle ihn mit Wasser. In dieses Wasser habe ich in bestimmten Prozentverhältnissen noch einige gelöste mineralische Stoffe gemischt: etwas salpetersaures Kali, etwas Chlornatrium, schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia, phosphorsauren Kalk und schwefelsaures Eisenoxydul. Auf dieser Nährflüssigkeit befestige ich jetzt einen zarten Pflanzenkeim so, daß sein Würzelchen in dem Naß schwimmt, während sein Sproß nach oben frei in die Luft steigen kann. Und ich gebe ihm Licht von oben, sonst nichts.

Dieses Pflänzchen in dieser künstlichen Situation berührt kein zweites Lebewesen, keinen pflanzlichen oder tierischen Erfaßstoff, von dem es zehren könnte. Aber es treibt, es wächst. Es wirft Blätter auf, endlich Blüten, es bildet reifen Samen und erfüllt so den ganzen Kreis seiner Existenz.

Dieses Pflänzchen ist mehr als ein kleines chemisches Experiment.

Mit ihm habe ich gleichsam noch einmal die reinen Bedingungen der ersten Urzeit des Lebens überhaupt hergestellt.

Wasser, geschwängert mit gewissen löslichen Mineralstoffen — und Luft und Licht; nichts weiter — und die Pflanze lebte, nährte sich, wuchs darin!

Ich bringe ein an sich ebenso lebenskräftiges junges Tier in mein Gläschen — es verhungert.

Ich füge ihm ein Pflanzenblatt bei — und auch es zehrt daran, wächst und wird, was es soll!

Ein Tier, in jenes Urmeer ohne Pflanzenwelt geworfen, wäre untergegangen. Es konnte erst existieren, seit die Pflanze da war und es fütterte. Und das ist so geblieben bis heute, — bis auf den Menschen, der zuletzt aus dem Tiere kam.

Wenn der Mensch das Härteste ersann, was ihm einer bieten könnte, das vollkommen Grausame, Vernichtende: so ersann er, daß ihm einer Steine für Brot biete. Brot war Pflanzenleib, den er brauchte. Stein, in Wasser gelöst, konnte nur diese Pflanze in Leib verwandeln, — er nicht.

Als aber der Mensch dieses Wort sagte, da war längst auf unserem Planeten etwas anderes geschehen, von dem jene Urtage noch nichts ahnen ließen.

Als die ersten Pflanzen im Ur-Ozean auftauchten, und die ersten Tiere zum erstenmal ihr „Brot“ von ihnen nahmen, da hatte diese ganze Erde vermutlich ein einheitlich warmes Klima. In der langen, langen Folge der Jahrmillionen wurde das aber dann anders. Periodisch kühlte der Planet sich stärker ab; gegen die Wärme stellten sich empfindliche Kontraste bleibender oder wenigstens vorübergehender Kälte.

Das Leben ließ sich zwar auch davon nicht bezwingen, aber es mußte doch in zwangsweiser Anpassung sich allerlei neue Schutzmittel dagegen ausbilden. Ein solches Schutzmittel war bei den Tieren die innere dauernde Blutheizung, wie wir sie bei den höheren Wirbeltieren, dem Vogel und dem Säugetier, heute finden.

Auf einer am höchsten vorgeschrittenen Stufe genügte aber auch das nicht mehr allein.

Schon ein Vogel, das Talegalla-Huhn Australiens, bewährt, wie man noch über die Innenheizung hinaus äußerlich heizend nachhelfen kann. Dieses Huhn scharrt im Buschwald riesige Hügel leicht faulender Pflanzenstoffe, Blätter, Pilze u. dergl., zusammen und gräbt seine Eier in diese künstlichen Hügel ein, damit sie von der rasch entstehenden Zersetzungswärme des Gärnisprozesses ausgebrütet werden.

Wieder ist es die Pflanze, die rettet, — diesmal aber nicht als Leib, sondern als Ofen!

Dieses Prinzip des äußerlichen Heizens greift nun das intelligenteste der Säugetiere, der Mensch, mit einer Energie auf, die es wirklich auch zu einem Existenzelement ersten Grades für ihn macht.

Dieser Mensch schafft sich Werkzeuge. Er bearbeitet Stein und Holz. Indem er Holz schabt und anbohrt, bemerkt er, daß er Wärme erzeugt. Das ist an sich noch nicht eine Gabe bloß des Holzes. Auch von dem geschlagenen Stein sprüht blitzhaft schnell ein heißes Fünkchen. Aber dieses Fünkchen springt auch fort und erlischt wie der Blitz. Mit dem Holze dagegen wird es ganz anders. Das Flämmchen, endlich auch an ihm erweckt, steigt auf, wird größer, es nährt sich von der Holzmasse, es ergreift ein zugelegtes zweites Holz; ja, wenn immer Holz

zu Holz kommt, hört es gar nicht mehr auf; es bietet die wärmende Dauerflamme, die eine ganze kalte Nacht, einen ganzen eisigen Winter hindurch brennt. Der Stein will so wenig wirklich brennen, wie er nähren will. Die Pflanze als Holz dagegen ist nährendes Flammenleib, wie sie als Frucht Brot ist. Die einst im warmen Urmeer fütterte, wärmt jetzt in der Eiszeit.

Da auf einmal bricht sich eine dunkle Runde Bahn.

Erst ganz langsam, dann immer schneller in die Kultur hinein.

Der Bann soll an dieser Stelle doch gebrochen sein. Steine können zwar nach wie vor nicht zu Brot werden; aber es ist ein Stein entdeckt, der brennt. Ebenfogut, ja besser brennt als Holz.

Ein Stein, der aus der Scholle bricht, aus der Tiefe, aus dem ungeheuren Abgrund der Erde. Was wollen die paar Bäume da oben gegen diese Quader des Planeten selbst!

Es sind schwarze Quader, so schwarz, daß sich alsbald ein neues Fachwort an ihren Namen knüpft: kohlschwarz. Die Kohle ist der brennende Stein, der allen Wintern Trost bietet. . . .

Die Entdeckung der Steinkohle war nicht überall so ganz leicht gemacht.

Wo sie offen, Wind und Wetter zum Spiel, zutage kommt, da pflegt sie rasch wegzuwittern. Nur an Stellen, wo sie immer wieder neu durch äußere Kräfte sichtbar erschlossen wird, wie etwa an einer Steilküste mit Kohlenlagern, die das ausbrandende Meer beständig annagt, mußte sie sich dem Blick des Menschen endlich aufnötigen, und ein Zufall mochte dann leicht zur Entlarbung des Feuerzaubers in ihr führen. So ist sie in England wohl schon in prähistorischer Zeit verwertet worden. Die Chinesen haben sie früh gekannt. Aber in das hellere Lichtfeld der Kultur geriet sie doch erst, als auf anderer Streife der systematische Bergbau begann.

Es war auch noch in vorgeschichtlichen Tagen, als man zuerst Stollen auf Steinsalz trieb. Dann kam langsam das Graben nach den kostbaren Metallen. Mit diesen Metallen begann,

als das Eisen ihr König wurde, eine neue Epoche erhöhter Technik. Diese Technik selbst aber brauchte Brennstoff auch da, wo die einfache Herdwärme gar nicht in Frage kam, — immer mehr Brennstoff mit jedem neuen Teil, das sie erfand. Glücklicher Fund also, daß der Schacht, mit dem man dem Erz nachging, auch auf den brennbaren Stein selber führte!

Nie haben sich die Hilfsmittel der Natur besser in die Hände gearbeitet!

Diese gleiche Kultur rodete oben notgedrungen den Urwald und überzog die Scholle mit Korn als der besten Brutzquelle. Aber den Ausfall an Wärmenahrung durch Holz deckte der Stein.

Wenn oben die Art des Holzfällers schwieg und der Wind über unendliche Goldwellen des Getreides strich, so hallte dumpf aus der schwarzen Tiefe unter dem Korngrund das Pochen der Hämmer im Bergwerk: sie pochten die Steinkohle heraus, die das Holz tausendfach ersetzte.

Wiederum mit der Technik erstarkte die Wissenschaft.

Man fragte sich, wo dieser wunderbare brennende Stein am sichersten zu finden sei. Man achtete auf seine Lagerung im Quaderbau da unten. Das Zeitalter der Alchimie glaubte an ein magisches Verhältnis des Menschen, wie zu andern Schätzen der Tiefen, so auch zu diesem; es ging mit Wunschelrute und Zauberspiegel auf die Suche. Aber erst zaghaft, dann mit immer siegenderer Gewalt wuchs unabhängig davon ein neuer Glaube auf: das Vertrauen auf eine andere Art untrüglicherer Wunschelrute in guter Hand: — auf die wissenschaftliche Erforschung der Erdrinde mit ihren Schätzen und Wundern.

Man begann zu ahnen, daß die echte Steinkohle nicht beliebig in jeder Gesteinsfolge auftrate; eine feste Gesetzmäßigkeit machte sich geltend in ihrer Begleitung, ihrer Lagerung.

Wie ein größeres Wunder, als alle Magie ersinnen konnte, tauchte damals die Wirklichkeit dieser natürlichen Erdbdinge da unten auf: der „Mundus subterraneus“, die Welt unter unsern Füßen in der Bergwerksnacht. Aus dieser Unterwelt sprudelten die Quellen. Die feuerpeienden Berge nahmen ihre verheerende Kraft von dort. Giftgase und Heilstoffe stiegen von

da unten gleichzeitig empor. Gespenstische Spuren verschollenen Lebens äugten aus dem Gestein den Bergmann an: Drachenköpfe und versteinerte Baumstämme.

So hat Athanasius Kirchner um 1665 den Abgrund in einem großen Folianten geschildert: — als eine neue Welt für sich, fremdartig, wie uns der Mond bei einem Besuch erscheinen würde.

Die noch tiefere Frage dümmerte aber sogleich auf: wer hatte das alles da unten hingebannt? Wie war vulkanisches Feuer in die Erde geraten? Wie war das Salz, wie das Erz dort gewachsen? Waren der Drachenkopf, der steinerne Baumstamm nur ein rätselhaftes Naturspiel gleich dem Bergkristall, das täuschend Lebensformen nachäffte? Oder war auch ein wirklich verschollenes Urleben der Erde heute in diesem Schacht begraben . . .?

In diese Fragen nun geriet auch die Steinkohle hinein. Was war zwischen all den Wundern dieser brennende Stein selbst?

Die erste zaghafte Deutung meinte, ob er nicht eine Beziehung haben könne eben zu den Feuern der Erbtiefe.

Wenn der Vulkan tobte, dann brach aus einem Loch der Erde in ihm wirklich auch ein „brennender Stein“, die rotglühende Lava. Glühend, alles ringsum versengend, floss diese Lava hervor. Wenn sie freilich eine Weile an der kalten Luft gelegen, so erlahmte ihre Kraft, sie erstarrte, wurde düster und zuletzt selber kalt. In diesem Zustande war in ihr keine Brennkraft auch künstlich mehr zu erwecken, wie in der Steinkohle. Trotzdem mühte sich der Gedanke, ob nicht doch auch diese Steinkohle etwas vulkanisches sein könne. Eine Art noch gar nicht entzündeter Lava, die, kalt aus dem Erdbenschoße gehoben, doch die ganze Feuerkraft, gleichsam schlafend, in sich enthielte.

Der erst keimenden Physik dünkte ja das „Feuer“ wirklich zuerst noch wie eine Art Feuerseele, die je nachdem an die eine oder andere Materie äußerlich gekettet war, wie in gewissen heute noch spukenden Theorien die Menschenseele an den Menschenleib. In der Kohle schlief diese Seele: und erst in

unserm Ofen erwachte sie, aufprasselnd und aufzüngelnd jetzt, wie die Lava schon in ihrem Berge getan.

Über wer gerade mit dem schlichtesten Bergmannsverstände, bloß als ganz einfacher Praktiker, hier weiterdachte, der kam doch gerade so auf Widersprüche.

Wenn die pechschwarze Kohle so aus den Gesteinsschichten sah, eingeklemmt zwischen unbrennbaren Fels und Fels darunter und darüber wie eine Speckschwarte zwischen die harten Knochen der alten Erde, so erschien sie allerdings wohl selber wie eine alte Brandspur, — als sei schwellende Glut in dieser Schicht schon einmal verborgen entlang gekrochen.

Über das war ja eben das Rätselhafte, daß sie nicht abgebrannt, ausgebrannt war, sondern erst auf solches Abbrennen wartete. Viel eher hätte man das harte Steingerippe, das sonst die Erde baute, an den verschiedensten Stellen für eine solche alte Brandstätte, für schon ehemals ausgeglühte Lava halten mögen; aber das brannte eben heute nicht mehr, wenn man eine Flamme daran hielt; es erhitzte sich, barst, — aber es loberte nicht auf wie Holz.

Es schien das Geheimnis dieser Steinkohle, daß sie wie verbrannt aussah, aber doch noch alle unverbrauchten Brennkraft in sich barg.

Um die Zeit von Siebzehnhundert, also in Newtons Tagen, lebte zu Zürich der treffliche Scheuchzer, ein Mann von reichen Verdiensten um Alpen- und Erdkunde, dem die grausame Nachwelt leider ein kleines Schwänzchen der Lächerlichkeit angeheftet hat auf Grund eines gelegentlichen Irrtums.

Herr Scheuchzer hatte nämlich beim Sammeln versteinerter Tierreste ein Skelettstück eines Riesensalamanders aus der Tertiärzeit erhalten und beschrieb es als das betrübliche Beingerüst eines in der Sintflut ertrunkenen Menschenkindeß.

Wenn man das heute liest, so wirkt es in der Tat sehr komisch. Bergegenwärtigt man sich den wahren Stand der Geologie in jenen Tagen, so wird die Geschichte harmlos, und es tut not, daß man das Andenken eines edlen und vorgeführten Mannes dagegen verteidigt.

Die Bibelüberlieferung von der Sintflut stand für die Denker dieser Zeit, die sich an geologische Fragen heranzumachten, so fest wie für uns heute die Voraussetzung von Naturgesetzen. Das erste, was dann die erwachende Geologie sah, waren die Versteinerungen: Muscheln oder Abdrücke von Fischen tief im Lande, etwa im Alpengestein. Sie meldeten unabhängig von ehemaligen Ueberflutungen des heute festen Landes; was konnte da sicherer erscheinen, als daß diese objektiven Zeugnisse mit der Sintflut-Tradition in Verbindung standen!

Die Deutung solcher Versteinerungen selbst lag aber noch ganz im argen; es war eine erst zu entdeckende Kunst. Die Mehrzahl der Laien, die heute über den guten Witz lachen, würde auch jetzt noch in dem Fossil, das Scheuchzer täuschte, alles eher suchen als einen Salamander und sicherlich eher auch auf Kopf und Wirbelsäule eines Kindes raten. Für Scheuchzer selbst aber galt es damals, bei diesem ganzen Stoffgebiet noch einen besonderen Kampf durchzufechten, und er ist es, der uns in diesem Zusammenhange hier interessiert.

Es war wirklich jene Meinung ausgesprochen worden, alle jene Spuren von ehemaligem Leben tief im Gestein, sei es Fisch oder Muschel oder Pflanzenabdruck, seien nur „Naturspiele“, — nur Gebilde der anorganischen Welt, gleich Kristallen angeschlossen in der dunklen Tiefe, vielleicht erzeugt von einer mystischen Schwester der Lebenskraft selbst, aber erzeugt sogleich als Stein, als hartes, lebloses Mineral. Das mußte erst mühsam widerlegt werden, und Scheuchzer war einer der ersten, die den Kampf resolut aufnahmen. Lieber einen in der Sintflut ertrunkenen Menschen, galt es ihm, als bloß eine äffende Frage im ewig toten Stein.

Wochte sie sich nachher zur Sintflut auch ganz anders stellen und aus dem Sintflut-Menschen einen tertiären Riesensalamander machen: — damals ist der Wissenschaft vom urweltlichen Leben, der späteren Paläontologie, ihr Material von solchen braven Männern, wie Scheuchzer, erst erfochten worden.

Indem aber eben dieser Scheuchzer von dem versteinerten Fische lehrte, daß er einst wirklich ein Fisch, von dem versteiner-

ten Farnblatt, daß es einst wirklich ein grünes Farnkraut gewesen sei, haftete sein Auge auch an der Steinkohle.

Er erwog, daß dieser schwarze Stein brannte wie Holz. Waren der Fisch und das Farnblatt tief zwischen die Quadern des heutigen Gebirges geraten: — warum nicht einst ebenso richtiges Holz? Die Steinkohle bildeten versteinerte Pflanzensämme, versteinerte Pflanzenmasse von ehemals! Auch dieser Stein brannte, weil er tief innerlich und ursprünglich gar kein Stein war, sondern abermals nur jenes Leben, jenes Pflanzenleben selbst, das auch da oben als Holz vom Stamme dem Menschen die Stube wärmte, wenn es angezündet war.

Es mußte für diese Denker, die noch so wenig vom wahren Lauf der Urwelt wußten, etwas wahrhaft Schauriges, fast Unausdenkbares zunächst in solcher Idee liegen. Und doch war sie einmal geboren, sie war jetzt in der Denkerwelt und sollte ihre Bahn nehmen.

Knapp ein Menschenleben trennt auf der Höhe ihrer Kraft nur Scheuchzer von Buffon. Wie anders standen aber die Dinge für alle diese Fragen schon, als Buffon sein herrliches Alterswerk von den „Epochen der Natur“ veröffentlichte.

Auf die Zeitgenossen, die es verstanden, wie Goethe, wirkte dieses Buch damals wie eine neue Bibel. In Wirklichkeit bedeutete es den ersten radikalen Bruch der Geologie mit dem Dogma von der absoluten Wahrheit des biblischen Schöpfungsberichts; es gab eine eigene neue Schöpfungsgeschichte, und zwar eine natürliche, aufgebaut mit dem ganzen Wissen der Zeit in einem Rahmen genialer Phantasie. Nach seinen frühesten Äußerungen über diese Dinge hatte die Pariser theologische Fakultät den jungen Buffon noch gemäßregelt und zu einem Widerruf gezwungen wie Galilei. Nachher konnte auch sie nicht mehr hemmen, daß, am Vorabend der großen Revolution und während die Schriften Rousseaus und Voltaires alle anderen Geistesgebiete revolutionierten, auch diese neue Schöpfungsgeschichte des inzwischen weltberühmten Mannes sich ihre Bahn brach.

In diesem Buche, das die „Urwelt“ nicht mehr bloß in der kurzen Zeitspanne vor der Sintflut suchte, sondern durchaus



schon in unserm Bilde großer, einander ablösender Epochen der allgemeinen Entwicklung sah, wird der Ursprung der Steintohle aus einer urweltlichen Vegetation bereits als feste Tatsache vorausgesetzt und mit den anschaulichsten Worten beschrieben.

Der Erdbstern hat sich abgekühlt. Das Wasser hat sich auf seiner Oberfläche niedergeschlagen und dann lokal zurückgezogen. Gewaltige Zeiträume sind schon hingegangen, — nicht gerade die Jahrmillionen unserer Geologie von heute, aber doch Jahrtausende genug, um den Bibelgläubigen weit, weit hinter sich zu lassen. Noch herrscht eine allgemeine Hitze über Land und Meer. In ihr lebt erst das älteste Leben. Zum Teil in Arten, die heute nicht mehr existieren. Muscheln und Ammonshörner bevölkern den Ozean. Auf dem heißen Lande aber wuchert ein ungeheurer Pflanzenwuchs empor. Ihm verdanken wir die Steintohle.

„Sie verdankt,“ fährt Buffon wörtlich fort (und es lohnt, die verschollene Stelle selbst wie eine alte Geistesader wieder auszugraben!), „ihren Ursprung den ersten Gewächsen, die von der Erde gebildet wurden; all das zuerst über Wasser erhobene Land zeugte von Beginn an eine immense Fülle von Kräutern und Bäumen jeglichen Geschlechts; vom Alter gestürzt, wurden sie von den Wassern verschwemmt und bildeten unendliche Lager vegetabilischen Stoffs.“ Das Meer imprägnierte die Hölzer mit bituminösen Substanzen, die selber schon ein Zersetzungsprodukt von Pflanzenkörpern waren, rührte und trieb sie um und lagerte sie endlich auf seinen frischen Tonschichten ab; es überdeckte sie auch selber wieder nachmals mit Tonlagern; ja im Wechsel der Dinge fand solches Kohleilden, Tonbedecken und wieder Kohleilden am gleichen Orte oft mehrfach statt, so daß die Pflanzenlager und Tonlager schichtenweise miteinander abwechseln. „Wohl scheint schwer begreiflich,“ meint Buffon, „woher diese ungeheure Masse der Vegetationsreste gekommen sein soll, wie sie diese mächtig dicken und breiten, über endlose Stellen der Erde ausgebreiteten Flöze voraussetzen. Aber man denke an die noch endlosere Masse Pflanzenwuchs, die zwanzig oder fünfundzwanzigtausend Jahre produzieren müssen, man

denke, daß der Mensch noch nicht da war und keine Wälder niederbrannte, und man wird verstehen, wie sich riesige Schichten bloß aus Pflanzenablagerungen bilden mußten. Es gibt ein Bild im kleinen, wenn man die Massen großer Bäume sieht, die ein Fluß, wie der Mississippi, ins Meer schleppt: die Zahl der Stämme ist so ungeheuer, daß in gewissen Jahreszeiten die Schifffahrt stockt; und es ist ebenso im Amazonenstrom und bei der Mehrzahl der Flüsse in schwach bevölkerten Gegenden. Vor solchem Beispiel ist sehr wohl denkbar, wie von Ländern, die von Beginn an mit Bäumen und anderer Vegetation, die niemals anders endeten als durch Altersschwäche, bedeckt waren, in der Länge einer solchen Zeitperiode ein allmählicher unausgesetzter Transport von Pflanzen und ihren Resten von den Bergen abwärts durch die fließenden Wasser bis zum Meere stattfand. Die gleichen unbewohnten Gegenden Amerikas bieten noch ein gutes Beispiel in Guiana, wo meilenweite Palmenwälder direkt in Sümpfen wachsen, die als überschwemmte Savannen bezeichnet werden und eigentlich nur Fortsetzungen des Meeres sind; jeder Baum, der hier an seiner Altersgrenze fällt, wird vom Meere verschwemmt. Das ganze Waldgebiet weiter fort vom Meer auf den Inlandshöhen hat weniger gesunde und kraftfrische Bäume als altersschwache und angefaulte. Reisende, die in der Nacht durch diese Forste ziehen, suchen sich genau ihren Fleck zum Nachtlager darnach aus, ob die Bäume ringsum fest sind, damit sie nicht im Schlafe ein faulender Baum beim Fall zerschmetterte. Immerzu stürzen solche Stämme zahlreich um, ein einziger Windstoß erzeugt Zusammenbrüche, daß man den Donner weithin vernimmt. Sie rollen von den Bergwänden, reißen andere mit und enden im Flachland, wo sie vollends verfaulen und Pflanzenerde bilden; oder die fließenden Wasser verfrachten sie in das benachbarte Meer, und so entstehen weit davon entfernt neue Kohlenbildungen. So schafft der pflanzliche Abhub den ersten Grund unserer Minen, — Schatzkammern der Natur, die im voraus aufgesammelt scheinen für die künftigen Bedürfnisse großer Bevölkerungen. Denn je mehr die Menschen sich vermehren, desto unaufhaltbarer vermindern sich die Wälder. Das Holz reicht für ihren Bedarf

nicht mehr aus, und so müssen sie Hilfe suchen bei diesen ungeheuren Depots brennbaren Stoffes, und das wird um so wichtiger, je mehr die Erde sich fortschreitend immer stärker abkühlt. Sie werden sie trotz dieser Inanspruchnahme niemals erschöpfen, denn eine einzige Kohlenmine enthält vielleicht mehr Brennstoff als alle Wälder eines ganzen Landes.“

Es ist mehr als bloß die einfache Grundtheorie, was hier bei dem genialen Manne auftaucht.

Zu der Allgemeinedeutung der Steinkohlen als Pflanzenreste tritt schon eine weitere Vorstellung über das Wie der Bildung. Das Wasser soll eine entscheidende Rolle dabei gespielt haben. Ist der Stoff als solcher reiner Pflanzenstoff, so hat doch das Meer diese Pflanzenlager erst eigentlich gebildet, hat den Stoff mitgeschleppt, gehäuft, abgelagert und zwischen Tonsschichten begraben.

Die Steinkohlenflöze im alten Sedimentgestein sind also eigentlich ganz ähnlich entstanden, wie diese Sedimente, die Tone, Schiefer, Kalk- und Sandsteine, die in der Erde heute wie Schichten eines Butterbrotes aufeinanderliegen, selbst; das Wasser nagte die starren Gebirgsmassen herunter, verfrachtete den Schutt ins Meer, und der Ozean lagerte ihn als feinen Schlamm in (ursprünglich wenigstens) schön horizontalen Schichten ab, die allmählich wieder fest versteinerten. Ganz ähnlich wurde die verwesende Pflanzenmasse erst wieder herabgeschwemmt, gleichsam in knetbaren Lebensschlamm verwandelt, und diesen strubelte dann das Meer irgendwo zusammen und schlug ihn als schwarzen Schlamm, abwechselnd gelegentlich mit wirklichem Schlamm, nieder, wo er dann ebenso endlich erhärtend zu Steinkohle wurde, die allein in ihrer Brennbarkeit noch verriet, daß sie mehr als die andern Sedimente: nämlich ein Lebenssediment sei.

Gerade diese engere Theorie hatte etwas ungemein Anschauliches.

Sie erklärte etwas, was schließlich doch wieder jeder schlichteste Kohlenarbeiter fragen konnte: warum nämlich diese Steinkohle ihren pflanzlichen Ursprung durchaus bloß in der Brennbarkeit noch offenbare, und warum sie nicht auch für den unmittelbaren

Anblick noch die Form wenigstens versteinelter Pflanzen in Gestalt von Stämmen, Blättern, Wurzeln, Früchten zeige. Sie war ja niemals verbrannt worden, so daß sie wie formlose Holzasche aussehen konnte, sondern die urweltlichen Pflanzen waren nur verschüttet worden und vor Alter versteinert. Daß war aber mit den uralten Muscheln im Kalkstein und den alten Salamander- und Drachentknochen auch geschehen, und doch zeigten sie heute noch ganz unzweideutig die Gestalt ihrer Schalen, Schädel und Wirbel. Wohl fanden sich in den Ton-schichten in der Nähe der Steinkohlensflöze gelegentlich wirklich auch noch wohl erkennbare Pflanzenabdrücke. Buffon selbst erhielt mehrfach Kunde davon und mahnte nachdrücklich zum Sammeln, zumal es ihm Reste heute nicht mehr existierender Pflanzenformen zu sein schienen, was in seine Theorien gut paßte und wundervolle Wissenserweiterung versprach. Aber gerade diese Pflanzenblätter und -stämme lagen ausgesprochen nicht in der eigentlichen Kohle, sondern im angrenzenden echten Gestein: verdächtig nah, aber nicht darin.

Aus diesem Dilemma half die Schwemmtheorie gut heraus.

Sie ließ die Wälder erst zu einer vom Wasser verschwemmten formlosen Morastbrühe werden und diese schwarze Suppe sich faden in einer Form, die für gewöhnlich jeden Blattabdruck ausschloß. Viel eher konnte ein solches lose treibendes Blatt sich noch in den später aufgelagerten Schlammhängen abgeprägt und dort bis heute erhalten haben als in der einheitlichen Tinte des echten Flözes.

Die entscheidende Rolle des Wassers auch bei diesem großartigen Naturvorgang der Urwelt kam aber zugleich wieder einer Gesamtmeinung des Zeitalters entgegen.

Die späteren Teile des achtzehnten Jahrhunderts bewegt der berühmte Zwist der Neptunisten und Plutonisten.

Beide, allmählich vom Bibeldogma zur wirklichen geologischen Auffassung bekehrt, gingen sie doch verschiedene Straßen in ihrem neuen hypothetischen Urweltbilde.

Die Neptunisten (um den Altmeister Werner in Deutschland geschart) sahen im Wasser die wichtigste bauende Gewalt der Urzeit. Die Plutonisten wollten umgekehrt in vulkanischen

Eruptionen, Hebungen, Senkungen und Änderungen die entscheidende Macht finden, die „Berg und Tal“ gebaut habe. Buffon selbst nahm (gleich dem von ihm entscheidend beeinflussten Goethe) eine vermittelnde Stellung ein. Immerhin vertrug es sich aber gut mit einer noch lange nach ihm schroff verfochtenen Schulmeinung, wenn er aus der Steinkohle ein wenigstens halb neptunistisches, vom Wasser zusammengeschwemmtes Gebilde machte. Den extremen Unsinn der Neptunisten freilich, der in den gesamten Vulkanen der Erde schließlich nur mehr Kohlenflöze sehen wollte, die zufällig unterirdisch in Brand geraten wären, und unter dem warmen Karlsbader Sprudel einen solchen permanenten Flözbrand suchte, hat Buffon niemals vertreten.

Mit der Wende zum neunzehnten Jahrhundert tritt nun die Geologie, die als junge Wissenschaft selbst ihre „Epochen“ erlebte, in die Epoche Cuviers. Auf der einen Seite kommt es zu einem großen Fortschritt, der alsbald auch der Steinkohlen-Theorie zugute kommen mußte.

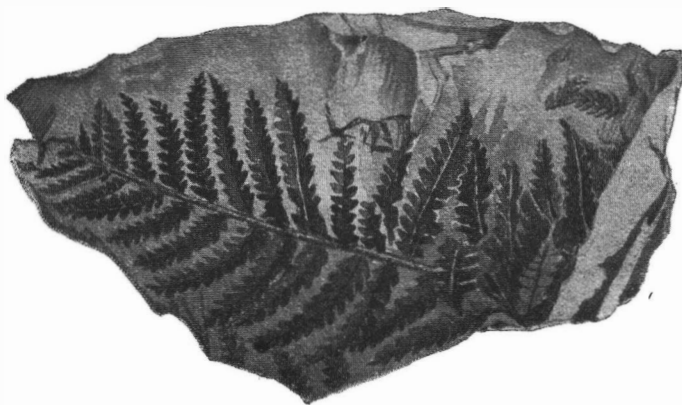
Die Epochen Buffons werden wenigstens für den Teil der Urgeschichte, der sich enger mit der Erde und ihren Bewohnern befaßt, vertieft, präzisiert, erweitert.

Es zeigen sich seit Beginn der Lebensüberlieferung durch versteinerte Tier- und Pflanzenreste eine ganze Reihe kleinerer, aber ziemlich scharfer Perioden. Bestimmte Gesteine haben sich in ihnen gebildet, bestimmte Tier- und Pflanzenformen von charakteristischer Eigenart haben in jeder von ihnen gelebt. Es entsteht ganz allmählich jene Tabelle, wie wir sie heute allgemein der Geologie und Paläontologie zugrunde legen: die Rubriken, wie Primärzeit, Sekundärzeit, Tertiärzeit, Quartärzeit, und darin wieder die Stufen oder Perioden, wie Silur oder Devon oder Jura oder Kreide.

In dieser Tabelle muß jetzt auch die Zeit der Steinkohlenbildung neu und verschärft fixiert werden. Und es glückt denn auch, ihr ihren dauernden Platz zu geben.

Man merkte ja wohl: Kohlenbildung hatte zu sehr verschiedenen dieser Unter-Epochen stattgefunden, was ja auch gar kein Wunder sein kann, da alle diese Stufen der Erdgeschichte

enorm lang waren (noch viel länger als Buffon geahnt) und also Pflanzenwuchs genug zum Zweck produzieren konnten. Aber man merkte ebenso, daß die überwältigende Hauptmasse dessen, was unsere Bergmannshaden als „die Steinkohle“ bei uns und anderswo anshlugen, trotzdem eng zusammenhielt für eine einzige, ganz bestimmte geologische Periode.



Versteinertes Farnblatt (Odontopteris) aus der Steinkohlenzeit.

In dieser Periode muß die Vegetation entweder alles Frühere und Spätere doch ganz kolossal noch übertroffen haben. Oder es müssen besonders günstige Bedingungen sonst mitgewirkt haben. Kurz, sie und keine andere ist die eigentliche „Steinkohlen-Periode“ im treffendsten Wortsinne. Ueber ihren Platz in der Reihe bleibt dabei aber kein Zweifel. Sie ist älter als etwa die Kreide-Periode, älter als die dort vorausgehende Jura-Periode, ja älter als die Trias-Periode, mit der die ganze Sekundär-Periode nach rückwärts abschließt. Dagegen ist sie jünger als etwa der von Versteinerungen wimmelnde Kalkstein von Gerolstein, den man zur sogenannten Devon-Periode rechnet, und hinter dem noch älter Silur und Cambrium stehen, mit denen unsere direkte Kenntnis von urweltlichem Leben durch Versteinerungen ungefähr abschließt.

So schiebt sich chronologisch in der von unten nach oben gehenden Tabelle die echte Steinkohlen-Periode zwischen die Devon-Periode und die Trias-Periode. Heute wird gewöhnlich von ihr noch ein besonderes Stück, das zwischen ihrer Hauptentfaltung und den Anfängen der Trias-Periode vermittelt, als Perm-Periode für sich gerechnet.

Auch so zerfällt sie in sich noch in mancherlei Unterabteilungen. Was schon Buffon sah, ist immer deutlicher geworden: daß nicht bloß Steinkohle auch in ihr abgelagert worden ist, sondern unter und auf und zwischen den Kohlenflözen auch immer wieder reines Schlammesediment der Wasser; und vielfach sind Gesteine aus ihr nachgewiesen worden, die überhaupt keine Flöze enthalten, sondern reine Niederschläge ihrer Meere ohne jeden Pflanzeninhalt sind. Das ermöglichte natürlich, je nachdem, allerhand Einzelrubriken, ohne daß doch die Grundtatsache erschüttert wurde: daß die ungeheure Entfaltung der Steinkohle im ganzen in ihr das entscheidende Moment darstellte und ihr den Namen gab.

Als die Generation Cuviers eben zuerst auf diese hübsche und auf jeden Fall klärende Tabelle lossteuerte, brachte sie zunächst noch einen Sondergedanken hinzu, der längere Zeit ebenso entscheidend zu sein schien.

Die Scheidbegrenzen all dieser Hauptperioden sollten geschichtlich klar bestimmt sein durch je eine fürchterliche Katastrophe auf der Erde, die alles vorhandene Leben in Haufsch und Bogen vernichtet hätte, so daß die nächstfolgende Periode stets mit Neuerzeugung aller Tier- und Pflanzenformen einsehen mußte.

Diese Katastrophenidee, die sich eigentlich nicht auf wirkliche geologische Tatsachen stützte, sondern bloß erfunden war, um sich damit abzufinden, daß die Tiere und Pflanzen der verschiedenen urweltlichen Perioden verschieden waren, ohne aber damit zugleich der damals bereits ausgesprochenen Idee einer natürlichen Entwicklung dieser Tier- und Pflanzenarten eine Konzeption zu machen, — sie kam, ob wahr, ob falsch, jedenfalls der Steinkohlen-Theorie in ihrer Art doch auch nur entgegen.

Selbst wenn man jener Erdperiode die märchenhaftesten Riesenwälder zuschrieb, blieb es immer ein starkes Stück, sich im Sinne Buffons ihre Verschleppung und Auflösung im Ozean klar vorzustellen. Jene Hilber vom Mississippi und Amazonasstrom erschienen immer wieder als zu klein. Anders aber, wenn zu den kolossalen Waldungen entsprechend außergewöhnlich kolossale Sturmfluten und Orkane traten, wie sie etwa einer solchen Schlußkatastrophe entsprachen. Die eigentliche Bildung der Steinkohlenflöze drängte sich vielleicht so auf eine viel kürzere Zeit, als Buffon gedacht, aber auf eine dafür um so impulsivere zusammen. Verheerende Orkane, wie wir sie nicht kennen, hatten in einem Hui unendliche Forste gebrochen, unfassbar große Wellen sie zerschmettert, zerrieben, die zermahlene Masse im Maelstromwirbel an bestimmten Stellen des Abgrundes aufgehäuft. Es war die gleiche Perspektive, die viele Tausende von Mammuten an einem einzigen solchen Weltgerichtstage ertrinken oder alle Ichthyosaurier in kochenden Wassern umkommen ließ wie ein Gericht Krebse im Kochtopf.

Es bedurfte aber nur weniger Jahrzehnte, um nachzuweisen, daß diese ganze Seite der Cuvierschen Doktrin ein Roman war, der die Geologie bloß auf Abwege brachte.

Goethe protestierte schon gegen diese „vermaledeite Polsterkammer“. Der Geologe Hoff widerlegte sie dialektisch fein. Dwell brach endlich mit dem schweren Geschütz des einfachen gesunden Menschenverstandes vor offenkundigen Tatsachen endgültig ihre Macht, womit gleichzeitig (da nun für die Verschiedenheit der Lebewesen in den aufeinander ohne Riß folgenden geologischen Perioden gar kein anderer Ausweg übrigblieb) dem Auftreten Darwins und dem Siege der Entwicklungslehre offene Bahn geschaffen war.

Man sah ein, daß für alle jene schreckhaften Katastrophen keinerlei Anhalt aus den Ueberlieferungen vorliege, wohl aber für ein stetes Walten der gleichen langsam wühlenden Naturkräfte wie heute. Die Wandlungen hatten sich wahrscheinlich durchweg ganz langsam in langen Zeiträumen vollzogen. Kontinente waren nicht jäh versunken, Gebirge nicht in ein paar Tagen emporgewachsen. Wenn ein Land, ein Gebirge ver-



schwunden war im Lauf geologischer Perioden und Wasser an seine Stelle getreten war, so hatte die allmähliche Verwitterung in Zeitaltern den Fels zernagt, wie sie es heute tut, Schritt für Schritt war eine Küste ins Meer gebröckelt wie heute der Fels von Helgoland, unendlich gemächlich hatten Hebungen oder Senkungen das Niveau verschoben, in Jahrhunderttausenden hatten sich Falten der Erdrinde als Alpenkette heraufgewölbt.

Wie es aber zu gehen pflegt mit an sich gut begründeten Tatsachen: die Steinkohlen-Theorie fügte sich schließlich doch auch diesem Bilde geduldig ein.

Jetzt wurde von Dells Schule das Hauptgewicht auf jenen oft regelmäßigen Wechsel von Steinkohlenflözen mit Tonlagern, den Buffon schon so gut beschrieben, gelegt. Er wurde gegen jede plötzliche Schlußkatastrophe ausgespielt.

Innerhalb der Periode selbst hatte offenbar sounso oft die Art der Ablagerung am gleichen Fleck gewechselt, ein Zeichen vielfältigen Wandels, der sich aber in regelmäßiger Folge durch die gesamte Periode zog, anstatt sich bloß auf ihren Schluß zu häufen, und der offenbar niemals das ganze Leben vernichtet hatte, da ja hoch auf den einfachen Schlammseimenten abermals Flöze, also Waldbreste, lagen und so fort. Die Zeitdauer solcher Periode dehnte diese neue Schule nochmals ein gewaltiges Stück weiter, als es selbst Cuvier gewagt. Um alles so hübsch langsam herauszubringen, langten jetzt bloß noch Jahrmillionen für jede Periode. Und diese Dehnung des Zeitmaßes ist in der Tat seither auch bei den besonnensten Forschern immer weiter gegangen.

Je länger aber der Spielraum der Zeit, desto geringer wieder im Sinne Buffons die Schwierigkeit, sich die Steinkohlen-Wälder als eine unermessliche Kette aufeinander folgender Generationen vorzustellen und so die Mächtigkeit ihrer Hinterlassenschaft, der Flöze, zu verstehen, auch ohne zu Märchenüberreibungen in der Größe der jedesmal gleichzeitigen Wälder greifen zu müssen.

Freilich: die turbulenten Wasserstrudel, die die Katastrophenidee eine Weile so bequem bewilligt, hatte man nun nicht mehr. Man mußte zu dem friedlichen Bilde Buffons vom

holztreibenden Mississippi zurückkehren. Es war aber wieder nur eine Konsequenz dieser hochgradig friedlichen Geologie, wenn sie sich eines Tages fragte, ob denn überhaupt dieses ganze Verfrachten und Verpulvern durch das Meer für die Steinkohlentheorie in dem Maße, wie Buffon und seine Nachfolger geglaubt hatten, notwendig sei.

Buffon hatte selbst schon auf jenen lagunenartig meerschluteten Wald von Guiana verwiesen, wo die fallenden Stämme gar nicht erst durch Ströme an die See getragen zu werden brauchten, sondern gleich in den Ozean fielen. Wie, wenn nun die Steinkohl-Wälder überhaupt gleich im Meere gewachsen wären?

Man brauchte das nicht so barock auszudenken, wie in neuerer Zeit einmal einer getan hat, der von aufrechten Wäldern träumte, die wirklich, die Wurzeln im Wasser, auf der Meeresoberfläche geschwommen wären; das hieße Pflanzen einfach erfinden, die mit allen bekannten schlechterdings überhaupt keine Ähnlichkeit mehr hätten, etwas, was der Paläontologe ohne stärksten Zwang niemals darf.

Aber man konnte unter „Wäldern“ doch noch etwas ganz anderes verstehen, was heute wirklich auch eine Analogie fand.

Es gibt heute noch die schönsten unterseeischen Wälder.

Diese Wälder des Ozeans setzen allerdings nicht Fichten oder Eichen oder auch nur Farnkräuter oder Schachtelhalme zusammen. Sie werden gebildet von sogenannten Tangen, gewissen Algen-Formen, die einen noch wesentlich ursprünglicheren, einfacheren Typus der vielzelligen Pflanze darstellen als etwa ein Farnkraut oder gar eine Fichte oder Eiche. Die Alge hat noch keine Blüte im höheren Sinne, sie hat aber auch noch keine echte Wurzel, keinen richtigen Stamm. Trotzdem wächst sie gerade als Tang heute noch zu kolossalen Gebilden aus, die es an Länge mit dem höchsten Landbaum aufnehmen.

Wem der Entwicklungsgedanke Darwins heute geläufig ist, und wer auch die Pflanzen im Sinne dieses Gedankens (der bei Buffon und Goethe schon dämmerte und von Dyer's geologischer Auffassung, wie gesagt, geradezu provoziert wurde)

ansieht, der wird sich denken müssen, daß diese Form der Alge, wie sie auch der Tang verkörpert, jedenfalls eine sehr frühe Bildungsstufe des Pflanzengeschlechts darstelle. Wie noch heute auch jede höchste Pflanze individuell aus einer einzelnen Zelle hervorgeht, so werden wir uns die ganze Entwicklung, den „Stammbaum“ der Pflanzen, ausgegangen denken in fernsten Urtagen von pflanzlich sich nährenden Geschöpfen, die jedes bloß aus einer einzigen Zelle bestanden. Genau wie beim Tier müßte dann der erste große Fortschritt darin bestanden haben, daß viele solcher Einzelzellen beisammen blieben, ein Zell-Gewebe bildeten, das als festes Gebilde, als „ganze Pflanze“, wieder erschien.

Sehr einfach, ohne viel innere Arbeitsteilung, ohne viel Organe muß in ihrer ersten, einfachsten Form auch solche vielzellige Pflanze noch gewesen sein, und erst ganz allmählich werden wir uns durch lange Stationenreihen daraus das komplizierte Gebilde einer heutigen höchsten Pflanze, einer Eiche oder Rose, entwickelt denken.

Gerade einer solchen ersten und noch überaus einfachen Station der eben erworbenen Vielzelligkeit entspricht heute aber noch die Alge, entspricht der See-Tang.

Zu einer früheren Zeit der Urwelt werden wir alle Pflanzen nach einem ähnlichen Typus gebaut erwarten müssen.

Sie können aber darum schon so zahlreich gewesen sein oder noch viel zahlreicher als unsere Tange, die in gewisser Meeres-tiefe, wo sie das Sonnenlicht erreicht, weite Wiesen und Wälder noch jetzt bilden, und sie mögen ebenso groß oder größer gewesen sein als unsere Riesentange der Südsee, die auch ohne festen Holzkamm doch länger werden als die Kölner Domtürme.

Wie wir gesehen haben, liegt in der Tabelle die Steinkohlenzeit recht, recht weit zurück, weit noch hinter der Epoche der Schithosaurier, die uns doch heute schon äonenfern dünkt. Allerdings bewiesen die Farn-Abdrücke in dem die Flöze begleitenden Tonstiefer schon Buffon, daß damals bereits höhere Pflanzen als Algen gelebt haben mußten. Aber diese Farn-Spuren zeigten sich gerade nicht in den Flözen selbst, worauf ja Buffon bereits seine Schwimm-Theorie gebaut hatte. Wie,

wenn diese Flöze doch gar mit den gelegentlich im Schlamm verschwemmten Farnblüten von damals gar nichts zu tun hätten, zwar ebenfalls aus Pflanzenresten beständen, aber ungeheuren Wäldern urweltlicher See-Tange ihre Herkunft verdankten?

Sie brauchten dann gar nicht verschwemmt zu sein. Die Tange wären im Meere gewachsen, sie wären nach Ablauf ihrer Zeit in den Grund gesunken und hätten dort verfaulend die Steinkohlenlager gebildet. Weich, schon lebend sehr formlos, wie sie waren, ohne Blüten, ohne verholzten Stamm, ohne echtes Wurzelwerk, hätten sie leichter als irgendein Landwald jene homogene schwarze Masse erzeugen können, die dann verhärtend unsere Flöze ergab, auch ohne daß die Welle sie erst noch viel herumzuwirbeln brauchte.

Das ganze Entstehungsbild wurde in Dylls Sinne friedlicher, und zu Darwins Sinn paßte es auch so recht gut.

In seinen soweit wirklich recht logischen Faden verspann sich nun noch ein Bezierbild, das selber eine lange Geschichte hatte.

Als Kolumbus nach Westen segelte zu seiner ewig denkwürdigen ersten Fahrt, da hangte ihm vor einer uralten Schiffersage. Mitten im Atlantischen Ozean sollte der Seetang sich in immer dichteren Wäldern so anhäufen, daß zuletzt die Schiffe darin stecken blieben, und die Besatzung elendiglich verhungern mußte. Die höchste Übertreibung der Sache widerlegte er gleich selber durch seine glückliche Fahrt: er fand wohl eine bedenkliche Zunahme von schwimmendem Seekraut in einem gewissen von Strömungen umflossenen, aber selbst sehr wasserstillen „toten“ Meeresgebiet zwischen den Bermudas und Azoren; aber daß ein Schiff darin stecken bleiben könnte, war eitel Flunkerei.

Zimmerhin erregte diese ozeanische Krautwiese das Interesse auch aller folgenden Amerikafahrer, und man taufte den Fleck das „Sargassomeer“. Die Naturforscher meinten, es handle sich um das merkwürdige Phänomen von Tang-Wäldern, deren zahllose Individuen ein geselliges Schwimmer-Leben auf offener Hochsee führten.

Und dieses Bild paßte jetzt geradezu ausgezeichnet zu der neuen Steinkohlen-Hypothese. Jahrmillionen hindurch hatten die Ozeane jener fernen geologischen Periode allenthalben ungeheure Sargassomeere beherbergt, — zusammengesetzt aus Myriaden Tangpflanzen, die vielleicht jede so lang waren wie der Makrohyfistang der Südsee von heute, der über 150 Meter lang werden sollte. Und unter diesem Sargassomeer hatte sich die Steinkohle ganz still in so langer Zeit, ohne Störung und Katastrophe, ja an den denkbar ruhigsten Stellen jener Urmeere, gebildet. Wahrscheinlich erzeugte sie sich heute noch ähnlich unter den vorhandenen Sargasso-Stellen unserer Ozeane, wie heute noch unser Tiefseeschlamm durch Anhäufung zahlloser Tiergehäuse die Kreidebildung fortsetzt.

Fatal nur, daß dazu wieder so viel Nachträgliches nicht stimmen wollte.

Die Tiefseeforschungen zeigten gar nichts von solcher noch fortbauenden Kohlenbildung unter unserem Atlantischen Sargassomeer.

Dann wurde sicher nachgewiesen, daß dieses berühmte Sargassomeer selber nur ein zufälliges Schwemmprodukt von fern her sei. Es gab gar keine freiwillig auf der Hochsee schwimmenden Tange dieser Art! Die Tangmassen des Sargasso hatte der Golfstrom fern an den Rändern des Golfes von Mexiko, wo sie wuchsen, erst gewaltsam losgerissen und unfreiwillig hierher, in eine stille Ecke zwischen Strömungen, verfrachtet.

Also doch eine Verfrachtung, die dann auch in jener Urzeit hätte stattfinden müssen! Dann konnten aber auch verschleppte Landhölzer mitspielen. Der Reiz gerade der Tang-Theorie, der darin lag, daß sie das Land, die Küste, überhaupt nicht mehr brauchte, fiel, — auch die Tange kamen in Wahrheit von dieser Küste her!

Inzwischen hatte sich ein abermals ganz neuer Zweig der paläontologischen Detailforschung des ganzen Problems bemächtigt.

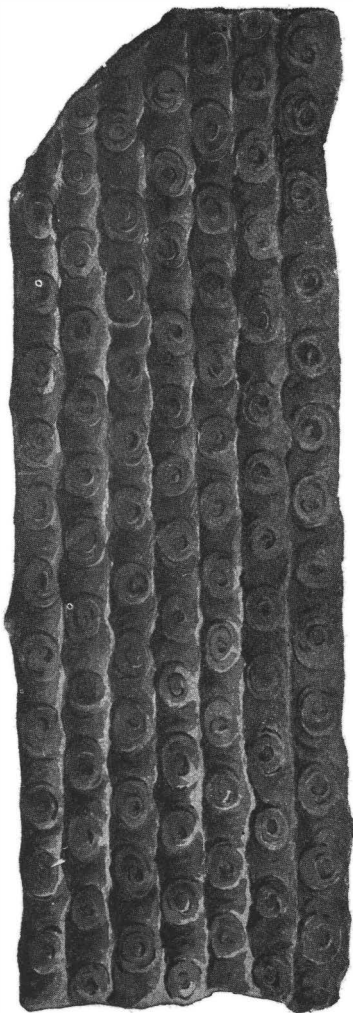
Man machte den Versuch, unmittelbar mit dem Mikroskop in die Geheimnisse der Steinkohle einzudringen.

Wer kennt nicht die verblüffenden Ergebnisse unserer ge-

richtlichen Chemie, die in so vielen Fällen schon aus einem winzigen Tröpfchen Blut durch mikroskopische Studien die Herkunft festgestellt und so große Kriminalfragen zur Entscheidung gebracht hat. Das unendlich verfeinerte Auge des Mikroskops sieht in solchem Falle eben gleichsam durch Wände: es enträtselt Einzelbinge, wo das unbewaffnete Auge bloß noch ein gleichmäßiges Chaos sah.

Auch die Steinkohle erschien zunächst als ein solches schwarzes Chaos. Sie unter dem Mikroskop ebenfalls zum „Farbebekennen“ zu bringen, war nicht ganz leicht, aber es glückte zuletzt auch.

Hauptsache war zunächst dabei, daß man ihr eben die Farbe austrieb, damit ein im Apparat einigermaßen durchsichtiges Objekt entstand. Mit Hilfe besonderer Bleichkuren in chlor-saurem Kali und konzentrierter Salpetersäure gelang unter starker Explosionsgefahr endlich dieses Kunststück. Man bekam brauchbare helle Vergrößerungsproben — und auf dem Gipfel der Erfolge



Rindenstück eines Stegelbaums.

(Gümbel hat zuletzt den Vogel abgeschossen) lösten sich jetzt zwei Fundamentalfragen wirklich, und zwar alle beide endgültig.

Zunächst trat an die Stelle fast zweihundertjähriger Vermutungen die absolute Gewißheit: die Steinkohle war kein mysteriöses Vulkanprodukt, keine geronnene Luft-Rohlsäure, kurz, nichts Anorganisches, sondern sie war wirklich und wahrhaftig ein Kind ursprünglichen Lebens, — sie bestand noch heute unter dem Mikroskop deutlich aus Pflanzenzellen. Mochten ihre größeren Pflanzenformen auch zerstört sein bis zum Chaos: diese feinsten Bestandteile verleugneten sich nicht. Wo Zellen, da Leben. Wo Pflanzenzellen, da ehemalige Pflanzen. Daran war jetzt einfach nicht mehr zu rütteln.

Aber ebenso evident wurde ein zweites.

Diese Zellen, ganz offenbar schon zu vielzelligen Pflanzen gehörig, zeigten bereits bestimmte Formunterschiede, wie sie bestimmten Arbeitsteilungen in der Bildung vielzelliger Körpergewebe entsprachen. Und zwar zeigten sie gerade solche Formen, wie sie bereits charakteristisch waren für Pflanzengruppen, die bereits höher stehen, feiner organisiert sind als die niedrigsten aller Gewebepflanzen, die Algen, zu denen die Tange zählen.

Man bezeichnet diese nächsthöhere Gruppe gewöhnlich als „Gefäßkryptogamen“, zum Unterschied, daß bei ihnen gewisse Zellen bereits sogenannte „Gefäße“ bilden (oder wenigstens etwas den echten Gefäßen der höheren Pflanzen bereits durchaus Ähnliches), — nämlich besondere Leitungen für das Wasser innerhalb des Pflanzengewebes. Die allbekanntesten Vertreter solcher Gefäßkryptogamen sind in unseren heimischen Wäldern und Sümpfen die echten Farnkräuter, die Bärlappe und die Schachtelhalme.

Reste solcher Gefäßkryptogamen lagen in den echten Steinkohlen vor, — nicht Reste von Tangen!

Damit war die Tang-Theorie auf der Hauptlinie vollständig abgetan. Die ursprüngliche Ansicht Buffons war restituiert, die in den Kohlenflözen nur die fast bis zur Unkenntlichkeit zermalmtten Reste der gleichen Pflanze sah, deren Abdrücke hier und da noch sichtbar in den anliegenden Tonsschichten sich zeigten. Denn diese Abdrücke wiesen, wie man schon Buffon mitgeteilt hatte, wesentlich die Wedel von Farnkräutern dar, also gerade von genau entsprechenden Gefäßkryptogamen.

Es ist also seither auch nur noch in einigen lokalen Einzelfällen Streit gewesen, ob nicht doch ganz gelegentlich Kohlebildung durch Seetange als Ausnahme stattgehabt haben könnte; für die echte Masse der Steinkohlen war die Frage erledigt.

In neuester Zeit ist man durch Forschungen, besonders von Engler und Potonié, wohl auch darauf aufmerksam geworden, daß gewisse allerniedrigste Algen noch tief unter der Stufe des Tangs in Salz- und Süßwasser schon in Urweltstagen allerdings eine große Rolle gespielt und äußerst wichtige Rückstände für unsere Kultur hinterlassen zu haben scheinen. Jeder Freund unserer märkischen Seen kennt die sogenannte „Wasserblüte“, ein jähes Auftreten unsagbar riesiger Scharen grüner Ur-Algen, die die Oberfläche und Uferländer ganzer Gewässer mit einem trüben Schleim färben. Solcher Algen-schlamm führt verfaulend nachweislich zu eigentümlichen Fettebildungen, und es liegt die wohlbegründete Vermutung vor, daß aus solchem Algenfett in Verbindung mit im Wasser verwesenden Tierleibern sich ein für uns sehr wichtiger Stoff endlich entwickle und seit Urweltstagen entwickelt habe, nämlich das Petroleum. Zur Bildung von echter Kohle aber scheint es gerade bei diesem Verwesungs- und Verfettungsprozeß im allgemeinen nicht zu kommen, so daß auch von dieser Seite einer Steinkohlen-Theorie mit Algen-Grundlage keine ernsthafte Hilfe erwachsen würde.

Die mikroskopische Entdeckung führte aber nicht bloß zur negativen Abwehr einer falschen Theorie, sondern sie gewährte weit darüber hinaus ein großes positives Resultat.

Konnte man doch jetzt endlich mit gutem Recht jene bisher problematischen Begleitfunde, jene deutlichen Pflanzenreste in den anliegenden Gesteinschichten, als wirkliche Musterproben dessen benutzen, was, wenn auch für das bloße Auge zur Unkenntlichkeit entstellt, dennoch auch die Hauptmasse der Steinkohle selbst bildete. Dank der großen Mühe, die unsere Industrie sich mit allem, was Steinkohle betraf, gab, hatte sich auch dieses Material seit Buffons Tagen ganz gewaltig vermehrt, es füllte ganze Museumsäle an und war von Sachkennern längst mit großer Liebe untersucht, beschrieben und abgebildet worden.



Wälder von einer höchst eigentümlichen Beschaffenheit waren dabei vor den Augen der Botaniker aufgetaucht, ganz gewiß wert, mit ebensoviel Eifer studiert und rekonstruiert zu werden wie die Gerippe der alten Mammute, Megatherien und Riesensaurier, die seit Cuviers Zeiten alle Lehrbücher und geologischen Bilderbücher füllten.

Hatte man diese Wälder längst zur Steinkohlen-Periode gerechnet, so war jetzt entschieden, daß es die eigentlichen *Steinkohlenwälder* selbst waren. Jahrmillionen mußten sie in unerhörter Üppigkeit gegrünt haben, einer ganzen Zeit mußten sie das Gepräge gegeben haben.

Zum erstenmal stand man mit diesen Wäldern zum Teil baumförmiger Kryptogamen für so frühe Tage der Erdgeschichte vor einer unzweifelhaften Landflora.

Die ältere Geologie hatte auch da, wo sie schon „sintflutfrei“ war, doch noch stets an eine erste Epoche allgemeiner Wasserbedeckung auf der frisch abgekühlten Erdkugel gedacht; erst nach geraumer Zeit sollten sich die ersten Inseln aus diesem wirklich erdumfließenden Ur-Ozeanos erhoben haben. Als sich gerade aus den ältesten noch unveränderten Sedimentgesteinen durchweg nur Reste von Muscheln, Seelilien, Krebsern und anderen ausgesprochenen Wassertieren zeigen wollten, erschien das nur als eine Bestätigung dieser ursprünglichen Idee.

Von tiefer denkenden Geologen war inzwischen aber mit vollem Recht darauf hingewiesen worden, daß eben diese Meeresniederschläge schon der ältesten Zeiten, einst als Schlamm abgelagert und dann zum Gestein der kambriischen, silurischen und devonischen Perioden unserer Tabelle verhärtet, durchaus gleich den späteren bereits aus verwitterten, abgenagten Gesteintrümmern beständen, von denen man nur annehmen könne, daß sie eben damals wie heute schon wogenbespülten Küsten, Flußläufen, verwitterten Gebirgen — kurz, also Land, von den Wassern des Ozeanos abgenommen seien. Und in der Tat liegt gar kein wirklicher Grund vor, an solcher Existenz von Land auch für die denkbar ältesten Lebenszeiten zu zweifeln.

Die Mächte, die heute Land schaffen, Gebirgsbildung, Vulkanismus, Niveauänderungen des Meeres, Korallenbau und

Verwandtes passen durchaus auch in den Rahmen schon des ältesten geologischen Altertums, — ja, es fragt sich höchstens, ob sie nicht damals viel lebhafter waren als heute. Gekaltige Korallenriffe kennen wir bereits aus der Silur-Periode; die deutlichsten Kontinentanzeichen gehen bis ins Kambrium; die Devon-Zeit war voll von Vulkaneruptionen, die Steinkohlenzeit selbst war bei uns in Europa eine der stärksten Perioden großer Gebirgsbildung in der ganzen Erdgeschichte. Wenn sich aus jenen älteren Tagen trotzdem fast nur Reste der Meeres-tierwelt erhalten haben, so zeigt das eben bloß die Lückenhaftigkeit unserer Ueberlieferung an; im allgemeinen haben Lebensreste in Meeresablagerungen immer mehr Chance gehabt, sich zu erhalten, als Spuren des Landlebens.

Für die Steinkohlenzeit sah man aber jetzt zum erstenmal deutlich über die blaue See hinweg auf ein geheimnisvolles Land: das Land, wo diese Pflanzen der Steinkohle wirklich lebendig geerntet hatten.

Wo hatte dieses Land damals aber gelegen?

Land- und Meergrenzen von heute geben da keinen Maßstab her, dafür ist diese Welt zu entlegen. Wenn man hört, daß in der Urwelt, selbst viel später noch, einmal Afrika und Südamerika wahrscheinlich einen zusammenhängenden Kontinent gebildet haben und noch später ebenso Europa und Nordamerika, wenn man sich erinnert, daß in der Juraperiode die Ichthyosaurier in Schwaben im Meer schwammen und in der Kreidezeit die norddeutsche Ebene Ozeanboden war, so wird man da keine Karte von heute zu Rate ziehen wollen.

Die Steinkohlenflöze selbst sind im heutigen Europa, Nordamerika und Asien enorm. Jährlich werden mehr als dreiviertel-tausend Millionen Tonnen Steinkohle für die Industrie gewonnen. Der noch vorhandene Kohlenbestand wird allein für die Vereinigten Staaten auf fast siebenhundert Milliarden Tonnen berechnet. Die kolossalen Kohlenfelder Chinas sind dabei noch so gut wie gar nicht in rechter Benutzung und auch noch nicht genau abgeschätzt; sie sind die größten der Erde.

Solche Massen eines Stoffs, dessen Abern nur in einer beschränkten Dicke das Gestein ihrer Periode durchziehen, müssen

natürlich räumlich weite Flächen einnehmen. Ein einziges jener nordamerikanischen Kohlenfelder, das appalachische, füllt ein abbauwürdiges Gesamtfeld von 2400 geogr. Quadratmeilen, das einheitlich geschlossene Pittsburger Flöz wird auf 900 solcher Quadratmeilen geschätzt.

Nach jener Schwemmtheorie wären das aber bloß die Stau- und Absatzstellen im Meer, wo das verfrachtete Landholz deponiert worden wäre. Man müßte sich im Verhältnis dazu erst darüber hinaus die ungeheuren Strommündungen suchen, durch deren Tore diese Fracht ins Meer kam, den Lauf dieser Flüsse von mehr als Mississippi- oder Amazonas-Größe und von da landeinwärts erst das eigentliche Waldgebiet selbst.

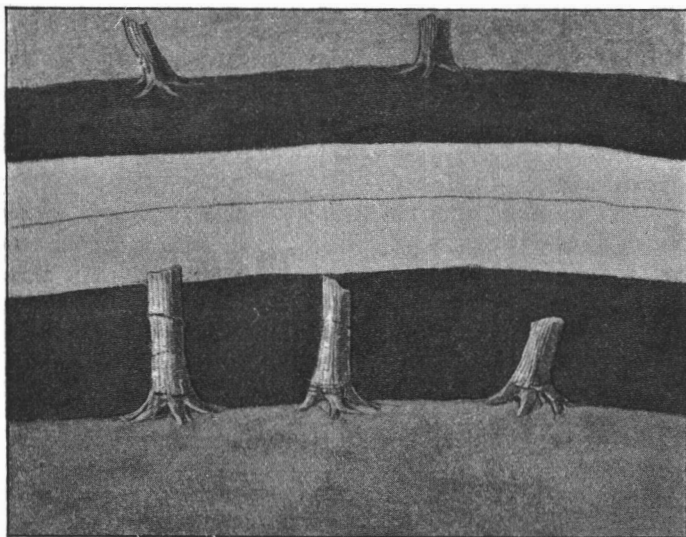
Vor dieser Forderung aber erlahmt nun doch etwas der Blick: der Erdbraum droht zu eng zu werden. Die Kohlenfelder sind selber so riesig, daß man gerade auf die Rechnung käme, wenn man in ihnen selbst die Waldbareale von damals sehen könnte; während die Perspektive im Unfaßbaren versinkt, wenn das alles erst noch einmal doppelt vorhanden sein soll.

Hier schob sich aber alsbald noch eine Ueberlegung ein.

In der Nähe der Steinkohlenabern zeigten sich nicht bloß Abdrücke von Farnblättern. Es zeigten sich auch Tierreste: heuschreckenartige Insekten, Skorpione, Spinnen, Tausendfüße, lungenatmende Schnecken — Reste von Tieren, die unmöglich im Meer gelebt haben konnten. Sie mußten also mitgeschwemmt sein vom Ufer gleich den Farnwedeln selbst. Aber es fehlten dafür die Reste echter Meertiere. Warum hatten sie sich nicht ebensogut und noch viel eher hinzugefunden?

Wohl zeigten sich aus der gesamten Steinkohlen-Periode Schichten, die von Meergetier strotzten, in Menge; aber gerade sie hatten mit den eigentlichen Flözen und ihrer engeren Begleitung nie etwas zu tun; wo sie je einmal in ihre Nähe traten, war es stets, als griffen solche Gesteine mit Meerbewohnern wie etwas Fremdes über die Steinkohlenlagen nur gelegentlich einmal fort oder lägen aus einer andern Zeit in der Periode darunter, genau so, wie wenn ein Gebiet ehemals bewohnter Meeresboden war, dann aber nicht mehr, oder wenn es zeitweise vom Meer wieder überflutet wurde, etwa in einer Ufer-

zone. Hatte es zweierlei Meer damals gegeben: eines ganz ohne eigenes Tierleben, in dem sich bloß von fernher verfrachtet die Kohlenflöze und Begleitschichten ablagerten — und ein zweites, in dem die Meertierwelt so üppig blühte wie sonst — und hatte das zweite zwar bisweilen mit dem ersten an einzelnen Orten den Platz gewechselt, sich aber gleichzeitig nie mit ihm vermischt?



Querschnitt durch Gesteinschichten der Steinkohlenzeit mit aufrecht versteinerten Baumstämmen.

Wunderliche Sachlage, die keinerlei Deutung aus sonst bekannten Verhältnissen zuließ.

Aber noch eine wunderlichere Tatsache heischte Erklärung.

Schon dem alten Buffon hatte man nicht bloß von einzelnen Pflanzenblättern berichtet, die in den Tonschiefern neben den Kohlenadern vorkämen, sondern von ganzen versteinerten Baumstämmen.

In der Tat waren solche Stämme seither vielfältig gefunden worden, und gerade sie hatten zu dem Bilde wirklicher großer Urwälder von damals geführt. Daß es Stämme von farn-

artigen Gewächsen sein sollten, gab kein Hemmnis. Ist auch uns hier im Norden das Farnkraut wirklich nur ein „Kraut“, so braucht man bloß die Tropen zu besuchen (oder bei uns das Gewächshaus eines botanischen Gartens), um dem „Farnbaum“, dem „Baumfarn“ auch heute noch in herrlichster Entfaltung zu begegnen. Für die Schlepptheorie hatte so ein Stamm von damals auch an sich weiter kein Hindernis. Wo an der Grenze der eigentlichen, ganz zermahlenden Kohlen-Schwemmschicht in der mehr sandigen Schlammbank ein zartes Fiederblatt oder der Flügel einer Heuschrecke, die einst darauf gefressen, sich erhalten hatte: warum da nicht auch ein ganzer mitgestrubelter Baumstamm? Aber diese Stämme erlaubten sich doch noch etwas höchst Ungerliches, das entschieden gar nicht im Sinne der Theorie war.

Sie steckten nämlich vielfältig nicht wie ein braves Stück Treibholz, das die Welle nach langem Herumwirbeln endlich im Grundschlamm begräbt, horizontal oder doch ganz regellos nach allen Lagen und Richtungen hingeschmiegt im Gestein, sondern sie gefielen sich immer wiederkehrend in einer ganz bestimmten Situation, die offenkundig auf ein geheimes Gesetz deutete, — aber sicherlich kein Gesetz des regellos begrabenen Treibholzes.

Vergleute in englischen Kohlenbergwerken erlebten wiederholt folgende fatale Situation. Sie hatten einen horizontalen Stollen eingetrieben, der in der Ebene der fortschreitend abgebauten Steinkohlenader selbst lag. Plötzlich stürzte ganz unmotiviert aus der Decke dieses Schachts, also der ursprünglich auf der Ader selbst hängenden Gesteinschicht, ein großer Steinzylinder mit verheerender Wucht nieder. Eine Nachforschung ergab, daß dieser Zylinder lose in der Steinmasse oben gesteckt hatte, abgetrennt von der Umgebung durch eine Hülle mürber Kohle. Im Moment, wo die Unterlage durch den Schacht selbst abgebaut war, fiel er einfach, der Schwere folgend, in den Schacht hinein.

Es konnte kein Zweifel sein, daß man es mit der versteinerten Füllung einen hohlen Baumstammes zu tun hatte, dessen Rinde die trennende Kohlenhülle darstellte.

Dieser Baum mußte dann aber senkrecht zu der Kohlen-

aber unten gestanden haben, deren Ebene der Schacht selbst ja entsprach.

Er schien ursprünglich gleichsam aus der Kohlenmasse selber nach oben hinaufgewachsen zu sein, in die überlagernde Gesteinschicht hinein. Merkwürdige Sachlage: sollte bei dem Absetzen des Kohlenschlammes durch das Wasser einst gerade ein zufällig ganz mitgeschleifter Stamm sich senkrecht wie ein Mastbaum aus der strudelnden Masse aufgebäumt und so lange in dieser Stellung verharret haben, bis ihn die sich auf den Kohlenbrei lagernde reine Schlammsschicht umgeben und in seiner Höhlung mit ihrer später zu Sandstein verhärteten Masse ausgefüllt hatte?

Einmal mochte das als Zufall hingehen. Aber die Bergleute berichteten, daß es Regel sei, immer wiederkehre!

Gelegentlich kamen sechs und mehr Stämme zum Vorschein, die alle so senkrecht nach oben aus der Kohlenader herauf in den Sandstein strebten. Ein solcher Stamm war gelegentlich zehn Fuß lang als oben abgebrochener Stumpf, er saß aber so auf einer Ader von noch nicht einem Fuß Stärke.

Das war aber nur erst die eine merkwürdige Beobachtung.

Eine zweite betraf nicht die Decke der Flözadern, sondern umgekehrt ihren Boden.

Diesen Boden bildete der Wassertheorie nach ebenfalls eine nachmals versteinerte Schlammsschicht, die aber älter war als die aus Kohlenschlamm verhärtete Flözader und bei deren Niederschlag schon das Fundament abgegeben hatte. Nun seltsam: auch dieser Boden schien doch auch irgendeine unbegreifliche Beziehung zu der Kohlenader zu haben.

Aus der Ader stiegen gewisse Gebilde in ihn hinein (diesmal also senkrecht a b w ä r t s), die sich mit ihrer charakteristischen Spreizung und Vergabelung auch dem Auge des Laien schon als etwas ganz Bestimmtes aufnötigten: nämlich als Wurzeln oder wenigstens wurzelähnliche Organe großer Waldbäume.

Ganz gewaltig waren einzelne dieser Wurzelkörper, indem sie trotz ihrer nur fragmentarischen Erhaltung als mittleres Stützkreuz doch schon bis zu über acht Meter im Durchmesser

spannten. Da mochte ein schöner Stamm aufgefressen haben. Aber wo war dieser Stamm?

Seine Ansatzstelle verlor sich in der Kohlenader. Der Wurzelstern lag, genau wie eine absteigend sich ausbreitende echte Wurzel im Erdbreich liegt, in der die ganze Übertragenden Gesteinschicht. Wie sich nach oben zufällig senkrechte Stämme beim Niederschlag des Kohlenschlammes heraufgegipfelt hatten, so mußten hier gerade Wurzelenden sich nach unten herabgepreßt haben, und diese Wurzelenden mußten sich dabei auf eine vollends mysteriöse Weise in die doch damals schon irgendwie tragende Stüttschicht noch ganz regelrecht in korrekter Wurzelage wieder eingegraben haben.

Diese doppelseitige Häufung der allerunwahrscheinlichsten Zufälle war denn doch etwas zu stark. Und die Situation wurde noch herausfordernder durch folgenden dritten Sachverhalt.

Es drängten sich stellenweise nicht nur die Wurzeln selbst alle genau in der richtigsten Stellung nebeneinander wie ein wahrer Waldwurzelboden (bis zu 73 Stammtwurzeln wurden einmal in England an einem Fleck so gezählt) — sondern es geschah auch, daß ein Wurzelstock von unten aus dem Vobengestein mit seinem Stammende in die Kohlenader eintrat, sie vollständig durchsetzte und nach oben in dem Deckgestein als veritabler Stammstumpf noch ein ganzes Stück weiterging. Also sich ergänzende, verschmelzende Kombination beider Dinge!

Es ist schon früher erwähnt, wie solche Kohlenadern nicht bloß auf und unter je einer Sandstein- oder Schiefertonschicht gleich der Fleischlage zwischen zwei Klappscheiben in einem belegten Butterbrot einmal vorkommen, sondern wie in großen Lagern gleichsam ganze Türme solcher Butterbrote aufeinandergehäuft erscheinen: immer wieder altes Sedimentgestein aus Geröll-, Sand- und Schlammsschichten mit einer Einlage Kohle dazwischen in gleichmäßigem Wechsel; es entsteht im Querschnitt das Bild eines einzigen großen Felsblocks, in den die Kohlenadern der Flöze sich gleichsam wie die schwarzen Linien eines Notenblatts einzeichnen, parallel immer wieder in gewissen Abständen den Stein durchziehend.

Nach der Schwemmttheorie mußte man sich vorstellen, es sei

am gleichen Fleck foundso oft eine Weile einfacher Schlamm abgelagert worden, dann eine Weile Kohlenbrühe, jetzt auf diese wieder nicht vegetabilischer Schlamm, dann nochmals Kohle, abermals Schlamm und so fort, bis die beiden Produkte hübsch abwechselnd übereinander lagen wie die Etagen eines amerikanischen Wolkenkräpers.

Gerade an solchen Stellen zeigte sich aber in höchster Deutlichkeit, wie zäh und ebenfalls durchaus regelmäßig sich jenes wunderbare Wurzelsinken und Stammaufrecken aus den Kohlenflözen heraus in die tragende und lastende Gesteinschicht auch immer wieder vollzogen hatte.

In einer einzigen Schichtenfolge dieser Art, bei Rattowiz, die im ganzen 670 Meter tief hinabging, zeigten sich 27 Tonschieferböden in 27 jener „Butterbrote“, und siebenundzwanzigmal wuchsen jene gespenstischen, wurzelähnlichen Gebilde abwärts aus der Kohle in diese Böden hinein. In Nordamerika lieferte gar ein Block von 4700 Meter Dicke 76 solcher Wurzelböden, und das senkrechte Aufwachsen von Stämmen nach oben wurde in der gleichen Gegend achtzehnmal in den einander folgenden Etagen des gleichen Werks beobachtet.

Hier half alles nichts: Die Existenz dieser Bäume, die von unten in die Kohlenflöze hineinwuchsen und oben aus ihnen herausragten, erforderte eine neue und unabhängige Erklärung.

Einerlei zunächst noch, was das Flöz selber sein sollte hinsichtlich seiner Herkunft: diese Bäume hatten hier ein ursprüngliches und eigenes Existenzrecht.

Sie waren selber nicht angeschwemmt, sondern sie standen, wie sie da zutage traten, unzweifelhaft auf ihrem eigenen und ursprünglichen Wurzelboden.

Der Tonschiefer, auf dem das Flöz jedesmal lag, war ein alter Waldboden, in dem die Wurzeln oder wurzelähnlichen Stützgebilde seiner Bäume fest verankert saßen. Dieser Waldboden konnte zu Lebzeiten der Bäume unmöglich im Meere gelegen haben, denn Bäume farnähnlicher Gefäßkryptogamen wachsen nicht im Wasser, weder im Ozean noch in Süßwasserseen.

Wollte man dieses schlechterdings nicht mehr zu erschütternde



neue Grundfaktum jetzt mit der Schwemmtheorie in Einklang bringen, so war nur mehr folgendes möglich.

Ein alter Waldboden hatte seinen Landwall getragen. Auf einmal aber senkte sich das Terrain, und das Wasser eroberte den Fleck. Dieses Wasser führte als erste stoffliche Inbasion schwarze Kohlenbrühe, also irgendwo aufgewühltes und mitgestrubeltes, völlig zersehtes Pflanzenmaterial, heran und lagerte auf den alten Waldboden und zwischen die ersäufte und teilweise zu kurzem Stummel abgebrochenen Bäume das ab, was später zur echten Steinkohle sich erhärtet hat. Oft war diese erste Schicht nur so dünn, daß die Baumstümpfe oben noch herausragten. Nun trat Änderung in dem vom Wasser angewälzten Material ein: statt Kohlenbrei kam Sandschluff, der sich in dicker Butterbrotscheibe auf den schwarzen Kohlenplan legte, auch die höchsten Baumstümpfe endgültig in sich begrub und später den heute noch aufliegenden Sandstein bildete, während der alte Waldboden ganz unten, der noch die Wurzeln hegte, ebenfalls zu Tonstiefer verhärtete. Damit war das erste „Butterbrot“ fertig. In vielen Fällen geschah es jedoch, daß sich nach einiger Zeit das ganze Terrain abermals aus dem Wasser erhob. Auf der Deckschicht bildete sich ein neuer fruchtbarer Lehmboden, in dem abermals ein Wald sich ansiedelte, — so lange, bis wieder ihn das Wasser mit erneuter Senkung bedrohte, überschwemmte und ersäufte. Abermals jetzt Einschwemmen erst von Kohlenschlamm, dann von Decksand: es entsteht „Butterbrot Numero zwei“ hoch über dem Grabe von Numero eins. Langt die Zeit, so mag das siebzig- und mehrmal geschehen, — der Erfolg mußte stets der gleiche sein, und es wuchs bloß die Pyramide der „Butterbrote“ ins Ungeheure.

Da man so nahe jetzt immer wieder einem Waldbufer bleibt, das je nachdem bald steigt, bald sinkt, wird man in der Mehrzahl der Fälle und wo Meereskalke mit Wassertierresten dauernd unter den Brotschichten fehlen, das Meer als solches hier schon lieber ganz aus dem Spiel lassen und bei dem „Wasser“ an Süßwasser denken. Man wird also die ganze Situation etwa in ein Flußdelta mit vielfältig wechselndem Niveau oder an das Ufer großer Binnenseen verlegen.

Das Bild verengt sich auf alle Fälle so schon beträchtlich.

Die Bäume, die jedesmal den ursprünglichen Wald bildeten, sind, das wissen wir ja bereits, ebensogut Gefäßkryptogamen wie die Urheber der zermahlenen Kohlenmasse des Flözes selbst. Allzu weit können also diese Urheber der Kohlen Schwemmasse auch schon nicht mehr vom Fleck entfernt gedacht werden. Der Blick richtet sich höchstens auf ein noch fruchtbareres Hinterland der Küstenwälder, wo moderne Pflanzenmassen von strömenden Wassern beständig aufgewühlt werden konnten, bis sie den Fluß schwarz oder kaffeebraun färbten und dem ersäufte Küstenwalde gelegentlich die spätere Flözeinlage lieferten.

Solche von gelösten und mitgeschwemmten Pflanzenstoffen tief braun gefärbten Flußwasser sind nicht mehr bloß eine hypothetische Vorstellung, wie ein Ozean, der Kohlen Schlamm irgendwo in einem stillen Strömungswinkel anstrubelt, wie das Sargassomeer seine losgerissenen Tange. Wir erleben es heute noch bei uns, daß Flußadern sich so färben und ganze kleine Seen von ihnen die Farbe annehmen.

Studieren wir aber gerade solche noch bestehenden Verhältnisse als lehrreichstes Exempel, so zeigt sich uns die engste Ursache dieser Kaffee färbung doch in einem Ding, das unsere ganze Betrachtung bisher noch nicht gestreift hat.

Wasser, die diese „Pflanzenfarbe“ führen, kommen durchweg aus *M o o r b o d e n*.

Keine Vorstellung kann in der That geeigneter sein, uns plötzlich die denkbar beste Materialquelle aufzudecken für das Kohlen Schwemm material in diesem Falle als die großen Moore.

Wenn im Hinterland unserer Uferwälder ausgedehnte Flächen von Mooren lagen, so steht uns damit jäh eine zweifellos ergiebigste, und zwar gerade für unsern Zweck ergiebigste Bezugsquelle vor Augen, wo die überschwemmenden Wasser ihre ausreichenden Schwemm massen gelösten, bis zur äußeren Formlosigkeit zermahlenen und verwitterten Pflanzenstoff hätten herholen können.

Der Roman der Dinge wäre jetzt etwa folgender.

Die Uferwälder eines großen Flusses oder Sees werden plötzlich überschwemmt und ersäuft. Vielleicht nicht einmal, weil

der Boden unter ihnen sinkt. Sondern bloß, weil ihr Fluß oder ihr von Flüssen gespeister See sein Niveau aus irgendwelchen Ursachen an dieser Stelle erhöht, mit großen Sturmfluten ein Stück Land sich erobert, wie es an unserer Nordseeküste so oft in geschichtlicher Zeit, z. B. an der Emsmündung, geschehen ist. Diese Sturmfluten oder begleitende (vielleicht auch selbst mit erzeugende) Wolkenbrüche und Regenperioden des Binnenlandes haben große Moore landeinwärts angeschnitten, aufgeschwemmt, als kaffeebraune Brühe in ihr Wasser aufgesaugt und schwimmen diese schmutzige Pflanzensuppe jetzt auch in den ersäufte Wald, umschlammten seine abgestorbenen Baumstümpfe damit, decken den alten Waldplan damit zu — bis endlich in dem Küstenland eine Art Schwemmoor zweiter Hand entsteht — und aus diesem Schwemmoor ist das Steinkohlenflöz geworden.

Erst als diese Moorbrühe sich vollständig abgelagert, setzt sich auch der in Wolken mitgeführte Sandschlamm als eine Art Düne noch oben darauf ab und erzeugt die spätere, obere Butterbrotsschichte, den nachmaligen, oben auf dem Flöz hängenden Sandstein.

Immer mehr nähert sich das unverkennbaren Wirklichkeitsbildern auch aus heutigen Verhältnissen, — stets die beste Chance für eine Umweltwiederherstellung! Und nur eins will noch immer nicht so ganz stimmen.

Es ist doch sonderbar — und es war sonderbar eigentlich von Anfang an, bloß ging es vorher mehr in die Nebelzüge überhaupt des Heroischen unbeanstandet ein —: daß sich die Flözschicht und die Sandschicht stets so reinlich geschieden haben sollen bei der Überschwemmung.

Warum führte das Wasser offenbar längere Zeit bloß Moorbrühe und setzte sie als Kohlenmaterial ab, — nachher aber ebenso konsequent bloß Sand, der die Deckschichte lieferte? Warum ging das nicht funterbunt durcheinander?

Man mußte denken, es hätten zuerst die Torfmoore eine so überwältigend aufgärende Regenbrühe gegeben, daß sie eine Weile ganz allein alles beherrschte, — und erst dann hätte die Hochflut Zeit gefunden, auch größere Massen Dünen sand aufzuheben und heranzutragen.

Die Sache glückt in der logischen Idee wohl nur, wenn man hier einen räumlichen Unterschied annimmt. Die Moore müssen ganz in der Nähe gewesen sein, so daß sie zuerst an die Reihe kamen. Das Sandmaterial muß weiter in der Ferne gewesen sein.

Dagegen sagen läßt sich nichts. Gut, weshalb sollen die Moore tief im Binnenlande gelegen haben? Schließlich könnten sie sich gleich hinter den Uferwäldern selbst ausgebreitet haben.

Hinter den Wäldern?

Ja, aber dann gäbe es doch noch eine plausiblere Sache. Sind denn Wald und Moor etwa ein Gegensatz? Ganz gewiß nicht!

Wir denken bei dem Begriff eines „Moors“ allerdings gern an einen solchen Gegensatz. Weite Flächen tauchen uns auf, ohne Baumwuchs, mit schwankendem Moosboden. Wir denken an Gegenden über oder nördlich jenseits der Baumgrenze: den Ramm des Riesengebirges, die sibirische Tundra. Durchweg ganz niedrige, aber in unendlicher Individuenzahl gehäufte Gewächse, Moose in erster Linie, dann Binsen und Heidekraut, setzen den Teppich zusammen, der auf feuchtem, undurchlässigem Boden eine ständig wachsende schwarze Torfschicht unter sich erzeugt.

Über die Feuchtigkeit des Moors kann ebenso ursprünglich von Wäldern geschaffen sein!

Der Begriff des „Waldmoors“ ist ebenfalls ein vollkommen fester!

Oft deuten im Flächenmoor noch alte Stämme der Moorschicht selber an, daß einst ein Baummoor vorhanden war. Noch haben wir nicht weit von Berlin im schönen Spreewald solche echten Waldmoore deutlich vor Augen. In Nordamerika wachsen die Sumpfpfaffen (Taxodium distichum) der berühmten „Cypress swamps“ in ungeheuren Sümpfen mit Moorgrund. Unsere altgermanischen Forste, wie sie Plinius und Tacitus noch gesehen und beschrieben haben, die Heimat damals der Wisentiere, Elentiere und Wiber, sind nicht viel anders gewesen, und nur weil dieser eigentlich autochthone, von Menschenhand noch unberührte europäische Wald uns fast unbekannt geworden ist,

hat sich für uns auch die natürliche Verknüpfung von feuchtem Walb und Moor so stark verloren.

In der Tat: es gibt nichts, was uns hindern könnte, in jenen uralten Uferwäldern der Steinkohlenzeit ebenfalls rings um die Bäume her einen echten und rechten Moorgrund voraussetzen, — ließen doch diese Wälder an „Unberührtheit“ sicherlich nichts zu wünschen übrig.

Wenn wir noch heute alle unsere Moorgründe ganz besonders mit kryptogamischen Pflanzen bewachsen finden, mit Moosen, Bärlappen, Schachtelhalmen, so steigert sich erst recht die Ähnlichkeit. Allerdings fehlten jenem Urweltswalde die Moose, aber seine Farne, Bärlappe und Schachtelhalme bildeten dafür selbst die Waldbäume von damals, es war also sogar das Waldmoor bis in seine höchsten Wipfel hinauf ein kryptogamisches Moor im verwegensten Sinne.

Von dieser Überlegung aus bedarf es nun nur noch eines einzigen kleinen Schrittes, und es löst sich das letzte Rätsel.

Wenn die Bäume jener Uferwälder schon zu ihrer gesündesten Lebenszeit sich aus einem Moor erhoben, so wird die Frage akut, ob erst die Wetterkatastrophe noch Moormassen hierher zu verstrudeln und zwischen den Stämmen abzulagern brauchte. Oder ob nicht das bereits an Ort und Stelle seit alters vorhandene Waldmoor selbst genügte, um die Steinkohlenader zu erzeugen.

War das spätere Flöz nicht einfach das ursprüngliche Moor selbst?

Es kehrte hier ein alter Gedanke zurück, der schon zu Buffons Tagen von Verolbingen ausgesprochen worden war: alle Kohle sei letzten Endes nur ein Umwandlungsprodukt von Torf. Braunkohle sei noch geringer versteinerner Torf, die Steinkohle schon vorgeschrittener Torfstein.

Die Rolle des Wassers ist naturgemäß bei jeder Torfmoorbildung unentbehrlich, — man brauchte es, wenn man sich jene Uferwälder jetzt schon von Anfang an durch und durch zwischen ihren Bäumen vermoort dachte, nur als gleichsam dauernde Zugabe und nicht erst für eine Schlußhochflut. Aber es ging gleichzeitig so auch in den ruhigen Teil des Bildes ein.

Langsam durchsichert, baute sich in langen Zeiträumen ganz ruhig am Fleck das Moor und mit ihm das Material des künftigen Flözes. Wo es sehr dick wurde, da mochte es viele einander folgenden Generationen von Waldbäumen überbauern, es verschlang die morschen Reste der älteren und ließ neue in sich wurzeln und aus sich heraussteigen. Kam dann endlich die Hochflut, die den letzten dieser Wälder knickte und ersäufte, so blieb diesen höchsten Wassern gar keine große Arbeit mehr. Mögen sie das Moor noch ein letztes Mal ordentlich aufgeweicht, aufgewühlt, durchknetet, noch ebenmäßiger geschichtet haben, — von eigentlichem Verschwemmen war jedenfalls für gewöhnlich gar keine Rede mehr, und so kam auch keinerlei Mischung mit dem zugestrubelten Sande der Hochflut in Frage.

Dieser Sand lagerte sich vielmehr notwendig ganz oben auf den Moorgrund. Ragten die Sümpfe des letzten Waldes noch über diesen Grund, so füllte der Sand ihre Höhlungen und begrub sie äußerlich in seiner Masse, die später, zu Sandstein erhärtet, auf dem zu Kohle erhärteten Moor stand. Und so mochte der Prozeß sich ungezählte Male wiederholen: auf dem Sande siedelte sich wieder ein Waldmoor als neue Sohle an, um zur Wende seiner Zeit das gleiche Schicksal zu erleiden; und so fort.

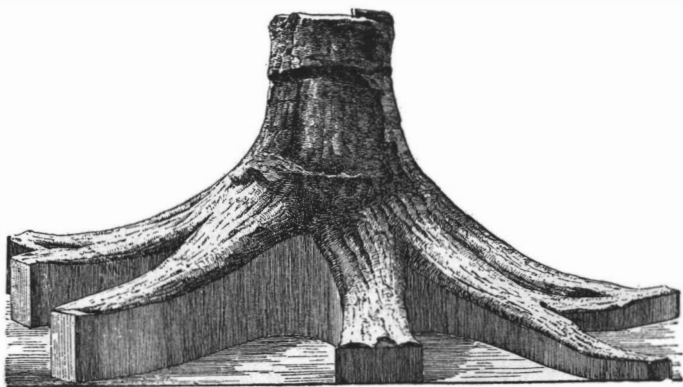
So war der Kreis der Dinge abgeschritten bis wieder zum Ausgangspunkt.

Die Steinkohle, die der kühne Gedanke durch die fernsten Ozeane gestrubelt,kehrte zu ihrem Fleck selbst heim. Wo sie heute lag, da war sie auch organisch gewachsen. Die Karte der heutigen Steinkohlenflöze bezeichnete genau auch das Gebiet der Sumpfwälder von damals, den Sitz der gesuchten Landflora. Nicht in einem mysteriösen Hinterlande von nirgendwo und überall hatte sie gegrünt, sondern da, wo heute unsere Industrie ihr Erbe fand.

Man brauchte dabei das Kind nicht mit dem Bade auszuschütten. Nichts stand im Wege, innerhalb des Hauptfaktums gelegentlich und lokal auch an wirklichen Wassertransport, vor allem an Zusammenschwimmen loser Äste, Stammstücke, Blättermassen uff. zu denken. Es gibt immer einzelne Flöze, die auf-

dringlich stark an solche Situation gemahnen, und es wird Aufgabe des Geologen sein, daß im einzelnen noch wieder zu sondern. Auch hier aber konnte es sich niemals um sehr weite Verfrachtung handeln, so wenig wie etwa um ganze fortgeschwemmte Moore. Wo aber die Flöze sich endlos gleichmäßig dehnten, wo die Wurzeln unten, die Stümpfe oben noch so deutlich den ursprünglichen Stand am Fleck markierten, — da gab es jortan keine sinnreichere logische Lösung als jene.

Es waren die Wurzelgebilde selbst, die alsbald noch eine wahre Stütze dieser endgültigen Theorie bilden sollten.



Gegenannte Stigmarie.

Nach dem Stammstumpf in der K. Vergakademie zu Berlin.

Stigmarien, Narbenbäume, hatte man diese sonderbaren Reste benannt, die stellenweise in solcher Massenfaltung auftraten, daß jeder Baie darauf aufmerksam werden mußte.

Betrachtet man eine solche Stigmarie, wie sie in unsern größeren naturhistorischen Museen aufgestellt zu sein pflegt, so erscheint sie für den ersten Anblick unzweifelhaft als eine Baumbasis.

Nach oben sitzt an ihr in mehr oder minder beträchtlicher Länge bei günstigster Erhaltung noch ein wirklicher Stiel Stamm, zum sicheren Beweise, daß ein Baum von ihr ausging.

Sie selbst erscheint dann als ein mehrfach gegabeltes Kreuz,

dessen Arme horizontal dahinkriechen. Eine ursprüngliche einfache Gabelung scheint dem Kreuze zugrunde zu liegen. Man könnte versucht sein, an die ersten derben, dick berindeten Stammbasal-Balken einer unserer tief im Sande ausgewaschenen Strandkiefen zu denken, die noch ganz frei liegen und dem Wanderer oft so bequeme Sitzbänke bieten, und dazu passen scheinbar die eigentümlichen napfartigen, in der Mitte genabelten Narben der Gabelarme, die dem Ganzen zu seinem Namen verholfen haben.

Die tatsächliche Fundlage im Sohlengestein der Flöze lehrt indessen, daß es sich nicht um solche oberflächlichen Quadern, sondern um echt unterirdische Gebilde handelt.

Die hergebrachte Laienvorstellung würde also sagen: um echte „Wurzeln“.

So viel steht wenigstens zunächst fest: man steht vor unterirdischen Stützorganen sehr hoher (bis zu 30 Metern), aber gleichzeitig durchweg ziemlich dünner Stämme. In den Narben erst saßen feine Anhängsel, die oft erstaunlich gut erhalten sind, — wahrscheinlich bildeten sie erst im engeren Sinne von eigentlichen Saugorganen zur Nahrungsaufnahme die ganz echten „Wurzeln“. Ihre gute Erhaltung ist allein schon ein sicherer Beweis, daß ein solcher Strunk bis heute an seinem natürlichen Fleck sitzen muß und nicht erst vom Wasser herumgestrubelt sein kann. Was aber noch viel lehrreicher als das ist, ist die ganze Gestalt der großen unterirdischen Stützbalken selbst.

Wenn ein Mensch in den Sumpf gerät, so spreizt er die Arme möglichst weit auseinander, um sich zu halten. Tiere, die gewohnheitsmäßig auf Sumpfboden schreiten müssen, haben ihre tragenden Fußflächen entsprechend dauernd gespreizt. Der ganze Wiederkäuer-Spalthuf ist ursprünglich eine solche Sumpfanpassung, und der südamerikanische Sumpfhirsch, die afrikanische Sumpfantilope stellen mit ihrer Spreizung das Extrem dar. Die Faffana, das schöne Blätterhühnchen der südamerikanischen Ströme, überschreitet die großen, schwankenden Teller der Wasserrosen auf geradezu ungeheuerlichen Spreizfüßen.

Entsprechend nun sehen wir Bäume, die in nassem, weichem Terrain wurzeln, ihre Wurzelstützen wie ein Spinnenneß



horizontal ausspinnen. Unsere gewöhnlichen Kiefern nehmen diese Wurzelstellung regelmäßig ein, sobald sie auf Moorboden wachsen.

Die Wurzeln können unbeschadet ihrer Leistung als Nahrungsorgan diese flache, aber breite Stellung ohne Tiefengang wählen, da gerade dieser dauernd feuchte Boden ein tiefes Wasserfuchen der Wurzel nicht nötig macht. Steht ein Baum auf sehr dürrer Boden, etwa gar im Wüstenand, so kann er seine Wurzeln als Pfahlwurzel gar nicht tief genug hinabschicken, um noch etwas Grundwasser zu erlangen. Bis zum Zwanzigfachen ihrer oberirdischen Länge steigen solche durstigen Wüstenwurzeln gelegentlich hinab, während umgekehrt die Sumpfwurzeln fast sofort abbiegen und sich bei überall reichlicher Nahrung in ihrer Stellung vor allem dem hier so nötigen Stützwerk durch Ausbildung riesiger Horizontalsterne widmen.

Ganz unter diesen letzteren Fall rechnet man nun offenbar auch das kolossale platte Holzkreuz der Stigmarien. Mit dem Auge Darwins suchen wir in der Form die Anpassung, und wir finden sie für diese Urstage genau wie für die Gegenwart in dem Wurzeln im Moor, im feuchten Schwamfgrund, das die Pfahlwurzelform verläßt zugunsten der horizontalen Krost- oder Sternform. So erzählen uns die Stigmarien selbst, wo sie standen, — nämlich mitten im Waldmoor.

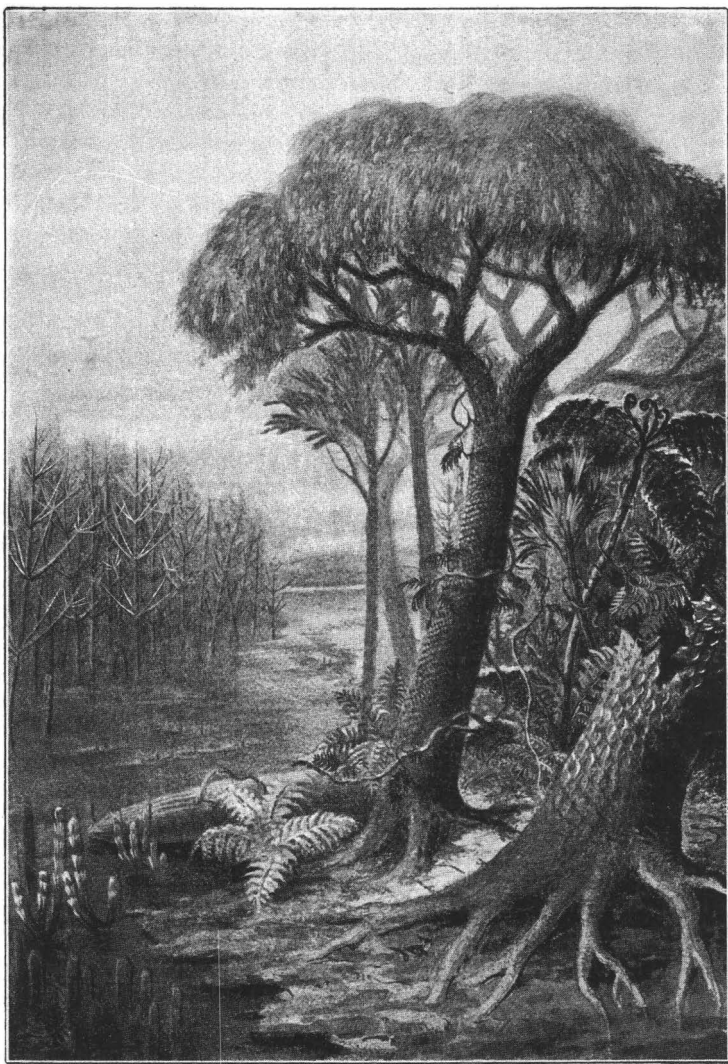
Indem unser geistiger Blick aber eine solche Stigmarien aus dem Museum wieder in ihren ursprünglichen Grund vor Jahrmillionen verpflanzt, folgt er ihrem Wachstum aufwärts zum Licht empor, — er sucht den ganzen Stamm wieder bis zur Krone, den sie zu ihren Lebzeiten trug.

Die Frage taucht auf nach der engeren Art dieser Bäume von damals.

Als Gefäßkryptogamen haben wir sie allgemein bisher bezeichnet.

Seit man aber nach langem Suchen auf einzelnen Stigmarien noch größere Teile des oberirdischen Stammes selbst entdeckt hat, ist man viel genauer noch unterrichtet auch über die engere Zugehörigkeit.

Jedermann kennt unsern kleinen, auf feuchtem Waldboden



Steinkohlenwald  
mit Schuppenbäumen (Lepidodendraceae).

friechenden Bärlapp, dessen Sporen im Wolfe Hegenmehl heißen, und seine in unsern Gewächshäusern gern verwertete Stammesgenossin, die zierliche Selaginella. In der Gegenwart spielen diese den Farnen eng verwandten, wenn auch äußerlich mehr moosähnlichen Bärlappgewächse keinerlei bedeutende Rolle mehr.

Um so interessanter wirkt die Tatsache, daß die Stigmarien durchaus zu bärlappähnlichen Gewächsen gehörten, die also damals hohe, schwer verankerte Waldbäume bildeten; noch heute besitzen gewisse tropische Bärlappe der Familie der Psilotazeen unterirdische Stützorgane, die sich im kleinen durchaus nach Stigmarienart horizontal vergabeln und einen Pelz feiner echter Wurzelhaare tragen wie die Stigmarienpfeiler ihre wurzelartigen Anhängsel. Gewisse Merkmale der stigmarienbildenden Steinkohlen-Pflanzen erinnern auch an die den Bärlappen etwas entfernter verwandten Isoetazeen oder Brachsenkräuter, die gegenwärtig nur noch in einer einzigen Gattung an feuchten Plätzen oder sogar unmittelbar im Süßwasser leben.

Zwei Hauptgruppen unterscheidet man gewöhnlich bei den von Stigmarien getragenen alten Stämmen: die Schuppenbäume (Lepidodendraceae) und die Siegelbäume (Sigillariaceae).

Beide Namen werden veranlaßt durch den Umstand, daß, wie die Stigmarien=Wurzelstöcke selbst, so auch die oberirdischen Stämme auf ihrer Oberfläche mit eigentümlichen, bald mehr schuppenartigen, bald mehr siegelartig vertieften Skulpturen versehen sind. Diese Skulpturen sind aber hier nicht die Näpfe für ausstrahlende Nährwurzeln, sondern die Ansatzstellen resp. Abbruchstellen von Blättern.

Jede „Schuppe“ der Schuppenbäume war das dicke Blattpolster mit der Narbe des (am unteren Stamm stets abgefallenen, an den oberen Zweiggabeln zu Lebzeiten noch anhängenden) Blattes selbst.

Die wie mit einem Pestschaft in die Stammsfläche eingepreßten „Siegel“ der Siegelbäume waren dagegen meist einfache Blattnarben ohne Polster.

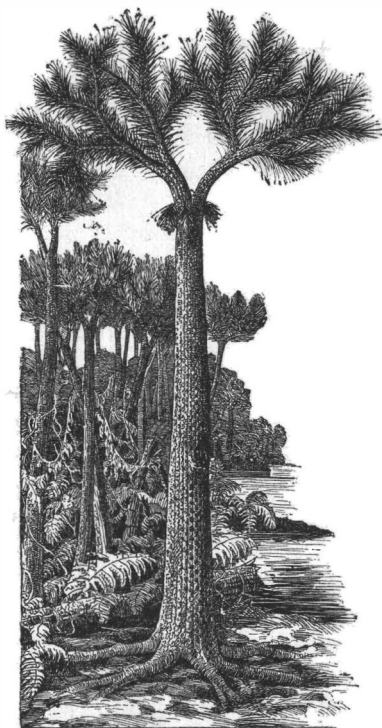
Die Anordnung dieser zierlichen Skulpturen ist auch auf dem entblätterten Hauptstamm von der größten Regelmäßigkeit, mathematisch fast bis zur Langweile. Die Schuppenpolster stehen

in starren Schrägzeilen, die Siegel in graden Längszeilen. Irgendwelche rissige Rorkenbildung fehlt in dieser Tapete als Abwechslung fast vollkommen, da die Haut dieser Stämme dem inneren Dickenwachstum wie ein elastischer Kautschukschlauch einfach durch Dehnung folgte.

Die Blätter selbst waren dünn und lang gestreckt. Die Blüten hingen in Gestalt mächtiger Zapfen bald wie die Riisse der Kokospalmen aus dem Winkel der ersten Stammgabelung herab (so bei allen Siegelbäumen, wo ihre Stiele am Stamm besondere kenntliche Narben hinterlassen haben), bald saßen sie als solche Zapfen an den Zweigenden wie derbe Kastanienknospen.

Im ganzen wird man sich für das beblätterte Zweigwerk immer am ehesten riesenhaft vergrößerte Bärlappstäbchen zur Rekonstruktion vorstellen, und solchen entsprach auch am meisten die mit größter Konsequenz hier oben in den Ästen genau wie bei den Stigmarien unten durchgeführte reine Gabelteilung.

Es liegt in dieser einfachen, großen Gabelung der paar Zweige, die stets das einzige Zweignetz darstellte, falls überhaupt (was bei den Sigillarien keineswegs immer Regel gewesen zu sein scheint) eine Astbildung stattfand, wiederum ein äußerst lehrreicher Zug. Diesmal weniger für die Anpassung als bereits uralte Pflanzenlogik, als für die Logik der geschilderten Entwicklung des Pflanzenstammbaums.



Wiederhergestelltes Bild von Siegelbäumen (Sigillariaceae) der Steinkohlenzeit.

Der Stammbaum der Pflanzen ist unserer Kenntnis von heute nicht entfernt so deutlich, wie trotz aller Unsicherheit im einzelnen der der Tiere. Nur gewisse allergrößte Zeitlinien lassen sich zur Not erkennen.

Wie schon oben einmal gesagt, ist die Abstammung aller vielzelligen Pflanzen von ursprünglich einzelligen sozusagen ein logisches Postulat, das wohl kaum bestritten wird. Wann diese Entwicklungsstufe aber zeitlich erreicht worden ist, entzieht sich jeder Erkenntnis. Als der Vorhang über der Urwelt des Lebens für uns aufgeht (aus gewissen Gründen weit verspätet aufgeht), ist diese Sache zweifellos längst vollzogen.

Als erste Vielzeller mit einfachster Gewebebildung mögen dann immerhin im Sinne des früher Gesagten die Algen gelten. Daß die Albern von Graphit, angeblich einer bis zum Extrem in strukturlosen, auch mikroskopisch nicht mehr zugänglichen Stein verwandelten Pflanzenkohle im vorkambrischen Gestein, von urtümlichsten Algen, Seetangen der wirklichen Armeere, stammen, hat sich leider nicht beweisen lassen. In den Meeres sedimenten der kambriischen, silurischen und devonischen Perioden (also noch vor der Steinkohlenzeit) liegen umgekehrt durchaus nicht solche Algenmassen als erkennbare Reste, daß man für diese Zeiten noch von einem fortbestehenden Zeitalter der Algen sicher sprechen könnte.

Wahrscheinlich reicht die systematisch nächsthöhere Stufe, die der farnähnlichen Kryptogamen, bereits tief in diese Perioden hinein.

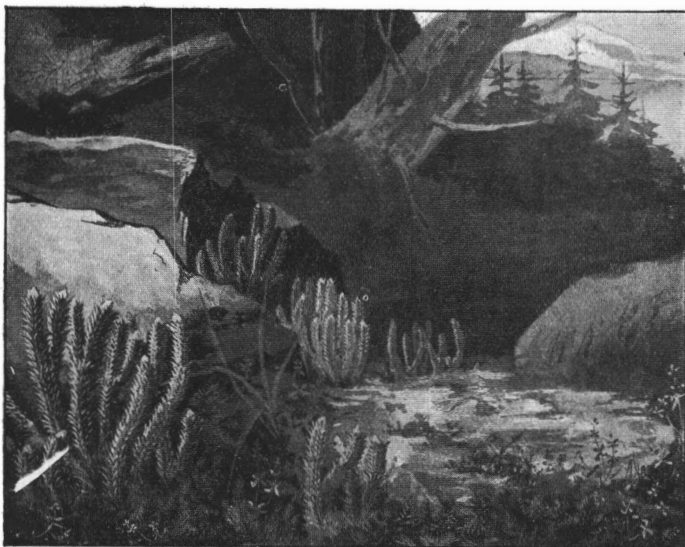
Jedenfalls ist so viel sicher, daß wir mit den Steinkohlenwäldern plötzlich durchaus schon bei ihr stehen.

Über die Abstammung dieser Farne (auch die Bärlappe und Bärlappverwandten sind, ebenso wie die Schachtelhalme, im weiteren Sinne nur solche Farngewächse!) von den Algen haben wir bei dieser Sachlage nur mehr oder minder lose Vermutungen. Ein gewisses Licht aber wirft darauf eben jene merkwürdige Gabelteilung der Schuppen- und Siegelbäume.

Wenn es auch im Sinne des früher Gesagten nicht eben wahrscheinlich ist, daß die Urweltserde zu irgendeiner Zeit bloß von Wasser bedeckt war ohne Landbildung, so spricht doch

andererseits viel dafür, daß fast in allen Stammbaumlinien des Lebens die Anfänge im Wasser lagen und die Landformen erst einigermaßen vorgeschrittene Formen waren. Das Leben ist eben ursprünglich wohl ein Wasserprodukt gewesen, und das Wassergebiet der Erde ist, unbeschadet, daß schon Land da war, zuerst von ihm nachhaltig erobert worden.

Das gilt in sichtbarster Weise für die Tiere, bei denen nahezu alle niederen Formen bis zur Mitte des Hauptstamm-



Bärlapp als Vegetationsform von heute.

baums noch jetzt im Wasser leben und überall nur die oberen Spitzen der höchsten Stämme (die Wirbeltiere jenseits des Fisches), die Insekten und Spinnen, die Lungenschnecken) dauernd sich zum Landleben gewendet haben. Es steht nicht das geringste im Wege, es sich ebenso von der Pflanze hypothetisch zu denken.

Wir werden also bei der Betrachtung der verschiedenen Anpassungen, wie sie der Bau aller niederen wie höheren Pflanzen ja überall sichtlich verkörpert, zunächst bei den ältesten Pflanzen Anpassungen an das Wasserleben voraussetzen.

Vergleiche ich nun eine wasserbewohnende Alge von heute, etwa den an unserer Nordseeküste allverbreiteten Blasentang, mit einer beliebigen Landpflanze, etwa einem Rosenstock, so ist ja im ganzen Typus nicht zu verkennen, daß die Rose außerordentlich viel feiner, verwickelter, überhaupt vielseitiger gebaut ist als der Blasentang. Bei dem Blasentang kann ich beispielsweise noch nicht einmal einen tragenden Stengel und ein gesondertes, der Luftnahrung gewidmetes grünes Blatt unterscheiden, diese Organe fließen bei ihm noch in eins zusammen. Das sind Punkte, in denen ganz allgemein ein Fortschritt in der Organisation und ihrer Arbeitsteilung und Bauversteinerung steckt, unabhängig von Wasser- und Landanpassung.

Im weiteren sehe ich aber dann zwischen meinem Blasentang und meiner Rose oder sonst einer beliebigen Pflanze meines Gartens oder einem Baum meines Waldes einen besonderen Unterschied darin, wie die ganze Figur abgesehen noch davon gegliedert ist, — ich bemerke einen verschiedenen „Baustil“, und der führt mich jetzt wirklich auf Gegensätze zwischen Wasser und Land.

Mein Blasentang ist ausgesprochen gabelig gelappt, immer wieder bilden seine Leibesteile reine Gabeln mit zwei gleich groß auseinandergehenden Gabelzinken.

Meine Garten- und Waldpflanzen und -bäume sehe ich dagegen allenthalben durchaus nicht so als einfache Gabelkomplexe vor mir. Der Ahornbaum vor meinem Fenster verzweigt sich zwar auch, aber es geht dabei durchaus nicht so zu, daß etwa auf gewisser Stammhöhe zwei genau gleich starke Äste als Gabelzinken nach rechts und links abzweigten, daß diese sich dann nach einer Weile wieder genau gabelig verzinkten und so fort. Eine so vergabelte Baumkrone würde höchst seltsam aussehen, sie böge nach den Seiten unverhältnismäßig weit ab und erzeugte außerordentliche Fernbelastungen der Achse. Statt dessen bauen sich meine Bäume in Wirklichkeit da draußen hübsch in Rispen oder Trauben empor, das Ganze strebt nach einer gewissen Eiform ohne unsinnige Zerrung an der Hauptachse, und so entsteht die feine geschlossene Krone, die unser

ganzes Landschaftsbild vom kleinsten Krautbusch bis zur höchsten Fichte beherrscht.

Dabei ist der Nutzen, der überhaupt zur Verzweigung führt, bei beiden der gleiche: der gabelige Tang soll ebenso wie der Landbaum möglichst viele Flächen seines Körpers dem Lichte entgegenstrecken.

Aber der Tang lebt im Wasser, wo seine Äste vom Element alle willig getragen werden, ohne sich um die Schwere kümmern zu müssen; er kann seine Gabeln ins Endlose hinausverzinken, ohne jede Gefahr, daß der Ausgangstamm, der unterste Gabelgriff, die Hauptachse, jemals vom zu weiten Ausgreifen der Zinken brechen könne.

Der Landbaum dagegen ragt in der freien Luft empor, der es nicht einfällt, ihn irgendwo zu tragen, er muß sorgen, daß er das möglichste Lichtstrecken und Lichtfuchen seiner Blätter immer doch vereinige mit einem Astbau, der im Schwerpunkt zusammenhält und ihn straff in der Hauptachse läßt, damit nicht alles buchstäblich auseinanderbreche.

Das reine Gabelprinzip ist also ein Wasserprinzip, das mit Wasserverhältnissen rechnet und sich auf sie verläßt. Auf dem Lande in der nicht tragenden Luft wäre es unpraktisch, und so sehen wir es im Sinne konsequenter Anpassung auch von den Landpflanzen von heute durchweg verlassen.

Nehmen wir mit der Einsicht in dieses Verhältnis jetzt zu den Schuppen- und Siegelbäumen des Steinkohlenwaldes zurück, so muß uns notwendig zu denken geben: diese Bäume wuchsen nicht wie Tange im Wasser und zeigten doch eine ausgesprochene Neigung zu reinem Gabelbau.

Die rekonstruierten Bilder weisen deutlich eine Hauptgabel und dann entsprechende einfache Weitergabelungen. Eine gewisse Grenze und damit doch eine Annäherung der Krone wenigstens an eine Dolben- oder Pinienform ist natürlich da, denn sonst hätte keiner dieser Bäume auch nur eine Stunde lang sich in der Balance halten können. Aber ebenso zäh ist die Neigung, doch bis zum Äußersten mindestens an der reinen Gabelung auch auf dem Lande festzuhalten.

Die naheliegende Lösung ist, daß wir eben noch auf einen Übergang blicken.



Diese Steinkohlenbäume stehen bereits hoch über dem Seetang. Sie grünen auf dem Lande, in freier Luft. Sie besitzen Wurzeln, Stämme, Äste, Blätter. Trotzdem zeigen sie noch eine ganz bestimmte Tangeigenschaft mehr als die Bäume von heute: die Neigung zur Gabelung. Auf dem Lande produzieren sie noch eine hier widersinnig werdende Wassermethode. Bei ihren Nachkommen, den Landpflanzen von heute, ist diese Methode eben wegen ihrer Widersinnigkeit allmählich ganz abge schafft worden. Damals hielt die Vererbung sie dagegen gerade noch eben fest.

Die Vererbung, woher?

Von damals noch näheren Ahnen, die im Wasser gelebt und dort die Gabelteilung kultiviert hatten, — von gewissen den heutigen Seetangen ähnlichen Vorfahren!

So wird die Gabelung der Schuppen- und Siegelbäume auf einmal ein Beweisstück für den Stammbaum.

In diesem Stammbaum der Pflanzen muß es ein allgemeines Seetang-Stadium gegeben haben, — nicht bloß, weil die Alge, der Tang, allgemein ein Stück niedriger organisiert ist wie die höheren Gewächse, sondern jetzt auch, weil in diesen alten Steinkohlenbäumen ein sonst unerklärliches Stück „Mehr“ noch vom Seetang steckt als in der ganzen heutigen Landflora, trotzdem sie offensichtlich selber schon zur Landflora gehörten.

Die Grundtatsache läßt sich noch mit mancherlei Material stützen.

Noch heute zeigen die ersten Keimblätter (Kotyledonen) unserer Landpflanzen vielfach zunächst eine ausgesprochene Gabelteilung und bewähren damit (indem sie die Ahnenform embryologisch zuerst noch einmal flüchtig wiederholen) das auch im Pflanzenreich gültige biogenetische Grundgesetz Haeckels, das besagt, die Ontogenie oder Entwicklung des Einzelwesens sei vielfach eine Wiederholung der Phylogenie, der Entwicklungsgeschichte der Ahnen der ganzen Art. Unter den Pflanzen des Steinkohlenwaldes aber läßt sich die ausgesprochene Gabelneigung auch sonst noch deutlich nachweisen.

Es waren ja nicht Sigillarien und Schuppenbäume allein, die diesen Wald bildeten. Im Sinne unserer gegenwärtigen

Erdbperiode so recht näher gebracht wird er uns erst durch die Tatsache, daß auch die eigentlichen Vertreter des Farnstammes, die Farnkräuter im strengen Wortsinne, in ihm in märchenhafter Uppigkeit wucherten.

Sie bildeten nicht nur starke Bäume, wie das heute noch in den feuchten Tropentälern geschieht. Sondern sie reichten dünne, aber ungeheuerlich lange Stämme auch nach Art unserer Urwaldbianen und Kletterpalmen an fremden Baumriesen empor, krochen in das fremde Geäst, hingen in schwindelnd kühnen Girlanden und Rehen von Baum zu Baum, — kurz: woben einen hängenden Farnwald noch einmal um und über den ganzen andersartigen Wald, so daß ein Menschenauge oft nichts gesehen hätte als eitel lichtgrünes Farnge spins t, in dem alles so dick versponnen lag, wie in Dornröschens Hag.

Auch diese Farne nun weisen deutlich so manche altertümliche Spur.

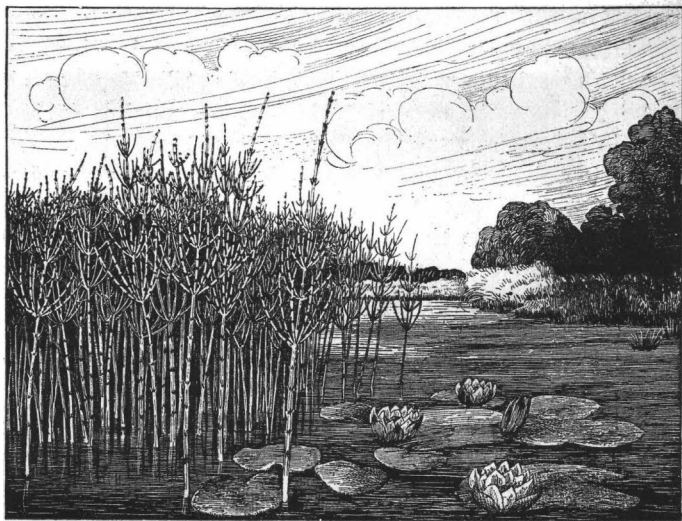
Bald zeigten sie die wunderlichste, für Landpflanzen höchst unpraktische Blattstellung, die wohl heute nur noch der bekannte „Baum der Reisenden“ (ein Bisang-Verwandter) bewahrt: daß nämlich die Blätter nicht rings um den Stamm saßen, sondern nur in zwei gegenständigen geraden Reihen, so daß die Pflanze eine völlig flache Krone, wie ein Schiffssegel, bekam.

Ganz besonders aber blühte auch bei diesen echten Farn die Gabelteilung. Während auch heute noch die Bärlappe gern gabeln, haben die lebenden Farne sich in diesem Punkte sehr von ihren Steinkohlenahnen entfernt, und das Verhalten von damals wäre also um so unerklärlicher, wenn es nicht eben auch das noch nähere Erbe des alten Seetangbaues spiegelte.

Spuren des Gabelprinzips lassen sich sogar noch bei dem dritten Haupttypus farnartiger Gefäßkryptogamen, der neben Bärlappverwandten und echten Farnen den Steinkohlenwald beherrschte, nachweisen: den sogenannten Kalamariazeen, ebenfalls baumförmigen Gewächsen, deren nähere Verwandtschaft zweifellos in unseren Schachtelhalmen gesucht werden muß.

Nachdem man die zuerst als „Kalamites“ beschriebenen Stämme und Steinkerne glücklich mit den anfangs gesondert als „Annularia“ in den Lehrbüchern aufgezählten beblätterten

Seitenzweigen zu einem einzigen Wesen wieder vereinigt und auch die Blüten hinzuentsandt hatte, erschienen auch diese Ur-Schachtelhalme, wie wir sie nennen mögen, als imponierende Charaktergestalten des alten Waldes. Noch heute gibt es in den Tropen vereinzelt baumhaft große, bis zu sieben Metern hohe echte Schachtelhalme. Von der Triaszeit an sind entsprechend große und noch größere echte Schachtelhalme unserer Gattung *Equisetum* auch versteinert schon bekannt. Sene



Sumpfschachtelhalme als Vegetationsform von heute.

noch älteren Kalamariazeen der Steinkohlenzeit gingen auch schon höher hinauf: bei meterdicke Schaft brachten sie es bis auf zwölf Meter. Mit ihrem feinen Laube werden sie von weitem fast mehr Araukarien als Schachtelhalmen geglichen haben. Jedenfalls aber gaben auch sie, zu ganzen Waldbeständen an den nassesten Moorstellen vereint, dem Waldbilde von damals einen bezeichnenden Zug.

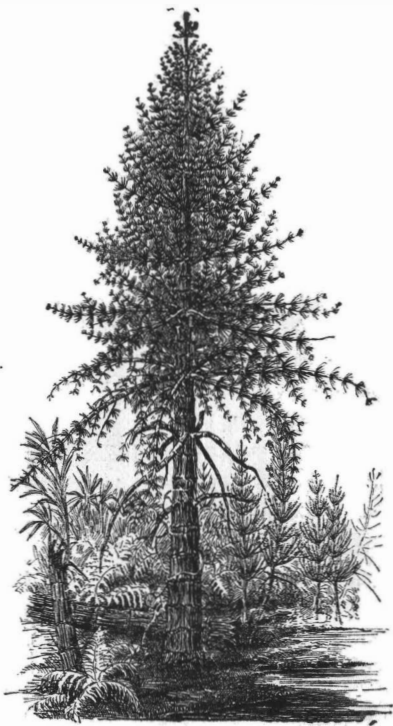
In dieser Hauptform war nun bei ihnen zu Gabelbildungen allerdings keinerlei Anlaß. Aber bei einer ganz

urtümlichen Gruppe von damals, die man als Prototalamariazeen von ihnen noch unterschieden hat, stoßen wir doch auch hier auf deutlich gegabelte Blätter zum Zeichen, daß das rückständige Prinzip selbst hier noch spukte.

Der Vergleich eines solchen alten Schachtelhalmbaumes mit einer Araukarie, der sich so ungesucht gibt, ist dabei mehr als ein bloßer Vergleich. Er hat eine tiefe chronologische Bedeutung.

Unsere Araukarien von heute, diese wundervollen, meist mathematisch regelmäßig gebauten Nadelhölzer der Südhälfte, die als lichtgrüne, kleine

„Bimmertanne“ jede Blumenfreundin heute mit Entzücken hegt, während sie in den Gewächshäusern unserer botanischen Gärten zu wirklichen kolossalen „Tannen“ auswachsen, — sie tragen nicht umsonst in ihrem ganzen Habitus etwas von der starren Grazie eines Schachtelhalms, vereint mit einem schuppenartigen Blätterbau, der oft auffällig an Bärlappe erinnert, zur Schau.



Wiederhergestelltes Bild eines baumförmigen Schachtelhalmgewächses der Steinkohlenzeit (Calamariaceae).

Wie in den Molchfischen und eierlegenden Schnabeltieren Australiens bei den Tieren, so ist uns bei den Pflanzen in diesen südamerikanischen und australischen Araukarien ein uralter Typus des Nadelholzes erhalten, der selber bis an die Steinkohlenzeit nahe heranzuführt. Mit dem Begriff Nadelholz ver-

lassen wir allerdings plötzlich vollkommen die Stufe der farnartigen Gefäßkryptogamen. Wir steigen rein systematisch eine ganze Gruppe höher.

Alles, was Nadelholz heißt, also alle unsere Tannen, Fichten, Kiefern, Lärchen und so weiter bis zur fernen Araucarie, gehören bereits zur großen Obergruppe des Pflanzenreichs, den nach altem Brauch sogenannten „Phanerogamen“.

Unter diesen Phanerogamen unterscheidet die hergebrachte, obwohl in ihren Namen für den heutigen Forschungsstand etwas rückständige Systematik nochmals zwei große Unterabteilungen: die Gymnospermen oder nacktsamigen und die Angiospermen oder bedecktsamigen Samenpflanzen.

Alle Phanerogamen, also die Hauptmasse dessen, was der Laie überhaupt bei uns heute als Flora sieht, sind Angiospermen mit einziger Ausnahme eben der Nadelhölzer, der tropischen (von unsern Kirchenfesten und Begräbnissen allgemein durch ihre angeblichen „Palmwedel“ bekannten) Zykadeen oder Palmfarne und der meist wenig beachteten, kleinen Gruppe der Gnetazeen, zu der die wunderbare Wüstenpflanze Welwitschia gehört.

Schon dem anatomischen Bau sowie der Verbreitung nach wird es in hohem Grade wahrscheinlich, daß diese letzteren, die Gymnospermen von heute, im Stammbaum eine ältere, jugendlichere Gruppe darstellen als die Angiospermen, zu denen alle unsere höchst entwickelten Blumenpflanzen gehören. Von ihren drei Typen spielt nur noch einer, der der Nadelhölzer, eine wirklich bedeutende Rolle im unendlich vielgestaltigen Vegetationsbilde der Erde. Die Zykadeen oder Palmfarne sind auf die Tropen beschränkt und selbst dort durchweg weit im Hintergrund gegenüber etwa einem so aufdringlichen tropischen Angiospermen-Typus, wie den echten Palmen. Die Gnetazeen führen nur noch ein ganz verborgenes Dasein. Selbst der Nadelholz-Typus weist aber erkennbare Züge von Niedergang.

In der gemäßigten Zone bei uns in Europa tritt er uns ja noch so imposant entgegen, daß niemand daran denken sollte. Zum Teil wirken aber hier schon zufällige Gründe mit. Europa

ist zum großen Teil engkonzentriertes Gebirgsland, und das begünstigt die Fichte. Zum andern Teil ist es überwiegend Kulturland mit angepflanztem Kulturwald, und das begünstigt die nutzbringende Kiefer und im Parkgelände die schönen ausländischen Koniferensorten. Der echte alteuropäische Urwald vor Eingreifen des Menschen war dagegen schon sehr stark reiner Laubwald. Bereits in der Diluvialzeit war der stolze Nadelholzbestand Europas längst bis auf den letzten Stamm hingeschwunden: die kolossalen Sumpfsypressen und Wellingtonien, die heute nur Nordamerika als letztes Refugium der Tertiärflora lebend noch bewahrt hat. Auch dort in Amerika gehen aber jetzt die Wellingtonien sichtbar ein, ihre letzten herrlichen Stämme von Domturmhöhe ragen nur noch an einem einzigen Fleck, in Kalifornien, in urtümlicher Wildheit himmelan, in ihrem Schicksal längst gezeichnet gleich den Grönlandswalen, Elefanten, Riesenschildkröten und andern gigantischen Reliquien der tertiären Tierwelt, deren Verfall unaufhaltsam unter unsern Augen ist. Gleichzeitig geht bei uns ein diluviales Nadelholz von höchst charakteristischer Gestalt als Waldbaum zurück: die Eibe (*Taxus*), und wenn die Forstkultur ihn weiterhin nicht schützt, wird ihr bald auch der Wacholder folgen. Man hat überall den Eindruck, daß die „Weihnachtsbäume“, die wir gern als alte, verschneite Waldgnomen sehen, tatsächlich die „Älten“ der Landschaft von heute sind, die nur noch mit einem Fuß in unserer jungen Welt stehen.

Und diese Vermutung wird in der auffälligsten Weise bestätigt durch die wirklichen paläontologischen Funde aus der Urbergangenheit.

Die frühesten Angiospermen treten erst in der Kreidezeit auf, also im letzten Drittel der Sekundärzeit, — wahrscheinlich sogleich damals schon gesondert in ihre beiden Haupttypen: die Monokotyledonen und die Dikotyledonen.

Die ganzen ersten zwei Drittel dieser Sekundärepoche, also Trias- und Jurazeit, das Blütezeitalter der drachenhaften Saurier auf Erden, zeigen in ihren erhaltenen Resten dagegen eine erstaunliche Früh- und zugleich Hochblüte, sowohl der Nadelhölzer wie der Ginkadeen, also eben der Gymnospermen.

Gleichzeitig zeigen sich aber bei diesen Zykadeen ebenso wie bei den Nadelhölzern und ganz besonders ihren alleraltertümlichsten Formen die ausgesprochensten Übergänge zu den farnartigen Kryptogamen!

Die rein äußerliche Ähnlichkeit von Zykadeen mit Farnbäumen und von Araukarien mit Schachtelhalmen und Bärlappen wird noch heute erst recht beleuchtet durch die Fülle wunderbarer Verwandtschaften und Übergänge, die sich in der verwideltsten Embryologie dieser scheinbar weit getrennten Pflanzengruppen noch direkt nachweisen lassen. Nach dem ganzen Sachbestande kann es kaum irgendeinem Zweifel unterliegen, daß die Gymnospermen systematisch den Übergang vermitteln zwischen den farnartigen Kryptogamen und den phanerogamischen Angiospermen.

Dazu stimmt aber wiederum paläontologisch aufs allernäueste die Tatsache, daß geschichtlich dem Zeitalter der Gymnospermen jenes ausgesprochene Zeitalter der herrschenden Farngewächse vorausgeht, das uns jetzt bei der Steinkohlenzeit schon so lange beschäftigt.

In gewissen Kreisen, wo man heute den Darwinismus um jeden Preis herabsetzen und als völlig unbeweisbar hinstellen möchte, wird mit Liebhabelei auf das Versagen paläontologischer Beweismittel für eine stammesgeschichtliche Betrachtungsweise hingewiesen. Es fehlt aber bisher jeder Versuche, diese Punkt für Punkt stimmende Reihenfolge in der Pflanzengeschichte, deren Beweisstücke jedes kleinste Lehrbuch und jedes Museum unzweideutig liefern, anders zu erklären als „darwinistisch“.

Eine darwinistische Auffassung der Dinge würde an sich ja auch hier ruhig bestehen können ohne die paläontologische Bestätigung. Jeder Sachkenner weiß, daß wir in unserer Überlieferung von Lebensresten aus der Erdgeschichte mit einer großen Grundtatsache — leider — zu rechnen haben. Die ältesten Versteinerungen, die uns zugänglich sind, stammen aus der untersten Grenze oder nächsten Vorgrenze der sogenannten kambrischen Formation. Im Schema unter diesen kambrischen Gesteinschichten liegen aber, allenthalben für uns

noch deutlich greifbar, ungeheure weitere Gesteinlagen, die keineswegs etwa bereits die hypothetische Urrastarrungskruste der einst glutflüssigen Erdfugel selber schon darstellen können, sondern in den auffälligsten Merkmalen noch verraten, daß auch sie einst als „Schiefer“, als ursprünglich schlammige, später erst verhärtete Masse, von den Wassern älterer Urmeere niedergeschlagen worden sind. Diese vorkambrischen Schiefer müssen aber aus irgendeiner Ursache eine eigentümliche Veränderung durchgemacht haben. Als sogenannte „kristallinische Schiefer“ sind sie in ihrem innersten Gefüge so verändert worden, daß jede Möglichkeit der Erhaltung einer sichtbaren Versteinerung in ihnen ausgeschlossen worden ist. So stehen wir — leider — vor der Tatsache, daß wir für einen ganz zweifellos kolossalen Zeitraum der Erdgeschichte, der unserer kambriischen Zeit vorausging, und in dem die Erde bereits vollkommen genügend abgekühlt war, um Meere zu tragen, und in dem diese Meere genau so gut ihre Schlamm-schichten absetzten, wie später, Überlieferungen des Lebens nicht mehr besitzen. Das älteste Buch der großen Lebenshandschrift im Stein ist, um im Bilde eines wirklichen Bibliothekwerks zu bleiben, sozusagen von Mäusen nachträglich zu einem formlosen Papierpulver zernagt, in dem wir vergebens nach einem einzigen Worte der alten Schrift suchen.

Dabei ist die Dicke gerade dieser kristallinischen Urschiefer so kolossal, daß die Dauer ihrer Ablagerung, wenn wir sie uns (wogegen gar nichts einzuwenden ist) im gleichen Tempo vorgegangen denken wie bei den kambriischen oder den späteren Jura- oder Kreideschichten, eine sehr viel längere gewesen sein muß als die der ganzen folgenden geologischen Epochen zusammengenommen. Alles, was in dieser schier endlosen Perspektive an Lebensvorgängen auf der Erde sich abgespielt haben könnte, wäre unrettbar (bis auf einige vage Vermutungen, wie bei dem oben erwähnten Graphit) für unsere unmittelbare Kenntnis verloren.

Nun sprechen aber mancherlei Gründe dafür, daß das Leben bereits in der uns bekannten Zellform tatsächlich eine Erscheinung der Erde war, die sehr früh und fast auf der Grenze



schon eines heißen Zustandes dieser Erde eingesezt hat. Ost (und in neuester Zeit wieder besonders energisch von Wilhelm Roux) ist darauf hingewiesen worden, welche eigenartige und bedeutsame Analogie zwischen einer beständig sich verzehrenden und ebenso beständig durch den Verzeßungsprozeß sich selber wieder regulierenden und zum Ersatz treibenden lebendigen Zelle besteht, und dem Prozeß in einer Flamme, die durch die Wärme, die bei ihrem ständigen Selbstzerseßungsprozeß entsteht, sich selbst wieder den nötigen Nährstoff auslöst. Pflüger hat gelegentlich dieser Analogie einen realen Untergrund zu geben versucht, indem er die grundlegende Triebkraft des Lebens in den Phosphorverbindungen suchte, deren erste Entstehung nur bei wirklich noch sehr hohen Temperaturen möglich gewesen wäre. Ein fester Anhalt ist jedenfalls, daß die Widerstandsfähigkeit des Lebens wie gegen höchste Kältegrade, so bis zu einem gewissen Maße auch gegen Hitze zunimmt, je weiter wir zu seinen primitivsten, im stammesgeschichtlichen Sinne urtümlichsten Formen hinabsteigen. Das Maximum zeigt sich bei einzelligen Bakterien.

Einerlei aber selbst, wie weit man mit dem Lebensanfang bis an die problematische Urglut-Grenze zurückgehen will: sicher ist nicht der Schatten eines Grundes da, die ganzen Äonen dieser vor-kambriischen Tage, in denen es schon Meere und Wasser-sedimente gab, einfach für wirklich „lebensleer“ zu halten. Dann aber besteht für den Darwinisten die berechtigte Möglichkeit, daß auch ein je nachdem ganz kolossaler Teil der von ihm gesuchten Lebensentwicklung sich bereits in diesem kolossalen Zeitraum — unsichtbar freilich dann für uns durch die leidige Sachlage — abgespielt habe. Und es ließe sich theoretisch nichts entgegen-setzen, daß diese Geheimentwicklung der riesenlangen vor-kambri-schen Epochen bereits alle Hauptstämme der Organismen herausgearbeitet hätte, so daß wir mit dem Aufgehen des Vor-hangs für unsere sichtbare Tradition bloß noch die feinsten Verzweigungen der oberen Äste dieser Stämme im Entwid-lungsprozeß selber erlebten, während die ganze Basis schon ge-geben wäre.

Für den Stammbaum der Tiere wird eine solche Annahme wirklich zum Zwang. Die wichtigsten Hauptlinien, in die dieser

Stammbaum sich für unsere anatomische und embryologische Einsicht teilt, sind paläontologisch fast alle bereits gegeben mit den ersten kambriischen Versteinerungen. Sogleich mit Aufgehen des Vorhangs sehen wir neben Urtieren auch bereits Zölenteraten (Quallen), Würmer, Brachiopoden, echte Mollusken, Stachelhäuter, Krebse (also Gliederfüßler), und es ist sogar einigermaßen wahrscheinlich, daß auch die wenig später auftauchenden Wirbeltiere bereits angelegt waren. Der theoretisch sehr wahrscheinliche Vorgang, daß Mollusken, Stachelhäuter, Gliederfüßler und die Wirbeltiere selbst sich aus Würmern, die höheren Würmer sich parallel den Zölenteraten aus gewissen, etwa unserem Süßwasserpolyphen ähnlichen oder noch einfacheren Ur-Zielzellern entwickelt haben möchten, muß hier also durchaus schon jenem unsichtbaren Teile der Paläontologie angehören, und wir werden greifbare Versteinerungsurkunden über ihn niemals erwarten können. Warum sollte etwas Ähnliches nicht auch für die Pflanze vorliegen können?

Die Pflanze ist, wie gesagt, als Grundtypus älter als das Tier. Warum sollte sie nicht in der gleichen Zeit, die das Tier schon so weit gebracht, auch ihre wichtigsten Entwicklungslinien bereits vollendet haben?

In vorkambriischer Zeit hätte sie sich nicht nur (was wirklich höchst wahrscheinlich ist) von ihrer einzelligen Urstufe zum schlichtesten Zielzeller erhoben, der Alge, dem Seetang, — sondern sie hätte (es hat ja, wie gesagt, sicher schon vorkambriisches Land gegeben) auch bereits das Festland bestiegen, hätte es dort damals schon zum Farnbaum gebracht, aber auch weiter über den hinaus zum gymnospermen Nadelholz, ja zu den ersten Angiospermen, etwa monokotyledonischen Palmen oder auch gleich schon (hier scheint es sich wirklich um eine Parallelbildung im Stammbaum wie beim Tier in Vogel und Säugetier zu handeln) dikotyledonischen Äpfeln, Birnen oder Rosen. Nun erscheint uns aber als wahrer Sachverhalt, daß es nicht so gewesen ist.

Noch innerhalb der uns sichtbaren nachkambriischen Erdbperioden erleben wir, durch sichtbare Versteinerungserzeugnisse belehrt, eine stufenweise Entwicklung in dem größten Stamm-

Wälsche, Im Steinkohlenwald.

baum der Pflanzen selbst. Eine Hochblüte der Farngewächse wird abgelöst durch eine höchste Gymnospermen-Glanzperiode; lange Zeit mischen sich in diese schlechterdings noch gar keine Angiospermen; dann erst treten diese letzteren auf die Weltbühne, und nun sinkt die Gymnospermen-Herrschaft zu ihren Gunsten bis heute.

Wir sehen Entwicklungsstufen, sehen ein Neuwerden, sehen einen allgemeinen Fortschritt noch innerhalb der für uns hellen Zeit, und die Dinge vollziehen sich durchaus in der allgemeinen Reihenfolge des Stammbaums, den der Darwinist auch für das Unbekannte, Unsichtbare, Nie-Sichtbare theoretisch hätte aufstellen müssen; denn auch ohne alle Paläontologie würde man die Gymnospermen hinter die Angiospermen, die Gefäßkryptogamen hinter die Gymnospermen stellen. In einer allgemeinen Ungunst der Sachlage, die schon resigniert, pessimistisch gestimmt haben könnte, kommen die Dinge dem Darwinismus fast wider Erwarten doch noch an dieser Stelle entgegen. Einen Ausweg in unserem Fall würde nur bieten, wenn einem der Nachweis glückte, es seien uns zufällig gerade aus der Steinkohlenzeit bloß Reste von Gefäßkryptogamen, aus der Trias- und Jurazeit von höheren Pflanzen bloß solche von Gymnospermen überliefert, — an anderen Orten der Erde, die uns zufällig keine Reste ihres Pflanzenlebens hinterlassen, hätte es dagegen schon gleichzeitig in allen Epochen auch Angiospermen gegeben, und jene floristischen Blütezeiten seien bloß zufällige Täuschung, etwa so, wie wenn heute aus ganzen Epochen einmal bloß ein Moosmoor und ein andermal bloß ein Nieferrwald erhalten bliebe. Behauptungen dieser Art sind in sehr lahmer Form in der Tat aufgestellt worden, aber ohne Versuch einer Beweisführung. Es bedarf nur eines Blicks auf die enorme Größe der Steinkohlenegebiete, um das Unmögliche eines solchen Beweises zu fühlen. Auf diesen ganzen Gebieten müßte sich keine einzige angiosperme Pflanze in den Farnwald eingeschlichen haben! Man denke sich, wenn die Gegenwart Exempel sein soll, einmal entsprechende Mooregebiete, in denen kein einziger Laubbaum, kein einziges Heidekraut oder Sumpfsgras sich angesiedelt haben sollte! Auch der Vertreter dieser Idee müßte eine

besondere Ursache erfinden, die diese Ausbreitung der Angiospermen damals in die Steinkohlenmoore und später in die Gymnospermenwälder hinein absolut verhindert hätte. Bei der räumlichen Ausbreitung dieser Moore und Wälder müßte es schon eine nahezu universale Hemmungsurache gewesen sein. Die gleiche Ursache müßte aber zuerst jene Farnmoore und später lange Zeit die Gymnospermen-Förste extrem begünstigt haben. Wer sieht nicht, wie nahe das selber aber schon an eine besonnene darwinistische Anschauung heranrührt, und wie dieser Darwinismus bloß die Dinge am einfachsten, am wenigsten gezwungen deutet?

Nicht fertige Gefäßkryptogamen, Gymnospermen und Angiospermen waren nach darwinistischer Anschauung von einem mysteriösen Unbekannt-Anfang her gleichzeitig auf der Erde, wurden aber von gewissen Sachlagen in den einzelnen Epochen der Reihe nach begünstigt oder gehemmt. Gegeben war vielmehr nur eine ursprüngliche Pflanzenorganisation, in der der Kraft der Entwicklungsmöglichkeit nach allerdings alle drei Typen, Farne, Gymno- wie Angiospermen, steckten. Aus dieser Kraft heraus wurde nun von jeder der aufeinander folgenden Erd-epochen mit ihren wechselnden Bedingungen gerade die Seite wirklich entwickelt, die am geeignetsten für die Erhaltung, die am besten „angepaßt“ war. Die Epoche der Steinkohlenzeit entwickelte (das Wort ist hier in seinem strengsten Sinne gebraucht) auf Grund bestimmter, gegebener, äußerlicher Existenzbedingungen bis zum Extrem den Pflanzentypus der Gefäßkryptogamen, den Farnentypus im weitesten Begriff. Einmal herausgebracht, wäre er durch das zähe Gesetz der Vererbung in alle Folge weitergetrieben worden, wenn die besagten äußeren Bedingungen ewig die gleichen geblieben wären.

Schon im Anfang der Sekundärzeit, in den Tagen der großen Saurier, müssen sich jedoch die Existenzbedingungen unseres Planeten im ganzen entscheidend dahin abgeändert haben, daß ein anderer Pflanzentypus begünstigt wurde, und zwar zunächst damals ausschließlich der der Gymnospermen. So wurde denn aus der gegebenen Kraft des vielzelligen Pflanzenorganismus diesmal die Gymnospermen-Form immer ent-

- scheidender heraus „entwickelt“, bis zu einer zeitweisen wahren Weltherrschaft.

Auch diese Gymnospermen erlebten aber nach diesem ihrem „großen Tag“ auch ihren Niedergang, indem mit der Kreideperiode, also dem letzten Drittel der Sekundärzeit, die abermals verwandelten äußeren Anforderungen eine dritte Kraftchance der vielzelligen Landpflanze ans Licht und zur grenzenlosen Entfaltung brachten: nämlich jetzt den Typus der Angiospermen.

Diese Darlegung umschließt in dieser Form die einfachste und im Sinne von Darwin selbst ursprünglichste darwinistische Auffassung. Sie betont zunächst nur die Vielseitigkeit der Pflanzenveranlagung überhaupt, die sich an eine Reihe einander folgender, immer wieder veränderter Erdsituationen immer wieder neu „anpassen“ konnte; Darwin hat in seiner Zuchtwahl-Theorie im engeren noch zu zeigen versucht, wie dieses innere „Können“ in der Form der vom Daseinskampfe ausgelesenen und erhaltenen „passenden Varianten“ im Zwange der Situation jedesmal zu einem „Müssen“ geworden sei, — ein Gedankengang, auf den ich hier nicht näher einzugehen brauche, da er nicht die Sache, sondern nur den „Weg“ berührt.

Was aber jene Auffassung von der Sache noch offen läßt, sind zwei weitere Punkte.

Sie sagt zunächst noch nichts aus darüber, ob der jedesmal neu geforderte Pflanzentypus sich wieder aus einer indifferenten Pflanzengrundform neu entwickelt, oder ob er irgendwie angeknüpft habe an die bestehende herrschende Anpassungsform der letzten Epoche. In unserem Fall also: ob die Gymnospermen sich wieder von unten herauf selbständig entwickelten, als sie nötig wurden, — oder ob sie aus gewissen Gefäßkryptogamen selbst hervorgingen durch nachträgliche Umwandlung; und ebenso später die Angiospermen auch wieder ganz von unten oder aus gewissen, besonders bildungsfähigen Gymnospermen.

Diese Frage ist keine Tod- und Lebensfrage mehr des Darwinismus, sondern sie ist bereits eine engere Stammbaumfrage: ob mehr einheitliches Stammwachstum geherrscht habe oder mehr paralleles Ästetreiben in der Entwicklung. Zwei Punkte sind auch da aber wieder gleich sicher.

Einerseits kann die Anknüpfungstelle der Gymnospermen oder noch später der Angiospermen schon rein theoretisch schwerlich wieder ganz unten gelegen haben, etwa so, daß sie wiederum für sich bei der einzelligen Pflanze mit einem Sonderstammbaum begonnen hätten. Ein ganzes Stück hätte die Entwicklung dann ohne Sinn noch einmal tun müssen. Denn die vielzellige Pflanze, etwa vom Algentypus, mußte auf alle Fälle erst wieder erreicht sein, um zu Gymnospermen oder Angiospermen zu kommen. Ferner mußte der große Schritt auf das Land schon getan sein. Überbleibsel des Wasserlebens, wie jene eben besprochene Gabelteilung, mußten langsam ausgemerzt werden. Vergewärtigt man sich hier aber, wie diese unmittelbare Vorarbeit in diesen und vielen anderen Punkten eben doch gerade im Farntypus vollendet vor uns steht, wie gleichsam das ganze Schema hier vorgezeichnet ist, um zum Gymnospermen-Typus jetzt wirklich schreiten zu können ohne Wiederholung, so wird doch beinahe aufdringlich, es möchte sich die Neuforderung, der Gymnospermen-Typus, wirklich gleich an die entwickelteste Vorforderung von bisher, den Farntypus selber, angeschlossen haben. Und wenn wir nun allen Ernstes (wie es der Fall ist) Pflanzen entdecken, die versteinert oder noch lebend Übergangserscheinungen verraten direkt zwischen Farnen und gewissen Nadelhölzern und Zykadeen (Palmfarnen), also typischen Gymnospermen, so werden wir die letzten Zweifel aufgeben, daß hierherüber tatsächlich der Entwicklungsweg gegangen ist.

Den gleichen Sachverhalt werden wir auch bei dem nächsten geologischen Wandel voraussetzen: die Angiospermen werden wir für einen nochmals zu neuem Anpassungszweck umgewandelten Zweig der Gymnospermen halten. Es ist theoretisch wieder absolut nicht einzusehen, warum diese Angiospermen so vieles, worin ihnen die Gymnospermen gleichsam schon vorgearbeitet über die Farne hinaus, zu Beginn der vergleichsweise schon so späten Kreidezeit für sich alles noch einmal vom Urschema der Farne selbst aus hätten neu entwickeln sollen, um dann weiter ihre Neuanpassung darauf aufzubauen, anstatt daß sie die gegebene Brücke der Gymnospermen einfach als Ausgangspunkt benutzt hätten.

Bei alledem ist aber ein zweiter Punkt hier ebenso fest und muß beachtet werden. Wenn etwa die Gymnospermen sich seinerzeit aus Farnen direkt weiterentwickelt haben, so ist die Sache sicherlich nicht so gewesen, daß alle Farne damals allmählich in Gymnospermen übergegangen wären. Denn es gibt ja heute noch Farne und hat in der ganzen Zwischenzeit welche gegeben, die ganz bestimmt unmittelbare Nachkommen der alten Steinkohlenfarne waren. Und das gleiche gilt bei Gymnospermen und Angiospermen; noch heute steht die Kiefer, wenn auch, wie gesagt, eingeschränkt, neben der Eiche. Niemals offenbar hat sich ein Typus im ganzen einfach in den folgenden restlos aufgelöst. Wer eine Forderung dieser Art etwa wieder für „Darwinismus“ hält, der ist allerdings hier gewaltig im Irrtum. In Wahrheit aber hat die Sache schon aus den obengenannten Gründen auch in dieser Gegend überhaupt nichts mit Grund- und Lebensfragen des Darwinismus zu tun. Es fragt sich bloß, wie dieses unzweideutige Faktum hier mit jener Möglichkeit doch einer Typusverwandlung in neue Typen, also eines Farnkrauts etwa in eine erste Gymnosperme, zu vereinbaren sei.

Hier kann uns nun eine Analogie aus dem im allgemeinen, wie gesagt, heute schon viel besser übersehbaren Stammbaum der Tiere nützen.

Bei den Wirbeltieren haben wir auf einer gewissen Stufe ein ähnliches Zurücktreten eines Typus gegen einen neuen wie bei Farnen und Gymnospermen, — nämlich im Verhältnis der Reptile zu den Säugetieren. Nachdem die Reptile in einem fabelhaften Formenreichtum eine ganze Erdperiode — ein wahres Drachenzeitalter — beherrscht haben, werden sie mit einer neuen geologischen Epoche in ihrer ganzen Anpassungsbreite abgelöst und ersetzt durch eine ebenso formenreiche Entfaltung der Säugetiere. Nun besteht für keinen vernünftigen Beurteiler in diesem Falle ein Zweifel, daß diese Säugetiere selber nichts anderes waren als zweckentsprechend umgewandelte Reptile. Nicht jedes Reptil von damals erscheint aber geeignet, ein Säugetier geliefert zu haben. Aus einem Ichthosaurus konnte so wenig eines werden, wie aus einem (fliegenden)

Pterodaktylus. Der Reptiltypus hat da offenbar eine ganze Masse von Zweigen getrieben, die mit dem Werden der Säugetiere gar nichts zu tun hatten. Sie sind teils am Ende ihrer Epoche ohne jede Nachfolge ausgestorben, wie eben diese genannten Schwimm- und Flugdrachen; oder sie sind (gleich den Farnen von heute) in beschränkter Zahl bis heute nebenher als solche bestehen geblieben, wie unsere noch lebenden Schildkröten, Eidechsen, Schlangen und Krokodile. Aus dem ganzen ungeheuren Formenreichtum dieser Reptile von damals scheint nur eine einzige ganz bestimmte Gruppe geeignet gewesen zu sein, sich in ein Säugetier zu verwandeln. Wir suchen sie gegenwärtig in der Nähe einer durch versteinerte Reste neuerdings immer besser bekannten Sauriergruppe, die besonders am Kapland gelebt hat, und die in der eigenartigsten Weise noch Merkmale der Reptile mit ausgesprochenen Säugetiermerkmalen in ihrem Skelettbau bereits vereinigt zeigt. Und es bestärkt uns in dieser Annahme, daß wir die Säugetiere in ihren ersten Anfängen schon fertig sehen zu einer Zeit, da viele jener andern Reptilformen sich wohl noch gar nicht entwickelt hatten, also auch unmöglich ihre Ahnen sein konnten. Säugetierreste finden sich (wenn auch ganz spärlich) bereits im Anfang der Sekundärzeit. So früh muß sich an der bewußten einen Ecke die Bildung des nachmals zur Erbherrschaft berufenen neuen Typus bereits vollzogen haben, wozu wieder aufs beste stimmt, daß allerdings jene genannten säugetierähnlichen Reptilien in der Tat auch zu den frühesten Vertretern des Reptiltypus gehören, also selber bereits zur Stelle waren. Als solche sehr frühen Vertreter standen sie aber der Wurzel des ganzen Reptilstammes gleichzeitig noch sehr viel näher als die meisten der andern und späteren Saurierformen, und das gibt wieder einen Fingerzeig.

Es scheint, daß die Umformung eines Typus in einen neuen doch stets am besten bei noch relativ einfachen, indifferenten, unspezialisierten Vertretern des älteren Typus gelingt, also nahe immerhin seiner eigenen Wurzel. Jene Säugetierreptile als Ahnen der echten Säugetiere standen dieser Wurzel noch wesentlich näher als etwa ein hochspezialisierter, späterer Flug-



drache vom Pterodaktylusfluge; während letzterer eine extrem verstiegene Altersstufe des Reptiltypus darstellte, aus der nichts mehr werden konnte, handelte es sich dort noch um frische, bild- und biegsame Formen, und die erwählte sich, bildlich gesprochen, der Fortschritt als Werkzeug.

Wenden wir das jetzt auf unsern Pflanzenstammbaum an, so ergäbe sich hier als durchaus plausibles und den Tatsachen gerechtes Bild, daß auch nur irgendeine bestimmte, wohl auch noch besonders ursprünglich bildungsfähige Einzelgruppe aus der großen, vielgestaltigen Welt der Gefäßkryptogamen die Gymnospermen erzeugt habe, während die anderen Gruppen dort teils nach ihrer Blüteepoche unfruchtbar ausstarben, teils sich als fortlebende Farne bis heute erhielten, ohne selber je zu Gymnospermen werden zu können. Und als die Angiospermen aus Gymnospermen geworden sind, wird es auch dort so gewesen sein.

So löste sich durchaus der scheinbare Widerspruch. Die Lösung besagt eben eigentlich nur etwas, was wir selbst in unserm Menschendasein alle Tage bestätigt finden können. Es gibt bei uns Menschen immer einzelne, die beweglicher, neuerungsfähiger, fortschrittlicher veranlagt sind, — und viele andere, die konservativer, starrer, einseitiger sich ausgebildet haben. Kommt das Wehen einer neuen Zeit — sagen wir bei uns ein neue Idee im Geistesleben oder eine neue Methode in der Technik —, so gehen die einen freudig mit und werden Kinder des neuen Tages. Die andern dagegen erweisen sich als nicht mehr umlernfähig, sie können bloß ihr Überkommenes starr weiter treiben; so werden sie allmählich überflügelt, bleiben zurück, gehen unter im Konkurrenzkampfe oder halten sich nur als sonderbare altmodische Reliquien unter der neuen Sonne. Auch hier spielt der Unterschied von jung und alt sicherlich eine große Rolle; ein junger Mensch ist leichter für den Fortschritt zu haben als ein Greis; aber es gibt sozusagen auch geborene Greise; jedenfalls spielt viel einzelnes hinein; über das Gesamtbild aber ist kein Zweifel.

So hat es jedenfalls auch seine zureichenden Gründe im einzelnen gehabt, warum gerade die und die Farngruppe zu ihrer Zeit noch den alten Bildungsraum so weit in sich

befah, daß die Forderung aus ihr einen ersten Gymnospermenzug herausarbeiten und allmählich steigern konnte bis zum Schwinden des ursprünglichen Typus, — während so viel andere sich so einseitig auf „bloß den Farntypus“ eingestellt hatten, daß keine Macht sie aus diesem Ring je wieder hatte heraus schlagen können.

Auf die Dauer der Dinge und für sehr große Entwicklungszeiträume wird übrigens das allgemeine Bild sich wohl stets so regeln, daß schließlich doch alle diese rückständigen Triebe noch ganz eingehen und das Bild des Fortschritts endlich ein wirklich einheitliches wird. Im Tierreich hatten wir, als unsere menschliche Forschung diese merkwürdige Sachlage zum erstenmal zu studieren begann, überall deutlich das Schauspiel solchen Absterbens stehengebliebener, unfruchtbarer alter Stufen vor Augen, besonders bei den Wirbeltieren. Nur die eine Gattung *Amphioxus* hält heute (und das sogar in äußerst verkümmelter Form) noch den Urtypus dieser Wirbeltiere fest; nur ein einziger echter Ursaurier lebt noch an einem einzigen isolierten Fleckchen Erde, die Brückeneidechse auf Neu-Seeland; der Molchfisch *Ceratodus*, der die Uebergangsstelle vom Fisch zum Amphibium noch zäh behauptet, anstatt wirklich zum Amphibium geworden zu sein, hängt in seiner Existenz an zwei kleinen Flüschen Australiens, wo ihn eine einzige stärkere Dürre vernichten kann. Eine ganze Anzahl altertümlicher Tierreliquien sind unter unsern Augen schon ausgestorben, wie sichtbarlich gefressen vom Hauch der neuen Zeit. Das großartigste Schauspiel dieser Art bietet uns aber jetzt der Mensch selber. Er steht im Begriffe, die vollkommene Erbherrschaft in dem Sinne anzutreten, daß er von allem neben ihm noch bestehenden Leben nur das weiter bestehen läßt, was ihm paßt, was sich gleichsam in seinen Organismus als Teil und Hilfe noch einschmiegt. In absehbarer Zeit wird das gesamte organische Leben der Erde nur noch ein Antlitz zeigen, das des Menschen und dessen, was er noch haben wollte. Hier sehen wir innerhalb eines bestimmten Bereichs eine absolute Stufe, wo eine höchst gestiegene Anpassung tatsächlich alles umgreift und überbietet.

Gerade dieses Beispiel des Menschen als idealster Anpassungsform der Erde gibt aber guten Anlaß, auch eines zweiten

Punktes überhaupt zu gedenken, der von Anfang an bei der darwinistischen Betrachtungsweise immer viel besondere Schwierigkeiten gemacht hat: nämlich des Begriffes des eigentlichen „Fortschritts“ selbst.

Der Grundpfeiler der darwinistischen Auffassung von Entwicklung beruht darauf, daß diese Entwicklung ein immer den äußeren Verhältnissen folgender und fortgesetzt erweiterter wie verfeinerter Anpassungsprozeß sei. Er setzt ein Leben voraus, das auf Anforderungen an seine Existenz fortgesetzt seit Beginn seiner Geschichte auf Erden irgendwie im Erfolg zweckmäßig reagiert hat.

Das „Wie“ dieses Reagierens sei hier dahingestellt. Darwin selbst versucht den Weg des planlosen Variierens mit zwangsweiser Auslese des Brauchbarsten, also der „Zuchtwahl“. Andere fassen die Sache anders, definieren die Art, wie das Leben auf Anpassungsforderungen reagiert, anders. Das ist eben wieder der „Weg“, den ich hier beiseite lasse.

Der Schwerpunkt aber bleibt auf der seit allen Jahrmillionen der Erdgeschichte fortgesetzten „Anpassung“ als Tatsache selbst. Wer in diese Darwinische Auffassung eine Fortschrittsdefinition hineinbringen will, muß den Fortschritt innerhalb dieser Anpassung definieren, — das ist unbedingte Voraussetzung.

Es bedarf aber nur des flüchtigsten Blicks auf das Anpassungsfeld, um zu sehen, daß da Gradunterschiede sogleich sichtbar werden, die einen Fortschritt, sei es zunächst auf kleiner Linie, ermöglichen. Eine Anpassung kann besser sein als eine andere. Das Blaukehlchen und die Wachtel sind beide dem Fliegen angepaßt. Das Blaukehlchen fliegt über alle Begriffe glänzend, die Wachtel schlecht. Wenn die Wachtel die Fähigkeit des Blaukehlchens sich erwürbe oder das Blaukehlchen noch besser flöge, wäre das an dieser Stelle ein Fortschritt.

Man könnte sagen, die Wachtel läuft dafür vielleicht besser als das Blaukehlchen. Es ist in gewissem Sinne sicherlich ein Vorzug wieder, wenn ein Tiertypus, wie hier der des Vogels, sich überhaupt vielseitig in den verschiedenen Anpassungen seiner Glieder bewährt, der ganze Typus dehnt sich so über einen

größeren Lebensraum (hier das Luftgebiet und Laufgebiet) aus, stellt also im g a n z e n eine stärkere, leistungsfähigere Anpassung dar.

Wenn wir den Säugetierthypus zerspalten sehen in Vertreter, die wundervoll klettern (Affe, Faultier), in solche, die vortrefflich schwimmen (Wal), in brillante Läufer (Pferd) und sogar in vogelartige Flieger (Fledermaus), so bewundern wir den Existenzraum, der durch diese Anpassungsvielseitigkeit seiner Glieder dem Typus gewonnen ist. Und wenn wir uns (was paläontologisch wahrscheinlich ist) vorstellen, daß diese Säugetiere einmal bloß mit einer einzigen Anpassung begonnen haben, nämlich höchstwahrscheinlich mit dem Klettern (die ursprüngliche Säugerhand scheint die Greifhand mit gegenüberstellbarem Daumen zu sein), so werden wir hier bereits auch auf eine ziemlich lange Fortschrittslinie sehen, die, ideell zusammengefaßt, dieser ganze nachfolgend ausstrahlende Fächer der vielseitigen andern Anpassungen bedeutet.

Über diese Verfeinerung der Einzelanpassung im Einzelwesen und diese Vielseitigkeit der Anpassung in den Gliedern eines Typus hinaus läßt sich aber noch eine dritte Fortschrittslinie denken in dem Sinne, daß die Vielseitigkeit sich statt auf viele verschiedene Glieder eines Typus auf jedes einzeln übertrüge. Die Chancen des Daseins spielen gewaltig durcheinander: es könnte in jenem Beispiel, falls es sich ohne Verlust irgendwelcher Art machen ließe, für das Blaukehlchen von hohem Nutzen sein, wenn es nötigenfalls außer seinem glänzenden Flugvermögen auch noch die gute Gabe des Laufens wie die Wachtel besäße. Ein Säugetier, das so gut kletterte wie das Faultier und gleichzeitig doch so leichtfüßig trabte wie das edle Roß, würde ein glänzender Fortschritt nach dieser Seite sein.

Es ist das faktisch in diesem Falle allerdings nicht mehr erreicht worden, da hier beide Formen nach dem Prinzip jener vielseitigen Anpassung bei verschiedenen Typusgliedern jede für sich schon so einseitig spezialisiert waren (das Faultier mit seinen hakenförmigen Kletterkrallen, das Pferd mit seinen Hufen), daß eine Vereinigung vom reinen Organ aus unmöglich gewesen wäre.

Wo immer wir aber in wirklichen Beispielen sonst auch nur eine einzelne Neigung nach dieser Seite sehen, da gewahren wir große Vorteile. Einzelne Tier- und Pflanzenarten, die sich in dieser Weise eine klimatische Vielseitigkeit erworben haben, die ihnen erlaubt, die verschiedensten Zonen gleichmäßig zu bewohnen (z. B. bei den Schmetterlingen der Distelfalter), haben auf Grund dessen eine kosmopolitische Erweiterung ihres Lebensraums auf der Erde erworben, die sie aufs extremste vor der Gefahr des Aussterbens bewahrt, während jede in diesem Punkte sehr einseitig (also bloß auf sehr kalt oder sehr warm, sehr trocken oder sehr feucht) angepasste Einzelart stets durch irgendeine lokale Klimaänderung aufs bedenklichste bedroht erscheint.

Alle diese Fortschrittslinien werden aber alsbald riesengroße Perspektiven, wenn man die Zonen der faktischen geologischen Entwicklung mit ihnen in Verbindung bringt, sie durch diese Zonen fort und fort dahingespinnen denkt.

In diesen Zonen eröffnet sich immer mehr Zeit für die Verfeinerung, die Vertiefung jeder vorhandenen Anpassung am gleichen Fleck und unter gleichen Verhältnissen. Der einfachste Sinn des „Fortschritts mit der Zeit“, des einfachen Fortlebens durch so ungeheure Zeiträume, des Schritthaltens des Lebens auf der Erde mit all diesen Jahrmillionen, wird hier von selbst zu einem wirklichen Fortschritt in der ansteigenden Anpassungslinie.

Diese Zonen eröffnen aber zugleich immer größere Existenzräume: die Erde öffnet sich immer weiter für die „Eroberung“ durch das Leben, und das bedingt ein unausgesetztes Wachstum der Anpassungen nicht nur in die Tiefe der Verfeinerung, sondern auch in die Breite, in die Vielseitigkeit. Das Leben steigt aus dem Wasser in die Luft, auf das Land, Gebirge hinan, in Wüsten hinein.

Noch aber wieder werden in der Länge der geologischen Epochen ganz neue Anforderungen bedeutend, die die Erde selbst erst in einem eigenen Entwicklungsprozeß mit der Zeit hervorbringt. Erst innerhalb jener Epochen sind die klimatischen Zonenunterschiede entstanden, Eiszeiten haben periodisch eingegriffen, Tropenklima ist aus ganzen Erdteilen vertrieben worden. Auch

daß mußte Quelle einer unausgesetzt wachsenden Mannigfaltigkeit der Lebensformen werden, zu neuen Differenzierungen unter den verschiedenen Gliedern der Lebenstypen oder auch zu stärkerer Vielseitigkeit (größerer Abhärtung, sagen wir einmal gerade bei dem Klimawechsel, oder besonderen Schutzmitteln, wie bei vielen Pflanzen dem Abwerfen der Blätter im Herbst, bei Säugetieren und Vögeln der konstanten eigenen Blutwärme) bei allen Einzelgliedern eines Typus führen.

In dieser Perspektive taucht aber ganz deutlich schon das große Stammbaumbild der Organismen in seinen Grundanlagen als ein ungeheurer aufstrebender Baum solcher Anpassungsfortschrittslinien selber auf.

Nicht bloß die später so vielgestaltigen Säugetiere sind, wie eben erwähnt, von einer einzigen Anpassung erst ausgestrahlt, sondern dieses Bild paßt mit höchster Wahrscheinlichkeit (wenn wir es auch paläontologisch aus jenen geschilderten Verlustgründen der vorkambriischen Versteinerungen nicht mehr direkt nachweisen können) auf den gesamten Ur-Stammbaum aller Lebewesen.

Gleich die ersten Versuche ordnender Systematik im Tier- und Pflanzenreich führten schon auf eine irgendwie zu legende Kettenfolge von verwickelteren und von immer einfacheren Formen. Den Gipfelpunkt bildete hier die Entdeckung von Tier- sowie Pflanzenwesen, die im Gegensatz zu der Vielzelligkeit der kompliziertesten bloß aus einer einzigen Zelle bestanden. Alle Organe sah man im System nach unten sich vereinfachen, ja zuletzt auflösen. Im Moment, da man dieses System dann als „Stammbaum“, als Ausdruck einer geschichtlichen Entwicklung, faßte, erschien es sofort sicher, daß die Komplizierung überall oben sei, daß sie nur ein Produkt erst der Zeit, der Geschichte, der Entwicklung selbst sein könne. Mit Einzellern hatte der Lebensbaum begonnen und war erst zu Vielzellern gestiegen; alle Differenzierungen der unzähligen Anpassungsorgane waren erst allmählich Stufe für Stufe geworden.

Nun entspricht aber tatsächlich alles, was man bisher von solchem geschichtlichen Werden wirklich zu sehen bekommen hat, diesem Bilde und nur ihm.

Überall gehen sichtbar auch in den oberen Stammbaumstücken noch weniger komplizierte Formen den komplizierteren voraus. Alles beginnt ursprünglich einfacher und wird dann erst zunehmend reicher, vielseitiger, komplizierter. Immer größer wird in jeder Gruppe, wo wir Werdelinien noch verfolgen können, der Formenreichtum, der allmählich sich durchsetzt, der Reichtum an Organen, Arbeitsteilungen, Verfeinerungen, wie Vielfältigungen. Und Hand in Hand damit geht ebenso deutlich die Eroberung der Breite des Anpassungsraums noch in dem sichtbaren Teil der Stammesgeschichte. Bei Tieren wie Pflanzen erhebt sich der Stammbaum auf gewisser Höhe mit Dauergruppen aus dem Wasser zum Lande heraus. Wir haben gehört, wie gerade die Steinkohlenspflanzen mit ihrer Gabelteilung noch so handgreiflich diesen eben erst vollzogenen Übergang markieren. Erst auf einer gewissen Höhe der Stammbaumentfaltung — so bei den Wirbeltieren erst bei den Vögeln und Säugetieren — finden wir die deutlichen großen Schutzmaßregeln dann gegen die später eingetretenen klimatischen Differenzen. In wunderbarer Weise neigen sich auch hohe Äste des tierischen und pflanzlichen Stammbaums zueinander im Verlaufe der Erdgeschichte: als im Tierreich das fliegende Insekt als vortreffliche Lösung eines technischen Anpassungsproblems gelungen ist, stellt allmählich ein großer Teil des bereits vorgeschrittensten, kompliziertesten Pflanzenstammbaum-Wipfels seine Fortpflanzung auf diese Insekten ein; an Stelle der früheren, roheren Übertragung des Samens Staubes von dem männlichen auf das weibliche Organ durch Wasser und Wind tritt die unendlich komplizierte Anpassung der Samenvermittlung durch angelockte, ein- und auskriechende und dabei mit dem Staube bepulberte Insekten.

Vergegenwärtigt man sich diesen gesamten Sachverhalt, so bleibt kein Zweifel, daß auch der Stammbaum der Pflanzen, der uns hier enger beschäftigt, seine Fortschrittslinien streng in sich trägt, ohne daß man Maßstäbe, die außerhalb der Anpassungs Idee liegen, künstlich hineinzutragen brauchte. Die Geschichte der Pflanzenwelt ist ein einziger umfassender Er-

oberungszug zu immer stärkerer Ausnutzung, zur Bewältigung unseres Planeten durch immer weiter gehende harmonische Anschmiegung, immer weiter gehende Anpassungsreaktion in beständig in diesem Sinne aufsteigender Linie.

Indessen macht sich von diesem strengsten Begriffe des Anpassungsfortschrittes aus doch zwischen der Entwicklung des Tierreichs und der des Pflanzenreichs noch ein letzter entscheidender Unterschied geltend, den eine besonnene Betrachtung auch nicht übergehen darf.

Im Stammbaum der Tiere sehen wir auf einer gewissen Stelle jene wundervollste aller Anpassungen auftreten, die der Mensch darstellt, — der Mensch mit seiner Technik.

Dieser Mensch ist das ausgesprochenste, für unsere Kenntnis absolut höchste Beispiel eines Fortschritts in der Anpassung durch Vielseitigkeit innerhalb einer und derselben Art.

Der Mensch mit seiner Technik umfaßt gleichzeitig eine unendliche Fülle von Anpassungen; ja er ist auf dem klaren Wege, alle in sich so zu vereinigen, die sämtliche anderen Tierformen zusammengenommen besitzen, und noch eine unabsehbare Fülle dazu. Seine Werkzeuge und Apparate ersetzen allmählich für ihn sämtliche Organerrungenschaften aller andern Einzeltiere. Etwa durch ein Teleskop als Auge gesehen hat aber überhaupt noch kein Tier außer ihm.

Mit dieser höchsten, ja absoluten Ausgestaltung des einen genannten Fortschrittsprinzips tritt dieser Mensch gegenwärtig, wie schon gesagt, die absolute Erbherrschaft an.

Dieser Umstand gibt uns nun für das Tierreich aber noch ein besonderes Maß des Anpassungsfortschritts auch im ganzen Stammbaum in die Hand.

Die enorme Steigerungshöhe, die zu der Technik des Menschen führte, war ein Produkt der geistigen Beweglichkeit, der Intelligenzhöhe des Menschen. Diese Intelligenzhöhe aber entsprach wieder äußerlich dem Vervollkommnungsgrade seines Nervensystems, das, nebenbei gesagt, zugleich streng zentralisiert, dem Individuum bei ihm eine höchste Bedeutung verlieh.

Verfolgen wir rückwärts den unmittelbaren Stammbaum dieses Menschen, so stellt sich uns als deutlichstes Fortschritts-



prinzip darin die schrittweise, gradlinig zunehmende Verstärkung dieses Zentralnervensystems (in engster Verbindung mit der Straffung und Stärkung der Individualität) vor Augen, ohne die jener glänzendste Anpassungstriumph niemals möglich geworden wäre.

Damit aber eröffnet sich uns plötzlich eine Perspektive über eine neue Fortschrittsdefinition überhaupt. Die Verstärkung und Vermehrung im Zentralnervensystem erscheint durch jenes Resultat als eine hochwichtige Steigerung schlechthin im Sinne eines Anpassungsfortschritts. Wo sie uns entgegentritt, werden wir streng darwinistisch stets von einem Fortschritt unmittelbar reden dürfen. Das gibt aber Fingerzeige auch unabhängig vom Menschenstammbaum jetzt durch die ganze Tierwelt. Es lehrt uns aufsteigende Linien im Prinzip und schon in ihren Anfängen von absteigenden da trennen.

Ein Tier, das sein Nervensystem verkümmern läßt, wie viele Schmaroger, oder das die Zentralisierung bedroht, wie durch nachträgliche riesenhafte Verdickung des Rückenmarks in der Beckengegend der Riesensaurier *Brontosaurus* aus der Sekundärzeit, werden wir nicht bloß relativ, sondern absolut als Rückschrittler bezeichnen. Linien umgekehrt, wie sie uns der amerikanische Paläontologe Marsh durch Ausgüsse der Gehörnhöhlen bei einigen zusammengehörigen Entwicklungsfetten von fossilen und lebenden Säugetieren zwischen der fernen Eozänzeit und der Gegenwart in Gestalt beständig verfeinerter und vergrößerter Gehirne zur Anschauung gebracht hat, werden wir in jedem Sinne als absolute Fortschrittslinien bezeichnen. Wenn auch im letzteren Falle Pferde oder Rhinocerosse es trotz ihres beständig gesteigerten Gehirnwachstums nicht selber zu einer menschenähnlichen Stufe „absolut vielseitiger Anpassung auf Grund von Gehirntelligenz“ gebracht haben und mit ihrer Steigerung auf ihrem Stammbaumaast auch durchaus nicht etwa auf der großen Linie zum bestehenden Menschen sich befunden haben, so haben sie sich doch auf dieser Strecke in aufsteigender Richtung im Sinne eines solchen Ergebnisses bewegt.

Diese Auffassung ist meines Erachtens durchaus nicht an-

thropomorphistisch im schlechten Sinne, denn sie faßt den Menschen ja vollkommen nur als Tier unter Tieren und als Anpassung unter Anpassungen. Aber sie betont die Art gerade seiner Anpassung, sie wertet sie auf ihren Erfolg, und sie nimmt den speziellen Weg zu ihm dann auch weiter und über den Menschen hinaus als Maßstab. So kommt sie auf die Ausbildung des Nervensystems als Fortschrittsmaß ganz ohne Überschreiten der streng darwinistischen Grenze.

Da sich lebendiges, zentralisiertes Nervensystem und geistige Betätigung im höheren Tierreich ohne weiteres praktisch gleich setzen lassen, so kann man verallgemeinernd von hier ohne jede unwissenschaftliche Beimischung den strengen Satz wagen, daß das absolute Fortschrittsmaß der tierischen Entwicklung die wachsende „Bergeistigung“ sei.

Man mag aber nun den neuerdings erfreulicherweise so viel lebhafteren Forschungen über ein Sinnesleben, Innenleben der Pflanzen so viel Wert beimessen, wie man will, und die schönsten Hoffnungen daran knüpfen, — so wird man doch zugestehen, daß wir dieses Fortschrittsmaß, das am Intellekt-Wachstum mißt, innerhalb des Stammbaums der Pflanzen gegenwärtig nicht verwerten können. Was wir können auch unter diesem Gesichtspunkte, der in dem Menschen die faktische gegenwärtige Spitze der irdischen Lebensentwicklung aus nüchternsten Vergleichungsgründen sieht, ist bloß, daß wir die ganze geschichtlich erwachsene Existenz der Pflanze auf unserm Planeten unter die letzten Voraussetzungen einreihen, die dieses tierische Intelligenzwachstum überhaupt ermöglicht haben. Ohne Pflanzen kein Tier. Ohne Pflanze kein Mensch. Das steht fest. Vielleicht haben uns die Pflanzen erst den für die tierische Atmung nötigen Sauerstoff geliefert. Jedenfalls haben sie aber fortgesetzt sonst das Tier bis zum Höchsten jenes Fortschrittsmaßes, dem Menschen, stofflich ernährt. Ihre Eroberung, mit so unendlicher Anpassungsfähigkeit fortgesetzt, hat als Nährquelle erst dem Tier die ganze Erdbreite als Lebensraum erschlossen. Die Pflanze ist mit all ihren wachsenden Komplizierungen der treue Pionier gewesen, der jener „Bergeistigung“ voranzog, der den Weg zum „Siege

des Geistes über den Stoff" erst ermöglichte, indem sie (um in der alten Terminologie zu reden) den „Stoff" zum „Geist" heraufzüttierte. In diesem Sinne ist in einem tellurischen Gesamtbilde, das den Intellekt als Spitze faßt, die Pflanze tatsächlich ein absolut nötiger Quader. Das Recht, die Pflanzenentwicklung in ihrer Gesamtheit zu werten an jenem „Menschenmaß" des Fortschritts, haben wir gleichzeitig von oben her vollauf, denn, wie die Dinge sich heute schon gestalten, wird auch die Pflanze jetzt in der Folge auf der Erde faktisch nur noch Anpassungs- und darin Fortschrittswerte besitzen, insofern sie sich dem Menschen anschmiegt, in ihn eingeht. Das Zeitalter der absoluten Erbherrschaft durch den menschlichen Intellekt umgreift die Pflanze jetzt so von oben, wie sie diesen Intellekt einst von unten als Quader unterbaut hat. Das ganze fernere Schicksal auch der Pflanzenexistenz wie Pflanzenentwicklung ist fortan in des Menschen Hand. Bei ihm steht, ob er die Pflanze dauernd erhalten wird, bei ihm, ob er durch intellektuelle Beherrschung ihrer Reaktions- und Bildungsgeetze (die künstliche Zuchtwahl unserer Gärtner ist längst ein erster Schritt hierher) sie jetzt bewußt für seine Zwecke weiterrücken wird. Auch die äonenalte Pflanze ist hineingeworfen jetzt in sein Eiltempo des Vernichtens wie Beförderns. Vielleicht ist ganz unberechenbar groß, was der Mensch gerade aus der Pflanze noch für sich machen kann, wenn er sie in ihrem eignen Leben mehr verstehen lernt. Andererseits könnte seine Chemie ihm eines Tages die Pflanze als notwendige Nährbedingung seiner Existenz entbehrlich machen. Er könnte auch ihren letzten Anpassungswert, ihr Lichtkochen von Nährstoffen, das ihm bisher unzugänglich war, erobern und damit auch sie endgültig überfliegeln, wie er schon jetzt fast alle Anpassungen des Tierreichs unter sich überfliegelt hat. Vielleicht sind seine wissenschaftlichen, ästhetischen Interessen und andere Züge der Menschenentwicklung dann aber schon so weit, ihn zu ganz anderer Stellungnahme als dem brutalen Vernichten zu leiten.

Diese Gedankengänge führen wohl auf das größte Bild, der Vereinheitlichung in allem Kosmischen. Wie alles zuletzt

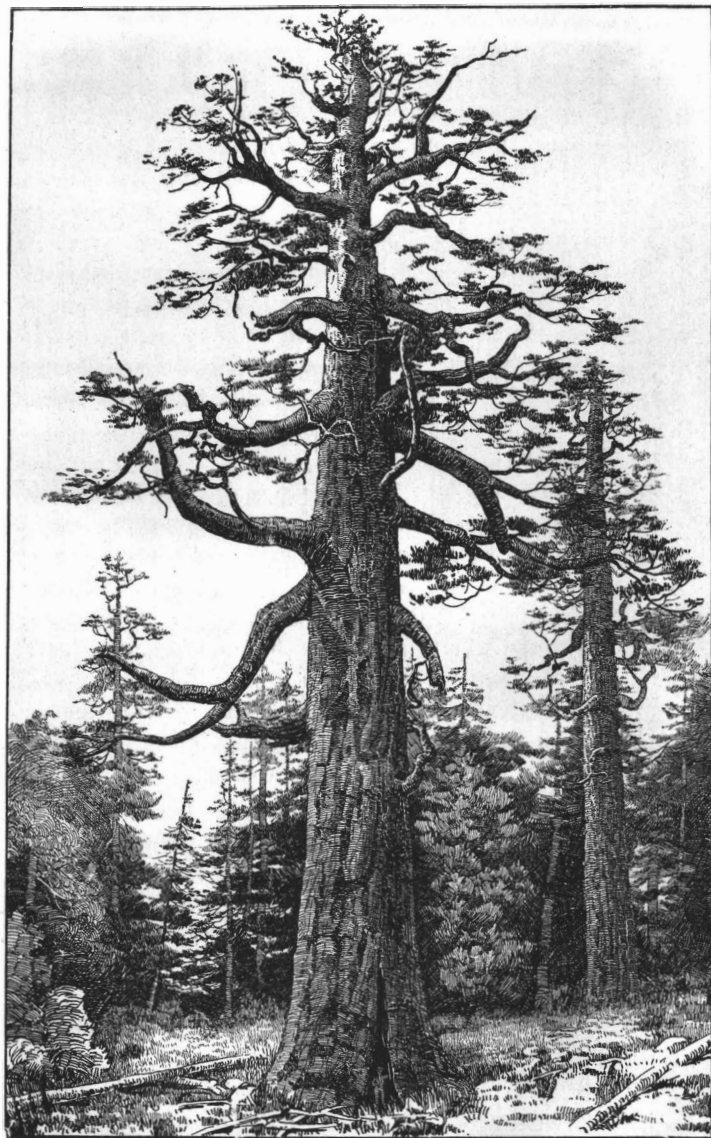
doch von höheren Stufen aus wieder erreicht, umfaßt, in das Höhere zu Höherem eingeschmolzen wird! Die größten „Sinnfragen“ der Entwicklung tauchen hier auf, — Fragen, denen ich persönlich durchaus nicht, wenn sie im rechten Zusammenhang gestellt werden, aus dem Wege zu gehen gesonnen bin. Aber sie führen doch hier aus unserem engeren geschichtlichen Thema heraus. Kehren wir aus dem Exkurs zur schlichten Sache zurück. —

Bei der ganzen Art, wie der innere Anpassungsfortschritt, die Anpassungsvertiefung und Anpassungserweiterung, sich in der Pflanzengeschichte vollziehen mußte, kann es nicht wundernehmen, wenn wir erste Anfänge von Gymnospermen bereits selber in der uns hier beschäftigenden Steinkohlenzeit finden. Nichts in der Entwicklung kommt plötzlich neu mit einem Strich unserer Tabellen.

Die Primär- und die Sekundärzeit laufen auf der Grenze von Steinkohlen- und Triasperiode naturgemäß völlig ineinander. Wie riesige echte Schachtelhalmwälder noch in der Triaszeit üppig grünen, so mischen sich schon in den Steinkohlenwald die ersten Nadelholz-Förste, allerdings ganz im Sinne der Theorie Förste von sehr primitiven, noch auffällig farnähnlichen Nadelholz-Verwandten.

Man muß bedenken, daß eine solche ältere Periode jedesmal viele Millionen von Jahren umfaßt; die Steinkohlenzeit wird, gelinde gerechnet, auf zwölf Millionen veranschlagt. Wenn sie in unserer Tabelle beginnt, ist ihre Flora und Fauna durchweg schon in einer gewissen Hochblüte, — so hier die Flora der Farngewächse, die zweifellos schon mindestens durch die ganze Devonzeit langsam herauskommt. Inmitten dieser Hochblüte setzt dann bereits der Fortschritt ein, es schiebt sich bereits allmählich die nächste floristische Dekoration hier und da dazwischen, bis endlich zum Schluß deren Übergewicht so groß ist, daß die folgende Periode wie mit einer ganz neuen Blüte fertig einsetzen kann.

Ob echte Araukarien im heutigen Sinne bereits im Steinkohlenwalde wuchsen, wie später massenhaft in der Saurierzeit, ist noch nicht ganz sicher festgestellt. Bestimmt aber liegen im



Kalifornische Mammutbäume, ein aussterbender Typus der Gymnospermen.

Steinkohlengestein bereits versteinerte Stämme irgendwelcher Nadelhölzer, ja sie tauchen schon im Devon auf; so früh setzte also der heimliche, erst zuletzt allgemein geoffenbarte Umschwung der Pflanzenentwicklung damals bereits ein.

Genaue Kenntnis selbst bis in ihre feinsten Blütenverhältnisse hinein besitzt man gegenwärtig nur von einer höchst urtümlichen Gymnospermen-Gruppe des Steinkohlenwaldes, die man als *Kordaitaceen* oder *Kordaiten* bezeichnet. und die sowohl zu den Palmfarnen wie auch den niedrigsten, altertümlichsten Nadelhölzern Beziehungen zeigt.

Auch diese *Kordaiten* bildeten hohe Bäume, die im Umriß an unsere *Drachebäume* (*Draçänen*) erinnert haben mögen. Die schlanken, nicht mehr rein gabelig oben verzweigten Stämme standen wie die *Schuppen-* und *Siegelbäume* auf flachen Sumpfwurzelneken im Moor. Auf ihren Ästen saßen lange, parallel-aderige, bisweilen zweilappige oder handförmige Blätter, und an diesen dicken Laubzweigen hingen auch die wie kleine Trauben aussehenden Blütenstände mit knospenartig runden Einzelblüten.

Die parallelen, gleichartigen Aderu dieser Blätter sind dabei wieder etwas ganz besonders Charakteristisches dieser ganzen altertümlichen Pflanzenwelt.

Wenn ich heute ein beliebiges Laubblatt meines Gartens nehme, von der Rose wieder oder von der Strynge, vom Pfeifenstrauch oder von der Kastanie, so gewahre ich in der grünen Fläche dieser Blätter stets die sogenannten Aderu oder Nerven als ein höchst kunstvolles Netz, dessen Maschen den ganzen Raum in einer höchst zweckmäßigen Weise allseitig durchspinnen.

Der Ausdruck *Nerven* ist dabei schlechter als *Aderu*, da es sich, abgesehen von Stützwecken, hauptsächlich um Leitungsröhren handelt, die die gewonnenen Nährstoffe weg- und Wasser zuleiten, also im eigentlichen Sinne um ein großes Rieselssystem.

Die überwältigende Menge unserer heutigen Laubpflanzenblätter ist mit einem solchen mehr oder minder komplizierten Aderwerk versehen. Im einzelnen sind die Typen nicht alle ganz gleich, aber durchweg stößt man auf verbundene, höchst verwickelte Stromneze mit Brücken vor- und rückwärts von einem Hauptsystem in das andere. Auch da, wo diese Brücken

undeutlicher erscheinen, lassen sie sich doch beim Trocknen noch feststellen, z. B. bei den Blättern unseres gewöhnlichen Maiglöckchens.

Immerhin erscheinen die Hauptadern dieser Maiglöckchenblätter bereits viel mehr parallel als etwa die von einem Mittelstamm ausstrahlenden eines Syringenblatts.

Und wenn ich nun gar einen seltenen, aus dem fernen Osten zu mir gebrachten Zierbaum meines Gartens eines Blattes beraube, so sehe ich mich plötzlich vor einem in der Tat ganz andersartigen Typus der Aderung.

Dieses Blatt ist schon als Ganzes höchst seltsam in sich so geteilt, daß der hübsche, lichtgrüne Fächer, den es bilden würde, in der Mitte einen tiefen Kerbschnitt zeigt. In jeder der so entstehenden Teilhälften des Fächers aber sehe ich jetzt die Adern völlig wie Fächerspreizen nebeneinander herlaufen, ohne daß innerhalb ihrer Teilstrecken irgendetwelche feinen Nebenadern sie verknüpfen.

Es ist ein Blatt des berühmten Ginkgo-Baumes, das ich mir gebrochen habe, der Ginkgo biloba.

Alles an diesem Baum ist seltsam. Zu uns kommt er aus China und Japan, wo er nach älteren Nachrichten heute gar nicht mehr wild wachsen, sondern nur noch als Kulturbaum, speziell als heiliger Tempelbaum, gehegt werden sollte. Sein Blatt ist mit seiner Zweiteilung so eigenartig, daß es Goethe, den großen Kenner und Verehrer des Pflanzenblatts (er sah in ihm ein besonders bedeutsames Symbol eines bestimmten Pflanzenbauplans), zu seinem wundervollen Gedicht im „West-östlichen Diwan“ begeistert hat, wo es symbolisch vom Ginkgo heißt:

„Dieses Baums Blatt, der von Osten  
Meinem Garten anvertraut,  
Mit geheimen Sinn zu kosten,  
Wie's den Wissenden erbaut.  
Ist es ein lebendig Wesen,  
Das sich in sich selbst getrennt,  
Sind es zwei, die sich erlesen,  
Daß man sie als eines kennt?  
Solche Frage zu erwidern,  
Fand ich wohl den rechten Sinn:  
Fühlst du nicht an meinen Liedern,  
Daß ich eins und doppelt bin?“

Die eigentlichen Wunder des Baumes beginnen aber erst



Zweig von *Ginkgo biloba*.

als eine regelrechte Mischform bei seiner Embryologie, die ihn auf der Grenze von den Farnen zu den tagusartigen Nadelhölzern erweist.

Schon dem Laien muß die äußerlich frappante Ähnlichkeit gerade seiner Doppelblätter mit den wie eine Miniaturausgabe des Ginkgoblattes ausschauenden, reizenden Blättchen des in Italien (z. B. Pompeji) wild wachsenden *Adiantum*, also eines echten Farnkrautes, aufgefallen sein. Er wird ihn mit seinem grünen Laubschmuck lieber für einen riesigen *Adiantum*baum halten als für einen Verwandten der düsteren Eibe (des *Tagus*) und überhaupt der stachelichten Nadelhölzer. Und doch hat er von allem etwas, er ist eben eine echte, heute noch übrige Übergangsform.

Wir werden seine Blütezeit in früher Urwelt vermuten.

Wer sich an das oben von der Gabelform bei Pflanzen als altes Merkmal Gesagte erinnert, wird



die seltsame Blattspaltung auch hier als solche Gabelung erkennen und ehrwürdigen Alters verdächtig finden auch schon aus diesem Grunde.

Bei näherer Betrachtung erweisen sich aber auch die Abern dieses Blattes nicht als rein fächerig, sondern ganz unten zunächst alle auch als Gabeln. Man würde hypothetisch unbedingt annehmen müssen, dieser Ginkgo sei eine Reliquie der Steinkohlenzeit.

Die Paläontologie kommt aber direkt zu Hilfe.

Zunächst lehrt sie uns, daß die Ginkgos, die heute im Aussterben zu sein scheinen, noch in der Tertiärzeit weit verbreitet waren, ja wohl bei uns in Europa wuchsen. Bis zur Trias lassen sie sich sicher zurückverfolgen. Durchaus der Ginkgoform ähnliche Blätter aber haben sich noch über die Steinkohlenzeit hinaus bis ins Devon gefunden.

Je weiter wir in dieser Urwelt aber so zurückgehen, desto weniger auffällig wird auch die durch Netzwerk nicht verknüpfte, einfache Aderung der Pflanzenblätter überhaupt.

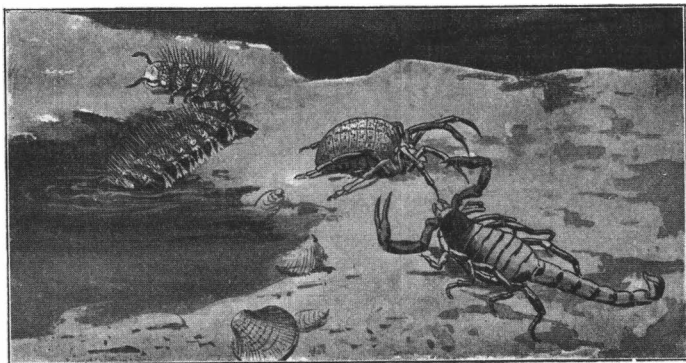
Bei den Farnen läßt sich noch innerhalb der Steinkohlenflora selber schrittweise verfolgen, wie die Fiederaderung sich rückwärts verliert, und dafür die einfache Paralleladerung als Urform herrschend wird. Während einer ganzen Jugendepoche scheinen alle Laubpflanzen auf einer Stufe der Parallel- oder Gabeladerung einmal gestanden zu haben, die dann erst ganz allmählich in allen Gruppen bis auf wenige Ausnahmen der Fieder- oder doch irgendwie der Netzaderung gewichen ist.

Potonié hat nun durch sinnreiche Experimente neuerdings nachgewiesen, daß die Pflanzenentwicklung auch hier, wie in der allgemeinen Gabelfrage, einen ganz bestimmten nachweislichen Fortschritt, diesmal einen Fortschritt im Sinne einer Anpassungsvertiefung, bewährt hat.

Macht man in ein Ginkgo- oder Abiantumblatt mit der Schere von der Seite her einen künstlichen kurzen Einschnitt, der eine Reihe der fast parallelen, durch Netzwerk oben nicht mit den andern verknüpften Abern durchschneidet, so welkt das obere Blattstück mit abgeschnittenen Abern einfach ab: es hat keine Zuflußstelle mehr von dem Gesamtrieselsystem der Pflanze.

Macht man dagegen das gleiche Experiment bei einem Blatt mit verknüpfendem Netzwerk, so bleibt auch das Stück, dem sein unterer Netzverband abgeschnitten ist, auf der Ersatzbrücke über die oberen Netznäden, die nach den unverletzten Hauptadern überleiten, in grüner Frische.

Das Netzsystem ist gegenüber dem einfachen Fächersystem eben eine treffliche Schutz Einrichtung bei Verletzungen der Blätter. Und Ginkgo und Abiantum sind in diesem Punkte auf einem heute sonst überall als unpraktisch ausgemerzten Übergangsstadium der Umwelt stehengeblieben.



Niedere Tiere der Steinkohlenzeit:

eine eigenartig lebende Tausendfüßlerart (*Acantherpestes maior*), ein spinnen-ähnliches Tier (*Eophrynus Prestvicii*) und ein Skorpion (*Eoscorpius carbonarius*).

Das Beispiel ist wegen der fast allgemeinen Durchführung der Sache in allen Pflanzengruppen von heute ein sehr sinnreiches für diese Art von Fortschrittsfragen, wie Potonié selbst mit Recht betont hat.

Der Fortschritt war in diesem Falle jedenfalls um so mehr geboten, als Verieselungsapparate überhaupt in der Folge für die Steinkohlenzeit immer wichtiger auch für das unzerrissene Blatt wurden.

Die Steinkohlenzeit hatte am Fleck ihrer Wälder ganz zweifellos ein außerordentlich feuchtes Klima, wie es in der Weise wohl niemals auf der Erde wiedergekehrt ist. Ihre

Pflanzen erzählen dem Wissenden allenthalben noch unmittelbar davon.

Die grandiose Entfaltung der baumbildenden Farne läßt wenigstens nach heutigen Erfahrungen auf ein warmes Klima schließen, das auch bis in sehr hohe Polarbreiten geherrscht haben muß.

Wenn man erwägt, welch ungeheure Mengen von Kohlen-säure diese endlosen, üppigsten Pflanzengenerationen in den vielleicht zwölf Jahrmillionen der Epoche der Luft entzogen haben müssen, so wird man zu Beginn der Epoche einen entschieden stärkeren Kohlen-säuregehalt der gesamten Erdatmosphäre voraussetzen müssen, und es mag erlaubt sein, dabei an die Hypothese von Arrhenius zu erinnern, nach der ein so verstärkter Kohlen-säuregehalt die Erde besser gegen Wärmeverlust gepanzert, also bei gleicher Sonnenbestrahlung wie heute um einen\* gewissen Gradbestand wärmer an ihrer Oberfläche erhalten haben würde.

Es ist gewiß eine Tatsache, die zu denken gibt, daß um den Schluß der Steinkohlenperiode eine Eiszeit über die Erde gegangen ist, deren Spuren sich besonders im Umkreise des heutigen indischen Ozeans erhalten haben. Im Sinne der Hypothese würden die Pflanzen damals der Atmosphäre endlich so viel Kohlen-säure entzogen gehabt haben, daß eine zeitweise starke Abkühlung eintrat; erst gewaltige vulkanische Ausbrüche hätten den Kohlen-säuregehalt und damit das Klima der folgenden Sekundärzeit wieder gebessert.

Ich möchte an dieser Stelle nicht in das Gewirre der Hypothesen über die Eiszeitprobleme eingreifen. Für einen starken Kohlen-säuregehalt der Luft in der Steinkohlenperiode spricht an sich aber jedenfalls noch die weitere Tatsache, daß in ihrem langen Verlauf eine kolossale Gebirgsbildung stattgefunden hat (eine große Alpenkette gipfelte sich von Mittel-frankreich an auf dem ganzen Gebiet bis etwa zum heutigen Riesengebirge empor, eine zweite zog sich vom gleichen Eckpunkt nach England hinaus), — daß aber in ihrem Schlußakt, der Permzeit, die Verwitterung dieser Gebirge zum großen Teil schon wieder herabgenagt hatte; das setzt enorme Hilfe von Kohlen-

säure voraus, müßte aber selber auch zu weitgehender Bindung dieser Kohensäure und Entleerung der Atmosphäre, also Kälteursachen in Arrhenius' Sinn, geführt haben.

Lassen wir die Spekulationen beiseite, so sprechen doch auch dem Besonnenen alle Sorten von Anzeichen auf der Höhe der Zeit für warmen, feuchten Wald.

Die eigentümlichen Aphlebien vieler Steinkohlenfarnekräuter, Zusatzblätter, die man früher geradezu fremden Schmarogerpflanzen zuschrieb, die aber wohl nur besondere Schutzblätter der jungen, noch eingerollten echten Blättwedel sind, finden ihre Analogie nur bei heute lebenden typischen Formen der Tropen in feuchten Schluchten.

Ein Tropenmerkmal mit Beziehung auf gleichmäßig günstige Jahreszeit ist die Neigung der Steinkohlengewächse zur Bildung immergrüner Formen mit wachsender Verholzung ohne die auf Wachstumspausen deutenden Jahresringe.

Schmale, zerteilte und kleinflügelige Blätter im Gegensatz zu großen, zusammenhängenden Blattspalten deuten auf gewaltige Platzregen, denen man so besser entging.

Dem Kampfe um das Licht entsprach das Aufsteigen der hungrigen Blattkrone nach oben und das Verweisen der Blüten, also der Fortpflanzungsorgane, an die Astwinkel und den Hauptstamm selbst.

Jeder Blick auf die gleichzeitige Tierwelt ergänzt ebenfalls nur dieses Bild.

Wir stehen mitten im Übergang Kiemenatmender Wassertiere der verschiedensten Tierstämme auf das Land. Keine Situation konnte das so begünstigen wie eine sehr feuchte Luft über Sumpfterrain.

Das Wassertier durfte hier gleich manchen Fischen und Krebsern von heute zeitweise den Sprung in die reine Luft wagen, ohne daß seine Kiemen gleich vertrockneten und es ersticken.

Im Nebel ist das „Amphibium“ geboren worden, nicht nur das der Wirbeltiere, sondern auch in andern Tierstämmen. Denn „Amphibium“ ist wohlverstanden ein ganz allgemeiner Begriff: er bedeutet ein heidles Tier, das noch auf der

Grenze von Kiemenatmung für das Wasser und reiner Luftatmung durch lungenähnliche Apparate steht. Auf seiner univiersalsten Stufe hat solches Amphibium noch Kiemen oder Kiemen-

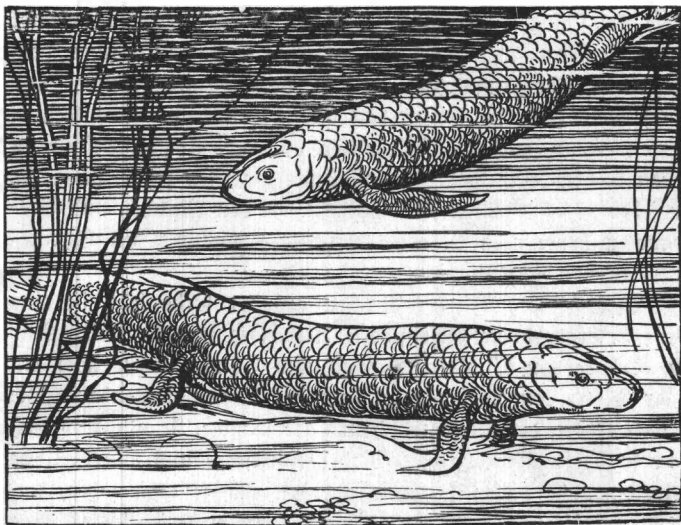


Zwei Insekten der Steinkohlenzeit (wiederhergestellt):  
rechts das bis 50 cm lang werdende *Titanophasma Fayoli* und links  
*Protophasma Dumasii*.

artig gebildete Wasserorgane und reine Luftatmungsorgane. So stehen bei den Wirbeltieren die Molchfische, die Lunge und Kiemen zeitlebens zugleich besitzen. Bei dem Frosch und höheren Molch ist die Sache schon über zwei Lebensabschnitte verteilt,

die Kaulquappe kann noch Kiemenatmen, das fertige Tier atmet nur mit Lungen. Was aber für das Wirbeltier gilt, gilt parallel für alle anderen Tierhauptstämme, die das Land und die Luft sich dauernd erobert haben. Auch dort schieben sich, obwohl die Atmungsorgane oft ganz anders aussehen, im Prinzip ein „Molchfisch-Stadium“ ein und ebenso ein folgendes „Molch-Stadium“.

Bei den Gliedertieren haben Tausendfüße, Skorpione,



Der Molchfisch *Ceratodus*,  
eine Wirbeltierstufe zwischen Wasser und Land.

Spinnen, echte Insekten Luft atmen gelernt. Es scheint sogar, daß dieser Tierstamm der erste „oben“ war. Seine Landeroberung geht bis in und wohl noch hinter die Silurzeit zurück. Gerade diese Gliedertiere, vor allem später als Insekten, haben aber wohl andere Wasserbewohner dann nachgezogen, indem sie sie zum Verfolgen reizten im Daseinskampfe.

So mögen Fische am Wurzelwerk der Steinkohlenbäume heraufgeklettert sein auf der Insektenjagd, wie heute noch kleine Tropfenfischchen den Stelzfüßen der Mangroven folgen. Als

diese Fische dann eine Gabe zu Hilfe nahmen, die heute unser Schlammpeitzger noch lustig betätigt: mit dem Darm, oder noch besser, einem Anhängsel dieses Darms, der Schwimmblase, wirklich reine Luft zu atmen statt lufthaltigen Kiemenwassers, war das „Amphibium“ auch hier geboren: der Molch.

Im echten Steinkohlenwalde krochen schon die Archegosaurier, im Wesen Molch, von Gestalt und stellenweise auch der Größe nach fast Protodile, schwerfällig dahin.

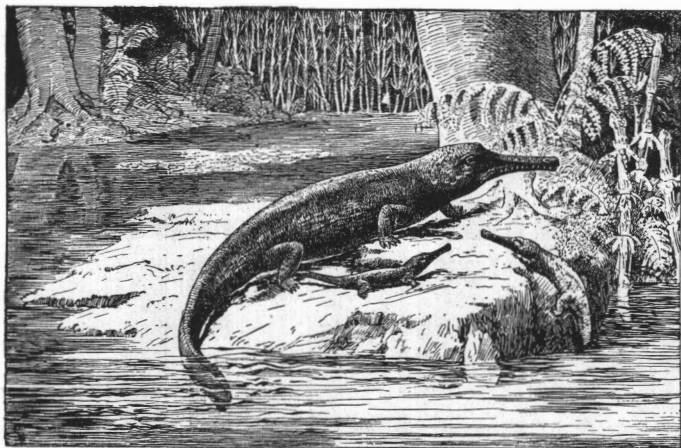
Es ist recht bezeichnend nicht nur für die günstige Chance, die diese kolossalen Waldmoore der Ampibienbildung überhaupt boten, sondern auch für die ungewöhnlich guten Bedingungen, die diesen Übergangstypus (was er doch eigentlich immer nur war) damals für die Dauer von vielen Jahrmillionen entgegenkamen, wenn wir das Wirbeltier auf der Amphibienstufe in jenen Tagen seine wahre Kolossalstufe einleiten sehen, die heute in jeder Weise vorüber ist. Es geht mit den Molchen und Verwandten heute noch in erhöhtem Maße wie mit den Gymnospermen bei den Pflanzen.

Was heute noch von Lurchen auf der Erde lebt, ist eine ganz untergeordnete Gesellschaft. Durchweg sind sie klein. Nur in verborgenen Winkeln Japans und Chinas leben noch ein paar Meter lange, aber total harmlose Riesensalamander. Die größte Kröte, der Ochsenfrosch und Verwandte, sie alle sind doch nur spaßhafte Gernegroße. Mehrere seltsame und altertümliche Kiemenmolche haben sich nur an, fast möchte man sagen, unwahrscheinlichen Orten erhalten, wie in unterirdischen, ewig dunkeln und fast unzugänglichen Gewässern; so der berühmte Dlm in der Adelsberger Grotte.

Und man würde im ganzen sogar noch viel weniger von unserm Lurchvolk merken, wenn es nicht bei all seiner Kleinheit und Verborgenheit in seinen höchsten Gliedern, den Fröschen, etwas entwickelt hätte, was den höher stehenden Reptilien fast wieder verloren gegangen ist: eine laute, quakende oder trillernde Stimme, mit der sich unsere Wasserfrösche und Feuerkröten, noch mehr aber die tropischen Laubfrösche allerdings noch ganz gebieterisch „Gehör“ zu verschaffen wissen.

Wahrscheinlich sind alle diese Lurche von heute, die primi-

tivsten wie diese höchsten, nur ein später und nie sehr zur Blüte geziehener Seiten- oder Nachspröß des ursprünglichen Haupt-Amphibienstammes, der in der Steinkohlenzeit seinen „großen „Tag“ begann und aus sich sowohl die Reptile von später wie (über deren erste Stufen fort) vor allem auch die Säugetiere und so im weitesten Verlauf geradezu auch uns Menschen selber einst entwickelt hat.



Wiederhergestellter Umriß des Steinkohlenamphibiums *Archegosaurus*.

Um das Ende der Steinkohlenzeit war dieser Ur-Hauptstamm so weit „heraufgefüttert“ durch die Gunst der Dinge, daß er jetzt und in die folgende Triaszeit hinein wahre amphibische Drachen sich leisten konnte: die sogenannten Labyrinthodonten, eine Art krokodilhaft gepanzerter Kolossalmolche mit dem wildesten Gebiß. Erst als die echte Krokodilzeit, die Hochblüte der Reptile, sich mehr geltend machte, ging diese Zeit der Salamanderdrachen wieder zurück. Gerade die letzten Riesen waren dabei schon ausgesprochene Landformen geworden und traten so in zu einseitige Konkurrenz mit den echten Reptilen, dem eigentlich ablösenden, sie überbietenden „Lur-Landtypus“.

Entstanden ist (ganz im Sinne des oben über das frühe



Vnrücken des Neuen Gesagten) auch dieses Reptil schon in der Epoche der Steinkohlenwälder.

Am Schluß der Epoche schafften gewisse Amphibien auch bei ihren Jungen, ihren „Kaulquappen“, die alte, fischhafte Kiemenatmung ab und atmeten so zeitlebens nur noch mit Lungen. Das neue Zeitalter, eben das der Reptilien, war damit still, aber entschieden eingeläutet.

Gleichzeitig waren die Mollusken mit der Lungenatmenden Schnecke aufs Trockene gestiegen.

In jenen hohlen, sandgefüllten Baumstämpfen der Zeit findet man sie bisweilen alle drei vereint vor: kleine Pupa-schnecken mit Landatmung, echte Molche und vom Gliedertierstamm einen Tausendfuß, — Beweis, daß das Tier die Situation ebenfalls allgemein begriffen hatte und der Pflanze nachkam.

Die Pflanzen machten zugleich die Luft in vereinter Arbeit immer reicher an Sauerstoff, also gerade an dem, was die Tiere brauchten.

Und wie Pfeiler, Brücken und Höhenzeiger deuteten sie rein räumlich in diese gereinigte Luft hinauf.

„Luft ist gereinigt,

Atme der Geist“,

heißt es im „Faust“. Das Wort hat hier eine tiefe Bedeutung.

Es handelte sich nicht bloß um eine gewöhnliche Erweiterung des Anpassungsspielraums für die Organismen bei diesem allgemeinen Anstieg ihrer besten Spitzen auf das Land. Es steckte mehr darin. Für die Pflanze selbst bedeutete es bereits einen ganz gewaltigen Fortschritt in der Verfeinerung ihrer Organisation. Auf dem Lande ist erst das höchste Wunder des ganzen Pflanzenbauseins geboren worden, ihr höheres Liebesleben, wie es sich in der von Insekten befruchteten, farben-schönen, duftenden Blüte, in jeder Rose etwa, uns vor Augen stellt. Auf dem Lande ist ihre höchste technische Leistung erst erreicht worden: der vollendete Kunstbau eines höchst entwickelten Baumes, wie ihn uns eine alte herrliche Eiche vorführt.

Über noch viel mehr als das.

Es war der „Geist“ im Organischen, der als Landtier an

dem gefälligen Pflanzenstamm emporkletterte, der die vom grünen Pflanzenblatt gereinigte Luft trank, vielleicht sich sogar durch die von ihm geschaffene Kühle im Sinne jener Theorie des Arrhenius zu immer besserer, glücklicherer Leistung anspornen ließ.

Aus diesem Molch, der da unbeholfen die auf Stigmarien im Waldmoor verankerte Sigillarie bestieg, sollte in unabsehbarer Ferne, jenseits von Drachentagen und Eiszeiten — der Mensch hervorgehen.

Und so schließt sich der Ring der Dinge im Weltenschicksal. So ist das grüne Blätterwerk dieser Steinkohlenbäume damals, als es noch Luft und Sonne trank, eigentlich schon über seiner, des Menschen, Wiege gewesen. Im Lebenschoße, in der großen Urwiege, aus der alles Zusammenhängende steigt wie am goldenen Schicksalsseil der Sage, waren beide sich schon einmal begegnet und hatten sich gesegnet.

Die Weltuhr tickte. Die Pflanzen, die Sonnenkinder von ehemals, sanken in einen schwarzen Sarg. Da blühte der Mensch selber in Vollkraft aus dem lange reisenden Keim zum Sonnenkinde dieser Erde auf. Sein Sonnengeist suchte nach Wärme, nach Licht. Und der schwarze Sarg tat sich ihm auf, — am eingesargten Sonnenglanze der Urwelt entzündete er die hellste Fackel seiner Kultur, — am brennenden Stein.

## Übersicht der in diesem Buche erwähnten in ihrer natürlichen Reihen-

### 12.      **Alluvial-Periode oder Alluvium.**

Die noch fortdauernde geologische Periode der Gegenwart. Oft mit dem Diluvium zusammengefaßt als Quartär-Periode. Beginn der Erdherrschaft des Kulturmenschen. Entstehung unserer Kulturpflanzen.

### 11.      **Diluvial-Periode oder Diluvium.**

Ausgezeichnet durch große Klimaschwankungen (diluviale Eiszeit). Zeitalter des Mammuts und des Höhlenmenschen der älteren Steinzeit. Zeitweise weite Ausdehnung der polaren Moossteppe (Tundra).

### 10.      **Tertiär-Periode oder Tertiär.**

Zerfällt von unten nach oben in die Eozän-, Miozän- und Pliozänzeit. Außerordentliche Entfaltung der Säugetiere. Warmes Klima begünstigt, wie in der Steinkohlen-Periode, allenthalben den üppigsten Pflanzenwuchs, doch herrschen jetzt in erster Linie die Angiospermen.

### 9.        **Kreide-Periode oder Kreide.**

In ihr geht das Zeitalter der Saurier langsam zu Ende, und zugleich treten die Angiospermen (die höheren Blütenpflanzen) auf.

### 8.        **Jura-Periode oder Jura.**

Die Blütezeit des Ichthyosaurus. Bei den Pflanzen Herrschaft der Gymnospermen.

### 7.        **Trias-Periode oder Trias.**

Das Zeitalter der großen Saurier und bei den Pflanzen der Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne) beginnt.

**6. Permische Periode oder Perm.**

Sie bildet eine Übergangsperiode von der Zeit der Steinkohlenwälder zur jüngeren Erdgeschichte. Es zeigen sich in ihr Spuren einer Eiszeit.

**5. Steinkohlen-Periode oder Karbon.**

Das Zeitalter der (größtenteils kryptogamischen, aus farnartigen Gewächsen bestehenden) Wälder, die in diesem Buche geschildert werden und denen wir unsere Steinkohle wesentlich verdanken.

**4. Devonische Periode oder Devon.**

Es finden sich bereits zahlreiche Reste von Wirbeltieren (Fische) sowie deutliche Spuren kryptogamischer Pflanzen.

**3. Silurische Periode oder Silur.**

Die Entfaltung des Lebens ist bereits eine außerordentlich üppige.

**2. Kambrische Periode oder Kambrium.**

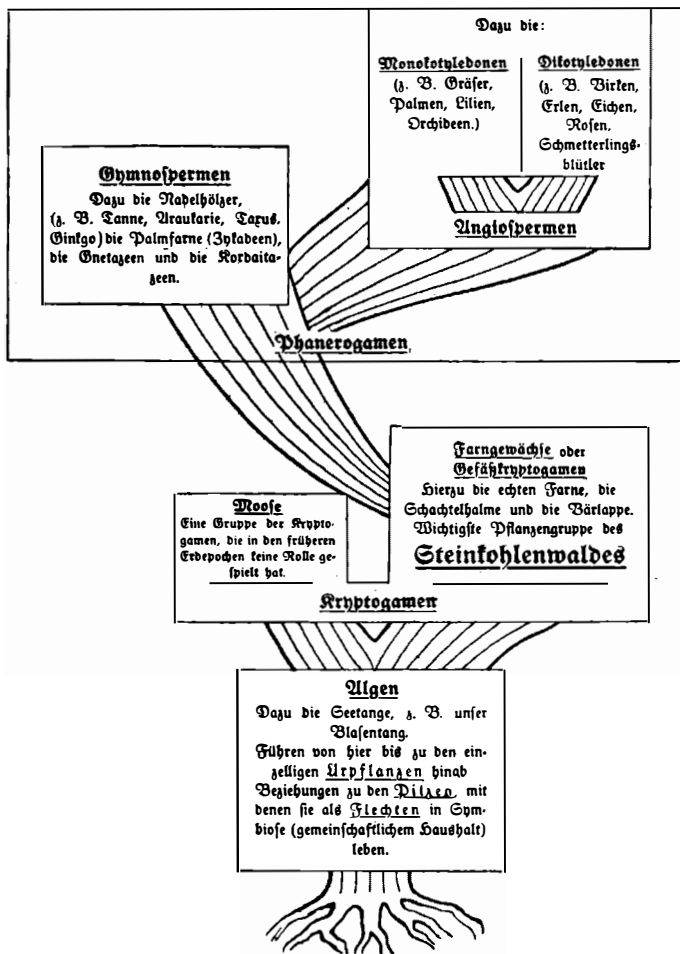
Den Übergang von ihr zur vor-kambrischen Zeit bildet das Algonkium. Hier tauchen zuerst erhaltene Reste eines reichen Lebens auf, das offenbar schon eine lange Vergangenheit hatte.

**1. Vorkambrische Perioden**

von unübersehbarer Ausdehnung nach rückwärts, aus denen wegen Umwandlung des Gesteins Reste des Lebens (Versteinerungen) uns nicht mehr erhalten sind.

## Systematische Übersicht

der in diesem Buche erwähnten Pflanzengruppen, die zugleich, von unten nach oben betrachtet, die ungefähre Richtung der geschichtlichen Entwicklung des Pflanzenreichs, also den Stammbaum der Pflanzen, andeutet.



## Namen- und Sachregister.

- Abhängigkeit des Menschen von der Pflanze** 82, 97.  
**Acantherpestes maior, Taufenfuß der Steinkohlenzeit** 89.  
**Abern, parallele der Blätter** 85 ff.  
**Adiantum** 87.  
**Algen** 25, 31, 52, 65.  
**Amphibien als Produkte der Steinkohlenzeit** 91 f.  
     " in verschiedenen Tierstämmen 91 f.  
     " , heutiger Rückgang bei den Wirbeltieren 94.  
     " , urweltliche Riesenformen bei den Wirbeltieren 94 f.  
**Amphioxus** 73.  
**Angiospermen** 60 f., 66 ff.  
     " erstes Auftreten in der Kreidezeit 61, 68.  
     " Höhepunkt der 68.  
     " Abstammung von den Gymnospermen 62, 69 f., 72.  
**Annularia, Rätzel der** 57.  
**Anpassung** 68 f., 74 ff.  
     " umfassende des Menschen 73, 79 f.  
     " als Faktor der Entwicklung 73.  
     " der Pflanzen an Tiere 78.  
**Anthropomorphismus, falscher** 80.  
**Aphlebias** 91 f.  
**Appalachisches Kohlenfeld** 34.  
**Araukarien** 58 f., 62, 83.  
**Archegosaurus** 94 ff.  
**Arrhenius, Hypothese von** 90.  
**Bärlapp** 30, 44, 50 ff., 52 f., 59.  
**Baum der Reisenden** 57.  
**Baumstämmen, aufrecht versteinerte** 35 f.  
**Befruchtung der Pflanzen durch Insekten** 78.  
**Berieselungsapparate der Steinkohlenpflanzen** 89.  
**Beroldingen** 44.  
**Biogenetisches Grundgesetz** 56.  
**Blasentang** 54 f.  
**Blattnarben b. Steinkohlenpflanzen** 50.  
**Braunkohle** 44.  
**Brontosaurus** 80.  
**Brückeneidechse** 73.  
**Buffon** 15 ff., 24 f., 26 f., 30, 31, 35, 44.  
**Calamariaceae** 57, 59.  
**Ceratodus, ein Molchfisch** 59, 73, 93 f.  
**China, Steinkohlenlager in** 33.  
**Cuvier** 20, 22, 24, 32.  
**Darwin** 23, 25, 27, 48, 68.  
**Darwinismus, seine Notwendigkeit zur Erklärung** 6, 62, 66.  
**Dicotyledonen** 61, 65.  
**Distelfalter** 76.  
**Drachebäume** 85.  
**Eibe** 61, 87.  
**Eiszeit am Schluß der Steinkohlenzeit** 90.  
**Empfindung bei der Pflanze** 81.  
**Engler** 31.  
**Eophrynus Prestvicii, Spinnentier der Steinkohlenzeit** 89.  
**Eoscorpius carbonarius, Skorpion der Steinkohlenzeit** 89.  
**Equisetum** 58.  
**Ernährung der Pflanze im Gegensatz zum Tier** 8.  
**Farnkräuter** 36, 52, 57, 62, 65, 67, 72.  
     " baumförmige 35 f., 57.  
     " Blattadern der 88.  
     " Blattstellung der 57.  
     " kletternde 57.  
**Festländer, Alter der** 32.  
     " der Steinkohlenperiode 33.  
**Fische des Steinkohlenmalbes** 93.  
**Flüge** 17 f., 22 ff., 30, 33 ff., 39.  
**Flußwasser, von Pflanzenmoder gefärbtes** 41.  
**Fortschritt in der Entwicklung** 73 ff.  
     " in seinem Verhältnis zur Anpassung 73 ff.  
     " mit der Zeit 76.  
     " als wachsende Erberoberung 76 ff.

Fortschritt als wachsende Mannig-  
 faltigkeit 76.  
 " Stellung des Menschen  
 im 79.  
 " Rolle der Intelligenz im  
 79 ff.  
 " Stellung der Pflanze zur  
 Intelligenz im 81 f.  
 " bei den Blattadern der  
 Pflanzen 89 f.  
**Gabelung**, Theorie der 51 ff., 57 f.  
**Gebirge**, Alter der 32 f.  
 " in der Steinkohlen-Periode  
 33, 90.  
**Gefäßkryptogamen**, 30, 41, 48, 66 f.  
 72 f.  
**Ginkgo** biloba 86 f.  
 " heutige Heimat der 86.  
 " seltsames Blatt der 86.  
 " Verse Goethes auf 86.  
 " Verwandtschaft mit der Eibe  
 87 f.  
 " in der Tertiärzeit 88.  
 " in der Triaszeit 88.  
 " älteste Spuren von 88.  
**Gnetazeen** 60.  
 Goethe 15, 20, 23, 25, 86.  
 Graphit 52, 63.  
 Guiana, Sumpfwälder von 17, 25.  
 Gümbel 29.  
**Gymnospermen** 60 f., 66 ff.  
 " erstes Auftreten 83 f.  
 " Höhepunkt der 61, 67.  
 " Uebergang z. d. Angio-  
 spermen 62, 68 f., 72.  
 " Niedergang der 67.  
**Haedel** 56.  
 Hoff 23.  
**Insekten** des Steinkohlenwaldes 92.  
**Isoetazeen** 50.  
**Jahresringe** 91.  
**Jassana** 47.  
**Kalamites**, Rätzel der 57.  
**Kambrische** Gesteinschichten 62.  
**Karlshader** Sprudel 20.  
**Katastrophenlehre** 22 ff.  
**Kattowitz**, Stütz von 39.  
**Keimblätter**, Gabelteilung der 56.  
**Kiefern**, ihr Verhalten auf Moor-  
 boden 47.

**Kircher**, Athanasius 12.  
**Klima** der Steinkohlenzeit 89 f.  
**Kohlenläuregehalt** der Luft in der  
 Steinkohlenzeit 90.  
**Korallenriffe** 33.  
**Kordaiten** 85.  
**Kotyledonen** 56.  
**Kristallinische** Schiefer 63.  
 " ,Mangel an Versteine-  
 rungen darin 63.  
**Kryptogamen**, höhere 30.  
 " baumförmige 32.  
 " der Moore 43 f.  
**Laubfrösche** 94.  
**Leben**, seine Anfänge 63.  
 " seine Beziehungen zur Flamme  
 63 f.  
 " sein Wiederstand gegen Tem-  
 peraturen 64.  
**Lepidodendraceae** 49, 50.  
**Lyell** 23, 24, 26.  
**Maiglöckchen**, Averbildung bei dem 85  
**Maikrozytis**-Zang riesenhafter 28.  
**Mammutbäume**, 84.  
**Marsh** 80.  
**Meer** der Steinkohlen-Periode 34.  
 " Tierleben im Steinkohlen- 34.  
**Mississippi**, Baumtransport im 17  
 25, 34.  
**Monokotyledonen** 61, 65.  
**Moore**, Natur der heutigen 43.  
 " Schwimm- 41 f.  
 " Wald- 43.  
**Moore** 44.  
**Mundus subterraneus** 11.  
**Nadelhölzer**, System. Stellung der 59 ff.  
 " gegenwärtige Rolle der 61.  
 " Abstammung der 65  
**Neptunisten** 19, 20.  
**Newton** 13.  
**Nordamerika**, Steinkohlenlager in 33,  
 39.  
**Olm** 94.  
**Palmen** 65.  
**Palmsarne** 60.  
**Panzermolche** der Steinkohlenzeit 95.  
**Perioden** der Erdgeschichte 20 ff.  
**Petroleum**, Entstehung des 31.  
**Pflüger** 64.  
**Phanerogamen** 60

Pilotazeen 50.  
 Pittsburg, Flöz von 34.  
 Plutonisten 19, 20.  
 Potonié 6, 31, 88 f.  
 Protokalamariazeen 59 f.  
 Protophasma Dumasii 92.  
 Reptilien, Entwicklung der 70 f., 95.  
 Riesen salamander 13.  
 Roux, Wilhelm, 63.  
 Rückschritt in der Entwicklung 80.  
 Sargassomeer 27 f., 41.  
 Säugetiere, Verhältnis zum Reptil 71.  
 Saurier, Zeitalter der 61, 67, 96.  
 " saugtierähnliche vom Kap-  
 land 71  
 Schachtelhalme 30, 44, 52.  
 " heute noch lebende 58.  
 " baumhafte 57 f.  
 " der Triaszeit 58.  
 " der Steinkohlen-  
 Periode 57 f.  
 Scheuchzer 13 f.  
 Schlammpeitzger 94.  
 Schnabeltier 59.  
 Schöpfungsgeschichte, die biblische 14.  
 15, 20.  
 Schuppenbäume 49 f., 55.  
 Sedimentgestein 18, 32.  
 Siegelbäume 29, 50 ff., 55.  
 Sigillariaceae 50 f.  
 Sintflut 14, 16, 32.  
 Spreewald 43.  
 Stammbaum der Pflanzen 5, 26 f.,  
 52 ff., 64 ff., 68, 71, 77, 81 f.  
 Stammbaum der Tiere, im Gegensatz  
 zu dem der Pflanzen 64 f., 70.  
 Steinkohle, Entdeckung der 10.  
 " erste Erklärung der 12 f.  
 " Scheuchzers Theorie d. 13.  
 " Buffons Deutung d. 15 ff.  
 " Pflanzenreste in der 19.  
 26, 30 ff., 35.  
 " Mikroskop. Enträtselung  
 der 29.  
 " Tang-Theorie der 27 ff.  
 " pflanzliche Natur der 31.  
 " Moortheorie d. 41 ff., 44 ff.  
 " Fundstätten der 33.  
 " Jährlich. Verbrauch an 33.  
 Steinkohlen-Periode 21 f.  
 " , Zeitdauer d. 24, 83.

Stigmarien 46 ff., 50.  
 Stützorgane, unterirdische von Stein-  
 kohlenpflanzen 47.  
 Sturmfluten, geologische Rollen der  
 71 f.  
 Sumpfantilope 47.  
 Sumpfwälder, altgermanische 43, 61.  
 Sumpfpypressen 43. 61.  
 Syringe, Aderbildung im Blatt bei 85.  
 Talegallahuhn 9.  
 Lange 25 f., 28, 54, 56 f., 65.  
 Tausendfüße 93, 96.  
 Taxodium distichum 43.  
 Tagus 61, 87.  
 Tierleben im Steinkohlenwald 89, 91 ff.  
 Titanophasma Fayoli 92.  
 Torf, versteinertes 44.  
 Treibholz 36.  
 Tropencharakter des Steinkohlen-  
 waldes 90 f.

Vereineitlichung, letzte kosmische 82.  
 Versteinierungen, als Naturspiele ge-  
 deutet 14.  
 Vielzeller 26.  
 Vulkane als angebliche brennende  
 Kohlenflöze 20.

Wacholder 61.  
 Wälder, unterirdische 25.  
 " schwimmende 25.  
 Wasserblüte 31.  
 Wasserherkunft der Pflanzen 53, 56  
 78, 96.  
 " der Tiere 53, 78, 91 ff.  
 Weihnachtsbäume, Alter unserer 61.  
 Wellingtonien 61, 84.  
 Welwitschia 60.  
 Werkzeuge, Erfindung der 10, 79.  
 Werner 19.  
 Wirbeltiere, Stammbaum der 70.  
 Wurzelnarben bei Steinkohlenpflanzen  
 50.

Zellen 26, 30.  
 Zimmertannen 59.  
 Zuchtwahl-Theorie 68.  
 Zukunft der Pflanzenentwicklung 82.  
 Zyan-Theorie 64.  
 Zykadeen 60 f.