

und Balbierer zu Salzburg, hat er durchaus alle seine Erzhney- vund Kunstbücher desgleichen zc., geordnet vund verschafft, zc. In letzterem sind aufgeführt: „Ein gedruckt vund sieben geschriebene Arzhney Bücher, vnd sonst allerley ander collectur. — Mehr etliche vund allerley geschriebene Collectur in Theologia, so Theophrastus soll concipirt haben.“

Die Pflanzenwelt der Tertiärzeit.

Von Gustav Adolf Zwanziger.

(Schluß.)

In Deutschland trat 1778 v. Berolbingen mit der Behauptung hervor, die Steinkohlen seien aus Braunkohlen, diese aber aus Torf durch allmälige Umwandlung entstanden, der Torf selbst sei durch Ueberschwemmungen des Meeres angehäuftes Pflanzenmaterial. Hutton in England gelangte wenige Jahre später, 1785, gleichfalls zu der Ueberzeugung, alle Kohlen seien aus Pflanzen entstanden und Williams suchte die Pflanzen der englischen Steinkohle, doch erfolglos, zu bestimmen. Er glaubte das langfaserige, harzige Fichtenholz, wie jenes der Tanne, als die Kohle vorwiegend zusammensetzend zu erkennen.

Ueber den Vorgang, durch welchen aus Pflanzen Torf, Braunkohle oder Schwarzkohle entstanden sind, konnte man so lange nur Vermuthungen aufstellen, als einerseits die aufmerksame Verfolgung desselben in der Natur, andererseits die solche Beobachtungen erleichternde und aufklärende chemische Untersuchung der Kohlen noch nicht den nöthigen Anhalt zu einer Theorie bot. Im Allgemeinen kann man mit Geinik sagen, daß die Umwandlung der Pflanzen in Kohle auf einer allmäligen Concentrirung des in der Pflanze vorhandenen Kohlenstoffes beruht.

Nach Fleck sind die Braun- und Schwarzkohlen Vermoderungsproducte von Vegetabilien, deren vorwaltend bei Luftabschluß unter Wasser verlaufender, durch den Einfluß mittlerer Temperaturen unterstützter Zersetzungsproceß auf einer in und aus der organischen Pflanzensubstanz stattfindenden Entwicklung von Kohlensäure und Sumpfgas beruht, welche als Zersetzungsproducte auftretend zum Theil von dem über den vermodernden Pflanzen stehenden oder adhären den Wasser absorbiert werden (Kohlensäure), zum Theil aus der Flüssigkeit oder dem feuchten Fossil in gewisser Gleichmäßigkeit entweichen (Sumpfgas) und sich der Atmosphäre beimischend, mit derselben explosive Gas-

gemische bilden können. Die Quantitäten beider sich entwickelnden Gase sind einander äquivalent und ihre in gleichen Zeiträumen auftretenden Volumina von dem Verlaufe des Vermoderungsprocesses und den ihn befördernden Bedingungen, Temperatur und Feuchtigkeit, abhängig. Der Vermoderungs-Rückstand, der fossile Brennstoff, besitzt eine den organischen Bestandtheilen des vermodernden Pflanzenstoffes der Art und der Menge nach entsprechende Zusammensetzung. (Dr. Gustav Leonhard, Grundzüge der Geognosie und Geologie. 3. Auflage. Leipzig und Heidelberg, C. F. Winter, 1874. 8°. S. 146.)

Die umfassendsten Versuche über die künstliche Erzeugung von Braun- und Steinkohle auf nassem Wege und unter Einwirkung höherer Temperaturen machte Göppert: Eine Menge Pflanzentheile, darunter auch solche von Farnen, wurden fünf Monate lang in einer mit Wasser gefüllten Büchse in ein Digestorium gehangen und dort erwärmt. Das Wasser hatte meist die Temperatur von 80 Grad, nie unter 60 Grad. Sämmtliche Reste waren in dieser Zeit in eine braunkohlenartige Masse verwandelt worden. Ebenso stellte Göppert Versuche mit bloßem Abschluß der Luft ohne Mitwirkung des Wassers in zugeschmolzenen Glas-cylindern an in gewöhnlicher und höherer Temperatur. Alle Pflanzentheile wurden nach längerer oder kürzerer Zeit mehr oder minder gebräunt. Aus diesen Versuchen schließt Göppert wohl mit Recht, daß sich nicht bloß Braunkohle, sondern auch Schwarzkohle auf nassem Wege und wenigstens erstere in unverhältnißmäßig kurzer Zeit zu bilden vermag.

Schon Göppert berichtet, daß in den Steinkohlenlagern von Charlottenbrunn sich das Zimmerholz zuweilen in Braunkohle verwandelt. Ein ausgezeichnete Fall derselben Art fand sich vor etwa 25 Jahren in einem verlassenen Stollen eines Eisenwerkes zu Turrach in Steiermark. Dieselbe Erscheinung wurde in Kärnten auch am Hüttenberger Erzberg beobachtet. Das in Lignit verwandelte Grubenholz, entweder Fichten- oder Lärchenstämme, in alten Verhauen der Großtisch und des Fleischerstollens am Hüttenberger Erzberge ist matt dunkelschwarzbraun, im muschligen Bruche dagegen glänzend. Daran hat sich Brauneisenstein als pulverförmige Masse angelegt, welche später erhärtete, so daß nun Holz und Erz innig mit einander verbunden sind. Diese Lignitbildung dürfte hier mindestens 300 Jahre gedauert haben, da diese Bergbauten erst im 16. Jahrhunderte begonnen wurden. Auch von Liescha wird Ummwandlung der Grubenhölzer in Lignit berichtet,

doch ist dieses Braunkohlenwerk noch viel zu jung für eine solche Umwandlung auf natürlichem Wege und wird eine solche auf Grubenbrände zurückzuführen sein, obwohl auch sehr großer Druck die Länge der Zeit ersetz haben könnte.

Die Einwirkung höherer Temperaturen, gleichviel ob dieselben bei der Zersetzung der pflanzlichen Reste entstanden oder von Außen hinzuge treten seien, läßt sich bei der Bildung des Torfes sowohl, als der Braun- und Steinkohlen allerdings nicht annehmen, da sich dann die flüchtigen Kohlenwasserstoffe rasch verflüchtigt hätten, statt in den Kohlen zu bleiben.

Die durch aufmerksame Verfolgung des Verkohlungsprocesses in der Natur gewonnenen Erfahrungen finden ihre Bestätigung durch die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen über den Verkohlungsproceß. Da alle Thatsachen für eine Entstehung der Kohle aus Pflanzen sprechen, so muß eine Vergleichung der chemischen Zusammensetzung in den verschiedenen Entwicklungsstadien, wie uns dieselben in den verschiedenen Kohlenarten, dem Torfe und der Holzfaser unzweifelhaft vorliegen, einen Einblick in den Verlauf des natürlichen Verkohlungsprocesses geben. Die mittlere Zusammensetzung der genannten Stoffe ist ungefähr folgende:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff
1. Holzfaser	50 Proc.	6 Proc.	43 Proc.	1 Proc.
2. Torf	59 "	6 "	43 "	2 "
3. Braunkohle	69 "	5.5 "	35 "	0.8 "
4. Schwarzkohle	82 "	5 "	13 "	0.8 "
5. Anthracit	95 "	2.5 "	2.5 "	Spur.

Nimmt man statt dieser Werthe die Anzahl der Atome ($C = 12$, $H = 1$, $O = 16$), indem man den Kohlenstoff mit 100 Atomen ansetzt, den Stickstoff aber vernachlässigt, weil er wegen seiner geringen Menge das Resultat nicht wesentlich verändert, so erhält man folgende Uebersicht:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
1. Holzfaser	100 Atome	150 Atome	65 Atome
2. Torf	100 "	115 "	40 "
3. Braunkohle	100 "	96 "	27 "
4. Schwarzkohle	100 "	80 "	12 "
5. Anthracit	100 "	27 "	2 "

Aus dieser Uebersicht geht hervor, daß der Verkohlungsproceß in der Kohle eine Veränderung des Verhältnisses von Kohlenstoff zu Wasserstoff und Sauerstoff bewirkt. Eine ähnliche Zersetzung organischen Materiales fand bei der Bildung des Petroleums statt.

Der Verkohlungsproceß kann in der Natur ebensowohl eine Beschleunigung als eine Verzögerung erleiden. Im ersteren Falle erscheinen die Kohlen jüngerer Formationen als vollständige Schwarzkohlen, die der Steinkohlenformation als Anthracit. Im Gegenseize hierzu erweisen sich die der Steinkohlenformation angehörigen Kohlen in Central-Rußland braunkohlenartig. Die Bedingungen, unter denen diese Beschleunigung oder Verzögerung stattfindet, sind uns unbekannt doch ist vielfach ein Zusammenhang einer derartigen Beschleunigung mit der Spaltenbildung unverkennbar.

Schwieriger, als die Beantwortung der Frage, wie sind aus den Pflanzen Kohlen geworden? ist es, sich ein Bild davon zu machen, wie die dazu erforderlichen Pflanzenanhäufungen gebildet werden konnten. Durch Elie de Beaumont wurde zuerst darauf hingewiesen, wie gering das Volumen der Kohlen, gegenüber dem der Pflanzen, aus welchen sie sich gebildet hätten, sei. Diese Verringerung des Volumens wird hauptsächlich durch den beim Verkohlungsproceß stattfindenden Substanzverlust hervorgerufen. Daneben wirke noch die Erhöhung des specifischen Gewichtes bei der Umwandlung in Kohle. Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse gelangte er zu dem Resultate, daß ein Wald in unserer Zone in 100 Jahren nur etwa eine 7 Zoll mächtige Schwarzkohlenschicht bilden könne. Die für die Steinkohlenflöze voranzusetzenden Mächtigkeiten der Holzanhäufungen müßten in Folge dessen ganz außerordentliche gewesen sein, denn es würde beispielsweise zur Bildung eines Flözes von 1 Meter 26 Meter Pflanzensubstanz, von 3 Meter 52 Meter und von 30 Meter 788 Meter Pflanzensubstanz erforderlich sein.

Göppert gelangte durch Versuche mit Cycadeenstämmen zu dem Resultate, daß die Menge der daraus und aus den ähnlichen Pflanzen der Steinkohlenzeit entstandenen Kohle von der Dichtigkeit der Steinkohle nur 8 Procent betrage. Es folgt daraus, daß selbst bei der üppigsten Waldvegetation ganz außerordentlich große Zeiträume zur Bildung auch nur eines Kohlenflözes angenommen werden müssen. Obgleich die Annahme solcher Zeiträume mit den Grundsätzen der Geologie nicht in Widerspruch stehen würde, so hat man doch bei allen Hypothesen ent-

weder die Mitwirkung gewisser beschleunigender Kräfte zu Hilfe genommen oder die Entstehung der Kohlenlager auf andere Vorgänge als die Anhäufung von Waldbäumen zurückzuführen versucht.

Parrot sprach zuerst die Ansicht aus, es möchten die gesellig wachsenden Meerespflanzen vorzüglich zur Bildung von Steinkohlen beigetragen haben, welcher Meinung auch E. Robert, G. Bischof und E. Mohr zustimmten. Allerdings nehmen schwimmende Tangwiesen in gewissen Theilen des Oceans erstaunlich große Flächen ein und bereiten durch ihre verfilzten Massen der Schifffahrt Schwierigkeit. Nach den neuesten Untersuchungen, namentlich jenen W. Thomson's von der Challenger-Expedition über *Sargassum bacciferum* L. ist aber eine solche kohlige Verwesung ohne Vermischung mit thierischen Resten sehr unwahrscheinlich geworden. Nicht minder widerspricht der Annahme einer Kohlenbildung durch Meerespflanzen die petrographische Beschaffenheit der kohlenführenden Schichten, welche viel mehr mit erdigen Theilen gemischt sein mußten, sammt dem Charakter der darin eingeschlossenen organischen Reste. Eine wesentliche Betheiligung der Meerespflanzen an der Bildung der Kohle wird daher gegenwärtig von fast allen Geologen als unhaltbar angesehen.

Je mehr es der Paläontologie gelang, nachzuweisen, daß die Bildung der Kohlenlager durch dieselben Pflanzen, welche sich in den die Flöze begleitenden Schichten in ihren Resten erhalten finden, unzweifelhaft stattgefunden habe und daß diese Pflanzen, bis auf wenige Ausnahmen, nur Landpflanzen seien, desto mehr mußte sich die Annahme Geltung verschaffen, die Anhäufung derselben habe auf den Continenten oder Inseln, wo diese Pflanzen wuchsen, selbst oder an deren Küsten stattgefunden. Für eine solche Anhäufung gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder sind jene Pflanzen von den, weite mit Wäldern bedeckte Landstrecken durchströmenden Flüssen und durch die Meeresströmungen nach gewissen Orten fortgeführt und dort angehäuft worden oder diese Anhäufung fand an denjenigen Orten statt, an welchen die Pflanzen wuchsen. Beide Vorgänge lassen sich theilweise recht gut mit der Art und Weise, wie die Kohlenlager auftreten, in Uebereinstimmung bringen.

Eine Anhäufung von Pflanzenmaterial durch *Berschwemmung* findet auf zweifache Weise statt. Größere Flüsse, welche dichtbewaldete Gegenden durchströmen, führen, insbesondere nach Ueberschwemmungen, nicht unbedeutende Massen von Holzstämmen, welche sie entweder selbst entwurzelt oder nur zufällig erhalten haben. Durch die Bedeckung mit

Wasser, sowie dadurch, daß sich frischeres Material auf dem bei der Zersetzung schwerer werdenden älteren anhäuft, auf der Oberfläche zuweilen zahlreiche Pflanzen wachsen, wird der Zersetzungsproceß verlangsamt, bis endlich in Folge einer Ueberdeckung mit Schlamm diese Ablagerungen dem Verkohlungsproceß unterworfen werden. Beispiele für derartige Zusammenschwemmungen bieten in ganz ausgezeichnete Weise einige Flüsse Asiens und Nordamerikas. So haben der Mackenzie und seine Nebenflüsse theils an ihren Ufern, theils in den Seen, welche sie durchfließen, schon ganz bedeutende Mengen von Holz abgesetzt, welche oft viele Meilen weit ununterbrochen fortsetzen, theilweise schon mit Thon, Sand und Gerölle überlagert und zu bituminösem Holze umgewandelt worden sind. Ebenso hat der Mississippi sowohl längs seines Unterlaufes, als besonders in seinem Delta ganz bedeutende Mengen von Holzstämmen abgelagert. (S. S. 210.)

Andererseits trägt aber auch das Meer durch seine Strömungen zur Anhäufung von Treibholz bei, indem es die ihm theils durch die Flüsse, theils von den Küsten zugeführten Stämme stets nach bestimmten Richtungen führt und an gewissen Küsten aufhäuft.

Auf diese Weise sind u. a. manche Theile der von dem Nordpolarmeere bespülten Küsten mit einem Rande von förmlichen Holzbergen umsäumt, welche durch die Meeresströmungen dort angeschwemmt worden sind. An den Küsten Sibiriens erstrecken sich diese Berge theils bituminösen, theils vermoderten Holzes bis auf vier geographische Meilen in das Land hinein. Auf der Nordwestküste von Banksland ragen die Treibholzmassen nach Mac Clure bis 100 Meter über den infolge der stattfindenden Hebung der nördlichen Polarländer gegenwärtig tieferliegenden Meerespiegel, sind aber trotzdem meist noch brennbar.

Eine Bildung von Kohlelagern durch solches Treibholz kann daher in früheren Perioden der Erdgeschichte recht wohl stattgefunden haben. Diese Annahme erscheint bezüglich vieler tertiärer Lignitablagerungen berechtigt, welche fast nur aus starken, größtentheils entrindeten Stämmen bestehen. Wegen dieser Merkmale hält Heer die oberoligocäne Kohle von Bovey Tracey in Devonshire theilweise für eine alte Treibholzablagerung.

In vielen anderen jüngeren Lignit- und Braunkohlenlagern finden wir jedoch nicht bloß die Stämme, größtentheils mit vollständiger Erhaltung ihrer Rinde, sondern daneben ihre Zweige, Blätter und Früchte, an denen zuweilen die zartesten Theile noch erhalten sind, wie in den

Surturbrandur=Lagern Islands. Alle Thatfachen weisen darauf hin, daß die Mehrzahl der Kohlenlager aus Pflanzen entstanden ist, welche an den Stellen, wo jene gefunden werden, wuchsen.

Schon S. 309 wurde darauf hingewiesen, daß Beroldingen diese Ansicht 1778 zuerst aussprach. Es wurde von ihm eine Entstehung der Kohlenlager nach Art der Torfmoore der Jetztwelt angenommen, zu deren Bildung er allerdings noch eine Mitwirkung des Meeres, welches die auf dem Moore wachsenden Pflanzen umbrach und übereinander häufte. Diese Ansicht wurde besonders durch de Luc, Leonhard, Brongniart, E. de Beaumont u. a. vertheidigt, während durch die eingehenden Untersuchungen Göppert's und Unger's ihre Berechtigung in einer Weise dargethan worden ist, daß sie wohl schwerlich jemals wieder verdrängt werden wird. Indessen hat sich diese Erkenntniß nur sehr langsam Bahn gebrochen. Die Pflanzen der Steinkohlenformation zeigten so riesenhafte Formen, daß es näher lag, an tropische Urwälder und deren Zusammenbrechen durch großartige Katastrophen zu denken, als an den friedlichen und ruhigen Proceß der Torfbildung. Erst als man die Torfmoore durch die Untersuchungen von Forchhammer, Grisebach, Wiegmann, Lesquereux, Lorenz u. A. besser kennen und zugleich auch einsehen gelernt hatte, daß ein Torfmoor in gleicher Zeit und auf gleichem Raume mindestens sechsmal so viel Kohle zu erzeugen vermöge, als der beste Hochwald, konnte man Aehnlichkeiten zwischen den Kohlenflözen und Torfmooren nicht leugnen. Es war dies um so mehr der Fall, als man außer den Torfmooren Europas, ähnliche Bildungen auch in anderen Erdtheilen auffand, in welchen nicht bloß kleinere Pflanzen, sondern wirkliche Bäume an der Torfbildung theilnehmen. Eine besonders beachtenswerthe Eigenschaft unserer Torfmoore besteht darin, daß in ihnen alles pflanzliche Material der unvollständigen Zersetzung und schließlich der Verkohlung anheim fällt. Weitere Ausführungen über die Entstehung, das Wachsthum und das Uebereinandervorkommen mehrerer Torflager, welche später zu geschichteten, über einander liegenden Kohlenflözen werden, möge man in Dr. Herm. Miesch, Geologie der Kohlenlager. Leipzig, Quandt u. Händel, 1875. 8°. VII. Abschnitt Entstehung der Kohle S. 227—259, wie in den oben erwähnten Werken selbst nachlesen, welchem ersteren gediegenen Buche auch der größte Theil der vorangehenden Schilderung entnommen ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia I](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Zwanziger Gustav Adolf

Artikel/Article: [Die Pflanzenwelt der Tertiärzeit. 309-315](#)