

die bestehenden Beschlüsse, welche die Ergebnisse der  
Sitzungen von dem bestreitenden und die Rücksicht auf  
trüfende Reihenfolge der Sitzungen, und wird daher die  
Sitzungen als Bestand der Sitzungen auf den Rücken derer folgen.  
Die großen Sitzungen der Gesellschaften werden daher in  
den Sitzungen nach der Reihenfolge der Sitzungen angeordnet.  
**gemeinverständlicher**  
**wissenschaftlicher Vorträge**

Seite des Schriftgelehrten gleichzeitig diejenigen Werke, die  
am ersten Sonntagsabend ersehen werden können, das anderes  
mehrere Tage, die herausgegeben von

**Rud. Virchow und Fr. v. Holzendorff.**

Die Ausarbeitung der Sitzungen ist nach Meinung  
und nach dem Schriftgelehrten erwartet, die vorliegende  
Ausführung zeigt, daß das Schriftgelehrte die Sitzungen, welche  
das Schriftgelehrte der Strafjustiz überlässt, regelmäßig nicht  
genügt. Es kommt, daß es, wenn man von  
der Bedeutung des fraglichen Elements der Strafjustiz  
berücksichtigt, und versteht, daß es an eingesetzten  
Schriftgelehrten nicht fehlen wird, welche die nötige Tatkraft, rech-  
tigen Esten, Weisheit zu führen, nötige Ausbildungsfertigkeiten  
und Spezialkenntnisse besitzen, es nicht begegnet ist. Geschworene  
zu beauftragen.

Berlin, 1866.

E. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charissius.

Ueber

## die Steinkohlen.

Dr. J. Roth.

Berlin, 1866.

E. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.

A. Charisius.

Sammlung  
1905  
gemeinverständlicher  
Vorträge aus  
wissenschaftlicher Vorträge

beruhendes von

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

W. Birkhäuser und Sohn v. Holzendorff.  
Dr. G. Stoltz

1905. 10.

1905. 10.

Opuscula Universitatis Lipsiensis. Vol. 2.  
Lipsiae. 1905.

Die Ansichten über die Entstehung der Steinkohlen haben in älterer Zeit sehr geschwankt. Selbst noch in unserm Jahrhundert sind die wunderlichsten Meinungen ausgesprochen worden. Heute bezweifelt Niemand mehr, daß die Steinkohlen von Pflanzen herstammen, daß sie Reste von Vegetationsmassen sind. Wohlerhaltene Wurzeln, Stämme, Blätter, Früchte, Sporen, vor allen Dingen in der Kohle selbst, häufig mit bloßem Auge, nach geeigneter Behandlung leicht mit dem Mikroskop erkennbare Pflanzentextur beweisen diese Ansicht und endlich lehrt das Experiment, daß man unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln aus Holz Körper darstellen kann, welche die Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der Steinkohle haben.

Wie immer in geologischen Dingen ist auch hier das Anknüpfen an die Felswelt das beste Mittel um zum Verständniß zu gelangen. Um also Einficht zu gewinnen in die Vorgänge, unter welchen Pflanzenreste zu Steinkohlen wurden, wird man analoge Vorgänge auffuchen müssen und diese bieten die Torsmoore. Den größten Theil des Pflanzenzellgewebes bildet die Holzfaser, im reinen Zustande ein Körper von constanter Zusammensetzung, bestehend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Im Holz und in den älteren Zellwandungen ist er gemengt und verbunden namentlich mit einem aus den Bestand-

theilen des Saftes herrührenden Anteil stickstoffhaltiger Substanz und mit mineralischen Bestandtheilen, die nach dem Verbrennen der Asche zurückbleiben. Bei  $100^{\circ}$  getrocknetes Holz, das bei höherer Temperatur noch Wasser abgiebt, zeigt, abgesehen von dem geringen Gehalt an Stickstoff und Asche, fast gleichmäßig und gleichgültig welchem Baum entnommen, eine Zusammensetzung aus

50 Gewichtstheilen Kohlenstoff,

6 " " Wasserstoff,

44 " " Sauerstoff.

Bei der Vermoderung d. h. bei sehr beschränktem Luftzutritt, Gegenwart von Wasser und gewöhnlicher Temperatur tritt eine langsame, nicht von Wärme- und Lichtentwicklung begleitete Verbrennung ein; ein Theil des Kohlenstoffs bildet mit Sauerstoff Kohlensäure, ein anderer mit Wasserstoff Sumpfgas, die als Gase entweichen, außerdem tritt Wasser aus der Verbindung aus. Da in der Kohlensäure auf 1 Gewichtstheil Kohlenstoff  $2\frac{1}{2}$  Gew. Sauerstoff, im Wasser auf 1 Gew. Wasserstoff 8 Gew. Sauerstoff, im Sumpfgas auf 1 Gew. Kohlenstoff  $\frac{1}{3}$  Gew. Wasserstoff kommt, so nimmt im Produkte der Vermoderung — dem Torf — der Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff ab, der an Kohlenstoff zu. Wie groß diese Zunahme ist, wird von der relativen Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des Sumpfgases abhängen, je mehr von ersterer und dem Wasser ausgeschieden wird, je weniger Sauerstoff ist im Rest vorhanden. Geht dieser Prozeß lange fort, wobei Erhöhung der Temperatur die Länge der Zeit ersehen kann, so muß der Rest immer reicher an Kohlenstoff und immer ärmer an Sauerstoff werden. Durch die chemische Analyse läßt sich nachweisen, daß folgende schematische Reihe dem thathächlichen Geschehen entspricht. Es enthält an Gewichtstheilen

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holz	50	6	44
Torf	55	6	39
Braunkohle	66	5	29
Steinkohle	82	4	14
Anthrazit	94	3	3

In allen diesen Produkten der Vermoderung der Pflanzen wird immer ein geringer Gehalt an Stickstoff und je nach den Umständen ein größerer oder geringerer Gehalt an Asche vorhanden sein. Im Torf wechselt die Zusammensetzung und die Menge der Asche je nach dem ursprünglichen Material, je nach der Menge und der Beschaffenheit der Stoffe, welche das Wasser gelöst oder aufgeschwemmt herbeiführt, je nach der Menge des zugewehten Staubes und je nach der Stärke der Auslaugung, die die ursprüngliche Pflanzensubstanz erfuhr. Der Torf kann also mehr, weniger und andere Aschenbestandtheile liefern als die Pflanzen, aus denen er entstand. Ähnlich verhält es sich mit der Asche in Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit, die Schwankungen sind hier eben so groß als im Torf.

Je geringer die Veränderungen sind, die das Holz erfahren hat, je näher die chemische Zusammensetzung des Restes der des Holzes steht, desto ähnlicher denen des Holzes werden die Produkte der trockenen Destillation sein. Holz, mancher Torf und manche Braunkohlen liefern saure Destillate, aber älterer Torf, viele Braunkohlen und alle Steinkohlen geben Ammoniakwasser ab. Auf diese Unterscheidung zwischen Braunkohle und Steinkohle ist ebensowenig etwas zu geben als auf die Löslichkeit in Alkalien. Da mit der Länge der Vermoderung nicht auch nothwendig eine gleiche Intensität des Proesses verknüpft sein muß, so begreift es sich, daß die mineralogischen Eigenschaften, wie

Glanz, Farbe, Bruch, specifisches Gewicht, Härte, Strich u. s. w. zwischen Torf und Braunkohle, zwischen Braunkohle und Steinkohle, zwischen Steinkohle und Anthrazit nicht immer sichere Unterschiede begründen. Viele alpine Braunkohlen sind von Steinkohlen nicht zu unterscheiden, und die Steinkohle von Centralrussland (Kaluga, Tula, Rjassan), welche nach ihren Pflanzen zur Steinkohlenformation gehört, enthält eine dunkelbraune Blätterkohle, welche nach Göppert „fast mehr Torfmassen als Braunkohlen ähnelt“. Sichere Unterschiede zwischen Torf, Braunkohle und Steinkohle begründet allein die geognostische Lagerung.

Förchammer hat sehr schön dargelegt, wie Torf in Braunkohlen ähnliche, geschichtete, schwere Massen übergeht. Die kräftige Torfbildung aus Sumpfpflanzen, welche in den zwischen den Dünereihen liegenden Dünenseen vor sich geht, wird durch den Sand geschlossen, der bei ungewöhnlich starken Stürmen hinein geweht wird. Schneiden später Meeresströme die Küste weg, wandern die Dünens weiter ins Land hinein, so füllen sie den See aus und bilden durch das vom Dünensande geübte Zusammenpressen aus dem Torf eine deutlich geschichtete Masse (Martörv), dessen Schichten das Produkt einer Vegetationsperiode, eines Jahres enthalten. Ist das Torfmoor durch den Abfall einer Waldvegetation gebildet, so kann man diesen von Flugsand bedeckten Torf von Braunkohle nicht unterscheiden. Es finden sich bei Skagen in Füland zwei, auch drei solcher Torflager über einander, getrennt durch seinen Flugsand. Die Torfbildung war durch den in den See gewehten Dünensand unterbrochen, dann fortgesetzt, wieder unterbrochen und nochmals fortgesetzt. Nicht selten liegen Holzstämme, zum Theil plattgedrückt, in dem Pechtorflager. Unterwaschungen der Unterlage durch das Meer und Ablauen von Wasser, auf welchem das

Moor schwimmt, können Senkungen der Torfmassen veranlassen und erklären das Vorhandensein mehrerer Torflager über einander. Ähnlicher Bildung wie der veränderte Torf in Südtirol ist die „Schieferkohle“ von Uznach und Dürnten in der Schweiz, von Oswald Heer in der „Urwelt der Schweiz“ vor trefflich beschrieben. Zwischen den Kohlen, an deren Bildung Torfmoose wesentlichen, Föhren- und Birkenstämme geringeren Anteil haben, liegen Bänder von Letten, wie sie auf zeitenweise überschwemmten Torfmooren entstehen und die Torfbildung für eine Zeit lang unterbrechen. Die Torfpresse bilden hier die ungeheuren Geröllmassen des Alpenlandes. Liefer unter den Schieferkohlen liegen in den Sandsteinen Braunkohlen, in denen die Veränderung der Pflanzensubstanz so groß ist, daß sie als eine gleichförmige glänzende Masse erscheint. In den Mergeln, die zwischen den Braunkohlen liegen, erkennt man zahlreiche Sumpfpflanzen und nicht selten Süßwassermuscheln.

Ähnliche Beobachtungen sind an vielen anderen Punkten gemacht worden. Um also aus dem leichten, wasserreichen Torf den Braunkohlen ähnliche Substanzen zu bilden, wird Druck der überliegenden Massen nöthig, welche das Volumen verkleinern und nebenbei den ganzen Proceß der Verminderung verlangsamen.

Dieselben Bedingungen, welche die Umwandlung der Pflanzensubstanz in Torf ermöglichen, stagnirendes Wasser, das auf die an Ort und Stelle gewachsenen Pflanzen einwirkt, sind nöthig, wenn aus Pflanzensubstanz Braum- und Steinkohle entstehen soll. Modifizirt wird das Ergebniß der Processe durch die Länge der Zeit, durch den Druck des Auflagernden, der, das Entweichen der gasförmigen Produkte hindernd, das Verbleiben eines Theils derselben in dem Rückstande bewirkt, endlich durch die Verschiedenheit der Pflanzen, aus denen unsere

jeßigen Torfmoore und die älteren Kohlen entstanden. Nebenwegen unter den Pflanzen, welche unsere Torfmoore bilden, die Moose, die Sumpf- und Niedgräser, so sind es ganz andere Pflanzen, welchen die Braun- und die Steinkohle ihre Entstehung verdankt.

Aehnlich wie die Seetange nie Veranlassung zu Torfbildung im Meere geben, ähnllich giebt es auch keine Stein- und Braunkohlen, die von Tagen herrühren. Wären sie das ursprüngliche Material, so müßte man sie eben so gut in den Kohlen finden, als man die Landpflanzen findet, aus denen die Kohle entstand; sie sind aber nicht darin. Daß Landpflanzen, die ins Meer geschwemmt werden, Torf- und Kohlenbildung im Delta der Flußmündungen und in seichten Buchten und Meerengen einleiten, und daß mit diesen Pflanzenresten Tange gemengt sein können, ist selbstverständlich. Ebenso kommt, freilich selten, eine Torfbildung aus Tagen vor, die ans Ufer geworfen, später durch überlagernden Sand zu Torf, selbst zu Braunkohlen ähnllichen schiefrigen Massen zusammengedrückt werden. Aber mit sehr wenigen Ausnahmen gehört aller Torf, den man unter dem Meeressniveau findet, gesunkenem Lande an, und verdankt Landpflanzen seinen Ursprung ebenso wie die Braun- und Stein-Kohlen.

Die Geschichte der Erde, die Geschichte der langen Reihe von Veränderungen, welche die Erde erfahren hat, unterscheidet sich von dem, was man gewöhnlich Geschichte nennt, dadurch, daß es nur zu einer Geschichte mit relativen Daten kommt, in der es ein Früher und Später, ein Älteres und ein Jüngeres giebt, Jahreszahlen aber nur in der Geschichte der Erkenntniß, in der Geschichte der Geologie und im beschreibenden Theile, so weit er sich auf historische Zeiten erstreckt. Die Frage auf ein absolutes Wann? und Wie lange? beantwortet die Geologie

rationeller Weise entweder gar nicht oder so unsicher, daß der Bescheid unbrauchbar wird. Nur eines steht fest, Jahrtausende sind ein zu kleiner Maßstab für geologische Dinge. Dieselbe Bedeutung, welche der Raum in der Astronomie hat, hat in der Geologie die Zeit.

Die Vorgänge in einer gegebenen, der Zeitdauer nach gar nicht, der Zeitfolge nach relativ bestimmten Epoche umfaßt der Begriff Formation, die in dem genannten Sinne gleichzeitigen Schichtenverbände gehören einer Formation an. Mit Ausnahme der Erstarrungsgrinde, welche die ursprünglich feurigflüssige Masse der Erde rings umgibt, bestehen diese Schichtenverbände aus Bildungen, welche sich aus Wasser absetzen (neptunische Bildungen, Sedimente) und aus platonischen Massen, welche feurigflüssig aus dem Erdinnern hervordringend die Sedimente durchbrechen und durchsetzen. Daher besteht die feste Erdkruste über der Erstarrungsgrinde aus einem Wechsel von platonischen und neptunischen Bildungen. Bei den letzteren muß man, ähnlich wie hente, Absätze aus salzigem und süßem Wasser, marine und limnische Bildungen unterscheiden. Dem Nacheinander in der Zeit entspricht also für die Sedimente ein Uebereinander im Raum. Aber vielfache Störungen und Zerrüttungen, bewirkt nicht durch aufdringende platonische Massen, die auf den entstandenen Spalten gelegentlich aufdrangen, sondern durch Spaltung und Verschiebung, Hebung und Senkung, Faltung und Zerreißung großer Landstriche, haben in der Vertheilung von Land und Meer, von Gebirg und Ebene vielfachen und großen Wechsel erzeugt, der in den älteren Formationen stärker als in den jüngeren hervortritt. Daher findet sich die vollständige Reihe aller Sedimente nirgends abgelagert, keine einzige Formation (mit Ausnahme der Erstarrungsgrinde) umgibt in ununterbrochener Ausdehnung die ganze Erde, überall sind es einzelne Bildungsräume, in denen

die den Formationen entsprechenden Schichtencomplexen auftreten. Die Bestimmung der Gleichzeitigkeit, des geologischen Alters durch Lagerung allein lässt sich daher nicht immer mit Sicherheit herstellen.

Erst bei einem gewissen Grade der Abkühlung der Erdoberfläche und der Atmosphäre war die Möglichkeit für die Existenz organischer Wesen gegeben. Die Erfahrung lehrt, dass die organische Welt eine lange, lange Reihe von Veränderungen durchlaufen hat, ehe sie in den heutigen Zustand gelangte. Nur in den neptunischen Gesteinen darf man begreiflicher Weise nach Überresten von Thier und Pflanze suchen. Den Formationen entspricht eine Reihe von bestimmten Organismen, welche als „Denkmünzen der Schöpfung“ die Chronologie der Sedimente festzustellen erlauben und bei gleicher Gesteinsbeschaffenheit allein die Entscheidung liefern. Mit Hülfe der Paläontologie, die sich auf Zoologie und Botanik stützt, lässt sich durch die Lagerungsverhältnisse die Altersstufe bestimmen und damit zugleich die relative Stellung in der Formationsreihe. In Bezug auf die Zeit war also weder die jetzige organische Welt immer vorhanden, noch dauerte die in einem gegebenen Moment existirende länger als eine gewisse Zeit und in Bezug auf den Ort hat derselbe weder stets die heutige noch stets dieselbe Thier- und Pflanzenwelt beherbergt.

Die Erscheinung, der wir heute begegnen, Ungleichheit der Organismen in den verschiedenen Erdstrichen, tritt dem Beobachter zwar schon in den ältesten Organismen der verschiedenen Regionen entgegen, allein je mehr man in die älteren Epochen der Erde zurückgeht, je geringer werden die Unterschiede in den Organismen der gesammten Erdoberfläche, je weniger zahlreich und je größer werden die zoologisch-phytogeographischen Provinzen, d. h. je größer werden die Räume, welche gleiche oder

doch sehr ähnliche und verwandte Thiere und Pflanzen enthalten. Je neuer die Formation, je ähnlicher werden die Organismen denen der jetzigen und zugleich je mehr tritt die Verschiedenheit in den einzelnen Bildungsräumen hervor. Freilich beschränkt sich das Stück Erde, das man geologisch kennt, auf Europa und Nordamerika, vom Rest sind nur einzelne Punkte untersucht, allein die Normen sind so fest, daß die Kenntniß des Uebrigen wohl Erweiterungen, aber keine wesentlichen Aenderungen herbeiführen kann.

Einen ungefähren Schluß auf die Vertheilung von Land und Meer in den Formationen, so weit das Land durch Sedimente gebildet wurde, gestattet das Vorkommen und die Menge der Landpflanzen. Immer nur einen ungefähren, weil die Kenntniß der einzelnen Formationen von den Auffällen abhängt und diese wieder zum großen Theil von dem Nutzen, den der Mensch daraus zu ziehen hofft, weil ferner die Kunst des Zufalls beim Erhalten und beim Finden der fossilen Organismen eine bedeutende Rolle spielt und endlich weil weichere Organismen überhaupt nur unter günstigen Umständen bewahrt bleiben. Während die älteste Formation, das Silur, nur marine Ablagerungen und dem entsprechend nur Meerespflanzen aufweist, finden sich in der nächstfolgenden, dem Devon, neben marinischen Resten Landpflanzen und zwar im Oberdevon schon 56 Arten ein, aber erst in der nächstfolgenden Formation, der Steinkohlen- (Carbon-) Formation treten neben den marinischen Resten, deren von nun ab als überall vorhanden nicht weiter Erwähnung geschehen soll, Landpflanzen in sehr zahlreichen Arten und in größeren Massen auf. Im Rothliegenden und Zechstein trägt die Landflora noch denselben Charakter wie in den vorhergegangenen Formationen, von nun ab bis zur Tertiärzeit werden die Floren, welche sich allmählich der jetzigen nä-

hern, durch Coniferen und Cycadeen charakterisiert, die bis dahin untergeordnet waren. Die Flora der Trias, welche die Sekundärzeit eröffnet, giebt das verbindende Glied ab zwischen den bis jetzt genannten palaeozoischen und den übrigen secundären Formationen, Lias, Jura, Wälderbildung und Kreide. Die Wälderbildung, eine Süßwasserbildung, deren unterste und oberste Schichten mit marinen Ablagerungen wechseln, ist durch das Massenhafte der Landpflanzen — Baumfarren, Cycadeen, Coniferen — ausgezeichnet, während Laubbäume noch gänzlich fehlen, die erst in der Kreide auftreten. In dieser Formation sind die älteren Pflanzenformen verschwunden und die Annäherung der Gattungen an die jetzige indisch-australische Flora hervortretend, wenn auch keine Arten vorhanden sind, die sich nahe an die jetzlebenden anschließen. Erst in der Mitte der Tertiärzeit, im Miocän, ist die Physiognomie, trotzdem noch eigenthümliche erloschene Typen vorkommen, so weit der lebenden Flora genähert, daß man über die Verschiedenheit bei vielen Arten zweifelhaft sein kann, wenngleich die europäische Miocänsflora noch immer einen südlichen Charakter zeigt, der an die Flora der Südstaaten von Nordamerika und in Japan erinnert. In der Flora der Quartärzeit finden sich nur noch einzelne ausgestorbene Arten, aber viele Species kommen fossil an Orten vor, wo sie lebend nicht mehr vorkommen, sie geht in die Flora der Zeitzeit über.

Diesem Vorkommen von Landpflanzen in allen Formationen vom Devon ab entsprechend finden sich in allen Formationen Kohlen, freilich in sehr ungleichen Mengen und von sehr verschiedener Brauchbarkeit. Während die Landpflanzen der Zeitzeit Torf, die der Tertiärzeit Braunkohle liefern, enthalten von den übrigen Formationen Kohlen in bedeutender Menge nur die Kohlenformation, der Lias und die Wälderformation. In Fol-

gendem ist nur die bei weitem wichtigste Kohlenformation berücksichtigt, deren Kohlen vorzugsweise Steinkohlen genannt werden. Steinkohle wird dadurch zu einem geologischen Begriff. Als Gegensatz zur Braunkohle bezeichnet man die Steinkohlen und die steinkohlenähnlichen Kohlen der übrigen Formationen als Schwarzkohle.

Wie überall, nehmen auch an der Bildung der Gesteine der Kohlenformation marine Absätze einen wesentlichen Antheil. Vorzugsweise sind sie in der unteren Abtheilung, im Culm, vertreten, aber der Culm mancher Gegenden wird durch Absätze aus brackischem oder süßem Wasser gebildet. Die im Culm vorkommenden Kohlenschichten pflegen nach Anzahl, Mächtigkeit und Qualität gering zu sein, so daß sie nur in einigen Gegenden abgebaut werden. Sie enthalten nach Göppert eine 104 Arten zählende Flora, welche von der der oberen Abtheilung, der Flora des sogenannten produktiven, durch seinen Kohlenreichtum ausgezeichneten Kohlengebirges, so vollständig abweicht, daß zwar die Gattungen durchgehen, von den Arten aber nur  $\frac{1}{4}$  beiden Floren gemeinsam ist. Dieses fast vollständige Zugrundegehen einer Flora liefert einen Beweis für die Länge der Zeit, welche man den Formationen zuschreiben muß. Durch Landpflanzen läßt er sich nur in der Kohlenformation führen, weil nirgend so große Massen von Landpflanzen vorkommen.

Zur Zeit der produktiven Kohlenformation war über die ganze Erde dieselbe oder nahe dieselbe Flora verbreitet. Auf Spitzbergen, auf der Bäreninsel, in Banksland, Melville- und Bathurst-Island, in Nord-Amerika und Europa und wieder in China, Neu-Seeland und Australien begegnet man denselben Gattungen, sogar denselben Arten. Die genauer untersuchte Kohlenflora von Nordamerika zeigt von 350 Arten 146, also fast die Hälfte

mit Europa gemeinsame, im Rest lauter eng verwandte Arten, von denen sich wohl ein Theil als ident ausweisen wird. Aus dieser Gleichheit der Formen wird man mit Recht auf Gleichheit des Klimas, der Temperatur und der Atmosphäre schließen dürfen; die Verschiedenheiten, welche heute an den Polen und am Aequator sich darbieten, waren entweder gar nicht oder in nur höchst geringem Maße vorhanden.

Aus den vielen und gut erhaltenen Formen und dem geologischen Verhalten läßt sich nach D. Heer ein Bild der merkwürdigen Flora entwerfen, die zur Zeit der Steinkohlenformation über die Erde verbreitet war. Man darf aus der großen Zahl der Arten — 814 werden angegeben — nicht den Schluß ziehen, daß die Flora artenreich war, weil Stämme, Früchte u. s. w. als eigene Arten mitgezählt sind und also schon deshalb bei genauerer Untersuchung eine große Verminderung eintreten wird. Zudem werden 250 Arten Farren aufgezählt, deren große Veränderlichkeit — wie bei den lebenden Arten — Anlaß zur Aufstellung vieler fossilen Species gegeben hat. In der Flora der Steinkohlenzeit fehlen die Baumformen, die jetzt unsere Wälder bilden, bis auf sparsame Nadelhölzer ganz; von Baumformen wärmerer Klimate sind Farren, Palmen und Cycadeen hier und da vorhanden. Aber an Holzgewächsen von beträchtlicher Höhe und Stärke fehlt es darum nicht, nur gehören sie Familien an, deren jetzt vorhandene, kleine und krautartige Formen kaum eine Vorstellung geben von dem Aussehen der Steinkohlenwälder, nämlich den Familien der Bärlappen (Lycopodien) und der Schachtelhalmie (Calamarien). Die größten jetzigen Lycopodien werden 4 bis 5 Fuß hoch, die meisten kriechen an der Erde fort, die der Kohlenzeit erreichen 60 und 70 Fuß Höhe bei 5 Fuß Durchmesser. Die größten Schachtelhalmie der Zeitzeit werden 2, die der Kohlenperiode mehr als 20 Fuß

hoch. Zu den Lycopodiern gehören die Sigillarien- und Lepidodendronarten, die Siegel- und Schuppenbäume, so genannt nach der Form der stark hervortretenden Blattnarben und die Stigmarien, die man jetzt als Wurzeln und eigenthümliche kurze kuppelförmige Stammausbildung der Sigillarien erkannt hat. Zu den Schachtelhalmen gehören die großen baumartigen Calamiten und krautartige, sehr abweichende und von den lebenden ganz verschiedene Formen (Annularien und Sphenophylen), die mit ihren zierlichen Blättern die Wasserflächen bedekten. Unter den genannten baumartigen Pflanzen, zu denen sich einzelne Coniferen (meist Araucarien), Palmen, Cycadeen und Nöggerathien gesellten, erhob sich ein Unterwuchs von Farren, die bisweilen sogar Baumform annahmen, während die Stigmarien mit ihrem weitverzweigten und verschlungenen Wurzelwerk große schwimmende Filze in den sumpfigen Niederungen bildeten, an deren Rändern die Calamiten sich erhoben. Einzeln kommen Schwämme vor, aber von den in unsern Wäldern und Torfmooren so häufigen Moosen, Flechten und Süßwasser-algen keine Spuren. Eine üppige, aber einformige, aus wenig Pflanzenformen zusammengesetzte Vegetation, ohne Laubhölzer und Blüthenpflanzen, ein Wald nicht belebt von Vögeln und Säugethieren, mit einzelnen Landschnecken, Spinnen, Skorpionen, Myriapioden, Insekten und kleinen Reptilien, die den Abtheilungen der Batrachier und Labyrinthodonten angehören. Die ganze Tracht, das Überwiegen der Lycopodiern und Farren, die durch ihr Vorwalten wie heute noch andere Pflanzensubfamilien ganz ausgeschlossen zu haben scheinen, lassen auf ein gleichmäßiges, feuchtwarmes Klima schließen, dessen Temperatur Unger zu 20 bis 25° C. schätzt.

Aus der Masse der Kohlen hat man wohl mit Recht auf einen größeren Gehalt der damaligen Atmosphäre an Kohlen-

säure geschlossen, seitdem man weiß, daß der Kohlenstoff der Pflanzen aus der Kohlensäure der Atmosphäre stammt. Jetzt liefern 10,000 Raumtheile Luft 3 bis 4, gedrängt volle Auditorien 32, Münchner Kneippzimmer 49, gefüllte Schulzimmer 72, Grubenluft im Mittel 78,5 Raumtheile Kohlensäure (nach Pettenkofer's Untersuchungen); um wieviel der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre steigen würde, wenn man der Atmosphäre den Kohlenstoff der Kohlenlager in Gestalt von Kohlensäure wieder zuführen könnte, ist begreiflicher Weise nicht zu sagen, allein er könnte sehr hoch steigen, ohne dem Wachsthum der Farren wesentlich zu schaden, die nach Daubeny's Versuchen noch 5% vertragen.

Ob in dieser feuchtwarmen und an Kohlensäure reichen Atmosphäre, die in Folge dessen schwerer und weniger leicht beweglich war, die Pflanzen der Kohlenformation schneller wuchsen als unsere Pflanzen wachsen, läßt sich nicht entscheiden. Man hat zwar die Dicke der Jahresringe des Holzes der Kohlen-Coniferen mit denen der Jetztzeit verglichen, allein da die Arten nicht übereinstimmen, so darf man aus der Gleichheit der Dicke keinen Schluß ziehen, noch weniger aus dem Wachsthum der Sigillarien und Calamiten, deren Analogie mit den heutigen Arten noch viel geringer ist. Wuchsen selbst die Pflanzen schneller als jetzt, so bleibt ein ungeheuer großer Zeitraum nöthig um die Kohlenflöze herzustellen, die man von 37 bis 40 Fuß Mächtigkeit kennt, während meist viele, aber schwächere Flöze vorhanden sind. Sehr häufig wechseln in demselben selbst schwachen Flöz dünne Kohlenlagen von verschiedener Beschaffenheit miteinander ab, welche bei schräg auffallendem Licht durch den verschiedenen Glanz sehr gut sichtbar werden. Diese verschiedenen Lager entsprechen wahrscheinlich den reineren und den mehr mit mineralischen Theilen gemengten pflanzlichen Rückständen. Zur Bildung der Kohlen überhaupt haben der Masse

nach beigetragen vorzugsweise die Sigillarien und die Stigmarien, demnächst die Araucarien, welche die sogenannte mineralische Holzkohle liefern, dann die Calamiten, Lepidodendren und Nöggerathien, endlich die Farren. Zwischen der Mächtigkeit der Flöze und dem vorwiegenden Bestandtheile der Vegetation scheint ein Zusammenhang stattzufinden; wo die Farren vorwalten, haben die einzelnen Flöze die geringste Mächtigkeit.

Die Stämme der Lepidodendren und Sigillarien faulten im Innern schneller aus als nach Außen, die Rinde blieb länger erhalten, ähnlich wie bei der jetzigen Canoebirke in Neuschottland. So konnte der hohle Cylinder des abgebrochenen Baumes mit dem in Wasser aufgeschwemmt Material, Sand, Thon u. s. w., erfüllt werden. Nicht selten sieht man, daß die den Stamm umgebenden Sedimente andere Färbung und andere Beschaffenheit haben als die, welche das Innere anfüllen, ein Beweis, wie langsam der an Ort und Stelle gewachsene Stamm von den Sedimenten begraben wurde. In solchen hohlen Stämmen sind uns Reste von Landthieren aus der Kohlenzeit bewahrt worden, welche ohne diesen glücklichen Umstand kaum erhalten geblieben wären, Tausendfüße, zarte Gehäuse von Landschnecken, Knochen und Skelete der kleinen Saurier. Um den schließlich ganz mit Sediment erfüllten Cylinder bildete endlich die Rinde eine bis  $\frac{1}{2}$  Zoll starke Kohlenschicht. Wurde der Baum früher umgeworfen, so entstanden aus der Rinde zwei dünne Kohlenschichten; aus derartigen Rinden eines Lepidodendron besteht die obenerwähnte Blätterkohle von Malowka in Centralrussland.

Die Frage, ob die Kohlen aus Pflanzen gebildet wurden, die an Ort und Stelle gewachsen waren, oder aus Pflanzen, die vom Lande her ins Meer geschwemmt wurden, läßt sich im großen Ganzen dahin beantworten, daß den meisten und

ausgedehntesten Kohlenflözen (und dasselbe gilt von den Braunkohlen) die erste, und nur wenigen Ablagerungen die zweite Entstehungsart zu Grunde liegt. Sandsteine, Schieferthone, Conglomerate und Kohlenflöze setzen die produktive Kohlenformation zusammen. Zunächst über und zunächst unter den den Flözen findet sich vorzugsweise Schieferthon. In den ersten sind die erkennbaren Pflanzenreste am häufigsten, in den Sohlschieferthonen (Underclay) die Stigmarien, die Wurzel- und Kuppelform der Sigillarien; man findet sie auf dem Boden, auf dem sie gewachsen sind. Bisweilen entspricht dieser Boden vollkommen dem Humus, Wurzelsätern erschließen ihn häufig und eine Kohleschicht geht über ihn fort. In den 1400 Fuß mächtigen, Kohlen führenden Schichten in Neuschottland beobachtet man den Stigmarien führenden Boden in 68 verschiedenen Niveaus.

Aufrechtstehende Stämme sind eine häufige Erscheinung. Man kennt sie in großer Zahl auf engem Raum neben einander (73 auf  $\frac{1}{4}$  Acre), in mehreren Etagen über einander, bis 60 Fuß Länge. Oft sind sie über der Wurzel abgebrochen, welche den oberen Theil des Kohlenflözes bildet, und gehen mit geneigter Lage durch abwechselnde Sedimente hindurch, wenn nämlich die Schichten eine spätere Aufrichtung erfahren haben. Oft liegen die abgebrochenen Stämme platt gedrückt und in Kohle umgewandelt über den Wurzeln. Als weiterer Grund gegen die Treibholztheorie lässt sich die große Ausdehnung einzelner Kohlenflöze anführen. Durch Pennsylvanien, Ohio und Virginien ist ein im Mittel 10 Fuß mächtiges Flöz über einen elliptischen Raum von 225 Miles Länge und 100 Miles Breite verfolgt worden. Wenn es nöthig wäre, noch mehr Gründe anzugeben, so würden sie in der vollständigen Erhaltung der feinsten Blättchen, in dem Nebeneinanderliegen der zusammengehörigen Theile der Farrenwedel, der Früchte und der Stämme zu finden sein.

Den Wechsel von Schieferthon, Sandstein und Kohlenflöten erklären unsere Torfmoore. Da man Wechsel von Kohlenschichten findet, welche Süßwassermuscheln enthalten, mit solchen, welche marine Reste führen — in Coalbrook Dale kennt man 5 solcher Wechsel —, so wird man auf den Einbruch des Meeres hingewiesen. Mag es Dünen durchbrochen haben, mögen durch den Druck der Sedimente auf die vermoderten Pflanzenstoffe Erniedrigungen der Ufer eingetreten, mögen Erosionen und Senkungen erfolgt sein, welche die einzelnen damals vorhandenen Continente und Inseln oder Theile derselben bald unter Salzwasser drückten, bald wieder über dasselbe haben, mögen lange Zeiten hindurch an den Flachküsten Marschen bestanden haben, welche, bei der geringsten Erhöhung der Fluth unter Wasser gesetzt, zu Brackwasserbildungen Anlaß gaben — immer gewann das Festland wieder die Oberhand, die Landpflanzen zeigen es. Bei den im Innern der Continente liegenden Kohlenfeldern, bei der limnischen Ausbildung der Kohlenflöze, im Gegensatz zu der in der Nähe der Meeresufer vor sich gehenden paralischen Ausbildung finden sich begreiflicher Weise Wechsel mit marinen Ablagerungen nicht. Wenn durch spätere Niveauveränderungen die Kohlenformation mit marinen oder limnischen Sedimenten bedeckt wurde, so folgt nach dem früher Mitgetheilten, daß das Vorhandensein der Decke der Kohlenformation, die Gegenwart der nächstfolgenden Formation, nämlich des Rothliegenden, nicht notwendig die Existenz der Kohlenformation voraussetzt. An manchen Punkten hat man durch Bohrlöcher die Gegenwart der Kohlenformation unter den jüngeren Formationen nachgewiesen und den Abbau solcher Kohlen eingeleitet.

Nach dem Verhalten beim Verkoken oder bei trockner Destillation unterscheidet man: Backkohle (Fettkohle), Sinter- und Sandkohle (magere Kohle), je nachdem der Rückstand mehr

oder weniger zusammenhält und geflossen ist oder nicht. Da diese Eigenschaft von der Menge, Beschaffenheit und der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher die Gase bei erhöhter Temperatur sich entwickeln, so hat man vielfach versucht, die chemische Zusammensetzung damit in Verbindung zu setzen. Rechnet man entsprechend dem Sauerstoff die zur Wasserbildung nötige Menge Wasserstoff ab und vergleicht dann die Menge des übrigbleibenden Wasserstoffes mit dem Gehalt an Kohlenstoff, so scheinen mindestens 40 Gewichtstheile Wasserstoff auf 1000 Gewichtstheile Kohlenstoff nötig zu sein, um Backkohlen zu bilden; bei weniger Wasserstoff entstehen Sand- und Sinterkohlen. Ob diese Ansicht für alle Kohlen zutrifft, werden wiederholte und genaue Analysen der Kohlensorten lehren müssen. In den verschiedenen, selbst in nahen Mulden liefern bald die oberen, bald die unteren Flöze fette Kohle d. h. backende Kohls, und es gelingt bis jetzt nicht, diese Eigenschaft auf den Ursprung aus verschiedenen Pflanzen (Sigillarien, Calamiten, Farren u. s. w.) zurückzuführen.

An einigen Punkten (Shropshire) bildet das Bergöl (flüssiger Kohlenwasserstoff) förmliche Traufen, gegen welche die Bergleute in den Kohlengruben durch Bretter geschützt werden müssen. Sparsameres Auftreten ähnlicher Substanzen ist an vielen Punkten beobachtet.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur giebt Kohle, fette wie magere, Gase (Kohlenwasserstoffe) ab. Dies Verhalten bringt in den Gruben schlagende Wetter d. h. entzündbare und Explosionen verursachende Gasanhäufungen zu Wege und bewirkt, daß durch das Lagern die Kohlen sich verschlechtern, an Gewicht und Brennkraft verlieren. Als Mittel, die schädlichen Wirkungen der schlagenden Wetter zu hindern, benutzte Humphrey Davy (1815) die Abkühlung, die ein brennendes Gasgemenge durch ein feines Drahtnetz erfährt, zur Construction seiner be-

rühmten Sicherheitslampe. Das detonirende Gasgemenge aus Grubengas und atmosphärischer Luft verbrennt innerhalb des Netzes aus feinem Kupferdraht, welches die Dellampe des Bergmanns umgibt, aber die Entzündung geht so lange nicht durch das Netz zur Luft außerhalb der Flamme, als das Netz nicht glühend geworden ist. Gegen die häufig ausströmende Kohlensäure, die sogenannten Schwaden, hilft nur gute Ventilation. Ähnlich wie sich im Dorf und in der Braunkohle eine Reihe von Kohlenwasserstoffen (Paraffin u. s. w.) und von harzigen, mit vielen verschiedenen Namen belegten Substanzen finden, welche neben Kohlenstoff (bis 80 %) und Wasserstoff mehr oder weniger Sauerstoff enthalten, ähnlich kommen sie auch in den älteren Kohlen, wenngleich weniger häufig und meist mit unorganischen Substanzen gemengt vor. Meist unterhalb, seltener zwischen gewöhnlicher Kohle liegen schwache Schichten von „Dekohle“, ausgezeichnet durch die große Menge flüchtiger Stoffe und die geringe Menge Koks, welche sie beim Erhitzen (20—25 %) liefert. Während gute Kohle 40 % flüchtiger Stoffe giebt (darunter per Pfund Kohle 4½—5 Kubikfuß Leuchtgas), liefern die Dekohlen bis 70 % flüchtige Stoffe. Die sogenannte Boghead-Kohle, welche sich bis 30 Zoll mächtig in den Kohlenflözen der Grafschaft Linlithgow westlich von Edinburg findet, ist ein Schieferthon getränkt mit Paraffin und bituminösen Stoffen, welche sich bei Zersetzung fastreicher Bäume gebildet haben. Sie giebt 21—24 % Asche, während die Pictoukohle der Farsermine in Neuschottland und die Albertkohle von Hillsborough in Neubraunschweig, welche höchstens 8 % Asche geben, als reinere Anhäufungen bituminöser Massen zu bezeichnen sind. Die Frage, ob diese Stoffe, namentlich die Bogheadcannelkohle, Kohlen seien oder nicht, unterlag im vorigen Jahrzehnt der gerichtlichen Entscheidung in Folge eines Proesses zwischen zwei Gesellschaften, von denen die eine das Recht zur Verei-

tung von Gas aus Steinkohlen, die andere das Recht der Gasbereitung besaß.

Die Erscheinung, daß die flüchtigen Stoffe aus der Kohle entweichen, erklärt auch die Thatache, daß in manchen Mulden neben bituminöser Kohle bitumenarme, anthrazitische, schwierig und fast ohne Flamme verbrennende und nicht schmelzende Kohle vorkommt, die den Übergang zwischen Kohle und Anthrazit vermittelt. Wo die Kohlen horizontal und ungestört liegen, sind sie in solchen Fällen am meisten bituminös, sie werden immer magerer, je auffallendere Biegungen sie erleiden; wo sie stark gefaltet sind, finden sich Anthrazitflöze. Der Zusammenhang zwischen den Störungen des Gebirgsbaues und der Abnahme des Bitumens läßt schließen, daß die flüchtigen Stoffe der Kohlenflöze durch die zahllosen Risse und Klüfte entwichen, welche bei den Faltungen und Zerreißungen entstehen mußten. Höhere Temperatur, sei sie welchen Ursprungs sie wolle, bewirkt dasselbe schneller. Wo die Kohlenflöze mit feurigflüssigen Gesteinmassen in Berührung kommen, sind sie in Anthrazit umgewandelt, verkohlt; so bei Waldenburg, bei Brassac in Centralfrankreich, Blythe in Northumberland. Da die Heizkraft der Kohle von der Menge des Kohlenstoffes abhängt, so liefern Anthrazit und Koks die höchsten Temperaturen.

Da überall flözarme Mittel, Sandstein und Schieferthou, die einzelnen Flözgruppen trennen, Faltungen und Verwerfungen sehr häufig vorkommen, das Verhältniß zwischen der Mächtigkeit der ganzen Formation und der Kohlenflöze außerordentlich schwankt, so ist mit einem Vergleich zwischen der Oberfläche eines Landes und dem vom Kohlengebirge bedeckten Stück wenig gewonnen, es lassen sich aus diesem Verhältniß keine Schlüsse auf den Reichthum an Kohle machen. Man schätzt, daß das

produktive Kohlengebirge oder in andern Angaben das Stück zwischen den abgebauten Flößen enthalte bei

	Fuß Mächtigkeit	Fuß bauwürdige Kohle
Ruhrgegend	mehr als 7000	160
Wormrevier	mehr als 5000	186½
Pfalz-Saarbrücken	10850	250 (Flöze über 18 Zoll)
Oberschlesien	11036	342 (Flöze über 30 Zoll)
Pennsylvanien, Anthrazit	2500-3000	120 (bei Pottsville)
England, Südwaes	11650	84 (Flöze über 24 Zoll)
Bristol-Somersetshire	5125	71
Coalbrook Dale	1200	27
Derbyshire-Yorkshire	2500	46
Northumberland-Durham	2000	36

Die Flöze machen also nur einen sehr geringen Bruchtheil der Gesamtmächtigkeit aus und das Verhältniß variirt, die erstere zu 100 angenommen, von 0,71 (Südwales) bis 2,25 (Coalbrook Dale), wenn man nur die Englischen Kohlen in Betracht zieht. Die großen Zahlen, welche für den überhaupt vorhandenen Kohlenvorrath angegeben werden, röhren von der Ausdehnung der Kohlenfelder her. Das von Northumberland-Durham (Newcastle) bedeckt 22, das von Derbyshire-Yorkshire 35, das große Kohlenfeld von Südwales 43, der flözreiche Theil des Saarbrücker Kohlengebirges 7, das große nordamerikanische centrale, sogenannte Illinoiskohlenfeld 2070 geographische Quadratmeilen! (= 44000 Square miles.)

Wie groß die Kohlenproduktion der wichtigsten Länder ist, geht aus der folgenden Uebersicht hervor, die sich auf 1862 und 1863 bezieht. Mögen auch die Angaben ein gewisses Maaf von Irrthum enthalten, wie es bei solchen Zahlen nicht anders möglich ist, so zeigen sie doch, wie sich die Produktion in den einzelnen Ländern verhält. Sie sind entnommen den Reports received from Her Majesty's Secretaries of Embassy

and Legation respecting coal, die 1866 dem Englischen Parlament übergeben wurden.

	Tonnen à 20 Ctr.
1862 Großbrittanien	83,633,838
1862 Zollverein	15,576,228
1862 Preußen	13,088,390
1863 Frankreich	10,707,980
1862 Belgien	9,935,645
1862 Pennsylvanien, Anthrazit	7,731,602
1863 Russland	6,350,000
1862 Öesterreich	2,525,000

Im Jahre 1864 lieferte an Kohlen in Centnern

Großbrittanien	1,855,757,460	= 478
davon Ausfuhr	161,276,920	= 32
Zollverein	388,179,637	= 100
Preußen	330,954,892	= 85
Sachsen	42,182,202	= 11
Hannover	6,890,671	= 1,8
Baiern	4,888,817	= 1,3
Kurhessen	2,926,638	= 0,8
Baden, Thüringen	336,467	= 0,1

Großbrittanien liefert demnach etwa  $\frac{2}{3}$  der Gesamtproduktion an Steinkohlen.

Nimmt man mit Taylor (Statistics of Coal) an, daß 1 Tonne Kohlen 30 Cubifuß ausmacht, so liefert die Großbritannische Produktion von 1862 2520 Millionen Cubifuß, die einem Würfel von 1360 Fuß Seite entsprechen, einem ganz respektablen Berge. In Zeit übersetzt wird die Bedeutung vielleicht noch anschaulicher. Denkt man sich diese Masse in Blöcke von 1 Cubifuß zerlegt, so würde ein Mensch, der in der Minute 60, in 24 Stunden 86400, also jährlich 31,536,000

dieser Blöcke zählt, erst in achtzig Jahren mit dem Zählen zu Ende kommen.

Von den oben angeführten Ländern führen Kohlen aus vorzugsweise England, Belgien, Preußen, Sachsen. Während England etwa  $\frac{1}{4}$  der Produktion ausführt, beträgt die Größe der Ausfuhr für Belgien beinahe  $\frac{1}{3}$ , für Preußen 1862 ein Viertel der Produktion.

Frankreich, das trotz der steigenden Ausbeutung aus der einheimischen Kohle seinen Bedarf nur zu  $\frac{2}{3}$  deckt, führte 1863 ein: 6,120,450 Tonnen und zwar 1,107,160 Tonnen aus Saarbrücken ( $\frac{2}{3}$  der dortigen Förderung) 1,296,600 " " England ( $\frac{1}{8}$  " " " ) 3,715,290 " " Belgien ( $\frac{1}{3}$  " " " )

Für 1864 ergeben sich ganz ähnliche, nur etwas höhere Zahlen. Nordamerika führt bis jetzt trotz seiner ungeheuren Produktion, die für 1864 im Ganzen wohl zu niedrig auf 16½ Millionen Tonnen geschätzt wird, nur sehr wenig Kohle aus. Die Ausfuhr wird für 1864 nur zu 173,038 Tonnen angegeben, von denen auf Canada und Britisch Nordamerika die Hälfte kommt.

Wie bedeutend die Produktion an Kohle überhaupt zugewonnen hat, geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Millionen Tonnen	Tonnen
Großbritannien	1845: 31½	1865: 98,150,587
Pennsylvanien, Anthrazit	1845: 2	1864: 10,035,249
Belgien	1845: 5	1864: 10,700,000
Frankreich	1845: 4½	1863: 10,707,980
Preußen	1845: 3½	1865: 18,592,110
Rußland	1847: 2½	1863: 6,350,000
Vereinigte Staaten	1845: 4½	1864: 16,472,410

Am stärksten ist die Zunahme in den letzten 20 Jahren, wie man sieht, in Preußen und Pennsylvanien.

Wenn es möglich wäre, auch nur annähernd mit einiger Sicherheit die in den größeren und leicht zugängigen Steinkohlenablagerungen vorhandenen Kohlemassen zu schätzen, so läge es nahe bei Kenntniß der Größe des Verbrauches zu fragen, wie lange wird der Kohlenvorrath noch reichen?

Wo man eine örtliche Schätzung erlaubt hielt wie in England, dem Lande der Industrie und der fast größten Kohlenausbringung, wurde die Frage sogleich mit der größten Spannung erörtert. Nachdem dies von mehr oder weniger bedeutenden Stimmen geschehen war, erregte die Rede, womit Sir William Armstrong 1863 die Versammlung der British Association for the advancement of Science in New-Castle upon Tyne eröffnete, berechtigtes Aufsehen. Wenn auch praktisch, heißt es in dieser Rede, der Kohlenvorrath in England, dessen commercielles Uebergewicht auf billiger und guter Kohle beruht, unerschöpflich genannt werden kann, so ist Grund zu Besorgniß vorhanden, da sich bei der Vermehrung der Ausbeute einerseits der Vorrath vermindert, andererseits die Kosten des Ausbringens sich vermehren, insofern man zunächst die leicht erreichbaren und guten Flöze in Angriff nimmt. Setzt man 4000 Fuß als größte Tiefe für noch einträglichen und möglichen Abbau und schließt alle Flöze von weniger als 2 Fuß Mächtigkeit aus, so enthält Großbrittanien einen Vorrath von 80000 Millionen Tonnen (à 20 Centner) Kohlen. Im Jahre 1860 erreichte die Kohlenproduktion in Großbrittanien die Höhe von 86 Millionen Tonnen, darnach würde der Vorrath noch 930 Jahre reichen. Wenn dagegen der Verbrauch, wie man nach dem Durchschnitt der letzten 8 Jahre annehmen muß, jährlich um  $2\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen zunimmt, so würden in 212 Jahren die Kohlen in Großbrittanien erschöpft sein; und bei jetzigem Verbrauch die Hauptlager schon in 200 Jahren.

Die „Kohlenfrage“ ist seitdem in England vielfach erörtert

worden, besonders seitdem der Nationalökonom Stuart Mill im Parlament die Staatschuld damit in Verbindung brachte durch den Satz: „Wenn wir das Stammkapital unserer Nachkommen aufzehren, dürfen wir ihnen nicht unsere Schulden vermachen“. In Folge dessen hat eine königliche Untersuchungskommission (Royal Commission of inquiry) ihre Arbeiten begonnen, deren Resultate abzuwarten sind. Vorläufig lässt sich nach dem im Quarterly Journal of Science 1866 mitgetheilten Material etwa Folgendes feststellen.

Nimmt man mit McCulloch die Ausbeute 1840 auf 30 Millionen Tonnen an und mit R. Hunt (Mineral Statistics), die im Jahre 1865 auf 98,150,587 Tonnen\*), so ist in 25 Jahren der Verbrauch um 68 Millionen Tonnen gestiegen, jährlich um  $2\frac{1}{2}$  Millionen, also wie Sir William Armstrong annahm. Die Fläche, welche jetzt Kohlen liefert und möglicher Weise nach geologischen Grundsätzen Kohlen zum möglichen Abbau liefern kann, beträgt in England und Wales nach Murdochson (Meeting at Nottingham 1866) 6000 Quadratmiles, d. h. etwas mehr als  $\frac{1}{4}$  der Bodenfläche. Sowar werden schon jetzt unter dem Meeresspiegel Kohlen gewonnen und zweifellos gehen die Kohlenflöze an vielen Punkten der Küste unter dem Meere fort, aber zur Gewinnung dieser Kohlen wird erst die

\*) Von dieser Menge betrug die Ausfuhr nur  $9\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen, nicht ganz  $\frac{1}{6}$ ! Von den in Großbritannien verbrauchten 89 Millionen, von denen auf die Stadt London 5 Millionen kommen, werden veranschlagt

24 M. £. = 27% für Verbrauch im Hause

30 " " = 33% für die Eisenindustrie

10½ " " = 12% für die Gasanstalten

3 " " = 3½% für Spinnerei und Weberei („textile fabrics“)

21½ " " = 25% für die übrigen Zwecke.

Dabei wird der Werth der Ausfuhr an Eisenwaren zu 9 Millionen, an Gespinsten und Geweben zu 96 Millionen £ angenommen; Zahlen, bedeutend nicht blos, wenn man sie mit dem Werthe der zur Herstellung der Objekte nöthigen Kohlemengen vergleicht, da sie auch den Werth der aufgewendeten Arbeit enthalten.

äußerste Noth treiben. Denn nicht alle vorhandene Kohle lässt sich mit Vortheil gewinnen, drei Hindernisse stehen dem im Wege: tiefer als 4000 Fuß zu gehen wird schwierig wegen der hohen Temperatur; wegen des Druckes, den die auflagernden Gebirgsmassen ausüben und endlich wegen des Kostenpunktes. In der Monkwearmouth-Mine bei New-Castle, deren Tiefe unter dem Meere 1800 Fuß beträgt, steigt die Temperatur auf  $84^{\circ}$  F. =  $23^{\circ}$  R., auf eine für die Arbeiter kaum erträgliche Höhe. In noch größerer Tiefe würde sie entsprechend höher sein, bei 4000 Fuß Tiefe aller Wahrscheinlichkeit nach nicht unter  $35^{\circ}$  R. Wenn sich auch erwarten lässt, die Noth werde Mittel finden, die Temperatur so viel als nöthig zu erniedrigen, so bleibt der Druck der auflagernden Gebirgsmassen bei so großen Tiefen bedenklich. Hätte man einfach die durch Wegnahme der Kohle entstandenen Hohlräume zu stützen, so wäre die Sache viel einfacher, allein das ganze Kohlengebirge ist von Spalten, Klüften und Verwerfungen durchsetzt. In der Dukinfieldmine wurden kürzlich in 2500 Fuß Tiefe unter Tage 4 Fuß dicke Rundbögen von Mauersteinen zusammengedrückt und ein  $4\frac{1}{2}$  Fuß hoher gesetzerner Pfeiler von 12 Zoll ins Geviert, der nur eine 7 Fuß im Geviert haltende Decke trug, in einem Augenblick in zwei Theile gespalten. Ließe sich auch dies Hinderniß überwinden, so steigt doch das für Anlage und Ausbringen nöthige Capital mit Zunahme der Tiefe so rasch, daß man nur gute und reichliche Kohle in größeren Tiefen wird auffinden können. Jetzt kostet die Anlage einer 1750—2000 Fuß tiefen Kohlengrube 100,000 £ (à  $6\frac{1}{4}$  Thlr.) und ist nur dann eine gute Spekulation, wenn die Kohle gut, hinreichend mächtig und ohne Störung in die Lagerung sich findet. Allen diesen Bedenken steht aber eine, und eine sehr wichtige, Thatsache gegenüber, daß es unmöglich ist, das Quantum der in Großbritannien vorhandenen Kohle mit einiger Sicherheit

zu schätzen, „eben so gut könnte man die Zahl der Fische im Meer bestimmen wollen!“ Außerdem ist zu berücksichtigen, daß eine Steigerung der Ausfuhr unwahrscheinlich wird, seit man die in den Indischen\*) und Australischen Colonien, in Neu-Seeland, in Borneo, in Labuan Bruni u. s. w. entdeckten und zum Theil bequem zugängigen Kohlenlager auszubuten und für die Dampfschiffahrt zu verwenden anfängt. Bei Steigerung der Kohlenpreise, der Ausdehnung des Kohlenbergbaues und der Zunahme der Eisenbahnen auf dem Continent, welche erlauben die Kohle billig an die See zu schaffen, werden die Länder, welche jetzt aus England ihren Bedarf beziehen, ihn aus näher gelegenen Orten entnehmen. Die Handelsverhältnisse können sich leicht so gestalten, daß von außen, z. B. von Amerika, dem reichsten Kohlenlande der Welt, wohin jetzt der Billigkeit wegen Kohlen als Ballast gehen, Kohlen nach England eingeführt werden. Der Verbrauch an Kohlen zu Leuchtzwecken, selbst zu Heizung wird abnehmen durch die Einführung von Petroleum, besonders aber durch zweckmäßigen Abbau in den Gruben und zweckmäßige Verbrennung, da in den besten Maschinen nur  $\frac{1}{6}$ , im Allgemeinen nur  $\frac{1}{10}$  des möglichen Nutzeffektes erzielt wird. Dazu kommt noch, daß, seitdem man gelernt hat Anthrazit durch Anwendung heißer Gebläseluft zum Reduziren der Eisen erze zu verwenden und das Anthraziteisen zur Stahlbereitung geeignet gefunden wurde, in England und Nordamerika, den beiden Hauptfundorten des Anthrazites, ausgedehnte Anwendung davon gemacht wird, wodurch eine bedeutende Verminderung des Verbrauches bituminöser Steinkohle eintreten muß. Aus

\*) Ausbeute in Bengalen nach Oldham:

1858: 226,140 Tonnen

1859: 347,227 "

1860: 370,206 "

Ausfuhr von England nach Ostindien 1863: 603,614 Tonnen

1864: 542,032 "

allen diesen Ansführungen ergiebt sich, daß über den Zeitpunkt, bis zu welchem der Kohlevorrath in Großbritannien erschöpft sein wird, nicht einmal eine annähernd wahrscheinliche Angabe sich machen läßt und daß die Besorgniß vorläufig nicht groß zu sein braucht.

Denselben Schwierigkeiten, die Mengen der vorhandenen Kohlen auch nur annähernd zu schätzen, denen man in England begegnet, begegnet man natürlich auch in andern Ländern. Aber einige Zahlen mögen doch noch ihren Platz finden. Die Kohlenmenge der Saarbrücker Gegend wird zu 43200 Mill. Tonnen berechnet, was bei der jetzigen Ausbeutung von etwa 2½ Mill. Tonnen noch 17000 Jahre reichen würde. Der genaue Kenner Oberschlesiens, Herr von Carnall, schlug 1857 den dortigen Vorrath an Kohle so hoch an, daß er bei der damaligen Ausbeute auf 6000 Jahre genügen würde. In den bauwürdigen Flößen des Ruhrbeckens sind nach Schätzung des Herrn Oberbergrath Küper 39000 Millionen Tonnen Kohlen vorhanden, die bei der heutigen Produktion noch auf 5158 Jahre langen würden. Die im Abbau begriffene Fläche der pennsylvanischen Anthrazitablagerungen umfaßt 21,6 Quadratmeilen (à 7500 Meter), während das Kohlenfeld auf 710 Quadratmeilen geschätzt wird. Es ist also nur ein sehr kleiner Theil in Angriff genommen und für die Zukunft noch ein unerschöpflich zu nennender Vorrath vorhanden. Beruht unsere Industrie und damit unsere Civilisation auf Kohle und Eisen, so ist für's Erste wegen Erschöpfung der Kohle weder ein Aufhören überhaupt zu fürchten, noch an die Nothwendigkeit der Verlegung des Mittelpunktes der Civilisation nach Amerika wegen Erschöpfung der Kohle in Europa zu denken.

allen diesen Ansführungen ergiebt sich, daß über den Zeitpunkt, bis zu welchem der Kohlenvorrath in Großbritannien erschöpft sein wird, nicht einmal eine annähernd wahrscheinliche Angabe sich machen läßt und daß die Besorgniß vorläufig nicht groß zu sein braucht.

Denselben Schwierigkeiten, die Menge der vorhandenen Kohlen auch nur annähernd zu schätzen. Wenn man in England begegnet, beginnen einige Zahlen, die die Menge der Sache rechnet, was man noch 1700 in Schlesien, Heimat an Kohle so viele Jahre des Ruhrbeckens Küper 39000 der heutigen. Die im Abbaubereichen der Ablagerungen, das Kohle ist also nur für die Zukunft vorhanden. Sitzung auf die Erschöpfung der Ressourcen noch an die der Civilisation in Europa zu denken.

