

Ueber die
von der englischen
**Admiralität eingeleiteten Untersu-
chungen brittischer Steinkohlen,**
von
Franz von Sauer.

Bei der von Jahr zu Jahr steigenden Wichtigkeit der Steinkohle auch für die österreichische Monarchie, erlangt die Kenntniß der Methoden, welche man zur Untersuchung verschiedener Arten dieser Substanz anwendet, um ihre Brauchbarkeit für die einzelnen Zweige der industriellen Thätigkeit zu ermitteln, eine stets steigende Bedeutung. Es dürfte aus diesem Grunde nicht unerwünscht erscheinen, im Folgenden einige Nachrichten über die im vorigen Jahre auf Kosten der brittischen Regierung, unter Sir Henry de la Beche's Leitung begonnenen Arbeiten zur Ermittlung der relativen Brauchbarkeit der in Großbritannien vorfindlichen Steinkohlen für die Dampfschiffahrt zusammengestellt zu finden, welche ich dem ersten Bericht hierüber von de la Beche und Playfair; *Memoirs of the geological Survey of Great Britain* II. 2. S. 539 entlehnt habe. Zugleich möge aber diese Mittheilung einen abermaligen Beweis liefern, wie sehr man in England, dem Musterlande der Industrie, bei jeder Gelegenheit sich bestrebt, durch wissenschaftliche Forschungen eine wahrhaft zweckmäßige Verwendung der von der Natur verliehenen Schätze anzubahnen.

Die nächste Veranlassung zu den zu schildernden Untersuchungen, gab Herr Josef Hume durch ein an die Lords der Admiralität gerichtetes Schreiben, in welchem er dieselben auffordert, nach dem Beispiel der amerikanischen Staaten wo Herr Upham eine vergleichende Untersuchung der verschiedenen Kohlenarten in den Jahren 1842 und 1843 angeordnet hatte, ähnliche Untersuchungen auch in England einzuleiten, um durch eine vergleichende Prüfung der verschiedenen Arten von englischen, schottischen und irischen Kohlen jene Varietäten auszumitteln die zum Gebrauche auf Dampfschiffen am geeignetesten wären Er wies in seinem Briefe darauf hin, daß die Wirksamkeit der Dampfboote wesentlich von der Dualität der auf selben benützten Kohlen abhängt, und daß der öffentliche Dienst durch Wohl eines ungewöhnlichen Brennmaterials in kritischen Momenten wesentlich gefährdet werden könne.

Die englische Admiralität ging auf Humes Vorschlag ein, sie bewilligte eine jährliche Summe von 600 £. St. (6000 fl. R.M.) für die gedachten Untersuchungen und beauftragte Sir Henry de la Beche der durch seine Stellung als Direktor der geologischen Untersuchungsarbeiten in England am besten hierzu geeignet schien, mit der Leitung derselben.

Im Eingange des Berichtes deuten de la Beche und Playfair auf die Unmöglichkeit hin, aus einer beschränkten Reihe von Beobachtungen gute allgemeine Resultate zu deduziren. Die Eigenschaften, welche verschiedene Kohlenarten zu gewissen Industriezwecken besonders geeignet machen, ändern so manigfaltig, daß es einer langen Reihe verschiedenartiger Untersuchungen bedarf, um den gewünschten Zweck vollständig zu erreichen. So gibt es gleich hinsichtlich der ersten und wichtigsten Eigenschaft der Kohlen, nämlich ihrer dämpferzeugenden Kraft einen wesentlichen Unterschied, indem einige Varietäten durch ihre schnelle Wirkung geeignet sind in kurzer Zeit Dampf zu erzeugen, andere dagegen langsam wirken, aber dennoch im Ganzen eine viel größere Quantität Wasser zu verdampfen vermögen.

Eine andere, auf Schiffen, sehr wesentliche Eigenschaft ist die Cohäsionskraft, denn ist diese zu gering, so ist man der Gefahr ausgesetzt, die größeren Stücke durch die fortwährende schwankende Bewegung zu Pulver zerrieben, und hierdurch unbrauchbar gemacht zu sehen. Nicht minder kömmt zu betrachten der Raum den eine gewisse Gewichtsmenge Kohle einnimmt. Die Differenz die sich in dieser Hinsicht zu erkennen gibt, beträgt oft bis 40, in einzelnen Fällen selbst bis zu 60 Prozent. Es entscheidet hier weniger das spezifische Gewicht, sondern hauptsächlich die mechanische Struktur, und nur durch direkte Wägung und Messung kann diese Eigenschaft ermittelt werden.

Weiterhin bedarf man chemischer Analysen, Bestimmungen des Aschengehaltes, u. s. w. um ein vollständiges Bild von der Anwendbarkeit bestimmter Kohlenarten zu erlangen.

Alle diese Untersuchungen wurden so vollständig durchgeführt, daß nicht die Absicht allein, zu der dieselben zunächst angestellt wurden, nämlich: die Ermittlung der relativen Brauchbarkeit für die Dampfschiffahrt erreicht wurde, sondern die gegebenen Tabellen

biethen auch ein Mittel, die Tauglichkeit der Kohlen für irgend andre industrielle Zwecke zu beurtheilen.

Einige, das Vorkommen jeder einzelnen Kohlenart betreffende Daten, so wie die Beschreibung der Kohle finden sich zuerst aufgezeichnet. Beispielweise möge hier diese Notiz über eine der untersuchten Arten in vollständiger Uebersetzung folgen:

Pentrefelin, Kohle.

„Ich bestätige hiemit, daß die vier Fässer bezeichnet P. V. Nr., ein gutes Muster der Pentrefelin-Kohlen enthalten, welche eigens zum Behufe der von der Admiralität angeordneten Kohlenuntersuchung gegraben wurden. — J. E. Morrice, Agent der Swansea-Kohlen-Kompagnie.“ —

„Diese Kohle findet sich in der Nähe des Dorfes Llangebellaich in der Pfarrei gleichen Namens und ist allgemein bekannt unter dem Namen des Clyndie oder 5 Fuß Lagerß. Dasselbe befindet sich in einer Tiefe unter der Oberfläche von beiläufig 360 Fuß. Das Lager ist ungefähr 4½ Fuß mächtig und durchaus sehr regelmäÙig. Darunter liegt ein Gestein von weicher Beschaffenheit (a soft undercliff) und eine 5 Fuß mächtige Schichte desselben Gesteines liegt unmittelbar über der Kohle, darüber folgt eine mächtige Ablagerung von hartem Sandstein. Das Fallen des Lagerß beträgt 3½ Zoll auf die Elle (Yard) in der Richtung 13° S. W. Es ist eine frei brennende (Free burning. Mit diesem Namen bezeichnet man in Wales eine eigenthümliche Varietät der Kohlen, die wenig Bitumen enthält, und sich nicht verkokeln läÙt) Kohle, und wird hauptsächlich in den Kupferschmelzwerken in Swansea verbraucht. Der Preis im Ganzen ohne Sondirung für die Kupferwerke beträgt 41 Schilling für 11 Tonnen, also ungefähr 3 Sch. 9 d. die Tonne (ungefähr 5½ Kr. E. M. der Zentner). Verschifft als Lösche ist der gegenwärtige Preis ungefähr 4 Sch. 6 d. die Tonne (6¾ Kr. E. M. der Zentner). Die Kohle liegt weit gegen Norden und nähert sich dem Anthracit-Distrikt. Sie bildet sehr gute Lösche zum Kalkbrennen. Die gesendete Kohle war sehr locker gepackt, und da sie von weicher Beschaffenheit ist, so war sie in sehr kleine Stücke zerfallen, theilweise sogar in ein grobes Pulver verwandelt. Sie zeigt eine un- deutlich fibröse Struktur mit zahlreichen horizontalen Tafeln einer

schiefen Substanz und einer dunkelgefärbten leicht zerreiblichen Substanz, hauptsächlich entlang der Richtung der Schichten.“

„Ein großer Theil der Kohle besteht aus rechteckigen Stücken, die einen glatten aber nicht glänzenden Bruch zeigen. Es ist übrigens eine gut aussehende Kohle mit nur wenig weißen Substanz und Eisenkies.“

„Die Versuche zeigten, daß der geringen Größe der Stücke wegen es mit vieler Schwierigkeit verbunden war, dieselbe zu entzünden, und eine bedeutende Quantität Dampf durch dieselbe zu erzeugen. Dieselbe Ursache wirkte nachtheilig bei allen folgenden Versuchen, und darum wohl gab diese Varietät im Vergleiche mit andern Kohlen ein sehr geringes Resultat. Als das Feuer abbrannte wurde ein deutliches zischendes Geräusch vernommen, und als man die Feuerthüre öffnete, wurde eine bedeutende Quantität entzündeter Theilchen, die ein glänzend funkelndes Ansehen darboten, über die Feuerbrücke fort, in die Esse geführt. Wenn man das Feuer schürte, so fiel eine bedeutende Menge von unverbraunter Kohle durch den Rost, welche, wenn man sie wieder hinauf brachte, ebenfalls die Schwierigkeit, ein gutes Feuer zu unterhalten, erhöhte. Die Quantität der übrig gebliebenen Asche und der Cinders war verhältnißmäßig sehr groß.“

In ähnlicher Weise finden sich bei allen einzelnen Kohlenarten die Details des Vorkommens, so wie alle Umstände, die auf die Versuche einen Einfluß ausüben konnten, gewissenhaft notirt.

Um nun zunächst die Fähigkeit der Kohlen zur Dampferzeugung zu prüfen, wurde in der Civil-Ingenieur-Schule zu Putney in der Nähe von London, in einem abgesonderten Raume ein besonderer Dampfkessel aufgestellt, in welchem die betreffenden Beobachtungen angestellt wurden.

Dieser Dampfkessel hat die Form eines liegenden Cylinders von 12 Fuß Länge und 4 Fuß Durchmesser mit abgeflachten Enden, und einen inneren Feuerabzug von 2 Fuß 6 Zoll Durchmesser. An dem einen Ende des Letzteren befindet sich der 2 Fuß lange Rost nach der bei den sogenannten Kornischen Dampfkesseln (Cornist boilers) in Anwendung stehenden Methode. Die erhitzte Luft, nachdem sie das entgegengesetzte Ende des Kessels erreicht hat, wird in verschiedenen Leitungen noch um die Außenseite des

Kessels herum geführt, so daß im Ganzen $196\frac{1}{2}$ Quadratfuß-Fläche des Kessels der Wirkung der Hitze ausgesetzt werden, dann erst tritt sie in die $35\frac{1}{2}$ Fuß hohe Esse. Die Speisung des Kessels erfolgt aus Wasserbehältern die auf dem Dache des Gebäudes angebracht sind. Ein vertikaler Schieber in dem horizontalen Theil des Abzuges, dicht neben der Esse, ungefähr 6 Fuß von der Basis derselben entfernt, befinden sich 2 Oeffnungen, um die Temperatur der abziehenden Luft beobachten, und Gase zur weiteren Analyse auffangen zu können. An dem Ende der dem Kessel umgebenden Feuerabzüge, und an der Basis des Schornsteines befinden sich andere Oeffnungen, um den gebildeten Rufs herausnehmen zu können.

Am Kessel sind 3 Sicherheitsventile angebracht, die Versuche wurden in der Regel durch 2 Tage unter einer Pressung von 1 Pfund auf den Quadratzoll, am dritten aber bei der Pressung von 3 Pfund auf den Quadratzoll abgeführt.

Der ganze Kessel ist mit Mauerwerk umgeben, daß sehr sorgfältig ausgeführt, die Zerstreung der Wärme hindert. In die dem Kessel von Außen umgebenden Abzugsräume sind 2 Oeffnungen angebracht, in welche eiserne Röhren befestiget sind, die mit Oehl gefüllt werden, um durch eingesenkte Thermometer die Beobachtung der Temperatur möglich zu machen. Gleiche Vorrichtungen befinden sich an der Basis der Esse, und an dem Dampfkessel selbst, am letzterem um die Temperatur des Wassers beim Anfang der Versuche zu beobachten. Die Bestimmung dieser letzten Temperatur war mit besonderer Schwierigkeit verbunden, da sich nach den bekannten physikalischen Gesetzen, daß kalte Wasser, besonders, wenn solches frisch aus den Wasserbehältern hinzugeführt wurde, an Grunde des Kessels sammelte, während das warme Wasser die höheren Stellen einnahm. Dieser Umstand brachte gewöhnlich eine Differenz von ungefähr 70° Fahr. (39° C.) hervor.

Um diesen Uebelstande abzuhelpen brachte man eine Druckpumpe an, deren Saugrohr ganz nahe am Boden des Kessels mündete, und presste durch sie das von dort gehobene Wasser in eine parallele dem Kessel laufende Röhre, von welcher eine Reihe von Seitenröhren, die alle in die obere Seite des Kessels mündeten, ausgingen. In dieselbe Röhre mit ihren Verzweigungen wurde auch das, aus den Wasserbehältern frisch zufließende Wasser geführt. Durch die hiedurch bewirkte Mischung des wärmeren mit

dem kälteren Wasser erhielt man in kurzer Zeit eine gleichförmige Temperatur der ganzen Masse.

Um in jedem Augenblicke die Quantität des in den Behältern befindlichen Wassers ohne vielen Umständen eruiren zu können, brachte man ein, mit denselben kommunizirendes vertikales Glasrohr an, und bezeichnete bei 70° Fahr. (21° C.) die durch je 100 Pfund abgelassenen Wassers hervorgebrachte Differenz. Die so erhaltene Skala wurde dann durch direkte Messung untergetheilt. Die Differenz des Wasserstandes vor und nach dem Versuche gab dann natürlich die dem Kessel zugeführte Gewichtsmenge Wassers, wobei nur eine Korrektur für die Temperatur, wenn dieselbe von der Normaltemperatur von 70° Fahr. abwich nöthig wurde.

Das gesagte wird genügen, um eine Idee von der Anordnung der ganzen Vorrichtung zu geben, weitere Details hätten nur mit Hinzufügung von Zeichnungen einen Werth.

Bei den Versuchen selbst wurde nun folgendes Verfahren beobachtet.

Wir setzen voraus, das Wasser im Kessel sei kalt, und stehe etwa um einen Zoll unter dem Normalstande. Es wurde nun an dem, dem Beginne des Versuches vorhergehenden Nachmittage, Feuer am Kofst gemacht, und so lange unterhalten, bis der erzeugte Dampf das Sicherheitsventil öffnete. Mann schloß nun die Feuerthüre, sowohl als den Aschenraum und den Feuerabzugskanal und ließ so das Feuer langsam abgehen.

Am Morgen des nächsten Tages öffnete man zunächst die Sicherheitsventile, um die äußere und innere Spannung ins Gleichgewicht zu setzen, und ließ von den Wasserbehältern so viel Wasser einströmen als nöthig war, um den Normalstand im Kessel zu erreichen.

Der Stand des Wassers in den Behältern wurde dann notirt, und die erste Beobachtung der Temperatur desselben angestellt. Asche, Cinders und Ruß die vom Feuer des vorhergehenden Abends vorhanden wären, wurden hierauf weggebracht, die Temperatur des Wassers im Kessel beobachtet, und Feuer mit einer gewogenen Menge Holzes angemacht, und die Zeit notirt.

Die zu untersuchende Kohle wurde nun allmählig auf den Kofst zugeworfen bis das Feuer die entsprechende Größe und Form erlangte. Die Größe des Feuers wurde von der Beschaffenheit

der zu untersuchenden Kohle abhängig gemacht, und so gewählt, daß möglichst wenig Rauch am Schornstein sichtbar, und somit möglichst großer Effect erzielt wurde.

Beobachtungen der Temperatur in den Feuerabzügen im Schornstein, und in den Wasserbehältern folgten nun von Stunde zu Stunde.

Der Moment in welchem der Dampf die Sicherheitsklappe des Kessels hob, wurde notirt; der Zug in der Esse, sobald das Feuer die entsprechende Größe erreicht hatte, regulirt, und außer in besonderen Umständen bis zu Ende des Versuches ungestört belassen.

Das im Kessel verdampfte Wasser wurde fortwährend durch frisch zufließendes Wasser aus den Behältern ersetzt, so daß im Kessel stets das gleiche Niveau erhalten wurde, was durch eine entsprechende Oeffnung der Hähne nach einiger Uebung leicht erzielt wurde.

Bei der Unterhaltung des Feuers wurde Sorge getragen, die Kohle in nicht zu großen Stücken, höchstens bis zu ein Pfund im Gewicht, und nicht in größerer Menge als eine bis zwei Schaufeln voll auf einmal einzutragen. Dieselbe wurde gleichmäßig über das Feuer ausgebreitet. Bei den Versuchen mit Anthrazit und mit bitumidöser Kohle wurde noch eine weitere Vorsicht als nöthig erkannt. Bei dem ersteren zersplitterten die zu plötzlich der Wirkung der Hitze ausgesetzten Stücke, und fielen ohne zu verbrennen, zwischen den Roststäben durch. Sie mußten daher auf der oben erwähnten eisernen Platte vor der Feuerthüre etwas vorgewärmt werden. Bei den bitumidösen Kohlen dagegen machte sich ein Zusammenbacken der einzelnen Stücke bemerklich, durch welches der freie Durchzug der Luft gehindert wurde. Durch eine Art Verkoakung auf der Platte, welche unmittelbar vor dem Aufgeben jeder einzelnen Parthie vorgenommen wurde, steuerte man diesem Uebelstande, und erzielte zugleich eine bessere Verbrennung der bei dieser Verkoakung entwickelten Gase, da diese genöthigt waren, über die ganze Fläche des Feuers wegzustreichen.

Die Dauer des Experimentes wurde gerechnet von dem Augenblicke, wo der Dampf die Sicherheitsklappe öffnete, bis zum letzten Aufgeben von Brennmaterial, wornach man bei geschlossener

nen Feuer und Aschenfall = Thüren, so wie bei eingestelltem Zuge durch die Esse das Feuer allmählig ausgehen ließ.

Die Asche wurde von Zeit zu Zeit, wenn das Feuer gut brannte, wieder aufgeworfen.

Das Gewicht der verbrauchten Kohle wurde dann bestimmt, indem man die zurückbleibende Gewichtsmenge von der größeren für das Bedürfniß des Tages vorgerichteten Quantität abzog.

Am nächsten Morgen stellte man das ursprüngliche Niveau des Wassers im Kessel durch Zulassen aus den Wasserbehältern wieder her, bestimmte die in den Letzteren übrig gebliebene Quantität, und erhielt nun durch Abziehen derselben von der ursprünglichen Menge auch die Gewichtsmenge des während des Versuches verdampften Wassers. Die Asche und Cinders wurden dann entfernt, die Gewichtsmenge derselben bestimmt. Der Ruß wurde erst zu Ende des letzten, einer Versuchreihe gewidmeten Tages gesammelt, sein Gesamtgewicht notirt, und durch Theilung des Ganzen durch die Zahl der Versuchstage die auf jeden Tag im Mittel fallende Menge bestimmt.

Muster von der Asche, Cinders, und dem Ruß, wurden zur weiteren Untersuchung in Flaschen aufbewahrt.

Der Stand des Barometers wurde jeden Tag ungefähr um 11 Uhr beobachtet, gewöhnlich zwei Stunden nachdem der Dampf die Sicherheitsklappe geöffnet hatte. Die Versuche wurden in der Regel durch drei Tage fortgesetzt.

Um die Resultate der Versuche wie sie hier beschrieben wurden gut vergleichbar zu machen, waren nun vor Allem einige Reduktionen nöthig, nach deren Ausführung man im Stande war anzugeben, wie viel Pfunde Wassers von 212° F. (100° C.) ein Pfund Kohle in Dampf zu verwandeln vermöge.

Die im ganzen verbrannte Kohlenmenge wird natürlich nicht allein zur Verdampfung des Wassers wirksam gemacht, ein Theil derselben wirkt bloß zur Erhigung des ursprünglich im Kessel vorhandenen, und des während der ganzen Versuchreihe aus den Behältern zuströmenden Wassers bis zum Siedepunkt.

Die durch Verbrennung des zum Entzünden der Flamme angewendeten Holzes erhaltene Wärme, ist von der gelieferten Gesamtwärme in Abzug zu bringen.

Um diesen Abzug bewerkstelligen zu können, mußte vor Al-

lem die verdampfende Kraft des Holzes allein bestimmt werden. Man machte dazu direkte Versuche, ganz in der oben beschriebenen Weise, jedoch mit Holz allein, und bediente sich zur Reduktion derselben folgender mathematischen Betrachtung.

Es sei w das Gewicht des Wassers das während der Dauer des Versuches aus den Behältern in den Kessel strömte.

t' Die mittlere Temperatur desselben durch direkte Beobachtung gefunden.

W . Das Gewicht des ursprünglich im Kessel vorhandenen Wassers.

t'' Die Temperatur desselben, ebenfalls direkt beobachtet.

So ist die mittlere Temperatur des ganzen bei den Versuchen erhitzten Wassers $t = \frac{W t'' + w t'}{W + w}$.

Sei ferner:

N das Totalgewicht des verbrauchten Holzes, welches also sowohl $W + w$ von der Temperatur t auf 212° erhitzte, als auch w bei einer Temperatur von 212° verdampfte.

N' Jener Theil des Gewichtes des Holzes, welcher w verdampfte,

in der andere Theil desselben der $W + w$ von t auf 212° erhitzte.

n eine Gewichtsmenge Holzes die erforderlich wäre um $W + w$ bei einer schon erreichten Temperatur von 212 zu verdampfen.

l endlich die latente Wärme des Wasserdampfes, d. i. die Anzahl der Thermometergrade, zu welcher das Wasser erhoben würde, wenn die zur Dampfbildung nöthige Wärme nur zur Erhöhung der Temperatur desselben verwendet wurde. So ist erstlich die verdampfende Kraft des Wassers.

$$1) e = \frac{w}{N'} \text{ dann } 2) N = N' + m.$$

Es ist ferner

$$3) l : 212 - t = n : m$$

$$4) n : N' = W + w : w$$

Aus 3 und 2 folgt

$l (N - N') = n (212 - t)$ und substituirt man den Werth von n aus 4.

$$l (N - N') = (212 - t) N' \left(\frac{W + w}{w} \right) \text{ oder}$$

$$\begin{aligned} N \cdot l &= N' \left[\left(\frac{W + w}{w} \right) (212 - t) + 1 \right] \\ &= \frac{N'}{w} \left[(W + w) (212 - t) + 1 w \right] \end{aligned}$$

aus welcher letzten Gleichung der Werth von

$$e = \frac{w}{N'} = \frac{(W + w) (212 - t) + 1 w}{N \cdot l} \text{ hervorgeht,}$$

eine Formel, welche wenn l bekannt ist direkt die Gewichtsmenge des durch ein Pfund Holz verdampften Wassers von 212°F . angibt.

Ist also q das Gewicht des zur Entzündung der Kohle nöthigen Holzes, so gibt $e q$ die Wirkung desselben, die von der Totalwirkung in Abzug zu bringen kommt.

Genau dieselbe Formel wenn in ihr die entsprechenden Werthe substituirt werden, dient aber auch zur Reduktion der Versuche mit den Kohlen selbst.

Substituiren wir statt N , dem Gesamtgewichte des Holzes P das Gesamtgewicht der Kohlen; statt N' , dem Gewichte des Holzes welches bei dem Versuche mit Holz allein die Verdampfung von w bewerkstelliget, p das Gewicht der Kohle welches dazu diente um $w - e q$ zu verdampfen, und belassen wir den übrigen Buchstaben dieselbe Bedeutung beim Kohlenversuche, den sie bei jenen mit dem Holze hatten, so erhalten wir die verdampfende Kraft der Kohle $E = \frac{w - e q}{p} = \frac{(W + w) (212 - t) + (w - e q) l}{P l}$

eine Formel welche wieder direkt angibt wie viel Pfunde Wasser von 212° ein Pfund der untersuchten Kohle zu verdampfen vermag.

Für l die spezifische Wärme des Dampfes nimmt man gewöhnlich im Mittel 1000°F . an, doch wurden bei der Berechnung Regnaults neue Angaben in Anwendung gebracht, nach welcher dieselbe für Dampf von 212°F . der Zahl von 9657°F . gleich kommt.

Noch wurden Korrekzionen angebracht für die Verschiedenheit der Kapazität des Kessels bei verschiedenen Temperaturen.

Um die Größe der hierdurch hervorgebrachten Differenzen zu

ermitteln, wurde der Kessel mit Wasser von 70° F bis zum Normalstand gefüllt. Er fasste davon 4730 Pf. Es wurde hierauf Feuer angemacht, worauf sich bald eine durch die Erhöhung der Temperatur hervorgebrachte Steigerung des Standes zu erkennen gab. Nach einer Erhöhung der Temperatur im Kessel von je 20 Graden wurde das überflüssige Wasser abgelassen, und gewogen. Die folgende Tabelle stellt die erhaltenen Resultate dar; die Zwischenglieder sind dabei interpolirt.

Temperatur des Wassers Fahrrenheit.	Gewicht des abgelaassenen Wassers	Gewicht des im Kessel zurückbleibenden Wassers.	Verhältniß der Abnahme des spezifischen Gewichtes des Wassers.
70	0.000	4730.000	1.0000
80	1.892	4728.108	0.9996
90	3.784	4726.216	0.9292
100	6.050	4723.950	0.9987
110	8.040	4721.960	0.9983
120	10.903	4719.097	0.9979
130	12.205	4717.795	0.9974
140	14.717	4715.283	0.9971
150	15.988	4714.012	0.9967
160	21.758	4708.242	0.9954
170	28.388	4701.620	0.9940
180	36.421	4693.579	0.9923
190	46.827	4683.173	0.9901
200	57.933	4672.767	0.9879
202	61.963	4668.037	0.9869
204	66.693	4663.307	0.9859
206	71.423	4658.577	0.9849
208	76.153	4653.847	0.9839
210	80.883	4649.117	0.9829
212	85.613	4644.387	0.9819

Außer der verdampfenden Kraft der Kohle, wurden ferner noch direct bestimmt, das spezifische Gewicht der Kohlen, das mittlere Gewicht von einem Kubikfuß Kohle, der Raum, den eine Tonne Kohle einnimmt, endlich die Kohäsionskraft der Kohle, und die Quantität der in den Rückständen befindlichen verbrennbaren Substanzen.

Um die Kohäsionskraft der Kohlen zu bestimmen, konstruirte man einen hölzernen Zylinder 3 Fuß im Durchmesser, und 4 Fuß lang, der um seine Ase sich bewegen ließ. Im Innern desselben

sind 3 — 6 Zoll breite Breter gegen die Are gerichtet, angebracht. Die zu untersuchenden Kohlen, wurden erst zerschlagen, bis zu jener Größe, die sie bei den Versuchen gewöhnlich hatten, und dann über ein Sieb geworfen, dessen Maschen einen Quadratzoll Fläche besaßen. Von den, auf dem Sieb zurückgebliebenen Kohlen wurden 100 Pfund in den Cylinder eingetragen, und dieser 50mal um seine Are rotiren gemacht. Nachdem man dann einige Minuten gewartet hatte, um den Staub sich setzen zu lassen, nahm man die Kohle wieder heraus, und brachte sie abermals auf das Sieb. Das Gewicht der nun auf demselben liegen bleibenden Stücken gibt die relative Größe der Kohäsionskraft.

Bei den Bestimmungen des Gewichtes von 1 Kubikfuß-Kohle und des Raumes den eine Tonne einnimmt, wurden Stücke, die mehr als 1 Pfund wiegen, stets in kleinere Stücke zerschlagen.

Um die Quantität verbrennlicher Substanzen in den Rückständen zu eruiren, wurden diese in einem Strom von Dryngas erhitzt, und der Rückstand gewogen. Zu diesem Ende fertigte man Glasröhrchen 4 Zoll lang, und $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die an einem Ende zu einer feinen Spitze ausgezogen waren, die mit einem Asbestfaden verschlossen wurden, wog dieselben ab, brachte eine kleine Quantität der zu untersuchenden Substanz hinein und bestimmte wieder das Gewicht, um die Gewichtsmenge der eingetragenen Substanz bestimmen zu können. Man brachte nun die Röhren mit einm Gasometer in Verbindung, und erhitzte sie über einer Lampe. Sobald ein dunkles Rothglühen begann, öffnete man den Gasometer, und ließ Sauerstoff durch die Röhrre streichen. Die Verbrennungs-Produkte entweichen durch die feine Röhrre, während der Asbestfaden, das Fortgehen von Aschenstäubchen u. s. w. hinderte. War die Operation vorüber, so ließ man die Röhrre erkalten, und wog sie wieder ab. Der Gewichtsverlust gab die Quantität verbrennlicher Substanz. Es wurde dabei vortheilhaft befunden, die zu untersuchenden Substanzen nicht zu fein zu pulvern, da sonst eine leicht eintretende Schmelzung die Verbrennung einzelner Partikelchen hinderte.

Die Resultate sämmtlicher, im Vorhergehenden beschriebenen Versuche und Beobachtungen, wurden nun für jede einzelne Kohle, die untersucht worden war, in eine Tabelle zusammengestellt, deren ich hier eine als Beispiel nachfolgen lasse.

	25. Jänner	26. Jänner	27. Jänner
	1. Tag	2. Tag	3. Tag
Feuer angezündet	9 Uhr	8 U., 15 M.	8 U., 15 M.
Sicherheitsklappe geöffnet	9 " 50 M.	9 " 0 "	8 " 45 "
Gewicht d. angewend. Holzes	15 Pf.	15 Pf.	15 Pf.
Anfangs-Temperatur des Wassers im Kessel . . .	185°	194°	216°
Temperatur des Wassers in den Behältern . . .	43°	43°	45°
Barometerstand	29.39"	29.494"	29.47"
Extreme d. auß. Temperatur	—	39° — 43°	43° — 47°
Extreme d. inn. Temperatur	50° — 53°	51° — 55°	52° — 59°
Hauptpunkt	43°	44°	47°
Offene Fläche des Abzugsventiles in der Esse . . .	126"	56"	56"
Gewicht d. verbraucht. Kohle	357 Pf.	375 Pf.	319 Pf.
Gewicht der zurückgelassenen Asche	13 Pf.	8 Pf.	11 Pf.
Brennbare Substanz in der Asche in Percent . . .	37.75	38.97	38.78
Gewicht der zurückgebliebenen Cinder	27 Pf.	22 Pf.	25 Pf.
Verbrennliche Substanz darin in Percent	49.94	52.28	39.67
Gewicht der Cinders in den Cinders	14.25 Pf.	10.5 Pf.	12.9 Pf.
Mittelgewicht des Rußes in der Esse	1.125 Pf.	1.125 Pf.	1.125
Verbrennliche Substanz darin in Percent	48.62		
Gewicht des verdampften Wassers	2463 Pf.	2758 Pf.	2538 Pf.
Wasser von 212° verdampft durch 1 Pf. der Kohle	8.3 Pf.	8.72 Pf.	9.14 Pf.
Gewicht der auf einen Quadratfuß des Feuerraumes in der Stunde verbrannten Kohle	8.92 Pf.	9.37 Pf.	7.27 Pf.
Dauer des Experimentes	8 Stund	8 Stund	8 Stund
Spezifisches Gewicht d. Kohle	1.31		
Mittleres Gewicht von 1 Cubiff. Kohle	57.72		
Raum eingenommen von einer Tonne Kohle Cubf.	38.8		
Kohäfsionskraft der Kohle	46.5		

Noch ist zu bemerken, daß nach einer angestellten Vergleichung der im Versuchskessel erhaltenen Resultate mit jenen, die einen der besten in Cornwall in Anordnung befindlichen Dampfkessel, der den Dampfmaschinen der Par-Consoals-Grube gab, es sich zeigte, daß der letztere eine beträchtlich höhere Leistung, als der erstere aufwies. Wenn gleich, da alle Versuche nur vergleichende Resultate zu geben bestimmt waren, diese Differenz von keinen weiteren Belange für den Werth der ganzen Untersuchung ist, so suchte man doch um für jede Kohle das Maximum der in den jetzigen Apparaten zu erzielenden Leistung bestimmen zu können, das Verhältniß der Leistung mit Versuchskesseln zu jener des gedachten Kessels in Cornwall genau auszumitteln, und fand dasselbe — 1: 1,1995.

Mit der letzteren Zahl braucht man also nur die in den Versuchstabellen enthaltene Zahl der Pfunde Wassers, die durch ein Pfund Kohle verdampft wird, zu multiplizieren, und die höchste in den besten jetzigen Maschinen erreichbare Leistung zu erhalten.

Die folgende Tabelle gibt nun eine Uebersicht der wichtigsten Resultate an den bisher untersuchten Kohlen. Dieselbe hat zwar, so wie die im Folgenden enthaltenen Tabellen überhaupt mehr nur ein lokales Interesse, doch glaube ich dieselben nicht übergehen zu dürfen, da sie zu interessanten Vergleichen mit unseren eigenen Kohlen Veranlassung geben können.

Namen der Kohle	Verdampfende Kraft-Menge der Pfunde Wassers v. 212° die durch ein Pfund Kohle verdampft wurden	betto betto im Kessel in Vorwärm (berechnet)	Gewicht von 1 Kub. Fuß Kohle	betto betto berechnet nach dem spezifischen Gewicht der Kohle	Spezifische Kraft der Kohle	Verdampfende Kraft mit Zuzurechnung der brennbaren Substanzen in den Rückständen	Zahl der Pfunde Wassers, die in einer Stunde verdampft wurden
Kohlen aus Wales Craigola	9. 35	11. 21	60.166	81.107	49. 3	9. 66	441. 48
Anthrazit (Jones und Comp.)	9. 46	11. 34	58. 25	85.786	68. 5	9. 7	409. 37
Old Casilo Fierly	8. 94	10. 72	50.916	80. 42	57. 7	—	464. 30
Wein							
Warbs Fierly	8. 94	10. 72	50.916	80. 42	57. 7	—	464. 30
Wein	9. 40	11. 22	57.433	83. 85	46. 5	10. 6	529. 90
Winea	9. 94	11. 92	57. 08	81.357	51. 2	10. 3	486. 95
Klangennach	8. 86	10. 62	56. 93	81. 85	53. 5	9. 2	373. 22
Pentrepoh	8. 72	10. 46	57. 72	81. 73	46. 5	8. 98	381. 50
Pentrefelin	6. 36	7. 62	66.166	84.726	52. 7	7. 4	247. 24
Duffryn	10.149	12. 17	53. 22	82. 72	56. 2	11. 80	409. 32
Mouybb Kenybb	9. 52	11. 42	56. 33	81. 73	53. 7	10. 59	470. 69
Threquarets							
Dock Wein	8. 84	10. 60	56.389	83. 60	52. 7	—	486. 86
Gwm Frob Koc							
Wein	8. 70	10. 43	55.277	78.299	72. 5	9. 35	379. 80
Gwm Nanty							
Gras	8. 42	10. 10	56. 0	79.859	55. 7	8. 82	404. 16
Resolven	9. 53	11. 43	58. 66	82.354	35. 0	10. 44	390. 25
Penthyol	7. 47	8. 96	55. 7	82. 35	57. 5	8. 04	250. 40
Bedwas	9. 79	11. 47	50. 5	82. 6	54. 0	9. 99	476. 96
Ebbu Val	10. 21	12. 24	53. 3	78. 81	45. 0	10. 64	460. 22
Borthmome	7. 53	9. 03	53. 3	86.722	62. 0	7. 75	347. 44
Colehill	8. 00	9. 59	53. 0	80.483	62. 0	8. 34	406. 41
Schottische Kohle Dalkeith James Seam	7. 08	8. 49	49. 8	79.672	85. 7	7. 10	353. 18
Dalkeith Coronation Seam	7. 71	9. 24	51. 66	78.611	88. 2	7. 86	370. 09
Wallrens Elgin	8. 46	10. 14	54. 6	78.611	64. 0	8. 67	435. 77
Fordel Suint	7. 56	9. 06	55. 0	78.611	63. 0	7. 69	464. 98
Orangemoyth	7. 40	8. 87	54. 25	80. 48	69. 7	7. 91	380. 40
Englische Kohlen.							
Broomhill	7. 30	8. 75	52. 5	77.988	65. 7	7. 66	397. 78
Ehdney (Forrestof Dean)	8. 52	10. 22	54.444	80.046	55. 0	8. 98	487. 19
Blackbagg grischer Anthrazit	9. 85	11. 81	62. 8	99. 57	74. 0	10. 49	473. 18
Patentirte Brennstoffe.							
Wylam's Patent Brennstoff	8. 92	11. 70	65. 08	68.929	—	9. 74	418. 89
Bell's betto	8. 59	10. 23	65. 3	71.124	—	8. 65	549. 11
Barlich's betto	10. 36	12. 42	69. 05	72.248	—	10. 60	457. 84

Eine weitere Reihe von Versuchen, bezieht sich auf die Ausmittlung der chemischen Bestandtheile, d. i. die Elementar-Analyse der Kohlen. Dieselben wurden theils von Herrn Wrightson theils von Herrn How ausgeführt.

Das hygrometrische Wasser wurde durch Trocknen der Kohle im Wasserbade und Abwägung des Rückstandes bestimmt.

Um den Kohlenstoff und Wasserstoff zu erhalten, wurde die Kohle fein gepulvert, getrocknet und in einer Verbrennungsröhre mit trockenem chromsauerem Bleioryd gemischt, und dann auf gewöhnliche Weise verbrannt. Die Resultate fielen am genauesten aus, wenn eine Quantität von nur 3—4 Granen (Grain's) angewendet wurde.

Stickstoff wurde nach der bekannten Will und Warrentropp'schen Methode bestimmt.

Den Schwefel bestimmte Hr. Wrightson auf folgende Weise. Er mischte die Kohle mit ihrem doppelten Gewichte von reinem gefälltem kohlensaurem Kalk, brachte die Mischung in ein Glasrohr das in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasen war und verbrannte sie mit Hilfe einer Spirituslauge in Drogengas. Wann sie gänzlich verbrannt war, was an der weißen Farbe, und der Löslichkeit in Chlorwasserstoffsäure leicht zu erkennen war, so wurde der Rückstand auf ein Filtrum gebracht, der schwefelsaure Kalk ausgewaschen, die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt und von dem erhaltenen Resultat die in der Asche enthaltenen Schwefelsäure abgezogen.

Herr How bediente sich zur Bestimmung des Schwefels einer kürzeren Methode. Er schmolz ungefähr 10 Gran der zu untersuchenden Kohle mit einer entsprechenden Menge von kohlen-sauren Natron und Salpeter zusammen, und bestimmte die Schwefelsäure auf gewöhnliche Weise.

Die Asche wurde bestimmt, durch Verbrennung von 15—20 Granen der Kohle in einem Platintiegel über der Spirituslampe, oder in einer Glasröhre in einem Strom von Drogengas.

Der Sauerstoff wurde aus dem Verluste der Analyse berechnet.

Die folgende Tabelle gibt der chemischen Zusammensetzung der untersuchten Kohlen, und die von 100 Theilen enthaltene Menge von Cokes.

Name der Kohle.	Spezi- fisches Gewicht d. Kohle	Koh- len- stoff	Waf- fer- stoff	Stick- stoff	Schwe- fel	Sauer- stoff	Asche	Kohle
Kohlen aus Wales								
Graigola	1 30	84.87	3.84	0.41	0.45	7.19	3.24	85. 5
Anthrazit	1.357	91.44	3.46	0.21	0.79	2.58	1.52	92. 9
Old-Castle Feiny Wein	1.289	87.68	4.89	1.31	0.09	3.39	2.64	79. 8
Ward's Feiny Wein	1.344	87.87	3.93	2.02	0.83	b. d. Asche	7 04	—
Binea Coal	1.304	88.66	4.63	1.43	0.33	1.03	3.96	88.10
Klangennech	1.312	85.46	4.20	1.07	0.29	2.44	6.54	83.69
Pentrepoth	1. 31	88.72	4.50	1.18	—	3.24	3.36	82. 5
Pentrefelin	1.358	85.52	3.72	Spur.	0.12	4.55	6.09	85. 0
Duffryn	1.326	88.26	4.66	1.45	1.77	0.60	3.26	84. 3
Rhnyd Newydd	1. 31	84.71	5.76	1.56	1.21	3.52	3.24	74. 8
Thnee quarter Rock Wein	1. 34	75.15	4.93	1.07	2.35	5.04	10.96	62. 5
Swm Frood Rock Wein	1.255	82.25	5.84	1.11	1.22	3.58	6.00	68. 8
Swm Nanty Gros	1. 28	78.36	5.59	1.86	3 01	5.58	5.60	85. 6
Kefolven	1. 32	79.33	4.75	1.38	5.07	b. d. Asche	9 41	83. 9
Ponty Poal	1. 32	80.70	5.66	1.35	2.39	4.38	5.52	61. 8
Bedwas	1. 32	80.61	6.01	1.44	3 50	1.50	6.94	71. 7
Ebbw Vall	1.275	98.78	5.15	1.16	1 02	0.39	1.50	77. 5
Portmawr Rock Wein	1. 39	74.70	4.79	1.28	0.91	3.60	14.72	63. 1
Colerhill	1. 29	73.84	5.14	1.47	2.34	8 29	8 92	56. 0
Schottische Kohlen.								
Dolkeith Jewel Seam	1.277	74.55	5.14	0.10	0 33	15.51	4.97	49. 8
detto Coronation Seam	1.316	76.94	5.20	Spur.	0 38	14.37	3 10	53. 5
Wassend Elgin	1. 20	76.09	5.22	1.41	1 53	5.05	10.70	58.45
Fordel Splint	1. 25	79.58	5.50	1.13	1.46	8.33	4.00	52.03
Grangemouth	1. 29	79.85	5.28	1.35	1.42	8 58	3 52	56. 6
Englische Kohlen.								
Broomhill	1. 25	81.70	6.17	1.34	2.85	4.37	3.07	59. 2
Parf Sud Sydney	1.283	73.52	5.69	2.04	2.27	6.48	10.00	57. 8
Irische Kohlen.								
Slievandagh	1. 59	80.03	2.30	0.23	6.76	b. d. Asche	10.80	90. 1
Fremde Kohlen.								
Formosa Insel	1. 24	78.26	5.70	0 64	0.49	10.95	3.96	—
Borneo (Lebaan)	1. 28	64.52	4.74	0.80	1.45	20 75	7.74	—
detto 3 Fuß Lager	1. 37	54.31	5.03	0 98	1.14	24 22	14 32	—
detto 11 Fuß Lager	1. 21	70.31	5.41	0.67	1.17	19 19	3.23	—
Patentirte Brenn- stoffe								
Wolum's Pat.-Brennstoffe	1. 10	79.91	5.69	1.68	1.25	6.63	4.84	65. 8
Bell's detto	1. 14	87.88	5.22	0.81	0.71	0.42	4.96	71. 7
Warlia's detto	1. 15	90.02	5.56	Spur.	1.62	b. d. Asche.	2 91	85. 1

Die Quantität der, durch Verbrennung der Kohle erzeugten Wärme wird durch die Menge des, zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoffgases bestimmt. Man findet diese Menge entweder durch direkte Versuche, indem man die zu untersuchende Kohle mit Bleiglätte im Ueberschusse mengt, und nachdem man sie gehörig erhitzt hat, aus dem Gewichte des reduzirten Bleies auf die verbrauchte Quantität Sauerstoffgas schließt; oder indem man nach vollende-

ter Elementar-Analyse die, für jeden Bestandtheil zur Verbrennung erforderliche Sauerstoffmenge berechnet, und die erhaltenen Resultate zusammen addirt. Die 2. Methode ist natürlich die genauere, und gibt gewöhnlich ein ungefähr um $\frac{1}{\%}$ größeres Resultat, als die erste.

Demungeachtet wurde auch der Versuch mit Bleiglätte für alle untersuchten Kohlen von Herrn Arthur Philips durchgeführt. Dieser Versuch erfordert sehr große Vorsicht, er wurde in folgender Weise vorgenommen:

5 Gran der zu untersuchenden Kohle, die vorher gepulvert, und durch das feinste Drahtsieb durchgestiebt worden war, wurden mit ungefähr 1500 Gran Glätte auf geglättetem Papiere möglichst genau gemischt, in einen völlig reinen irdenen Tiegel gefüllt, und noch mit 500 Gran reiner Glätte bedeckt, dann der Deckel des Tiegels mit feuerfesten Thon angelöthet, und der ganze Tiegel mit derselben Substanz überstrichen, um den Eintritt aller Gase, die eine Reduktion der Bleiglätte bewerkstelligen könnten, vollständig zu hindern.

Der Tiegel wurde dann in der Nähe des Feuers getrocknet, in einen Ofen mit Holzkohle eingesetzt, und ungefähr 15 Minuten der Wirkung des Feuers ausgesetzt; durch eine dem Ofen aufgesetzte Esse, wurde hierauf der Zug verwahrt, und der Tiegel durch weitere 10 Minuten in der stärkeren Hitze belassen. Hierauf wurde der Tiegel herausgenommen, abgekühlt, zerbrochen, das Bleikorn herausgenommen, und abgewogen. Mit jeder Kohle wurden auf diese Weise 3 Versuche vorgenommen, die gewöhnlich gut mit einander übereinstimmen.

Die folgende Tabelle stellt die Resultate dieser Versuche, mit den, durch Rechnung aus der Elementar-Analyse gefundenen Werthen zusammen. Die letzte Kolumne ist nach den Angaben von Desprez, daß ein Theil reine Kohle, der 2.666 Theile Sauerstoff zur Verbrennung bedarf, dabei 78.15 Theile Wasser von dem Gefrierpunkte zum Siedepunkte zu erwärmen im Stande ist, oder daß ein Theil des erhaltenen Bleies mit 2.265 multipliziert, das Gewicht des vom 0 Punkte zum Siedepunkte erhitzten Wassers gibt, berechnet.

Namen der Kohle	Bei reduziert durch einen Theil Kohle.					
	Diegen entfernt von der Glätte durch einen Theil Kohle	Diegen, der Berechnung nach, mithin zur Sättigung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes	Diegen erfordert von der Kohle allein	Relative Festkraft die der reinen Kohle \equiv 100 angenommenen, berechnet aus A und B.	Pfand Wasser, die ein Pf. Kohle von 320 auf 2120 zu erhitzen vermag, berechnet aus A.	
Kohlen aus Wales.						
Graigola	32.08	2.49	2.49	2.26	93.4	72.66
Arthensil (Jones u. Abriy)	33.48	2.60	2.69	2.43	97.5	75.73
Oldcastle Fiery Wein . . .	31.42	2.44	2.71	2.34	91.5	71.16
Warbs Fiery Wein	31.46	2.44	2.65	2.34	91.5	71.25
Binca Coal	31.64	2.46	2.72	2.36	92.2	71.66
Langenock	32.66	2.53	2.59	2.28	94.9	73.97
Pentrepoth	31.16	2.39	2.69	2.36	89.6	70.57
Pentrefellin	30.52	2.37	2.53	2.28	89.2	69.13
Powels Duffryn	30.00	2.33	2.71	2.35	87.7	67.95
Mynydd Newydd	30.34	2.35	2.67	2.25	88.5	68.72
Three Quarter Rock Wein	26.62	2.06	2.34	2.00	77.2	60.29
Cwm Frood Rock Wein	28.30	2.19	2.62	2.19	82.5	64.10
Cwm Nanty Gros	29.64	2.28	2.47	2.08	85.5	67.13
Resolven	32.16	2.50	2.49	2.11	93.7	72.84
Pontypool	27.46	2.13	2.55	2.15	80.2	62.19
Bedwas	28.20	2.19	2.60	2.15	82.1	63.87
Gbbw Vale	32.00	2.48	2.80	2.39	93.0	72.48
Porthmawr Rock Wein . . .	24.78	1.92	2.33	1.99	72.0	56.12
Coleshill	26.14	2.03	2.28	1.96	76.1	59.21
Schottische Kohlen.						
Dolkeith Jewel Seam	26.42	2.05	2.24	1.98	76.8	59.84
betto Coronation Seam	24.56	1.96	2.32	2.05	73.5	55.63
Elgin Wallfend	29.06	2.25	2.38	2.02	84.7	65.82
Fordel Splint	29.00	2.25	2.47	2.12	84.7	65.68
Grangemuth	28.48	2.20	2.46	2.13	82.8	64.51
Englische Kohle.						
Broomhill	25.32	1.96	2.63	2.18	73.5	57.35
Frische Kohle.						
Stievordagh	30.10	2.33	2.31	2.13	87.7	70.44
Patent-Brennstoffe.						
Wylamis Pat. Brennstoff	28.82	2.23	2.52	2.13	84.0	65.27
Bell's detto	28.52	2.21	2.75	2.34	83.2	76.59
Warlich's detto	31.50	2.44	2.84	2.40	91.5	71.35

Einen wesentlichen Einfluß auf erzeugte Hitze nimmt ferner, die durch trockene Destillation eintretende Bildung von gasförmigen Produkten aus den Bestandtheilen der Kohle. Tritt in den Ofen eine solche Destillation vor der Verbrennung ein, was bei vielen Kohlen in der That geschieht, so wird durch den Uebergang der festen Theile in Gasform so viele Wärme gebunden, daß die durch die nun folgende Verbrennung erzeugte Wärme oft eben nur hinreicht den dadurch hervorgebrachten Verlust zu kompensiren und demnach zur Leistung der Kohle eigentlich nichts beiträgt.

Um über dieses Verhältniß ins Klare zu kommen, wurden nach einem sehr komplizirten von Bunsen und Playfair in den Reports of the British Association vol XIV. p. 142 angegebenen Verfahren, die näheren Bestandtheile einiger der Kohlen bestimmt. Die folgende Tabelle gibt die Resultate.

Name der Kohle	Kohle	Speer	Wasser	Ammoniak	Kohlensäure	Schwefelwasserstoff	Kohlenwasserstoff-Gase	Anderer brennb. Gas
Graigola . . .	85.5	1.2	3.1	0.17	2.79	Spur	0.23	7.01
Arthenzit (Jones)	92.9	Entr.	2.87	0.20	0.06	0.04	2	3.93
Obkaste Fiery Vein	79.8	5.86	3.39	0.35	0.44	0.12	0.27	9.77
Ward's Fiery Vein	—	1.80	3.01	0.24	1.80	0.21	0.21	—
Vinca	88.10	2.08	3.58	0.08	1.68	0.09	0.31	4.08
Langenmoß . . .	83.69	1.22	4.07	0.08	3.21	0.02	0.43	7.28

Der großen Komplizirtheit und Schwierigkeit der letzten Untersuchung wegen, wurde dieselbe auf die übrigen Kohlen nicht weiter ausgedehnt, sondern von diesen nur die Menge der Kohles bestimmt, die sich bereits in der Tabelle, welche die Resultate der Elementaranalyse darstellt, aufgenommen findet.

Man nimmt seit einiger Zeit ziemlich allgemein an, daß die verdampfende Kraft der bituminösen Kohle ausgedrückt wird, durch die verdampfende Kraft der Kohles allein, ist diese Annahme nur nahezu gegründet, so könnten durch ein weiter ausgebreitetes und besser angewendetes System der Gasfabrikation die flüchtigen Produkte der trockenen Destillation verwendet werden, nicht allein für

die Beleuchtung wie es schon theilweise geschieht, sondern auch zur gewöhnlichen Beheizung der Gebäude, und die übrig bleibenden Kokes in den Manufakturen verwendet, würden noch eben so viel leisten, als die Kohlen selbst, wie sie gegenwärtig verwendet werden, und man würde dabei über dieß den, in großen Städten so lästigen Rauch beseitigen.

Um die Leistungen der Kokes allein zu bestimmen, wurde von dem Gewichte derselben, welches die Versuche angaben, das Gewicht der Asche in Abzug gebracht, und der Rückstand als reine Kohle in Rechnung gebracht.

Dieser Rückstand mit der Heizkraft 13268 multipliziert, und dann durch 965.7 die latente Wärme des Dampfes dividirt, gibt die Anzahl der Pfunde Wassers, welche theoretisch die Kokes für sich selbst in Dampf zu verwandeln vermögen, ohne Hilfe der flüchtigen Bestandtheile der Kohle. Es zeigt sich in der folgenden Tabelle, daß die auf diese Weise durch Rechnung gefundene Leistung der Kokes beinahe in allen Fällen beträchtlich größer ist, als die durch Versuche ausgemittelte Leistung der ganzen Kohlen. Ich kann übrigens nicht umhin zu bemerken, daß es um zu einer wirklich alle Zweifel beseitigenden Gewißheit zu gelangen, ob die Kokes allein eben so viel, oder mehr als die ganzen Kohlen zu leisten vermögen, nach direkten Versuchen mit den ersteren in dem Versuchskessel bedurft hätte, da der Verlauf der bei allen Versuchen verlorenen Hitze, sich schwer schätzen läßt, um so mehr, wenn man bedenkt, daß schon der Kessel in Cornwall eine beträchtlich höhere Leistung gab, als der Versuchskessel.

Eine der werthvollsten Substanzen der bei der jetzigen Kokes Fabrikation verloren geht, und die durch kleine Abänderungen in der Konstrukzion der Oefen leicht gewonnen werden könnte, ist das Amoniak.

Die folgende Tabelle, gibt in einer Kolumne die Quantität des Amoniaks, in einer zweiten die Quantität des daraus zu fabrizirenden schwefelsauren Amoniaks, welche aus 100 Pfunden der Kohlen gewonnen werden könnten. Der Preis des schwefelsauren Amoniaks beträgt 13 Pf. für die Tonne, und wie die Tabelle zeigt können aus 100 Tonnen Kohle, im Mittel 6 Tonnen dieses Saßes dargestellt werden.

Noch endlich enthält die folgende Tabelle zwei Kolumnen, die

angeben wie viel Pfunde Wassers, ein Pfund der Kohle: 1^{tes} nach der bei den Versuchen ermittelten verdampfenden Kraft 2^{tes} nach ihrer durch Rechnung aus der Elementaranalyse ermittelten verdampfenden Kraft um einen Schuh zu heben im Stande wäre.

Die Zahlen der ersten Kolumne wurden nach der Formel $x = w \times 965.7 \times 782$ berechnet, wobei w die durch dem Versuch ausgemittelte Anzahl von Pfunden Wasser, die ein Pfund der Kohle im Dampf zu verwandeln vermag, bedeutet. Die Zahl 965.7 die latente Wärme des Dampfes gibt bekanntlich an, zu welcher Temperatur ein Theil Wasser durch die zu seiner Verdampfung erforderlichen Wärmemenge erhöht werden könnte. Die Zahl 782 endlich ist das Resultat der sorgfältigen Versuche von Herrn Joule, welche angeben, daß die Erhöhung der Temperatur von 1 Pfund Wasser von 1 Grad Fahrenheit einer mechanischen Kraft entspricht, die 782 Pfunde Wasser um 1 Schuh zu heben im Stande ist.

Der zweiten theoretischen Kolumne, ist die Formel

$$x = \left(\frac{C \times 13268}{965.7} \right) \times \left(\frac{(H - h) \times 62470}{9'65.7} \right) \text{ zu Grunde ge-}$$

legt. C bedeutet die Menge des Kohlenstoffes, H die des Wasserstoffes, diese mit ihrer respectiven Hitzkraft nach Dulong multipliziert, und durch die latente Wärme des Dampfes getheilt, gibt die Anzahl der theoretisch durch ein Pfund der Kohle zu verdampfenden Pfunde Wassers. Durch dieselbe Formel wie bei 1, ergibt sich daraus die Zahl der Pfunde Wasser, die um einen Schuh gehoben werden könnten.

Die besten Dampfmaschinen in Kornwall heben auf 1 Pfund der verbrannten Kohle etwa 1,000000 Pfunde Wasser um einen Schuh. Vergleicht man dieses Resultat mit jenen der nach der Rechnung möglichen Leistung, so sieht man, daß durchschnittlich nicht mehr, als etwa $\frac{1}{8}$ von der wirklich erzeugten Kraft und $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{12}$ von der theoretisch möglichen Kraft nutzbar gemacht wird.

Name und Fundort der Kohle.	Pf. der Wasser durch 1 Pf. Kohle in Dampf verwandelt. (Practisch.) Pf. der Wasser in Dampf verwandelt durch die Kohle allein (theoretisch.) Pf. der Wasser in Dampf verwandelt durch den Kohlenstoff d. Kohle (theor.) Pf. der Wasser in Dampf verwandelt durch den Wasserstoff der Kohle (theor.) Pf. der Wasser in Dampf verwandelt durch 1 Pf. Kohle (theoretisch.) Pf. der Wasser durch 1 Pf. der Kohle um 1 Schuh hebbbar, berechnet nach A. Pf. der Wasser durch ein Pf. Kohle um 1 Schuh hebbbar, berechnet nach der Elementaranalyse. Ammoniak entsprechend dem Stickstoff der Kohle. Schwefelsaure Ammoniak, entsprechend dem Stickstoff der Kohle.								
	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	J.
Gravigola	9.35	11.301	11.660	1.903	13.563	7.060.908	10.242.471	0.497	1.932
Arthentzit (Jones e. A.)	9.46	12.554	12.563	2.030	14.593	7.143.978	11.020.303	0.225	0.990
Old Kapile Fiery Wein	8.94	10.601	12.046	2.890	14.936	6.751.285	11.279.329	1.590	6.175
Wards Fiery Wein	9.40	—	12.072	2.542	14.814	7.098.667	11.036.162	1.238	4.808
Banca	9.94	11.560	12.181	2.912	15.093	7.506.463	11.397.892	1.586	6.741
Uangennock	8.86	10.599	11.741	2.519	14.260	6.690.671	10.768.829	1.299	5.041
Pentrepouth	8.72	10.873	12.189	2.649	14.838	2.585.146	11.205.322	0.218	0.848
Pentrefelin	9.36	10.841	11.749	2.038	13.787	4.802.928	10.411.630	Spur	—
Rowels Daffryn	10.15	11.134	12.126	2.966	15.092	7.664.295	11.397.137	1.76	6.835
Rynghb Remhbb	9.52	9.831	11.463	3.441	14.904	7.189.288	11.255.163	2.808	7.340
Three quarter Rock Wein	8.84	7.081	10.325	2.781	13.106	6.675.768	9.892.355	1.299	5.044
Om Frob Rock Wein	8.70	8.628	11.300	3.488	14.788	6.570.543	11.167.563	1.347	5.232
Om Nanty Gros	8.42	8.243	10.767	3.165	13.932	6.358.093	10.521.131	1.919	7.448
Refolven	9.53	10.234	10.899	3.072	13.971	7.196.840	10.550.583	1.675	6.505
Nonthpool	7.47	8.144	11.088	3.207	14.295	5.641.175	10.795.260	1.639	6.364
Bedwas	9.79	8.897	11.075	3.766	14.841	7.393.186	11.207.587	1.748	6.788
Edw Bale	10.21	10.441	12.335	3.300	15.635	7.710.361	11.025.198	2.622	10.182
Portymawr Rock Wein	7.53	6.647	10.263	2.548	12.811	5.686.485	9.674.577	1.554	6.033
Colleshill	8.0	6.468	10.145	2.654	12.799	6.041.419	9.665.515	1.785	6.930
Dolkeith Jewel Seam	7.08	6.239	10.242	2.071	12.313	5.846.655	9.298.499	1.244	0.471
Dolkeith Coronation Seam	7.71	6.924	10.570	2.202	12.772	5.822.417	9.645.125	Spur	—
Wallens Ggin	8.46	6.560	10.454	2.968	13.422	6.388.800	10.135.991	1.712	6.647
Forbel Splint	7.56	6.560	10.933	2.884	13.817	5.709.141	10.434.286	1.372	5.327
Or E gemouth	7.40	7.292	10.970	2.722	13.692	5.588.312	10.339.888	1.639	6.364
Broomhill	7.30	7.711	11.225	3.638	14.863	5.512.795	11.224.201	2.234	8.674
Paer End Lydney	8.52	6.567	10.101	3.156	13.257	6.434.111	10.011.386	1.477	9.617
Elke darbagh	9.85	10.895	10.995	1.487	12.482	7.438.497	9.426.124	0.279	1.084
For musa-Isel	—	—	10.752	2.801	13.553	—	10.284.919	0.777	3.017
Borneo (Labuan)	—	—	8.864	1.388	10.252	—	7.742.078	0.977	3.771
Borneo 3 foot Seam	—	—	7.461	1.295	8.756	—	6.612.333	1.132	4.620
Borneo 11 foot Seam	—	—	9.652	1.948	11.600	—	8.760.057	0.813	3.158
Wylam's Patent Brennst.	8.92	8.878	11.186	3.145	14.381	6.736.182	10.822.447	2.040	7.920
Warlich's betto	10.36	11.292	12.368	3.596	15.964	7.823.637	12.055.652	Spur	—
Bell's betto	8.53	9.168	12.074	3.348	15.447	6.441.663	11.642.569	0.983	3.818

Die folgende letzte Tabelle endlich enthält die Resultate einiger Aschenanalysen. Nicht allein für den Hüttenmann, dessen Produkte so häufig durch den Aschengehalt der Kohlen leiden, sondern auch für den Maschinenbesitzer sind diese Untersuchungen von hoher Wichtigkeit, da die Kohle je nach der Beschaffenheit ihrer Asche eine mehr oder minder verderbliche Wirkung auf den Kofst und Dampfkessel auszuüben im Stande ist.

Um die Analyse vorzunehmen verbrannte man die verbrennlichen Theile der Rückstände in einer Muffel, und schmolz das Uebrigbleibende mit kohlensaurem Kali zusammen. Die weitere Untersuchung folgte nach den bekannten Methoden.

Namen und Lokalität der Kohle	Kieselerde	Thonerde und Eisenoxyd	Kalkerde	Magnesia	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Summa
Bontypool . . .	40.00	44.78	12.00	Spur	2.22	0.75	99.75
Bedwas . . .	26.87	56.95	5.10	1.19	7.23	0.74	98.08
Warlich's Patent Brennstoff . . .	25.20	57.30	6.90	Spur	7.85	—	99.41
Porthmawr . . .	34.21	52.00	6.199	0.659	4.12	0.633	97.821
Ebbw Vale . . .	53.00	35.01	3.94	2.20	4.89	0.88	99.92
Fordel Splint . . .	37.60	52.00	3.73	1.10	4.14	0.88	99.45
Wallreud Elgin . . .	61.66	24.42	2.62	1.73	8.38	1.18	99.99
Coleshill . . .	59.27	29.09	6.02	1.35	3.84	0.40	99.97

Noch stellen sich einige Fragen in Bezug auf die praktische Anwendung der Kohlen dar, welche in diesem ersten Berichte nur berührt, erst bei der weiteren Fortführung der Versuche näher berücksichtigt werden sollen.

Dahin gehört vor Allem die Veränderung, welche die Kohlen, wenn sie in den Schiffsräumen aufgespeichert liegen, und wie in heißeren Erdstrichen einer beständigen ziemlich hohen Temperatur ausgesetzt sind, erleiden. Kohlen die durch Feuchtigkeit leicht der Verwitterung zugeführt werden, können eine große Menge von Uebelständen auf Schiffen hervorbringen. Wenn sie feucht werden, und umso mehr, wenn sie wie dieß so leicht geschieht, mit Seewasser benetzt werden, so bewirken sie eine sehr schnelle Zerstörung der eisernen Behälter, in welchen sie sich befinden. Es scheint dabei ein durch die Berührung der Kohle mit dem Eisen erzeugter schwacher elektrischer Strom wesentlich dazu beizutragen, daß die Drydazion des Eisens rascher vor sich geht. Eine Ueberkleidung der Innenwände der Behältnisse mit römischen Cement, mit Holz oder einer Einpressung von Dehl in die Poren des Eisens verhindert in den meisten Fällen diese Wirkung.

Die Verwitterung selbst, die nichts anderes ist, als eine langsame Verbrennung der Kohle, ist übrigens ebenfalls sehr nachtheilig. Es entbindet sich dabei das schädliche Kohlensäuregas, und wenn Eisenerde in der Kohle vorhanden sind, tritt nicht selten eine Selbstentzündung der Kohle ein.

Das beste Gegenmittel, ist vollkommene Trockenheit, in welcher man die Kohle erhalten muß.

Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, von welcher hoher praktischer Wichtigkeit die beschriebenen Versuche sind.

Durch Anwendung wissenschaftlicher Kenntnisse, haben sie auf zahlreiche bei dem Gebrauche der Kohlen einzuführende Verbesserungen aufmerksam gemacht, auf welche die bloße Empirie zu verfallen nie im Stande gewesen seyn würde.

Die Schieferbrüche von Vlaaberis in Nordwales.

Von Franz v. Hauer.

Die Abhänge des Snowdon, des höchsten und wildesten Gebirgsstockes von England, bilden mit den tief zwischen ihnen einschneidenden Thälern, in welchen an den Ufern der zahlreichen Seen kaum eine Spanne Landes für die Cultur gewonnen werden kann, einen schneidenden Kontrast gegen das durch die fleißige Bebauung in ein fortlaufendes Saatsfeld umgewandelte Hügel-land von Westengland. Selbst das Durchströmen zahlreicher Reisender, die im Genuße der Natur eine Erholung von den ermüdenden Geschäften in London und andern großen Städten von England suchen, würde nicht hinreichen, dem Bewohner einen Ersatz zu bieten für die Unfruchtbarkeit der steilen mit zerbröckelndem Gestein bedeckten Felswände auf welchen nur die emsig kletternden Schafe und Ziegen hie und da einen Grashalm finden, zur kärglichen Nahrung. Doch die Natur gibt überall wo man mit dem

Zauberstabe der Wissenschaft und Industrie ihr die tränkende Quelle zu entlocken versteht. Durch die Gewinnung und Bearbeitung der Gesteine, die ihre nackten Felsenberge zusammensetzen, haben die Bewohner von Nordwales gewußt, sich einen Betriebszweig zu schaffen, der ein bei Bauten aller Art ungemein brauchbares Material liefert, und dadurch eine zahlreiche Bevölkerung zu nähren im Stande ist.

Die Gesteine, die den Snowdon und die denselben umgebenden Gebirgsmassen zusammensetzen, bestehen aus abwechselnden Massen von Sandstein und von Schiefen, die von zahlreichen Grünsteingängen durchzogen sind, und auf Trappgesteinen aufliegen; sie gehören zur ältesten, der durch Wasser gebildeten oder sogenannten neptunischen Formationen. Vergeblich sucht man in ihren regelmäßig abgelagerten Schichten nach Ueberresten aus der Thier- und Pflanzenwelt. Zur Zeit ihres Absages hat noch kein Leben auf der Erdoberfläche bestanden, und erst wenn man die Schichtenreihen nach Osten zu weiter nach aufwärts verfolgt, gelangt man zu den in der Geognosie unter dem Namen der unteren silurischen Formazion bezeichneten Gesteinen, welche die ältesten bisher bekannten organischen Reste einschließt.

Die Sandsteine haben bald gröberes bald feineres Korn; häufig erscheinen sie in der Nähe der unter ihnen befindlichen oder sie gangartig durchsetzenden Trappmassen wie durch eine gewaltige Glühitze zusammengefrittet. Sie dienen zu keinem weiteren Gebrauche.

Die Schiefermassen, nach ihrer vorherrschenden Farbe Purpurschiefer (Purpleslates) benannt, sind in halb mehr bald minder mächtige Schichten gesondert, deren Trennungsfläche jedoch in den meisten Fällen nur durch anders gefärbte Bänder oder überhaupt durch einen Wechsel der Farben angedeutet ist. Die Stücke lösen sich nicht, wie es sonst bei geschichteten Gebirgen beinahe immer der Fall ist, an diesen Trennungsflächen ab, und man erhält mit Leichtigkeit Handstücke, über deren Mitte die Trennungsfläche zweier Stücke wegläuft. Dagegen sind aber diese Schiefer stets in einer Richtung, die mit der Ebene der Schichtung einen Winkel einschließt, mit leichter Mühe in parallele Blätter trennbar; ein Verhältniß, welches ganz mit der Trennbarkeit einer Glimmerplatte verglichen werden kann, und welches man bei Gebirgsge-

einen überhaupt öfter, wenn auch selten in so vollkommenen Grade wie hier beobachtet, und Schieferung (Cleavage) nennt.

Bei einiger Sorgfalt kann man nach der Richtung der Schieferung Platten von ansehnlicher Größe und beinahe beliebiger Dünne herauspalten, welche dann ringsum regelmäßig rechteckig behauen zum Eindecken der Gebäude, zur Pflasterung der Fußböden u. s. w. verwendet werden.

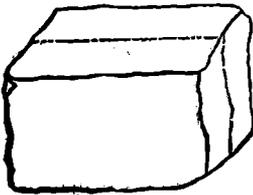
Noch endlich beobachtet man Trennungsebenen einer dritten Art an diesem Gesteine, die sogenannte Joints, eine Art von Klüften, die gewöhnlich ebenfalls auf weite Strecken hin einander parallel sind, jedoch die Richtungen der Schieferung und der Schichtung kreuzen.

Die Gewinnung und Bearbeitung der Schiefer erfordert einige Geschicklichkeit, die nur durch Übung erlangt werden kann.

Mit Pulver sprengt man zuerst große Platten des Gesteines ab. Die Bohrlöcher werden parallel der Schieferung angebracht, erhalten eine Tiefe bis zu 3 Schuh und gegen 1½ Zoll Durchmesser. Die durch die Wirkung dieser Sprengung herabgefallenen meist sehr ansehnlichen Massen werden noch weiter durch Sprengung so weit verkleinert, bis sie eine Größe erreichen, bei welcher sie durch einen einzigen Menschen verkleinert werden können. Die weitere Verkleinerung und Spaltung geschieht nur durch Handarbeit. Trennungen nach der Richtung der Schieferung werden durch gewöhnliche Meißel von quadratischem Querschnitte, die unten zugespitzt sind, hervorgebracht. Man schlägt auf denselben, die Schärfe parallel der Schieferungsfläche auf-

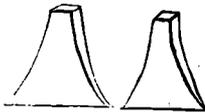
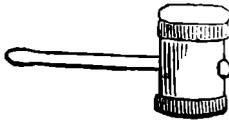
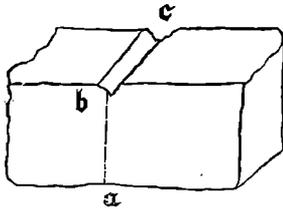


gesetzt, mit einem schweren eisernen Hammer so lange, bis die Spuren eines Sprunges sich zu zeigen beginnen. Der Sprung wird nun rings um den Stein herum fortgesetzt, indem man den Meißel immer eine kleine Strecke über die sichtbare Beendigung desselben hinaus ansetzt, und damit fortfährt, bis man wieder zur Stelle angelangt ist, von welcher man ausgegangen war. Wenige starke Schläge auf den Meißel reichen hin, um die Trennung des ganzen Blockes in zwei Hälften zu bewirken.



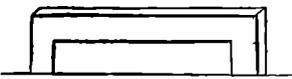
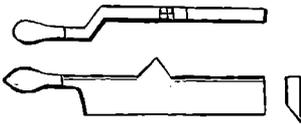
Ganz abweichend ist das Verfahren, wenn es sich darum handelt, eine Thei-

ung des Blockes in einer Richtung senkrecht auf die Ebene der Schieferung hervorzubringen. Man arbeitet dann auf der schmälern Fläche des Blockes mit dem Meißel eine Rinne aus, wendet den Block um, so daß die Rinne nach unten zu liegen kommt, und schlägt dann mit einem runden hölzernen Hammer, der mit zwei eisernen Reifen beschlagen ist, (bei a) auf die der Rinne entgegengesetzte Fläche. Der Stein springt dann stets in der gewünschten Richtung (a b c) entzwei.



Durch die eben beschriebenen Operationen, so wie durch Wegschlagen vorragender Ecken mit eisernen Hämmern erhält man nun roh zugehauene rechteckige Platten von 2—3 Zoll Dicke und verschiedener Größe. Um dieselben weiter zu spalten, benützt man feine Meißel mit sehr breiter Schärfe, mit welcher man mit großer Vorsicht einen Sprung erzeugt, und wie oben so weit herumfährt, daß er über zwei oder drei Seiten der Platte sichtbar ist, und dann erst die Trennung selbst bewirkt. Reine Schiefer von gleichmäßigem Korn von etwa $1\frac{1}{2}$ —2 Schuh Länge und $1\frac{1}{2}$ Schuh Breite erhalten dabei eine Dicke von nicht mehr als 2 Linien.

Die letzte Operation, die nun vorgenommen wird, ist das Behauen der Kanten und dadurch bewirkte Herstellen einer gleich großen vollkommenen rechteckigen Form. Man bedient sich dazu einer Art von eisernen Hackmessern, dessen Form aus den beigegeführten Figuren im Aufs-, Grund- und Kreuzriß ersichtlich ist. Als Unterlage dient ein vertikal gestelltes eisernes Rinial, dessen Kante als Anhaltspunkt beim Behauen dient.



Die Platten sind um so werthvoller, je größer und dünner sie sind, sie werden in kleine Karren geladen, und auf Eisenbahnen

aus den Steinbrüchen herausgeführt, bis zum Ufer des Sees von Llanberis. Die kleinen Karren werden hier im Ganzen auf größere Karren geschoben, die auf einer Bahn mit entsprechend tieferen Niveau laufest, und die bis zum Hafenplatz bei Menai Pantade laufen. Bei meiner Anwesenheit in Llanberis im August 1848 war diese Bahn eben für den Gebrauch von Lokomotiven eingerichtet worden.

Wenige Daten werden hinreichen, um einen Begriff von der Großartigkeit des ganzen Betriebes zu geben. In den Brüchen von Llanberis allein erzeugt man täglich gegen 300 Tonnen, d. i. 6000 Zentner Schiefer; gegen 2000 Menschen finden dabei Beschäftigung, und der Eigenthümer bezieht einen Gewinn von 80.000 Pf. St., d. i. 800.000 fl. C. M. jährlich.

Nicht allein in dem Thal von Llanberis befinden sich übrigens derartige Steinbrüche; beinahe alle Abtheilungen Gebirgsformationen in Nordwales führen brauchbare Schiefer, und so hat man theils in den Purpurschiefer selbst, theils in den sogenannten blauen Schiefer (Blue slate), die dem untern flurischen Systeme angehören, an verschiedenen Orten Schieferbrüche eröffnet. Die blauen Schiefer haben eine dunklere schwarzblaue Farbe, sind aber von geringerer Güte als die Purpurschiefer.

Die Gesamtproduktion der Schiefer in Nordwales wirft einen jährlichen Gewinn von ungefähr 250.000 Pf. St., 2,500.000 fl. C. M. ab. Dieselben werden zur See nicht nur nach allen Häfen des brittischen Reiches sondern auch nach dem baltischen Meere und selbst bis Nordamerika verführt, und so sieht man beständig eine ganze Flotille von Handelsschiffen, die sich mit der Verführung dieses Produktes beschäftigen, in den Häfen von Carnarvon vor Anker liegen.

Gedruckt bei Ferdinand Ulrich.