ther niederschlägt, den man zwei Stunden lang mit kaustischem Kali in Berührung lässt, und dann destillirt, wodurch er einen dem Thialäther Zeise's analogen Geruch verliert, so wie das damit verbundene Wasser.

Der so erhaltene Jodwasserstoffäther ist farblos, riecht eigenthümlich. Man erhält so viel Aether als die Menge des angewandten Jods betrug. Der nach dem alten Verfahren dargestellte Jodwasserstoffäther hat einen knoblauchartigen Geruch, von dem Phosphor herrührend, welcher zu seiner Bereitung mit verwendet wurde. (*Journ. de Chim. med.* 2 Ser. IV. 154.)

Zweite Abtheilung.

Mineralogie.

Untersuchungen über die brennbaren Fossilien;

von

Regnault,

Ingénieur des Mines *).

Die brennbaren Fossilien sind bis jetzt vorzüglich nur hinsichtlich der Producte, welche sie durch Destillation und durch Verbrennung liefern, untersucht. Diese Bestimmung ist zur Festsetzung ihres verkäuflichen Werthes und ihrer Qualität wichtig, giebt aber über ihre innere Natur keine Kenntniss, und ist diese noch völlig unbekannt **). Ich habe desshalb eine Reihe von Elementar-Analysen angestellt, woraus sich eine, nach ihren Eigenschaften und nach dem geologischen Alter verschiedene Zusammensetzung ergibt.

Zu diesen Untersuchungen der Kohlen wurden nur die

*) Annales de Ch. et de Ph. LXVI. 337.

**) Ueber die Untersuchungen von Th. Richardson siehe dies Arch. XII. 284. D. Redact.

homogensten und reinsten, bei 120° ausgetrockneten Stücke genommen, in welchen weder Kiese noch Erden zu erkennen waren.

Wenn durch einen Kies- oder Kalkgehalt der Kohlen eine stark ochrigte oder kalkhaltige Asche zurückbleibt, welches letztere (der Kalkgehalt) mehr bei Braunkohlen und Torf als bei Steinkohlen der Fall ist, so bleibt über die Zusammensetzung einige Unsicherheit. Auch bedeutende Aschenrückstände können, selbst wenn kein Kies oder Kalk vorhanden ist, die Resultate der Analyse unsicher machen. Die in der ganzen Kohlenmasse zerstreute, feine thonigte Substanz, welche diese Aschenrückstände hervorbringt, hält nämlich, wie alle Thonarten, Wasser zurück, welches nur in der Rothglühhitze entweicht. Bei der Verbrennung mit Kupferoxyd vermehrt dieses Wasser die Menge des Wasserstoffs und vermindert die des Kohlenstoffs, weil es als Kohle mit gerechnet wird.

Die Bestimmung des Wasserstoffs und Kohlenstoffs geschah mittelst Kupferoxyd in dem Liebig'schen Apparate. Diese Operation erfordert aber besondere Vorsichtsmaassregeln, um eine vollständige Verbrennung zu erhalten. Man erlangt diese, vorzüglich bei den Anthraciten, nur dadurch, dass man dem Kupferoxyde etwas chlorsaures Kali zusetzt und gegen Ende der Operation erhitzt. Der daraus entwickelte Sauerstoff verbrennt dann die letzten Kohlenstückchen vollständig, nachdem das reducirte Kupfer wieder oxydirt ist. Die Menge des chlorsauren Kalis muss so gross seyn, dass gegen Ende der Operation eine merkliche Menge Sauerstoff entweicht, und die sämmtliche Kohlensäure durch die Kalilösung führt, wobei auch das Durchblasen von Luft durch den Apparat und eine durch das hygrometrische Wasser der Luft mögliche Vermehrung des Wasserstoffs vermieden wird.

Die von Liebig schon vorgeschlagene Anwendung des

sauren chromsauren Kalis und des chromsauren Bleies statt des Kupferoxydes, gewährt gegen letzteres einen grossen Vortheil bei schwer verbrennbaren und bei solchen Substanzen, die nicht zu sehr feinem Pulver gebracht werden können. Beim Schmelzen umhüllen sie die Substanz und bewirken dadurch stets eine vollständige Verbrennung. Das chromsaure Blei wurde bei mehreren Analysen mit Erfolg angewandt, jedoch wurde bei Anwendung des Kupferoxydes mit chloresauerm Kali stets etwas Kohlenstoff mehr erhalten, weil das chromsaure Blei nie völlig flüssig wird und wahrscheinlich dann einige Blasen Kohlensäure zurückhält.

Sämmtliche Kohlen enthalten eine geringe Menge Stickstoff, denn beim Erhitzen mit Kali entweicht Ammoniak, welches bei einigen selbst durch den Geruch, bei anderen jedoch nur durch die Bildung dicker Dämpfe bei Berührung mit Salzsäure zu erkennen ist. Die Bestimmung dieses Stickstoffs ist, wegen der geringen Menge, eine sehr schwierige Sache, und bin ich nach mehreren Versuchen zu der Methode von Dumas zurückgekommen. Diese Methode hat den Vortheil, dass man das Stickgas isolirt erhält und nach dem Messen auf die Reinheit prüfen kann. Man kann eine ziemliche Menge Substanz verbrennen, 0,800 bis 1,000 Grm., welche gewöhnlich 5 bis 15 Cub. Centim. Gas geben und wenn auch die Verbrennung nicht vollständig statt fände, so könnte in der Verbrennungsröhre doch nur etwas Kohlenstoff zurückbleiben, wodurch kein Irrthum in der Stickstoffmenge entstehen würde. Die grösste Schwierigkeit besteht darin, die Bildung von Stickstoff-Deutoxyd zu verhindern, weil dieses Gas, in Verbindung mit einer bedeutenden Menge Kohlensäure, nur sehr schwer durch das metallische Kupfer zersetzt wird.

Man erreicht jedoch diesen Zweck, wenn man vorn in die Röhre eine 2 Decimeter lange Schicht von sehr porösem

Kupfer bringt, welches letztere durch Reduction von Kupferoxyd mittelst eines Stroms von Wasserstoff bereitet wird. Während der ganzen Dauer der Verbrennung muss dieser Theil der Röhre so stark als möglich erhitzt werden. Zur Entfernung der Luft aus der Röhre wurde statt des kohlensauren Bleies mit Vortheil das neutrale kohlensaure Natron angewandt (Henry hatte schon das neutrale kohlensaure Kali vorgeschlagen), indem dieses Salz bei einer gelinden Wärme eine grosse Menge von völlig reiner Kohlensäure entwickelt. Ist der Apparat mit der kleinen Luftpumpe luftleer gemacht, so muss der Theil der Röhre stark erhitzt werden, der das metallische Kupfer in Mitten der durchströmenden Kohlensäure enthält, welche die letzten Spuren von Luft wegzunehmen bestimmt ist und deren Stickstoff den der brennbaren Substanz sonst vermehren würde.

Wegen der geringen Menge des Stickstoffs in den Kohlen wurde dieser nur bei einigen Arten bestimmt.

Bei jeder untersuchten Kohlenart wurde die Beschaffenheit und das Gewicht der Coak's bestimmt. Die Bereitung derselben geschah unter möglichst gleichen Umständen, welches wegen ihrer verschiedenen Beschaffenheit, je nach der Art der Verkohlung, nothwendig ist. Es wurden 5 Grammen kleiner Kohlenstücke in einem genau bedeckten Platintiegel 7 bis 8 Minuten lang in einem raschen Feuer erhitzt, dann der Tiegel herausgenommen und nach dem Abkühlen die Coak's gewogen.

Bei diesen Versuchen sind die Kohlen nach ihrem geologischen Alter abgetheilt und können folgende vier grosse Formationen, welche brennbare Fossilien enthalten, unterschieden werden.

1) Die *grosse Kohlenformation*, bestehend aus dem Uebergangsgebirge und der Hauptkohlenformation, von denen das erstere, die untere Abtheilung, nur Anthracite enthält,

während die Hauptkohlenformation (die hier als zum Uebergangsgebirge gehörend angenommen ist), die obere Abtheilung, ausser den Anthraciten, die eigentlichen Kohlen mit vielen flüchtigen Substanzen einschliesst.

2) Die *Flötzgebirge*, ebenfalls in 2 Abtheilungen eingetheilt. Die untere besteht aus buntem Sandstein, Muschelkalk und Keuper (die Trias-Formation v. Alberti) und der jurassischen Formation; die obere aus Grünsand und Kreide.

3) Die *Tertiärgebirge* mit den Braunkohlen und Bitumen.

4) Die *gegenwärtige Formation* mit den Torfarten.

Die brennbaren Fossilien der Hauptkohlenformation.

Nach dem Gebrauch der Kohlen bei den Gewerben lassen sich diese Kohlen in folgende fünf Arten abtheilen:

1) Die *Anthracite*. Diese Kohlen verändern sich durch die Calcination nur sehr wenig; die Stücke behalten ihre scharfen Kanten und backen nie zusammen. Ihr Pulver ist schwarz oder graulich-schwarz. Sie brennen sehr schwer, wesshalb sie bis jetzt in Europa fast nur zum Ziegel- und Kalk-Brennen verwandt werden. In den vereinigten Staaten aber werden sie in bedeutender Menge auf dem Kochheerde und unter Pfannen gebraucht, und in Wallis fängt man an, sie mit Vorthail beim Hohofen zu verwenden, so dass wahrscheinlich der Anthracit bald den Rang einnehmen wird, welcher ihm nach der bedeutenden Menge Wärme, die er, bei gleichem Volumen, entwickeln kann, gebührt. Es giebt unmerkliche Uebergänge von den härtesten Anthraciten zu den bituminösen Kohlen. Einen solchen Uebergang bildet die anthracitartige Kohle von Rolduc bei Aachen. Sie enthält schon eine ziemliche Menge Wasserstoff und giebt durch die Destillation Bitumen.

2) Die *fetten und harten Kohlen*. Sie geben metallische

aufgeblähete Coak's, jedoch weniger porös, aber schwerer, als die von Schmiede-Kohlen. Sie werden vorzüglich bei den metallurgischen Operationen, die ein lebhaftes und anhaltendes Feuer erfordern, verendet und geben die besten Coak's für die Hohöfen. Sie unterscheiden sich von den Schmiede-Kohlen durch einen grösseren Gehalt an Kohlenstoff; ihr Pulver ist braunschwarz.

3) Die *fetten Schmiede-Kohlen*. Diese Kohlen geben metallische sehr aufgeblähete Coak's und sind die vorzüglichsten für die Schmiede. Sie sind braunschwarz, zeigen einen charakteristischen Fettglanz, ihr Pulver ist braun; sie sind meistens spröde und zertheilen sich in rectanguläre Stücke. Als Typus dieser Art können die Kohlen von Grand'-Croix und die durch Richardson untersuchte Cannelkohle von Newcastle angeführt werden.

4) Die *fetten Kohlen mit hoher Flamme*. Sie geben gewöhnlich noch metalloide, aufgeblähete Coak's, jedoch nicht so locker, wie die der Schmiede-Kohlen; oft erkennt man noch Kohlenstückchen darin, die aber immer stark zusammengebacken sind. Diese Kohlen werden vorzüglich beim Rösten, wenn man kräftige Hitzstösse geben muss, wie bei der Puddlingsarbeit, gebraucht, auch beim Küchenheerde und zur Fabrikation des Gases zur Gasbeleuchtung werden sie gern genommen. Sie liefern gute Coak's für die Hohöfen, jedoch stets in sehr geringer Menge. Ihr Pulver ist braun wie das der Schmiede-Kohlen.

5) Die *trocknen Kohlen mit hoher Flamme*. Sie geben metalloide, kaum gefrittete Coak's, brennen mit einer höchst schnell schwindenden Flamme und geben keine so starke Hitze, wie die vorhergehende Art. Die Farbe des Pulvers ist braun.

Die elementare Zusammensetzung dieser verschiedenen Kohlen ist auf der nachstehenden Tabelle angegeben.

Bezeichnung der Kohlen.	Fundort.	Natur der Coals.	Zusammensetzung.					1000 At. Koh- lenstoff sind verbunden mit Atomen					
			Dichtigkeit	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Coaks Menge durch Calcin.	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
1) Anthracite.	Pennsylvanien	pulverförmig	1,462	90,45	2,43	2,45	4,67	89,5	94,89	2,55	2,56	329	20
	Wales	—	1,348	92,56	3,33	2,53	1,58	91,3	94,05	3,38	2,57	440	21
	Dep. d. Mayenne	—	1,367	91,98	3,92	3,16	0,94	90,9	92,83	3,96	3,19	522	26
	Rolduc bei Aachen	—	1,343	91,45	4,18	2,12	2,25	89,1	93,56	4,28	2,16	560	17
2) fette und harte Kohlen.	Aiais (Rochebelle)	aufgeblähet	1,392	89,27	4,85	4,47	1,41	77,7	90,55	4,92	4,53	666	38
	Rive-de-Gier (P. Henry)	—	1,315	87,85	4,90	4,29	2,96	76,3	90,53	5,05	4,42	684	37
3) fette Schmiede-Kohlen.	Rive-de-Gier { 1	sehr aufgeblähet	1,298	87,45	5,14	5,63	1,73	68,5	89,04	5,23	5,73	719	49
	Grapt-Croix { 2	—	1,302	87,79	4,86	5,91	1,44	69,8	89,07	4,93	6,00	678	51
	Newcastle (Richardson)	—	1,280	87,93	5,24	5,41	1,40	89,19	5,31	5,50	729	47	
	Flénu von Mons { 1	aufgeblähet	1,276	84,67	5,29	7,94	2,10	—	86,49	5,40	8,11	765	72
		—	1,292	83,87	5,42	7,03	3,68	—	87,07	5,63	7,30	782	64
		—	1,288	82,04	5,27	9,12	3,57	70,9	85,08	5,46	9,46	786	85
		—	1,294	84,83	5,61	6,57	2,99	69,1	87,45	5,77	6,78	808	89
4) fette Kohlen mit hoher Flamme.	Grapt-Croix { 1	—	1,298	82,58	5,59	9,11	2,72	64,6	84,89	5,75	9,36	830	84
	Gouzon { 2	—	1,311	81,71	4,99	7,98	5,32	65,6	86,30	5,27	8,43	748	75
	Lavasse	—	1,284	82,12	5,27	7,48	5,13	57,9	86,56	5,56	7,83	787	70
	Lancashire (Cannelkohle)	—	1,317	83,75	5,66	8,04	2,55	57,9	85,81	5,85	8,34	834	74
	Epineac	—	1,363	81,12	5,10	11,25	2,53	62,5	83,22	5,23	11,55	769	106
	Commentry	—	1,319	82,72	5,29	11,73	0,24	63,4	82,92	5,30	11,78	783	117
5) trockn.Kohl.	Blanzy	gefrüht	1,362	76,48	5,23	16,01	2,28	57,0	78,26	5,35	16,39	837	160

Aus vorstehender Tabelle, in welcher die beiden letzten Columnen die Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome auf 1000 Atome Kohlenstoff angeben, ergibt sich, dass bei den Schmiede-Kohlen und bei den fetten, harten Kohlen der Gehalt an Wasserstoff nur wenig verschieden, der Gehalt an Sauerstoff dagegen bei letzterer Art merklich geringer ist und durch Kohlenstoff ersetzt wird. Bei den Anthraciten nimmt der Gehalt an Wasserstoff wie an Sauerstoff ab, der Gehalt an Kohlenstoff dagegen in demselben Verhältniss zu.

Eine Vergleichung der Schmiedekohlen und der fetten Kohlen mit hoher Flamme ergibt für letztere eine merkliche Zunahme des Sauerstoffs im Verhältniss zum Wasserstoff, und eine geringe Zunahme an Wasserstoff; jedoch beruht die grössere Atomenzahl für den Wasserstoff in der vorletzten Columnne der Tafel grossentheils in der Verminderung des Kohlenstoffs.

Bei den trocknen Kohlen mit hoher Flamme zeigt sich wiederum eine merkliche Vermehrung des Sauerstoffs, welcher eine correspondirende Menge Kohlenstoff ersetzt.

Die fetten Kohlen können demnach auf zweierlei Art trockne Kohlen werden, nämlich indem ihr Sauerstoff und Wasserstoff durch Kohlenstoff ersetzt wird, wodurch sie zum Anthracit übergehen; oder indem sie den neueren brennbaren Fossilien, dem Lignit, sich nähern, dadurch, dass der Kohlenstoff durch Sauerstoff ersetzt wird, und das Verhältniss des Sauerstoffs zum Wasserstoff ebenfalls zunimmt.

Die Zusammensetzung der Kohlen aus dem Flötzgebirge und dem tertiären Gebirge ergibt sich auf der weiter folgenden Tabelle.

Bei einer Vergleichung der Resultate auf dieser Tabelle mit denen auf der ersteren, ergeben sich für die Kohlen aus dem Flötzgebirge analoge Zusammensetzungen wie bei denen der älteren Gebirge und lassen sich in der unteren

Abtheilung der Flötzgebirge alle Varietäten der Kohlen, wie im eigentlichen Kohlengebirge unterscheiden.

So zeigen die Anthracite von La Mure und Macot, aus dem Lias, dieselbe Zusammensetzung, wie die aus dem Uebergangsgebirge.

Die Obernkirchner Kohle aus der oberen Liasgruppe zeigt die Zusammensetzung der fetten und harten Kohlen, No. 2, der Steinkohlenformation.

Die Steinkohle von Céral, welche sich im unteren Oolith findet, kommt in ihrer Zusammensetzung und metallurgischen Qualität mit der 4. Classe, den fetten Kohlen mit hoher Flamme, überein.

Die Kohlen aus der oberen Abtheilung der Flötzgebirge, dem Grünsandsteine und der Kreide, nähern sich dagegen in ihrer Zusammensetzung den Kohlen aus den Tertiärgebirgen oder den Braunkohlen.

Die Zusammensetzung der Kohlen aus dem Tertiärgebirge unterscheidet sich von der aus den älteren Gebirgen durch den merklich geringeren Gehalt an Kohlenstoff, welcher durch Sauerstoff ersetzt ist. Sie nähert sich mehr und mehr unserer Holzkohle, ihr Kohlenstoff wird zugleich mehr und mehr trocken. Der Gagat der Kreide giebt noch durch Verkohlung gefrittete Coaks, während die Braunkohlen aus den tertiären Gebirgen nur noch eine nicht metalloide Kohle geben, deren Stücke nicht aneinander hängen und sich mehr oder weniger der Holzkohle nähern. Die in Bitumen übergehenden Braunkohlen und die eigentlichen Bitume geben dagegen stark aufgeblähte Coaks in nicht bedeutender Menge; sie zeichnen sich aber durch ihre sehr leichte Schmelzbarkeit aus, welche oft unter 100° eintritt. Diese Art brennbarer Fossilien unterscheidet sich von allen vorhergehenden in ihrer Zusammensetzung durch den grossen Gehalt an Wasserstoff. Die folgende Tafel enthält die Zusammensetzung der Lignite und der Kohlen der secundären Formation.

Bezeichnung der Kohlen.	Fundort.	Natur der Coaks.	Dichtigkeit	Kohlenstoff				Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff		Asche	Coaks Menge durch Calcin.	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff		Wasserstoff	Sauerstoff
				u.		Stickstoff			Stickstoff									
1) untere Abthei- lung	Anthracit — Steinkohle —																	

1000 At. Koh-
lenstoff sind
verbunden
mit Atomen

Combustibilen der jetzigen Formation.

Die nachstehende Tabelle enthält die Zusammensetzung dreier Torfarten, die mittlere Zusammensetzung verschiedener Hölzer nach den Analysen von Schoedler und Petersen und die Zusammensetzung der Kohle von Bouchet, welche zur Pulverfabrication verwandt wird.

	Zusammensetzung							
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	
Torf von Vulcaire bei Abbe-	57,03	5,63	31,76	5,58	60,40	5,96	33,64	
— — Long } ville	58,09	5,93	31,37	4,61	60,89	6,21	32,90	
— — Camp-du-Feu (Vogesen)	57,79	6,11	30,77	5,33	61,05	6,45	32,50	
— — Bourdaine du Bouchet . . .	71,42	4,85	22,91	0,82	72,01	4,89	23,10	
Holz	—	—	—	—	49,07	6,31	44,62	

Die drei untersuchten Torfarten, von denen die beiden ersteren einen weiter vorgerückten Zustand der Veränderung zeigen, als der letztere, haben eine ziemlich gleiche Zusammensetzung. Die Atomenzahlen des Wasserstoffs und Sauerstoffs verhalten sich beinahe genau wie 3 zu 1, während bei der Faser das Verhältniss gleich 2 zu 1.

Die Kohle von Bouchet enthält noch eine beträchtliche Menge Sauerstoff und Wasserstoff und nähert sich diese unvollkommene Kohle in ihrer Zusammensetzung sehr einigen Braunkohlen.

Bestimmung des Stickstoffs bei einigen Kohlen.

Nach der im Vorstehenden beschriebenen Methode zur Bestimmung des Stickstoffgehalts wurden gefunden in 100 Theilen

des Anthracits von Mure	0,86
der Schmiedekohle von Grand-Croix	1,70

der Kohle von Obernkirchen	1,66
der Braunkohle von Ellnbogen	1,77
des Torfs von Vulcaire	2,09.

Diese Resultate ergeben hinreichend die Grenzen für den Stickstoffgehalt in der Zusammensetzung der brennbaren Fossilien. Bei den Anthraciten ist der Stickstoffgehalt sehr gering, und schwankt bei den übrigen Kohlen zwischen 1,5 und 2 Procent.

Auf den Tabellen ist in den Columnen für die Atomen-Verhältnisse zwischen Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff der Stickstoff mit als Sauerstoff gerechnet, und sind demnach diese Verhältnisse nicht ganz genau, die geringe Differenz ist aber nicht von Wichtigkeit.

Ueber die Kieselinfusorien.

Ehrenberg ist fortwährend beschäftigt, das interessante neue Gebiet der Forschung zu bereichern und zu erweitern, welches die Wissenschaft seinen scharfsichtigen Blicken verdankt. Der Polirschiefer von Instraba in Ungarn ist von ihm ebenfalls als ein Infusorien-Conglomerat erkannt worden, mit Schwammnadeln untermengt. Die Infusorien sind meist noch lebende Süßwasserthiere, *Navicula viridis*, *N. fulva*, *Eunotia Westermanni* und *Gallionella varians*, die noch lebend bei Berlin vorkommen, *Gallionella distans*, die den Tripelfelsen von Bilin bildet, und *Cocconema cymbiforme*, *C. cistula* und *C. gibbum*, die ebenfalls noch lebend bei Berlin vorkommen und endlich zwei neue noch nicht lebend beobachtete Formen, *Baccillaria hungarica* und *Fragillaria gibba*. Der ungarische Polirschiefer hat die meiste Aehnlichkeit mit dem von Cassel, sie haben acht Arten von Infusorien gemeinschaftlich.