

# Ein neues, äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe.

Von

**A. Inostranzeff,**

Professor der Geologie an der Universität zu St. Petersburg.

---

Schon vor einigen Jahrzehnten (im Jahre 1828) wusste man, dass in dem nordwestlichen Theil des Onegaseufers, in der Saoneshje-Gegend, wo schwarze Thonschiefer von Grünsteinen durchbrochen die vorherrschenden Schichten bilden, unweit Schunga (Pogost), eine sog. schwarze Olonezer Erde vorkomme, welche auch im Handel cursirte. In neuester Zeit hat diese Gegend abermals die Aufmerksamkeit der Industriellen auf sich gezogen und haben zunächst die von Privatpersonen veranstalteten kleineren, dann die vom Ministerium des Bergwesens in grösserem Massstabe ausgeführten Schürfarbeiten die Kunde von den hier vorkommenden Steinkohlenlagern (Anthracit) verbreitet. Eine Reihe von Profilen, die ich während meiner mehrfachen Excursionen in den Norden Russlands zu beobachten Gelegenheit hatte, liess mich die Überzeugung gewinnen, dass die ganze Gruppe der hier lagernden Thonschiefer zur huronischen Formation gehöre<sup>1</sup>. Die Gegenwart der Steinkohlen in derselben war also von hohem wissenschaftlichen Interesse. Die in den letzten Jahren in grösserem Massstabe betriebenen Ausgrabungen haben nun die Möglich-

---

<sup>1</sup> Eine geol. Skizze des Powjenezer Kreises nebst seinen Erzlagerstätten im Gouv. Olonez. 1877. pag. 518.

N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. 1880. Bd. I.

keit gegeben, die Lagerungsverhältnisse dieses geologisch und mineralogisch so interessanten Fossils genauer kennen zu lernen und gutes Material zu seinem Studium zu erhalten.

Bei meinen Untersuchungen dieses Schunga'schen Vorkommens stand mir eine ganze Suite von Handstücken zu Gebote und schon nach dem äusseren Ansehen konnte ich unter denselben vier Gruppen unterscheiden, zunächst eine Gruppe einer reinen Varietät, eine schwarze, glänzende, diamantartig-metallische Kohle, welche leicht isländischen Spath ritzt, mit Flussspath dagegen ziemlich schwer einen schwarzen und schwach glänzenden Strich gibt, also in der Härtescala zwischen  $3\frac{1}{2}$  und 4 steht. Die einzelnen Stücke dieser Kohle werden von ebenen, mit einander parallelen, stark glänzenden Oberflächen begrenzt, welche hie und da, verhältnissmässig selten, kleine Erhöhungen aufweisen, um die sich in radialer Richtung feine Spalten gruppieren. An andern Stücken beobachtet man auf der Oberfläche fächerartig auseinandergehende und auch bogenförmige Spalten, welche zuweilen von einem andern parallelen Spaltensystem senkrecht durchschnitten werden. Ausser diesen besitzen diese Stücke noch zwei andere wiederum parallele Flächen, welche zu den ersteren senkrecht stehen und sich entweder durch eine sanft wellige Oberfläche mit muscheligen Bruch, oder durch Streifungen scharf unterscheiden. Diese Streifen, welche aus einer Reihe von einspringenden Winkeln gebildet werden, verlaufen unter einem bestimmten Winkel zu den glänzenden Oberflächen und bleiben sich stets parallel. An einem grossen, die ganze Mächtigkeit (6,5 Cm.) des Flötzes repräsentirenden Stücke (man sieht daran ganz deutlich sowohl die Dach-, als auch Sohlfläche) beobachtet man, wie hauptsächlich zwei zu einander senkrechte Spaltensysteme die ganze Masse durchsetzen und der Kohle dadurch eine prismatische Absonderung verleihen. Die zu der Oberfläche des Flötzes senkrechten Spalten bedingen die ebenen glänzenden Flächen der Kohle, während die der Schichtung parallelen auf der Oberfläche entweder einen schwach-muscheligen Bruch, oder die oben erwähnten Streifen hervorbringen.

Alle Spalten sowohl in dem grossen, wie auch in den andern Stücken sind von einer Mineralmasse ausgefüllt, welche an manchen Stellen papierdünn erscheint, an andern wiederum bis 3 Mm. dicke Adern bildet und aus Quarz, Kalkspath und Eisenoxyd be-

steht, von denen die beiden ersteren zu den Spalten perpendiculär gerichtete Fasern zeigen.

Diese Adern geben alle Unebenheiten der Oberfläche der Kohle, auch die geringsten, vollkommen treu wieder, wie dies namentlich deutlich bei der Behandlung der Stücke mit schwacher Salzsäure hervortritt; dabei erscheinen die Quarzadern rein, farblos, durchsichtig und an denjenigen Stellen, wo sie die glänzenden Oberflächen der Kohle berühren, scheinbar polirt. Die qualitative Untersuchung des in Säure gelösten ergab einen bedeutenden Gehalt an Eisenoxyd, Kalk und in geringer Menge Magnesia.

Nach der Behandlung mit schwacher Salzsäure zeigt die Kohle einen stärkeren Metallglanz, einen Glanz, der mit Recht Diamantglanz genannt werden könnte, der aber nach mehrmaligem Berühren mit der Hand sich bedeutend trübt.

Zur zweiten Gruppe rechne ich eine Kohle, deren sp. Gew. wegen ihres bedeutenderen Aschengehaltes höher als das der vorhergehenden ist. Sie bildet eine schwarze, gleichfalls mit prismatischer Absonderung und schwachem Graphitglanz versehene Masse. Manche ihrer Stücke erscheinen auf den Spaltungsflächen angelaufen und sind meist von Eisenoxyd, zuweilen von feinen Quarzincrustationen bedeckt. Stellenweise beobachtet man feine Eisenkieseinsprenglinge. Beim Zerschlagen geben sie einen schwachmuscheligen Bruch, auf welchem man in den meisten Fällen einen stärkeren Graphitglanz findet. In manchen Stücken beobachtet man feine bis 3 Mm. dicke Fasern, zuweilen an einem und demselben Stücke mehrere parallele Lagen, aus weissen zu der Richtung derselben senkrecht gestellten Asbestfasern. Die Strichfarbe dieser Varietät variirt zwischen schwarz-grau und grau-schwarz.

Eine dritte Gruppe bildet eine erdige, früher unter dem Namen „schwarze Olonezer Erde“ bekannte Varietät. Sie ist meist von schwarzer Farbe, sehr weich, erhärtet aber an der Luft. Manche Stücke besitzen eine schwarz-graue Farbe. Alle haben ein noch höheres sp. Gew. als die vorhergehenden Typen, was natürlich einem noch höheren Gehalt an Asche zuzuschreiben ist. Die Strichfarbe dieser Varietät ist grau.

Endlich gehört zur vierten Gruppe eine gleichfalls unter dem Namen Anthracit mir zugesandte Kohle, die aber nichts anderes als ein echter schwarzer, dichtschieferiger Thonschiefer ist.

Einige Varietäten desselben erinnern an Lydit. Er hat in der Regel ein sehr homogenes Aussehen und gibt einen schwachmuscheligen Bruch. Auch hier beobachtet man auf den Schieferungsflächen einen feinen Anflug von Eisenoxyd. Strichfarbe grau.

Unter den Probestücken ist noch eines grossen Eisenkiesklumpens zu erwähnen, welchen man in den Schichten der zweiten Gruppe als eine Secretionsmasse gefunden hat. Der ganze Klumpen ist von einer 2 Mm. dicken Hülle aus reinem weissen Asbest (vor dem Löthrohr sehr leicht zu einer Perle schmelzend) bedeckt. Sehr bemerkenswerth sind in diesem Klumpen die Höhlungen, die sich stellenweise bis 1,3 Mm. erweitern und in ihrem Innern Anhäufungen der oben in der ersten Gruppe behandelten glänzenden Kohle enthalten. Besonders interessant dabei ist aber, dass diese eingeschlossene Kohle nirgends die Höhlungen ganz ausfüllt, sondern durch weite Spalten in einzelne Partikel zerstückelt ist. Diese Art des Auftretens erinnert sehr an mit feuchtem Thon ausgefüllte Höhlungen, in welchen der Thon beim Austrocknen durch Verminderung seines Volumens und dadurch bedingte Spaltenbildung in einzelne Stücke zerfällt.

Alle hier beschriebenen Varietäten, die sich äusserlich wesentlich von einander unterscheiden und einem mehr oder weniger bedeutenden Gehalte an Kohlenstoff entsprechen, stammen von ein und derselben Lagerungsstätte. Natürlich lag die Vermuthung nahe, dass der Charakter der Kohle in allen Varietäten derselbe sein müsse. Die Ausmittelung des wahren Charakters war aber, mit Ausnahme der ersten, bei allen übrigen Varietäten in hohem Grade erschwert, theils durch ihren bedeutenden Gehalt an Asche, theils durch den in ihnen vorkommenden Eisenkies. Daher begann ich zunächst mit der Analyse der glänzenden, zur ersten Gruppe gehörigen Varietät dieser Kohlen.

Um ihre chemische Zusammensetzung genau kennen zu lernen, musste zunächst ihr Wassergehalt bestimmt werden und unter welchen Umständen sich derselbe gänzlich entfernen liesse. Zu dem Zwecke wurden sorgfältig mit der Lupe ausgesuchte Stücke zu feinem Pulver zerrieben und dieses einige Tage lang zunächst im Wasser-, dann im Luftbade erwärmt. Täglich und zuweilen einige Mal täglich wurden Proben gewogen. Der Wasserverlust beim Erwärmen im Wasserbade im Verlaufe von 7—8 Tagen

betrug am 2. Tage gewöhnlich bis 4 % und stieg dann langsam bis zwischen 7,17 und 7,27 % an. Nachdem durch wiederholte Wägungen die Grenze des Verlustes festgesetzt war, wurden die Proben in ein Luftbad übergeführt und anfangs bis 110°, dann bis 120°, 130°, 140° bis 150° C. erwärmt. Die diesen Temperaturen entsprechenden Verluste an Wasser gingen äusserst langsam vor sich, so dass nach Verlauf von 3 Tagen die Kohle bei 140° C. nur 0,32 % verloren hatte. Erst bei 7tägiger Erwärmung bei immer steigender Temperatur gelang es eine constante Zahl für den Verlust = 0,55 % zu erhalten. Es betrug also der Gesamtverlust an Wasser 7,76 bis 7,72 %.

Um einen Begriff von der Schwierigkeit zu erhalten, mit der sich das Wasser aus dieser Varietät ausscheidet, stelle ich hier eine Reihe von Zahlen zusammen, die ein solcher Trocknungsprocess ergab. Die dazu angewandten Kohlenstücke waren bis 5 Mm. gross. Im Wasserbade betrug der Verlust:

Nach 1 Tage	0,62 %
„ 2 Tagen	0,74 „
„ 4 „	0,87 „
„ 8 „	1,02 „
„ 12 „	1,13 „
„ 24 „	1,39 „
„ 33 „	1,63 „
„ 71 „	2,03 „

im Luftbade bis zu 120° C. erwärmt:

Nach 73 Tagen	2,18 %
„ 75 „	2,39 „
„ 82 „	2,95 „
„ 88 „	3,27 „
„ 95 „	3,63 „
„ 103 „	3,93 „

Weitere Zahlen führe ich nicht an, da ich diese für vollkommen genügend halte. Gegen eine solche Bestimmung des Wassergehalts durch Verlust, eine Methode, welche bei gewöhnlichen Analysen gebräuchlich und wohl ausreichend ist, könnte man bei Kohlenanalysen den Einwand erheben, dass bekanntlich viele Kohlen, sogar Halbanthracite beim Erwärmen an Gewicht bis zu einem gewissen Grade verlieren, dann aber wieder zu-

nehmen, welche Gewichtszunahme einer Oxydation des Kohlenstoffs durch Absorption von Sauerstoff aus der Luft zugeschrieben wird. Diese Erklärung, obwohl ihr einige Wahrscheinlichkeit nicht abgesprochen werden soll, entbehrt indessen noch der gehörigen Kritik und stützt sich nicht auf genügend sorgfältige Untersuchungen. Bei der hier in Rede stehenden Kohle war keine Gewichtszunahme beim Erwärmen im Wasser- und Luftbade zu bemerken. Ferner kann man einwenden, dass die Kohle beim Erwärmen bis zu einer so hohen Temperatur wie  $150^{\circ}$  C. einen Theil der in ihr vorkommenden Kohlenwasserstoffe (bis  $0,55\%$ ) verloren haben mag.

Um diesen Einwendungen zu begegnen und um mit Sicherheit den wahren Wassergehalt zu ermitteln, suchte ich durch directe Bestimmung desselben die Richtigkeit der beim Trocknungsprocess gewonnenen Data zu constatiren und zwar in folgender Weise. In eine tubulirte Retorte wurde eine gewogene Menge gepulverter Kohle gebracht, der Tubulus mit einem sorgfältig getrocknete Kohlensäure liefernden Reservoir und der Hals mit einer gewogenen Chlorcalciumröhre verbunden, welche ihrerseits durch eine gebogene, gleichfalls Chlorcalcium enthaltende Röhre, vor der Feuchtigkeit der äussern Luft geschützt war. Nachdem der Apparat mit Kohlensäure gefüllt war und dieselbe aus der Chlorcalciumröhre auszuströmen begann, wurde die Retorte allmählig im Verlauf von einer Stunde bei beständigem Kohlensäurezustrom erwärmt und unter denselben Bedingungen wieder abgekühlt. Die Chlorcalciumröhre wurde wieder gewogen und so die Menge des Wassers, die in der Kohle enthalten war, bestimmt. Dasselbe versuchte ich auch mit trockenem Stickstoff; das Resultat war genau dasselbe. Aus 8 Versuchen erhielt ich  $7,74$ — $7,78\%$  Wasser; von der Substanz wurden dabei  $4$ — $6$  Gramm genommen. Freilich fehlte dieser Bestimmung die Controle, denn es war nicht möglich, auch die zurückgebliebene Kohle zu wägen. Um dies zu bewerkstelligen, modificirte ich etwas mein Verfahren in der Weise, dass ich eine gewöhnliche, bei organischen Analysen gebräuchliche, schwer schmelzbare Röhre nahm und das eine Ende derselben wie oben mit einem trockene Kohlensäure, oder trockenen Stickstoff gebenden Reservoir verband, dann während des Füllens des Apparates mit dem trockenen Gase in die Röhre schnell

ein Porcellanschälchen mit einer gewogenen Menge der gepulverten Kohle hineinbrachte und den Apparat wie oben erwärmte. Nachdem derselbe abgekühlt und die Chlorcalciumröhre gewogen war, wurde zur Controle auch die Schale mit der Kohle gewogen. Freilich konnten bei diesem Versuche keine so grosse Mengen des Materials angewandt werden als in dem vorhergehenden, dafür hatte ich aber das Wasser gleichzeitig sowohl direct, als auch durch Verlust bestimmt und alle 6 Versuche, die ich in dieser Weise angestellt hatte, ergaben ebenso wie die vorhergehenden 7,72—7,80% Wasser; dieselben Schwankungen ergaben dabei auch die durch Verlust gewonnenen Zahlen. Aus den angeführten Versuchen bestimmt sich also der Wassergehalt im Mittel zu 7,76%.

Schon die Art und Weise, auf welche der Wasserverlust erfolgte, deutete darauf hin, dass die glänzende Kohle mit grosser Schwierigkeit ihr Wasser abgibt, dass sie somit stark hygroskopisch sein müsse. Daher wurden bei allen Versuchen die Wägungen in mit Kork verschlossenen Apparaten vorgenommen. Um die Wasserabsorptionsfähigkeit der Kohle zu zeigen, lasse ich hier einige Daten folgen, die die Versuche in dieser Hinsicht nach vorangegangener verschiedener Behandlung der Kohle ergaben.

1) Die Kohle wurde in einem zugedeckten Tiegel bis zur dunkeln Rothgluth erhitzt und die in feinen Blättchen zurückgebliebene Masse über Wasser unter die Glocke gestellt.

Nach 10 Tagen hatte die Kohle 1,99% Wasser absorbirt,

"	23	"	"	"	"	3,03	"	"	"
"	26	"	"	"	"	3,18	"	"	"
"	37	"	"	"	"	3,18	"	"	"

hier schien die Absorptionsfähigkeit ihre Grenze erreicht zu haben. Da aber die Kohle durch das Glühen möglicherweise ihren Charakter verändert haben konnte, so machte ich noch folgenden Versuch.

2) Die gepulverte Kohle wurde im Wasserbade getrocknet, wobei 7,20% verloren gingen, und wie oben unter die Glocke gestellt.

Nach 2 Tagen hatte sie 4,41% Wasser absorbirt,

"	4	"	"	"	"	5,35	"	"	"
"	7	"	"	"	"	6,21	"	"	"

Nach 11 Tagen hatte sie	6,78 %	Wasser absorbirt,
„ 24 „ „ „	7,18 „ „	„
„ 33 „ „ „	7,47 „ „	„
„ 191 „ „ „	8,60 „ „	„
„ 236 „ „ „	8,66 „ „	„
„ 278 „ „ „	8,68 „ „	„
„ 330 „ „ „	8,72 „ „	„

Dieser Versuch zeigt mit Evidenz die grosse Absorptionsfähigkeit unserer Kohle. Gesetzt auch, dass sie beim Erhitzen im Wasserbade nicht alles Wasser abgegeben hätte, so hat sie durch andauerndes Stehen in mit Feuchtigkeit geschwängelter Atmosphäre nicht nur die bei der Siedhitze des Wassers abgegebenen 7,20 % wieder aufgenommen, sondern noch 1,52 % darüber. Dieser Versuch zeigt, dass unsere Kohle bis 9,28 % und möglicherweise auch noch etwas mehr Wasser enthalten kann. Unter den Proben fanden sich auch kleine Stücke einer schwarzen, nach ihrem äussern Habitus an Gagat erinnernden Varietät mit starkem Glasglanz und muscheligem Bruch. Scheinbar gehören diese Stücke derselben glänzenden Kohle an und stammen wahrscheinlich aus denjenigen Stellen, wo dieselbe zu Tage lag; deshalb war es in Bezug auf die Hygroskopicität interessant, die in ihr enthaltene Menge Wasser zu bestimmen. Sowohl durch Verlust (im Luftbade bei 120 ° C. erhitzt), als auch direct ergab sich dieselbe = 9,41 bei 2,20 % Aschegehalt. Vergleichen wir diese Wassermenge mit der, welche das Pulver unserer glänzenden Kohle im Verlaufe von 11 Monaten aus der feuchten Atmosphäre absorbirt hat (9,28 %), so sehen wir, dass letztere bei ungehindertem Zutritt der Feuchtigkeit auch noch höher steigen kann.

Die directe Bestimmung sowohl durch Schmelzen mit Ätzkali und Oxydation durch Salpeter, als auch auf anderm Wege, von dem weiter die Rede sein wird, zeigte, dass die glänzende Kohle frei von Schwefel ist. Nachdem also der Wassergehalt derselben genau festgestellt war, nahm ich ihre eingehende chemische Analyse vor. Schon die vorhergehenden Versuche zur Bestimmung des Gehalts an Asche zeigten die ausserordentlich schwierige Verbrennlichkeit dieser Kohle, indem ein Gewicht von ungefähr 1 Gramm gepulverter Kohle in einem offenen und geneigt gestellten Tiegel über einem Gasbrenner erst nach 9 Stunden

vollständig verbrannte, während ein gleich grosses Gewicht von vorzüglich dichtem Graphit (gleichfalls in Pulverform) vom Fl. Kureika aus der Grube Podnjobjessnoi in Sibirien unter denselben Bedingungen schon nach  $3\frac{1}{2}$  Stunden vollständig mit Zurücklassung von Asche verbrannt war. Wegen der ausserordentlich schwierigen Verbrennlichkeit unserer Kohle musste zunächst eine entsprechende Methode für die Analyse gewählt werden. Bevor ich aber zu ihrer Beschreibung übergehe, halte ich es für erforderlich, die Erscheinungen vorzuführen, die beim Erhitzen der glänzenden Kohle auftraten. Nahm man die Kohle in kleinen Stücken, so begann sie beim Erhitzen im Tiegel wegen des sich ausscheidenden Wassers stark zu knistern und so stark zu spritzen, dass der Tiegeldeckel zuweilen bis zu einer bedeutenden Höhe hinaufgeschleudert wurde. Diese Erscheinung, verbunden mit der Schwierigkeit, mit welcher die Kohle ihr Wasser, sogar im pulverisirten Zustande, abgibt, scheint mir mit Bestimmtheit darauf hinzudeuten, dass das Wasser in ihr in feinen, vielleicht mikroskopisch feinen Poren enthalten sein muss. Nach dem Austritt des Wassers und Erhitzen des Tiegels bis zur dunkeln Rothgluth blieb der Glanz der Kohle unverändert, nur waren die Stücke in Plättchen zerfallen, welche auf ihrer Oberfläche bei demselben starken Metallganz kleine, mit der Lupe wahrnehmbare Erhöhungen und Vertiefungen zeigten.

Die Analyse selbst stellte ich in folgender Weise an. Die sorgfältig zu einem feinen Pulver zerriebene Kohle wurde in einem Porcellanschälchen in einer Röhre, welche zum Theil mit Kupferoxyd gefüllt war, in einer Atmosphäre trocknen Sauerstoffs verbrannt. Die Verbrennungsproducte wurden auf folgende Weise gesammelt. Unmittelbar an die Verbrennungsröhre wurde eine Chlorcalciumröhre befestigt, an diese ein Kaliapparat, welchem eine gebogene Röhre mit Natronkalk und wieder eine kleine gebogene Chlorcalciumröhre folgten, welche ihrerseits durch eine andere Chlorcalciumröhre vor dem Einfluss der äussern Luft geschützt war. Alle Röhren ausser der letzteren wurden vor und nach dem Versuche gewogen. Diese Vorrichtung war unerlässlich, denn, wie schon oben erwähnt, verbrennt die Kohle nur bei starkem Sauerstoffzuströme. Beim Erhitzen bis zur dunkeln Rothgluth entzündet sie sich in einem heftigen Sauerstoffströme und

brennt mit blendend-weisser Flamme, bei der geringsten Verminderung des Stromes aber erlischt sie momentan. In Folge dieses Verhaltens beim Verbrennen sah ich mich veranlasst, aus Furcht, dass der Kaliapparat nicht im Stande wäre, alle dabei entstehende Kohlensäure zu absorbiren, jene Vorsichtsmassregeln bei der Aufstellung des Apparates anzuwenden. Zahlreiche Versuche überzeugten mich von der Richtigkeit dieses Verfahrens und daher wurden auch alle weiter folgenden Analysen der glänzenden Kohle auf diese Weise vorgenommen. Die vier ersten Analysen (A, B, C, D) wurden mit demselben Pulver, mit welchem der oben beschriebene Wassergehalt bestimmt worden, und die übrigen zwei auch mit demselben, aber vorerst bei 130° C. getrocknetem Pulver ausgeführt. Es ergaben sich:

	A.	B.	C.	D.
Kohlenstoff	90,42 %	90,46 %	90,72 %	90,40 %
Wasserstoff	0,33 "	0,36 "	0,46 "	0,45 "
Wasser	7,76 "	7,76 "	7,76 "	7,76 "
Asche	1,01 "	1,02 "	1,03 "	1,04 "
Für trockenes Pulver:				
	E.	F.		
Kohlenstoff	98,29 %	98,08 %		
Wasserstoff	0,44 "	0,44 "		
Asche	1,04 "	1,09 "		

Der Stickstoff wurde aus derselben Portion nach der Methode von VARRENTRAPPE und WILL bestimmt, wobei sich aus der ersten Bestimmung 0,39%, aus der zweiten 0,42% ergaben, im Mittel also 0,41%. Reducirt man die ersten vier Analysen auf 100 Theile wasserfreier Kohle und die beiden letzten auf 100 Theile wasserhaltiger Kohle, so ergibt sich das Mittel aus allen 6 Analysen für

	wasserhaltige Kohle	wasserfreie Kohle
Kohlenstoff	90,50 %	98,11 %
Wasserstoff	0,40 "	0,43 "
Stickstoff	0,41 "	0,43 "
Wasser	7,76 "	—
Asche	1,01 "	1,09 "
	<hr/>	<hr/>
	100,09	100,07.

Das sp. Gew. bestimmte ich mit Hilfe eines Pyknometers. Aus 6 Bestimmungen ergab sich dasselbe, für Kohle wie sie

unmittelbar in der Natur vorkommt = 1,841 bei 4° C., während das sp. Gew. der entwässerten Kohle = 1,981 bei derselben Temperatur betrug. Ebenso wurde auch das sp. Gew. der andern Varietäten bestimmt.

Bei der Analyse der übrigen an Asche reichen und Schwefel enthaltenden Varietäten musste bei der Bestimmung des Wassergehalts sowohl durch Verlust, als auch direct zwischen der Chlorcalciumröhre und der Kohle chromsaures Blei eingeschaltet werden, um den aus dem Schwefelkies sich ausscheidenden Schwefel zurückzuhalten. Die Verbrennung wurde ebenso in einer zum Theil mit Kupferoxyd, zum Theil aber auch mit chroms. Blei gefüllten Röhre, in welche ein Porcellanschälchen mit der zu prüfenden Kohle hineingebracht wurde, ausgeführt.

Bei der Auswahl der Proben war meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet, nur vollkommen gleichartiges Material zu nehmen, um die wahre Zusammensetzung dieser, wie oben bemerkt, zahlreiche fremdartige Lagen und Ausscheidungen enthaltenden Varietäten zu ermitteln. Alle Wägungen wurden gleichfalls in zugeschmolzenen Röhren vorgenommen, um der Absorption der Feuchtigkeit aus der Luft vorzubeugen. In der folgenden Tabelle habe ich die Resultate der Untersuchung von 9, Anthracit genannten, Varietäten im frischen Zustande zusammengestellt. Für jede Varietät mit Ausnahme der ersten wurden zwei Analysen gemacht. Der Schwefel wurde durch Zusammenschmelzen der Substanz mit Ätzkali und Oxydation durch Salpeter bestimmt.

Tabelle No. 1.

No.	C	H	N	S	H <sub>2</sub> O	Asche	Summe	spec. Gew. bei 4° C.
I	90,50	0,40	0,41	fehlt	7,76	1,01	100,08	1,841
II	69,74	0,21	—	0,12	5,89	23,95	99,91	1,931
III	66,84	0,25	—	1,34	5,94	25,81	100,18	2,035
IV	63,57	0,39	—	0,73	5,42	29,77	99,88	1,978
V	59,43	0,29	—	2,22	5,40	32,17	99,51	2,117
VI	35,39	0,14	—	0,43	4,56	59,60	100,12	2,348
VII	25,50	0,12	—	fehlt	3,55	70,77	99,94	—
VIII	18,19	0,16	—	0,44	3,44	77,92	100,15	2,527
IX	15,56	0,12	—	0,50	1,38	82,32	99,88	2,572
X	4,5	0,02	—	fehlt	0,40	95,17	100,13	2,603

I schwarze Kohle mit Diamantglanz. Asche dunkelbraun, bestehend aus 0,48 % Eisenoxyd und 0,52 % Kieselsäure.

II, III, IV und V Analysen der von mir in die zweite Gruppe gestellten Kohlen mit bedeutendem Gehalt an Asche. II Kohle mit Graphitglanz. Asche von heller röthlich-grauer Farbe. III Fleckig angelaufene Kohle. Asche hell ziegelroth. IV Kohle von gleichartigem äussern Habitus und graphitartigem Glanze. Asche röthlich-grau. V schwarze, schwach abfärbende, im frischen Bruche graphitartig aussehende Kohle. Asche ockerig-grau.

VI, VII und VIII erdige Varietäten, die ich in die dritte Gruppe gestellt habe. VI und VIII „schwarze Olonezer Erde“, und zwar VI von schwarzer und VIII von schwarz-grauer Farbe; Asche hell ocker-grau. VII stellt eine aus Kohle und Thon bestehende Masse dar, welche ich künstlich aus dunkel-grauem Dolomit erhalten habe, indem ich denselben mit schwacher Salzsäure behandelte; es entstand dabei ein schwarzer unlöslicher Niederschlag, welcher gehörig ausgewaschen, bei gew. Temp. getrocknet und dann ausführlich analysirt wurde. 100 Th. Dolomit gaben 3,76 Th. dieses Niederschlages.

Unter dem Mikroskop erscheint dieser Dolomit ziemlich grobkörnig. Die Grösse der Körner schwankt zwischen 0,08 und 0,1 Mm. Zwischen denselben liegen in bedeutender Menge Partikel einer schwarzen undurchsichtigen Kohle angehäuft, welche gleichsam die Contouren derselben bildet und zuweilen in Ausscheidungen von bis 0,25 Mm. Länge bei 0,05 Mm. Breite, hie und da auch am Rande einiger Dolomitkörner in Anhäufungen von 0,05 Mm. sowohl Länge als Breite auftritt. Betrachtet man das Präparat bei gew. Beleuchtung, so bemerkt man ausser der undurchsichtigen Kohle noch eine feine halbdurchsichtige Masse, welche zuweilen in Gestalt von Concretionen im Centrum eines Dolomitkornes auftritt und manchmal die scheinbar schalenförmige Structur desselben bedingt. Bei 140facher Vergrösserung (Mikr. von HARTNACK) stellt es sich heraus, dass die halbdurchsichtige Masse aus einer Unzahl kleiner, eckiger, wie Thonkörner unter dem Mikroskop aussehender Einschlüsse besteht. Bei vollständig polar. Lichte beobachtet man nirgends an den Dolomitkörnern eine Zwillingsstreifung, nur zwischen denselben hin und wieder feine und seltene Concretionen von faseriger Structur und schwacher,



Das Mittel aus diesen Analysen beträgt für

	2. Gruppe	3. Gruppe	4. Gruppe
C	90,55	90,56	90,60
H	0,37	0,50	0,53
H <sub>2</sub> O	7,76	7,76	7,76
Asche	1,01	1,01	1,01

Vergleicht man die Zusammensetzung dieser drei Gruppen mit der der glänzenden Kohle (S. 106), so bemerkt man ihre volle Analogie mit derselben, namentlich aber, wenn man zur Vergleichung das Mittel aus allen 9 Varietäten nimmt:

	das Mittel aus 18 Analysen der 9 Varietäten		das Mittel aus 6 Analysen der glänzenden Kohle		Differenz	
	mit Wasser	ohne Wasser	mit Wasser	ohne Wasser		
C	90,57	98,17	90,50	98,11	0,07	0,06
H	0,45	0,48	0,40	0,43	0,05	0,05
N	—	—	0,41	0,43	—	—
H <sub>2</sub> O	7,76	—	7,76	—	—	—
Asche	1,01	1,09	1,01	1,09	—	—

Vergleicht man die Menge des Wasserstoffs in den verschiedenen Varietäten, gesetzt, dass sie in der glänzenden Kohle, so wie sie in der Natur vorkommt = 0,40% auf 90,5% C. beträgt (Tab. 1), so findet man in:

	berechnet	gefunden	Differenz
II auf 69,74% C	0,30% H	0,21%	— 0,09
III „ 66,84 „ „	0,29 „ „	0,25 „	— 0,04
IV „ 63,57 „ „	0,28 „ „	0,38 „	+ 0,10
V „ 59,43 „ „	0,26 „ „	0,29 „	+ 0,03
VI „ 35,39 „ „	0,15 „ „	0,14 „	— 0,01
VII „ 25,50 „ „	0,11 „ „	0,12 „	+ 0,01
VIII „ 18,19 „ „	0,08 „ „	0,16 „	+ 0,08
IX „ 15,56 „ „	0,06 „ „	0,12 „	+ 0,06
X „ 4,54 „ „	0,02 „ „	0,02 „	0

Man sieht, dass die Differenzen die Grenzen der möglichen Fehler nicht überschreiten und dass somit in allen Varietäten das Verhältniss des Wasserstoffs zum Kohlenstoff ein constantes ist, dass also der Unterschied in den verschiedenen Varietäten von dem verschiedenen Gehalt an Asche und Schwefel herrührt.

Der ziemlich constante Wassergehalt der ersten typischen Varietät und die grosse Energie, mit der sie seiner Entfernung durch Hitze widersteht, veranlasst uns einen ähnlichen Vergleich der übrigen Varietäten in Bezug auf ihren Wassergehalt zu machen.

Nehmen wir an, dass in der typischen Varietät auf 90,50% C 7,76% Wasser enthalten sind, so findet man in:

	berechnet	gefunden	Differenz
II auf 69,74% C	5,99% H <sub>2</sub> O	5,89%	- 0,1%
III „ 66,84 „ „	5,73 „ „	5,94 „	+ 0,21 „
IV „ 63,57 „ „	5,45 „ „	5,42 „	- 0,03 „
V „ 59,43 „ „	5,09 „ „	5,40 „	+ 0,31 „

Aus dieser Zusammenstellung der 2. Gruppe ersehen wir, dass die Asche in diesen Varietäten fast gar keinen Einfluss auf den Wassergehalt hat, indem die Werthe für das berechnete und gefundene Wasser verhältnissmässig sehr wenig von einander differiren, dass vielmehr ihr Wassergehalt nur von dem Procentgehalt des Kohlenstoffs in directer Abhängigkeit sich befindet.

Was die erdigen Varietäten mit Einschluss des künstlich durch Auflösen des Dolomits in Säure erhaltenen Sedimentes anbetrifft, so weisen sie schon bedeutende Abweichungen auf, denn sie enthalten:

	berechnet	gefunden	Differenz
VI auf 35,39% C	3,03% H <sub>2</sub> O	4,56%	+ 1,53%
VII „ 25,50 „ „	2,18 „ „	3,55 „	+ 1,37 „
VIII „ 18,19 „ „	1,55 „ „	3,44 „	+ 1,89 „

In allen drei Fällen beträgt hier die gefundene Menge Wassers mehr als die nach der Menge des Kohlenstoffs berechnete. Dieser Umstand erklärt sich leicht durch die erdige Beschaffenheit dieser Varietäten, durch welche sie dem pulverigen Zustande der glänzenden Kohle, welche, wie wir gesehen haben, bis 9,28% und vielleicht noch mehr Wasser zu condensiren vermag, nahe kommen. Überdies zeichnen sich alle drei Varietäten durch eine hohe Hygroskopicität aus, wie ich es mehrmals während der Analyse, bei ihrer Wägung, zu beobachten Gelegenheit hatte.

In noch höherem Grade zeigt sich die Abhängigkeit des

Wassergehalts von der Menge des Kohlenstoffs in den beiden folgenden, von mir zur 3. Gruppe gerechneten Varietäten:

	berechnet	gefunden	Differenz
IX auf 15,56% C	1,44% Wasser	1,38%	— 0,06%
X „ 4,54 „ „	0,38 „ „	0,40 „	+ 0,02 „

Die Vergleichung der Analysen der verschiedenen von mir untersuchten Varietäten ergibt also das interessante Resultat, dass die Kohle in ihren dichteren Varietäten eine ihrem Kohlenstoffgehalte proportionale Menge Wasser enthält. Dieses Verhältniss zum Wasser bestätigt meiner Meinung nach den Schluss, dass die Kohle auch in allen übrigen Varietäten in demselben Zustande wie in der ersten glänzenden Varietät enthalten ist und sich nur durch den Gehalt an Asche und Schwefelkies unterscheidet. Der Gehalt an Schwefelkies lässt sich leicht aus Tabelle No. 1 berechnen. Es ergeben sich für:

II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0,22%	2,51%	1,36%	4,16%	0,80%	0%	0,82%	0,92%	0%

trotzdem, dass bei der Auswahl der Proben für die Analyse die grösste Sorgfalt verwendet wurde. Es muss also der Schwefelkies in allen Varietäten des 2. Typus (II, III, IV und V), deren Gehalt an Asche von 23,95—32,17% beträgt, wahrscheinlich in Gestalt eines mikroskopisch fein zerstreuten Minerals vorkommen. In grossen Massen wird er gewiss in ansehnlicher Menge enthalten sein, was man sogar schon mit blossem Auge wahrnehmen kann.

Zum Vergleich der Resultate unserer Untersuchungen bieten die zahlreichen von DANA<sup>2</sup>, SENFT, BLUM, RAMMELBERG<sup>3</sup>, ZIRKEL<sup>4</sup> u. a. angeführten sorgfältigen Analysen der Anthracite aus verschiedenen Gegenden, ein reichhaltiges Material dar; nur ist leider in vielen von ihnen der Stickstoff und Sauerstoff zusammen bestimmt worden. Aus den von DANA<sup>2</sup> angeführten Analysen amerikanischer Anthracite sieht man, dass in ihnen das Minimum des Wasserstoffgehalts, bei 92,59—84,98% C und 1,58—10,20% Asche, 1,90% beträgt. Unter den von RAMMELBERG<sup>3</sup> angeführten Analysen

<sup>2</sup> DANA: Mineralogy 1870.

<sup>3</sup> RAMMELBERG: Lehrbuch der Mineralogie. 2. Aufl. 1873. S. 148.

<sup>4</sup> ZIRKEL: Petrographie. Bd. I. S. 355.

enthält nur unser Anthracit aus Gruschewka einen Minimalgehalt von 1,76% Wasserstoff. Die von demselben angeführten zwei Analysen (von SCHEERER und RUBE) einer Mineralkohle aus einem Erzgange Singbom, West-Calcutta, zeigen einen Wasserstoffgehalt von 1,57—1,31% bei 94,10—93,79% Kohlenstoff. In den von ZIRKEL angeführten Analysen beträgt der Minimalgehalt 1,25%. Aber auch aus diesen Analysen ersieht man, dass Anthracite mit so geringem Wasserstoffgehalt verhältnissmässig selten vorkommen und dass derselbe in den meisten Fällen in den Grenzen zwischen 4,18 und 2,5% schwankt. Der Gehalt an Stickstoff und Sauerstoff zusammen schwankt in allen angeführten Analysen zwischen 1,34 und 5,47%.

Wir sehen also, dass unsere Kohle, welche nur 0,40% Wasserstoff enthält, um das Dreifache ärmer an Wasserstoff ist als die daran ärmsten Anthracite. Ihr Stickstoffgehalt im Betrage von 0,41% und der Mangel an Sauerstoff in derselben deuten gleichfalls auf einen bedeutenden chemischen Unterschied hin. Endlich übertrifft der Kohlenstoffreichthum in den von mir untersuchten Kohlen den aller bis jetzt bekannten Anthracite. Alle diese Verhältnisse zeigen, dass die von mir untersuchte Kohle in ihrer chemischen Zusammensetzung sich bedeutend von allen uns bekannten Anthraciten unterscheidet.

Vergleichen wir die chemische Zusammensetzung unserer Kohle mit der des Graphits, so stellt sich heraus, dass sie nach ihrem procentischen Gehalt an Kohlenstoff den besten Graphiten Ceylons gleichkommt. In den zahlreichen Analysen der Graphite finden wir aber gewöhnlich die flüchtigen Bestandtheile nur zusammen bestimmt, ohne Angabe der einzelnen chemischen Zusammensetzung derselben (doch kennt man jetzt den Wasserstoffgehalt derselben); die Menge dieser flüchtigen Bestandtheile beträgt in manchen Graphiten bis 6,10% und scheint in einem gewissen Zusammenhange mit dem Aschengehalte zu stehen. Obwohl nun unsere Kohle manche Analogien mit dem Graphit zeigt, so erscheint doch ein Vergleich mit ihm nicht zulässig in Anbetracht des Umstandes, dass sie bei der Behandlung mit einem Gemenge sowohl von Salpetersäure und Schwefelsäure, als auch chlorsaurem Kali und Salpetersäure, wie die Versuche mich und

Herrn LISSENKO<sup>5</sup> überzeugt haben, weder Graphitsäure noch BRODY'schen Graphit gibt, sondern sich wie amorphe Kohle verhält.

Was den Wassergehalt anbetrifft, so haben wir oben gesehen, dass er in der glänzenden Varietät constant ist und 7,76% beträgt; aus den Analysen der uns bekannten Anthracite aber ersehen wir, dass ihr Wassergehalt 6,6% nicht übersteigt und in der Regel bedeutend geringer ist.

Die Vergleichung der physikalischen Eigenschaften unserer Kohle mit denen des Anthracits und Graphits zeigt gleichfalls, dass sie bedeutend von den andern Varietäten sowohl des amorphen als auch des krystallisirten Kohlenstoffs sich unterscheidet. Für die Anthracite geben zahlreiche Gelehrte wie SENFT, BLUM, RAMMELSBURG, ZIRKEL, DANA u. a. die Härte 2—2,5 an; was unsere glänzende Kohle anbetrifft, so haben zahlreiche Bestimmungen ergeben, dass sie, wie oben erwähnt, isländischen Spath sehr stark ritzt, vom Flussspath dagegen sehr schwach angegriffen wird, dass ihre Härte somit dem Werthe 3,5—4 entspricht, also die Härte der Anthracite übertrifft. Für die Härte des Graphits gilt gewöhnlich der Werth 1—2, also eine bedeutend niedrigere Härte, als unsere Kohle besitzt.

Ihr spec. Gewicht beträgt nach mehreren Bestimmungen im frischen Zustande 1,84, nach dem Trocknen 1,98. Das sp. Gew. des Anthracits schwankt nach den oben angeführten Untersuchungen zwischen 1,4 und 1,7; fasst man aber die Beziehung in's Auge, welche zwischen dem spec. Gew. und der chemischen Zusammensetzung stattfindet, so erkennt man, dass wohl die bei Weitem meisten Anthracite ein viel niedrigeres sp. Gew. haben. So gibt JOHNSON für 13 Anthracitvarietäten das sp. Gew. 1,323—1,61 bei 4,41—16,54% Aschebestandtheilen an. Letzteres sp. Gew. entspricht wahrscheinlich den an Asche reichen Varietäten, da ein solcher Betrag von Asche wie 16% in hohem Grade auf die Höhe des sp. Gew. Einfluss haben muss. Nehmen wir an, dass irgend ein reiner Körper (wie z. B. unsere glänzende Kohle) das sp. Gew. 1,840 hat und dass in seinen Varietäten die Asche das sp. Gew. 2,6 hat, so lässt sich durch eine Gleichung leicht berechnen, in wie weit eine bestimmte Beimengung von Asche auf die Veränderung des sp. Gew. Einfluss hat. Es ergibt sich, dass

<sup>5</sup> Abhandlungen der Mineralogischen Gesellschaft. 2. Serie, 1879, S. 255.

eine Beimengung von nur 1% schon in der dritten Decimalstelle sich zu erkennen gibt, indem sie dieselbe um 5 Einheiten vergrößert (in unserem Beispiele würde also in solchem Falle das sp. Gew. 1,845 betragen); eine Beimengung von 2—10% Asche beeinflusst schon die zweite Decimale (indem bei 2% das sp. Gew. dann 1,850, bei 10% 1,899 beträgt); eine Beimengung von 10% Asche verändert schon die erste Decimale. Folglich muss ein so hoher Gehalt wie 16% das sp. Gew. bedeutend erhöhen.

Die meisten unter den viel Asche enthaltenden Anthraciten aus verschiedenen Gegenden zeigen ein sp. Gew. von ca. 1,4, wie z. B. die Anthracite Pennsylvaniens, Frankreichs, viele Varietäten aus Amerika u. s. w., so dass das von GEINITZ angegebene mittlere sp. Gew. 1,579 den meisten Anthraciten sehr nahe kommt, jedenfalls aber sehr weit von dem unserer Kohle absteht. Nur zwei Anthracite sind mir bekannt geworden, deren sp. Gew. sehr hoch ist, nämlich der Anthracit von Rhode-Island mit 4,64% Asche, dessen sp. Gew. 1,81 und ein von SCHEERER und RUBE analysirter Anthracit mit 1,72% Asche, dessen sp. Gew. 1,92 beträgt. Von dem ersten ist mir keine genaue Analyse bekannt, was den zweiten anbetrifft, so gehört er zu den an Kohlenstoff reichsten und an Wasserstoff ärmsten; er nähert sich also bis zu einem gewissen Grade unserer Varietät, obschon sein Wasserstoffgehalt um's Dreifache den unserer Kohle übertrifft. Jedenfalls aber weichen solche Varietäten bedeutend von den gewöhnlichen ab und gehören zu den Ausnahmen.

Das sp. Gew. der Mehrzahl der Graphite beträgt von 1,9—2,3, das des reinen Graphits von Wunsiedel mit 0,33% Aschegehalt 2,14, das des künstlichen, vollkommen reinen Graphits nach den Bestimmungen von LÖWE<sup>6</sup> 1,8018 . . . 1,8440. LISSENKO<sup>7</sup> führt die Bestimmungen NIKOLAJEW's an, nach welchem das sp. Gew. des reinen Graphits in Pulverform 2,2—2,3 betragen soll; aus einer von demselben NIKOLAJEW<sup>8</sup> gegebenen Tabelle von Analysen verschiedener ausländischer Graphite ersieht man aber, dass das sp. Gew. des Graphits, selbst wenn er bis 10,80% Asche enthält, bei einem Gehalt von bis 1,55% flüchtiger Be-

<sup>6</sup> NAUMANN: Mineralogie 1877, pag. 254.

<sup>7</sup> Verhandlungen der Russ. Kaiserl. Mineral. Gesellschaft 1879, S. 255.

<sup>8</sup> Gornyi Journal 1878, pag. 367.

standtheile 2,109 beträgt. Aus derselben Tabelle sehen wir aber ferner, dass auch bei einem Gehalte von 5—7% Asche das sp. Gew. zwischen 2,109 und 2,217 schwankt; nun haben wir gesehen, dass eine Beimengung von mehr als 1% schon die zweite Decimale beeinflusst. Alles dies spricht, meine ich, dafür, dass das von LISSENKO angeführte sp. Gew. reiner Graphite grösser als in Wirklichkeit ist.

Es ist also offenbar, dass unsere Kohle, welche im trockenen Zustande ein sp. Gew. von 1,98 besitzt, auf der Grenze zwischen dem Graphit und dem Anthracit und zwar dem ersteren näher steht. Das hohe sp. Gew. der übrigen Varietäten dieser Kohle, welches in den frischen Kohlen von 1,931—2,603, in den getrockneten von 2,05—2,67 beträgt, hängt offenbar von ihrem hohen Aschegehalt und den Pyritbeimengungen ab.

Um die electriche Leitungsfähigkeit der reinen Varietät unserer Kohle kennen zu lernen, wandte ich mich an Herrn mag. phys. J. BORMANN, welcher mir folgende Data seiner Versuche gütigst mitgetheilt hat:

Die aus der Kohle angefertigte Lamelle von 1 Mm. Dicke wurde auf Glas geheftet. Auf den Enden derselben ruhten eiserne Tröge ohne Boden, welche mit Quecksilber gefüllt wurden, nachdem die das Quecksilber berührenden Enden der Lamelle mit Graphit eingerieben waren. Die Breite einer Lamelle betrug 8,45 Mm., die Länge zwischen den Trögen = 15,97 Mm. Die Messung des Widerstandes wurde bei der Zimmertemperatur (15° C.) an der 7,75% Wasser enthaltenden Varietät mit Hülfe der WHEATSTONE'schen Brücke gemacht. Im Mittel betrug der Widerstand einer solchen Lamelle 0,14 Siem., folglich beträgt der Widerstand einer Stange von 1 M. Länge und 1 □Mm. Querschnitt = 74 Siem. Der Widerstand der Coaks ist = 40—46 Siem., der des Aliber'schen Graphits 22,14 Siem. und der des Anthracits aus Rawenka (Donezer Kohlenrevier) 54 000 Siem.

Somit ist die Leitungsfähigkeit unserer Kohle, obgleich etwas geringer als die des Graphits, doch sehr bedeutend gegenüber den Anthraciten und andern Steinkohlen. Hierbei ist der Umstand nicht ausser Acht zu lassen, dass die Versuche mit einer frischen Kohle von 7,76% Wassergehalt angestellt waren. Das starke Spritzen derselben beim Erhitzen, die grosse Schwierig-

keit, mit der sie ihr Wasser abgibt, indem dazu ein lange andauerndes und bedeutendes Erwärmen erforderlich ist, deuten offenbar darauf hin, dass das Wasser in ihr in feinen (wahrscheinlich mikroskopisch feinen) Poren enthalten sein muss, was in hohem Grade die Leitungsfähigkeit vermindert. Um eine genaue Zahl abzuleiten, fehlt uns leider die Möglichkeit, auch in dieser Hinsicht einen Vergleich mit den trocknen, eine gleiche Structur besitzenden Varietäten anzustellen.

Die früheren Bestimmungen der specifischen Wärme der verschiedenen Kohlenstoffvarietäten von  $0-99^{\circ}$  C. haben ergeben, dass man in dieser Beziehung zwei Gruppen scharf zu unterscheiden hat, die eine Gruppe mit der durchsichtigen Kohle, dem Diamant, die andere, welche sämtliche Varietäten der undurchsichtigen Kohle vom Graphit an bis herab zur Holzkohle, zu welcher Gruppe also auch unsere Olonezer Kohle gehört, umfasst. Zur Bestimmung ihrer specifischen Wärme wandte ich mich an Prof. R. LENZ, dem ich die folgenden Resultate verdanke. Die Versuche wurden mit dem BUNSEN'schen Calorimeter, wie er von SCHUMR und WARTA beschrieben ist, gemacht, wo man also die Volumveränderung des schmelzenden Eises durch das Gewicht des in das Calorimeter eingesaugten Quecksilbers misst.

Vor Beginn der Versuche stand der Apparat während 10 Tage im schmelzenden Eise und war die Bewegung des Quecksilbers vollkommen constant; im Verlaufe von einer Stunde flossen aus dem Calorimeter 5,4 Mgr. Quecksilber. Bei den Versuchen wurde dies in Rechnung gebracht. Zur Controlirung des Apparates wurde zuerst die specifische Wärme des Diamantes, welche man sehr genau kennt, bestimmt. Die zu diesem Zwecke gebrauchten 10 kleinen Krystalle hatten im Ganzen ein Gewicht von 1,9210 Gramm, waren aber leider nicht vollkommen rein, manche unter ihnen sogar ziemlich dunkel. Aus 2 Versuchen von  $0-99^{\circ}$  ergab sich die specifische Wärme = 0,1447 und 0,1443, im Mittel 0,1445. Diese Resultate stimmen fast vollkommen mit den von WEBER<sup>9</sup> erhaltenen überein, denn nach ihm ist die specifische Wärme des Diamantes zwischen  $0^{\circ}$  und  $99,8^{\circ}$  = 0,1461, variirt aber für verschiedene Exemplare, je nach ihrer Reinheit

<sup>9</sup> Annalen der Chemie und Physik, 154. Bd., S. 367 u. 533.

in den Grenzen zwischen 0,1438 und 0,1485 (von 0°—100°). Zum Vergleich wurde noch die spezifische Wärme des Anthracites vom Dorfe Rawenka im Donezer Kohlenrevier, welcher von Prof. SCHMIDT in Dorpat vor 5 Jahren analysirt worden ist und folgende Zusammensetzung hat, bestimmt:

H <sub>2</sub> O bei 150° entweichend	0,03633
Asche . . . . .	0,03909
C . . . . .	0,88140
N + H + O . . . . .	0,04318,

die Olonezer Kohle enthält:

H <sub>2</sub> O bei 150° entweichend	0,0776
Asche . . . . .	0,0101.

Bei den ersten Versuchen wurden beide Substanzen, sowohl die aus Rawenka als auch die Olonezer Kohle unmittelbar in das Wasser getaucht und folgende Resultate erhalten:

	Rawenka.	Olonez.
Gewicht der Substanz . .	2,4567 Gramm	2,3290 Gramm
Wassergehalt . . . . .	0,0892 "	0,1808 "
Gehalt an trockner Substanz	2,3675 "	2,1482 "
Erwärmungstemperatur .	98,77°	98,73°
Die ausgeschiedene Wärme	58,938 Cal.	62,998 Cal.
Die vom Wasser ausgeschie- dene berechnete Wärme }	8,816 "	17,847 "
Die von der trocknen Sub- stanz ausgeschied. Wärme }	50,122 "	45,151 "
Spec. Wärme der trocknen Substanz . . . . .	0,2143	0,2129

Die erhaltene spec. Wärme ist hier sehr gross in Folge der Benetzungswärme der Kohle. Daher wurden die Versuche wiederholt, nachdem die zu prüfende Substanz mit einer geringen Menge Quecksilber in Glasröhren zugeschmolzen war. Die spec. Wärme des Glases wurde durch unmittelbare Versuche festgestellt und das erste Mal 0,19908, das zweite Mal 0,19911, im Mittel also 0,1991 gefunden. Für die sp. Wärme des Quecksilbers wurde die von WINKELMANN gefundene Zahl 0,0336 angenommen. Nach Abzug der dem Glase und dem Quecksilber entsprechenden Wärme-

mengen von der beobachteten Gesamtwärme, welche beim Erkalten der zu prüfenden Substanz sich ausgeschieden hatte, ergaben sich folgende Resultate:

	Rawenka.	Olonez.
Gewicht der Substanz . . . . .	3,162 Gramm	2,9682 Gramm
Wassergehalt . . . . .	0,1148 „	0,2303 „
Gewicht der trocknen Subst. . . . .	3,0479 „	2,7379 „
Erwärmungstemperatur . . . . .	98,97°	99,01°
Die ausgeschiedene Wärmemenge . . . . .	66,648 Cal.	74,496 Cal.
Die vom Wasser ausgeschiedene berechnete Wärmemenge . . . . .	11,362 „	22,806 „
Die von der trocknen Subst. ausgeschiedene Wärmemenge . . . . .	57,286 „	51,690 „
Sp. Wärme der trocknen Substanz . . . . .	0,1899	0,1922

Nach den Bestimmungen WEBER's beträgt die sp. Wärme von 0°—90° für:

Graphit . . . . .	0,1904
Amorphe Kohle . . . . .	0,1906
Holzkohle . . . . .	0,1935.

Diese Zahlen sind mit den von R. LENZ gefundenen für identisch zu halten und die Abweichungen durch die Veränderungen in der Constitution der Substanzen zu erklären. Für die Olonezer Kohle braucht man z. B. nur eine Vergrößerung des Wassergehalts um  $\frac{1}{2}\%$  anzunehmen, um die sp. Wärme 0,1902 zu erhalten. Eine derartige Vergrößerung kann füglich wegen der hohen Hygroskopicität der Kohle angenommen werden. Aus den Bestimmungen der sp. Wärme unserer Kohle folgt also, dass dieselbe zur Gruppe der schwarzen undurchsichtigen Kohle zu rechnen ist. WEBER rechnet alle Varietäten, welche von 0°—99° die sp. Wärme 1,9 besitzen, zu den amorphen Varietäten; in diesem Sinne ist nach ihm auch der Graphit amorph. Diese nach WEBER amorphe Gruppe unterscheidet sich in Bezug auf ihre sp. Wärme bedeutend von der krystallisirten Kohle (0,14).

Alles dies ist für uns in sofern interessant, als darnach auch unsere Kohle in eine Reihe sowohl mit dem Graphit, als auch mit den amorphen Kohlen zu stellen ist.

Die chemische Zusammensetzung der Olonezer Kohle deutet mit Entschiedenheit darauf hin, dass sie in der Reihe der uns bekannten amorphen Kohlen das äusserste, an Kohlenstoff reichste Glied repräsentirt. Damit stehen natürlich auch ihre Structur und ihre physikalischen Eigenschaften im Zusammenhange. Härte, sp. Gew., electricische Leitungsfähigkeit, sp. Wärme und endlich der Diamant-Metallglanz entsprechen vollkommen den Eigenthümlichkeiten ihrer chemischen Zusammensetzung und deuten auf ihre Verwandtschaft mit den schwarzen undurchsichtigen Kohlenvarietäten, zugleich aber auch die Merkmale zu ihrer Unterscheidung von denselben darbietend, hin. Natürlich steht sie dem Anthracit, welchen man bis jetzt für das äusserste Glied ansah, am nächsten. In der Reihe der amorphen Kohle, beginnend mit der Braunkohle, Steinkohle mit allen ihren Varietäten, bis hinauf zum Anthracit beobachtet man eine ganze Reihe ganz allmäliger Übergänge. Deshalb waren schon seit lange die Bemühungen vieler Gelehrten dahin gerichtet, den Unterschied zwischen den verschiedenen Gliedern zu präcisiren; indessen bietet die umfangreiche, diese Frage betreffende Literatur nichts Sicheres dar, so dass man sich genöthigt sieht, bei der Classification der Kohlen nach durchaus künstlichen Principien zu verfahren, die überdies noch kein Mittel an die Hand geben, manche Glieder der Braunkohlen von solchen der Steinkohlen und diese wiederum von den Anthraciten zu unterscheiden. Kein Wunder daher, wenn jetzt viele Gelehrte bei der Eintheilung der Mineralkohlen (wie z. B. GRÜNER bei den Steinkohlen) sich lediglich nach dem praktischen Werthe derselben richten; es wird z. B. die Menge und die Eigenschaft der Coaks, der flüchtigen Bestandtheile u. s. w. bestimmt, die elementare Zusammensetzung aber fast vollständig ignorirt.

Dass die Frage nach der Classification zu keiner Entscheidung führt, erklärt sich leicht durch die Art und Weise der Entstehung der verschiedenen Varietäten der amorphen Kohle. Schwerlich wird Jemand heute daran zweifeln, dass die amorphe Kohle

ein Zersetzungsproduct von Pflanzen ist. Die Hauptbestandtheile der letzteren sind aber Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Asche. Zersetzen sich nun die Pflanzen in den Erdschichten oder unter Wasser, d. h. unter Umständen, bei welchen der Zutritt der Luft erschwert ist, so muss es auf Kosten der Bestandtheile der Pflanzen selbst geschehen. Es bilden sich, wie bekannt, Kohlensäure, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe. Auf solche Weise verlieren die Pflanzen allmählig ihren Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff und bereichern sich mit Kohlenstoff. Die so entstandenen Pflanzenreste, von den darüber lagernden Schichten zusammengepresst, nennen wir eben Mineralkohle, oder amorphe Kohle. Da die Phase der Zersetzung ausserordentlich verschieden sein kann, so ist es ganz natürlich, wenn wir finden, dass die Zusammensetzung der Mineralkohlen in der Natur überaus schwankend ist. Andererseits müssen diejenigen Pflanzen das höchste Stadium der Zersetzung darbieten, welche schon längst verschwunden sind, also die ältesten Pflanzen. Daher finden wir auch im Tertiär, in der Kreide und dem Jura Braunkohlen, in den permischen und carbonischen Schichten Steinkohlen, in den carbonischen, devonischen und silurischen dagegen schon Anthracite, also eine zeitgemässe Vertheilung der verschiedenen Varietäten der amorphen Kohle. Freilich kommen auch Stellen vor, wie z. B. bei uns im Donezer Bassin, wo in einer und derselben Kohlenformation sowohl Steinkohlen als auch alle Übergänge derselben bis zum Anthracit vertreten sind.

Bei der Annahme eines phytogenen Ursprungs der Kohle durch Zersetzung, ohne oder bei schwachem Luftzutritt, müssen wir schon a priori das Vorkommen von amorpher Kohle mit verschiedenem Gehalt an Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Asche (letztere kann auch durch andere Ursachen bedingt sein) erwarten, d. h. wir müssen sowohl nach ihrer Zusammensetzung den Pflanzen sehr nahe stehende Kohlen, als auch solche finden, welche alles verloren haben, was eine Pflanze bei ihrer Zersetzung ohne Luftzutritt verlieren kann. Daher sind auch von vorne herein alle Bestrebungen, die verschiedenen Varietäten der amorphen Kohle in scharf gesonderte Glieder zu trennen, vergebens — wo Übergänge stattfinden, existiren keine scharfen Grenzen.

Die von mir untersuchte Kohle steht in mancher Beziehung

dem Graphit sehr nahe; andererseits aber zeigt sie durch ihren amorphen Zustand und viele andere Eigenschaften grosse Analogien mit dem Anthracit. In der Reihe der amorphen Kohle steht sie mit ihrem so hohen Kohlenstoffgehalt bis jetzt als äusserstes Glied einzig da und muss natürlicherweise als solches mit dem ihr nächststehenden Gliede auch eine nähere Analogie darbieten — was in mancher Beziehung auch wirklich zu beobachten ist. Sie besitzt eine Härte, die um Etwas höher als die des Anthracites ist, enthält wenngleich minimale Mengen Wasserstoff und Stickstoff, gibt keine Graphitsäure, auch keinen BRODY'schen Graphit, verhält sich zu Oxydationsmitteln wie die übrigen amorphen Varietäten u. s. w.

Andererseits lässt sich aus der Abhängigkeit, welche zwischen der Vertheilung der amorphen Kohle in den Erdschichten und der Zeit besteht, ebenso wie aus dem Charakter der Zersetzung der Schluss ziehen, dass je älter die Pflanzenreste sind, desto höher ihr Kohlenstoffgehalt sein muss. Oben wurde schon erwähnt, dass die von mir untersuchte amorphe Kohle zur huronischen Formation gehört und als untergeordnetes Glied der in unserem Norden mächtig entwickelten Thonschiefer auftritt.

Diesem ihrem Vorkommen entspricht auch vollkommen ihre chemische Zusammensetzung, indem sie uns eine an Wasserstoff und Stickstoff äusserst arme Kohle repräsentirt. Betrachtet man von diesem Gesichtspunkte die von mir untersuchten Varietäten, so lassen sich mit Hülfe der Tabelle No. 1 die Analysen aller 10 Varietäten in folgender Tabelle darstellen:

Tabelle No. 4.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Neues äusserstes Glied der amorphen Kohle . .	99,08	75,84	73,03	69,37	65,12	40,09	29,17	21,79	17,06	4,96
Schwefelkies . .	fehlt	0,22	2,51	1,36	4,16	0,80	fehlt	0,82	0,92	fehlt
Asche (Thon, Quarz und Eisenoxyd) . . . .	1,01	23,85	24,64	29,14	30,23	59,23	70,77	77,54	81,90	95,17

Hieraus ist zu ersehen, dass das neue äusserste Glied der amorphen Kohle mit Ausnahme von No. 1 in den von mir untersuchten Varietäten reich an Thon (vom Thonschiefer herrührend), Pyrit und Eisenoxyd ist<sup>10</sup>. Die beiden letzten Varietäten gehören sowohl nach ihren Eigenschaften, als auch nach ihrer Zusammensetzung zum gewöhnlichen Thonschiefer. Dies ist in sofern interessant, als die Mehrzahl der Gelehrten der Meinung war, dass die hier vorkommenden huronischen Schiefer ihre schwarze Farbe dem Graphit verdanken.

Die Schürfarbeiten haben gezeigt<sup>11</sup>, dass die reine glänzende Varietät (No. 1) in der Saoneshje-Gegend in dünnen, ca. 5 Zoll mächtigen, häufig aber schwächer werdenden und allen Biegungen der Schichten nachfolgenden Lagen vorkommt; nur an einer Stelle (im Schurf No. 5) erreicht das Flötz eine Mächtigkeit von  $3\frac{1}{2}$  Fuss. Auch die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Varietäten haben die letzten Arbeiten in dieser Gegend in klares Licht gestellt. In den schwarzen Thonschiefern (Analysen IX u. X) von 10--14 Fuss Mächtigkeit<sup>12</sup> lagern die von mir sub II, III, IV und V angeführten Varietäten. Nach KONTREWITSCH<sup>13</sup> kommen in diesen Varietäten zahlreiche accessorische Bestandmassen in

<sup>10</sup> Berechnet man nach Tabelle No. 2 durch Gleichungen das sp. Gewicht der Asche, so überzeugt man sich leicht, dass der Thon ihren vorherrschenden Bestandtheil ausmacht. Die so berechneten sp. Gewichte für die von mir oben beschriebene 2. Gruppe betragen für II 2,29, III 2,70, IV 2,30 und V 2,82 und zwar sind II und IV nahezu gleich; das hohe sp. Gew. von III und V dagegen erklärt sich leicht durch die Beimengung von Eisenoxyd. Ebenso ergibt sich das sp. Gew. für die erdigen Varietäten für VI 2,93 und für VIII 2,89, im Mittel 2,91; also ist das sp. Gew. der Asche in diesen Varietäten höher als in den vorhergehenden, bedingt durch den verhältnissmässig grossen Gehalt an Eisenoxyd. Für die Thonschiefervarietäten beträgt das sp. Gew. der Asche für IX 2,76, für X 2,65 oder im Mittel 2,70. Die Farbe der Asche im Schiefer X ist vollkommen weiss. Nimmt man mit NAUMANN (Elemente der Mineralogie 1877, p. 655) das sp. Gew. des Kaolins zu 2,2 an, so beträgt das sp. Gew. des wasserfreien 2,72, welche Zahl manchen hier berechneten nahe kommt. Die sp. Gewichte der Aschen sowohl des Thonschiefers X, als auch der von mir zur 2. Gruppe gerechneten Varietäten wird höchstwahrscheinlich durch die Anwesenheit des Quarzes etwas erniedrigt.

<sup>11</sup> Gornyi Journal. 1877, October, pag. 117.

<sup>12</sup> Ebend. 1878, Juli, pag. 64, 65, 69 u. s. w.

<sup>13</sup> Ebend.

Gestalt von Einlagerungen, Adern, unregelmässigen Concretionen und Einsprenglingen vor, welche aus Thonschiefer, Dolomit, der erdigen (wahrscheinlich der sog. schwarzen Olonezer Erde, Analyse VI und VIII) und glänzenden Varietät und endlich Pyrit bestehen. Auf diese Schicht (No. II, III, IV und V) folgt ein kieseliger Thonschiefer auf einer Lage dunkelgrauen, krystallinisch-körnigen Dolomits ruhend. Die Sohle dieser Schicht wird theils von Dolomit, theils stellenweise von Thonschiefer gebildet. Die glänzende Varietät kommt gleichfalls im Thonschiefer und Dolomit in dünnen Lagen vor.

Die eigenthümliche Zusammensetzung und die dadurch bedingten Eigenschaften unserer Kohle bieten so viel Besonderes dar, dass wir uns genöthigt sehen, dieselbe aus der Gruppe der Anthracite auszuscheiden und das um so mehr, als wir unter Anthracit, Steinkohlen u. s. w. die wahren mineralischen Brennmateriale verstehen, unsere Kohle dagegen beim Verbrennen so eigenthümlich sich verhält, dass ihre Anwendung als Brennmaterial nur unter denselben Umständen möglich sein wird, unter welchen die Anwendung mancher Graphitvarietäten zu demselben Zwecke würde stattfinden können.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [1880](#)

Autor(en)/Author(s): Inostranzeff A. v.

Artikel/Article: [Ein neues, äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe; 97-124](#)