

DET KONGELIGE DEPARTEMENT
FOR HANDEL, SJØFART, INDUSTRI, HÅNDVERK OG FISKERI

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER

LEDER: ADOLF HOEL

SKRIFTER OM SVALBARD OG ISHAVET

Nr. 17

GUNNAR HORN

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS
DER KOHLE VON SVALBARD

(SPITZBERGEN UND DER BÄRENINSEL)



OSLO
I KOMMISJON HOS JACOB DYBWAD
1928

Results of the Norwegian expeditions to Svalbard 1906—1926 published in other series. (See Nr. 1 of this series.)

The results of the Prince of Monaco's expeditions (Mission Isachsen) in 1906 and 1907 were published under the title of 'Exploration du Nord-Ouest du Spitzberg entreprise sous les auspices de S. A. S. le Prince de Monaco par la Mission Isachsen', in *Résultats des Campagnes scientifiques*, Albert Ier, Prince de Monaco, Fasc. XL—XLIV. Monaco.

ISACHSEN, GUNNAR, Première Partie. Récit de voyage. Fasc. XL. 1912. Fr. 120.00.

ISACHSEN, GUNNAR et ADOLF HOEL, Deuxième Partie. Description du champ d'opération. Fasc. XLI. 1913. Fr. 80.00.

HOEL, ADOLF, Troisième Partie. Géologie. Fasc. XLII. 1914. Fr. 100.00.

SCHETELIC, JAKOB, Quatrième Partie. Les formations primitives. Fasc. LXIII. 1912. Fr. 16.00.

RESVOLL HOLMSEN, HANNA, Cinquième Partie. Observations botaniques. Fasc. XLIV. 1913. Fr. 40.00.

A considerable part of the results of the ISACHSEN expeditions in 1909 and 1910 has been published in *Videnskapselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse. Kristiania (Oslo)*.

ISACHSEN, GUNNAR, Rapport sur l'Expédition Isachsen au Spitzberg. 1912, No. 15. Kr. 5,40.

ALEXANDER, ANTON, Observations astronomiques. 1911, No. 19. Kr. 0,40.

GRAARUD, AAGE, Observations météorologiques. 1913, No. 1. Kr. 2,40.

HELLAND-HANSEN, BJØRN and FRIDTJOF NANSEN, The sea west of Spitzbergen. 1912, No. 12. Kr. 3,60.

ISACHSEN, GUNNAR, The hydrographic observations. 1912, No. 14. Kr. 4,20.

HOEL, A. et O. HOLTEDAHL, Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie Wood au Spitzberg. 1911, No. 8. Kr. 4,00.

GOLDSCHMIDT, V. M., Petrographische Untersuchung einiger Eruptivgesteine von Nord-westspitzbergen. 1911, No. 9. Kr. 0,80.

BACKLUND, H., Über einige Olivinknollen aus der Lava von Wood-Bay, Spitzbergen. 1911, No. 16. Kr. 0,60.

HOLTEDAHL, OLAF, Zur Kenntnis der Karbonablagerungen des westlichen Spitzbergens. I. Eine Fauna der Moskauer Stufe. 1911, No. 10. Kr. 3,00. II. Allgemeine stratigraphische und tektonische Beobachtungen. 1912, No. 23. Kr. 5,00.

HOEL, ADOLF, Observations sur la vitesse d'écoulement et sur l'ablation du Glacier Lilliehöök au Spitzberg 1907—1912. 1916, No. 4. Kr. 2,20.

VEGARD, L., L'influence du sol sur la glaciation au Spitzberg. 1912, No. 3. Kr. 0,40.

ISACHSEN, GUNNAR, Travaux topographiques. 1915, No. 7. Kr. 10,00.

GUNNAR ISACHSEN has also published: Green Harbour, in *Norsk Geogr. Selsk. Aarb.*, Kristiania, 1912—13, Green Harbour, Spitzbergen, in *Scot. geogr. Mag.*, Edinburgh, 1915, and, Spitzbergen: Notes to accompany map, in *Geogr. Journ.*, London, 1915.

All the above publications have been collected into two volumes as *Expédition Isachsen au Spitzberg 1909—1910. Résultats scientifiques. I, II. Christiania 1916*.

As the result of the expeditions of ADOLF HOEL and ARVE STAXRUD 1911—1914 the following memoir has been published in *Videnskapselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse*.

HOEL, ADOLF, Nouvelles observations sur le district volcanique du Spitzberg du Nord. 1914, No. 9. Kr. 2,50.

The following topographical maps have been published separately:

Bjørnøya (Bear Island). Oslo 1925. Scale 1 : 25 000. Kr. 10,00.

Bjørnøya (Bear Island). Oslo 1925. Scale 1 : 10 000. (In six sheets.) Kr. 30,00.

A preliminary edition of topographical maps on the scale of 1 : 50 000 covering the regions around Ice Fjord and Bell Sound, together with the map of Bear Island, scale 1 : 25 000, is published in:

Svalbard Commissioner [Kristian Sindballe], Report concerning the claims to land in Svalbard. Part I A, Text; I B, Maps; II A, Text; II B, Maps. Copenhagen and Oslo 1927. Kr. 150,00.

DET KONGELIGE DEPARTEMENT
FOR HANDEL, SJØFART, INDUSTRI, HÅNDVERK OG FISKERI

NORGES SVALBARD- OG ISHAVS-UNDERSØKELSER

LEDER: ADOLF HOEL

SKRIFTER OM SVALBARD OG ISHAVET

Nr. 17

GUNNAR HORN

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS
DER KOHLE VON SVALBARD

(SPITZBERGEN UND DER BÄRENINSEL)

MIT 5 TEXTABBILDUNGEN UND 5 TAFELN



OSLO
I KOMMISJON HOS JACOB DYBWAD
1928

A. W. BØGGERS BOKTRYKKERI AS

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	5
I. Geologische Übersicht.....	7
II. Petrographie der Kohlen.....	9
Einleitung	9
a. Die kohlenpetrographische Nomenklatur	9
b. Untersuchungsmethoden	12
A. Die Bäreninsel	13
1. Devon	14
2. Kulm.....	19
B. Spitzbergen	20
1. Kulm.....	20
Camp Miller	20
Pyramidenberg	21
2. Untere Kreide	22
Kap Boheman	22
Advent Bay	23
3. Tertiär	24
a. Kohlen im unteren Teile des Tertiärs (große Zentralmulde) ...	24
Green Harbour.....	24
Camp Morton	26
Grumant City	26
Advent Bay	27
Hiorthhafen	32
Hedgehogberg.....	33
b. Andere Kohlenfelder	35
Kap Lyell	35
Aavatsmark Gletscher	36
Kings Bay	37
c. Kohlen im oberen Teile des Tertiärs	43
Brongniartberg.....	43
III. Graphische Darstellung der Zusammensetzung der Kohle	44
IV. Die Entstehung der Tertiärkohle.....	47
V. Über das optische Verhalten der Kohle	51
VI. Bergbauliches und Wirtschaftliches	54
VII. Zusammenfassung.....	56
VIII. Literatur	59

Vorwort.

Die vorliegende Untersuchung über die Svalbard-Kohlen ist auf Veranlassung des Herrn Dozent ADOLF HOEL, des Leiters der „Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelser“ in Oslo, ausgeführt worden. Auf Svalbard findet man Kohle in verschiedenen Formationen, auf der Bäreninsel im Devon, auf Spitzbergen im Karbon, in der Kreide- und besonders der Tertiärformation. Eine petrographische Untersuchung dieser Kohlen erschien wünschenswert, nachdem man den geologischen Verhältnissen eine ziemlich eingehende Beachtung geschenkt hatte. Auch für die rein praktische Verwertung der Kohlen versprach eine solche Bearbeitung wertvolle Aufschlüsse. Der größte Teil der Kohlenproben wurden von Teilnehmern der staatlichen Expedition nach Svalbard genommen. Einige Proben habe ich in den Jahren 1917—19 während eines Aufenthaltes auf Spitzbergen als Grubeningenieur selbst gesammelt.

Die Direktion der „A/S Norsk Varekrigsforsikrings Fond“ in Oslo hat mir im Herbst 1926 Mittel zur Ausführung dieser Arbeit zur Verfügung gestellt, wofür ich hier meinen besten Dank aussprechen möchte. Die Untersuchungen sind im Winter 1927/28 in der Paläobotanischen Abteilung der Preussischen Geologischen Landesanstalt in Berlin ausgeführt worden, dessen Leiter, Herr Prof. Dr. W. GOTHAN, mir in jeder Weise das größte Entgegenkommen gezeigt hat. Für die praktische Einführung in die Kohlenpetrographie möchte ich Herrn Dr.-Ing. H. BODE an dieser Stelle herzlichst danken.

Die vorliegende Arbeit will keine erschöpfende Darstellung der Petrographie der Svalbard-Kohlen geben. Dazu ist das Material nicht hinreichend und vollständig genug. Später hoffe ich doch Gelegenheit zu haben, eine eingehendere petrographische Bearbeitung der Kohlen aus den verschiedenen Revieren vorzunehmen.

Juni 1928.

G. H.

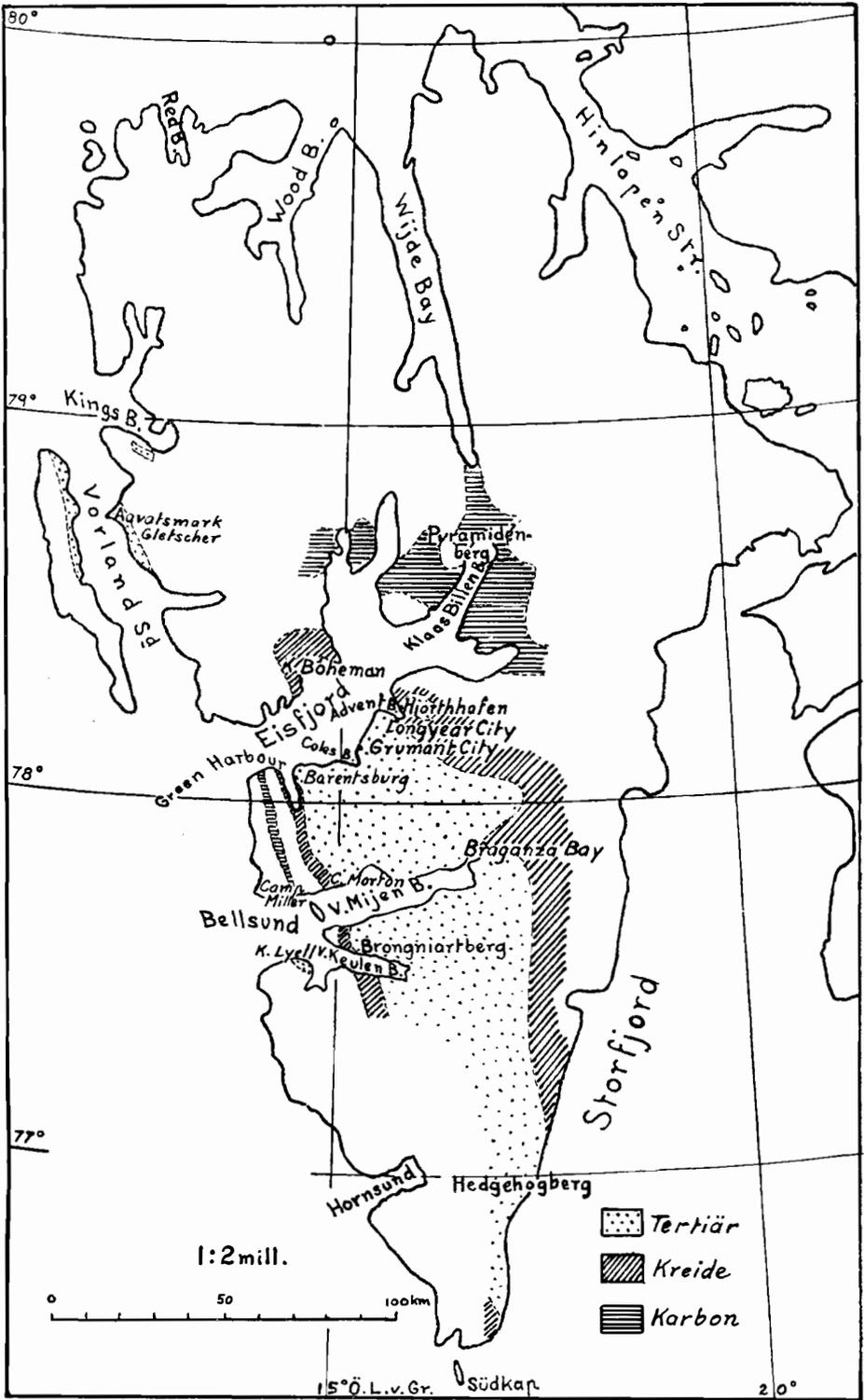


Abb. 1. Die Ausbreitung der kohlenführenden Formationen auf Spitzbergen.
 Wesentlich nach HOEL (1925).

I. Geologische Übersicht.

Es gibt eine ganze Reihe von Arbeiten, welche die Geologie Spitzbergens behandeln. Eine zusammenhängende Darstellung ist von NATHORST (1910) verfaßt worden, eine andere hat HOEL (1925) unter besonderer Berücksichtigung der Kohlenlagerstätten herausgegeben.

Die ältesten Gesteine auf Spitzbergen findet man in der „Hecla-Hoek“-Formation, die aus sehr stark regionalmetamorph umgewandelten kambrisch-silurischen Gesteinen besteht. Im Norden Spitzbergens folgen dann, diskordant auf die Hecla-Hoek-Formation aufgelagert, kontinentale downtonische und devonische Schichten, hauptsächlich rote und grüne Sandsteine, Konglomerate und Schiefer; insgesamt hat diese Schichtengruppe eine Mächtigkeit von ca. 10000 m.

Auf der Devonformation liegen Sedimente der Karbonformation, die als eine kontinentale untere Abteilung (Kulm) und einen marinen oberen Teil entwickelt sind. Östlich vom Eisfjord und in dem Gebiet zwischen letzterem und Bellsund ruht Kulm direkt auf dem Hecla-Hoek. Der Kulm besteht aus Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefen und enthält in seinem unteren Teil auch einige Kohlenflöze. Die ganze Ablagerung stellt eine typische Flachsee-Facies dar, die auch Süßwasserablagerungen enthält und deren Mächtigkeit etwa 1000 m beträgt. Auf den Kulm folgen im Kings Bay-Gebiet mittelkarbonische Schichten; im übrigen sind ihm oberkarbonische marine Kalkgesteine (Cyathophyllum- und Spiriferenkalk) in einer Mächtigkeit von 500—600 m aufgelagert. An einzelnen Stellen kommen auch mächtige Gipsschichten in dieser Formation vor. Das Karbon ist hauptsächlich an den inneren Verzweigungen des Eisfjords und in einem schmalen Gürtel an der Westküste südlich vom Eisfjord vorhanden. Auf die Karbonformation folgen permokarbonische Schichten (370 m), aus Kalksteinen und productusführenden Kieselgesteinen bestehend; dann weiter marine permische Schichten (ca. 300 m), Tonschiefer und Sandsteine. Darüber liegt die Triasformation, welche 300—700 m mächtig ist und in ihrem unteren Teile aus schwarzem marinen Schiefer und im oberen Teile aus Sandsteinen, Schiefen und Kalksteinen besteht. Die Juraformation (Kellaway—Portlandien) enthält hauptsächlich Schiefer und Kalksteine und ist über 300 m mächtig. Hierauf folgt die Kreideformation (Valangi-

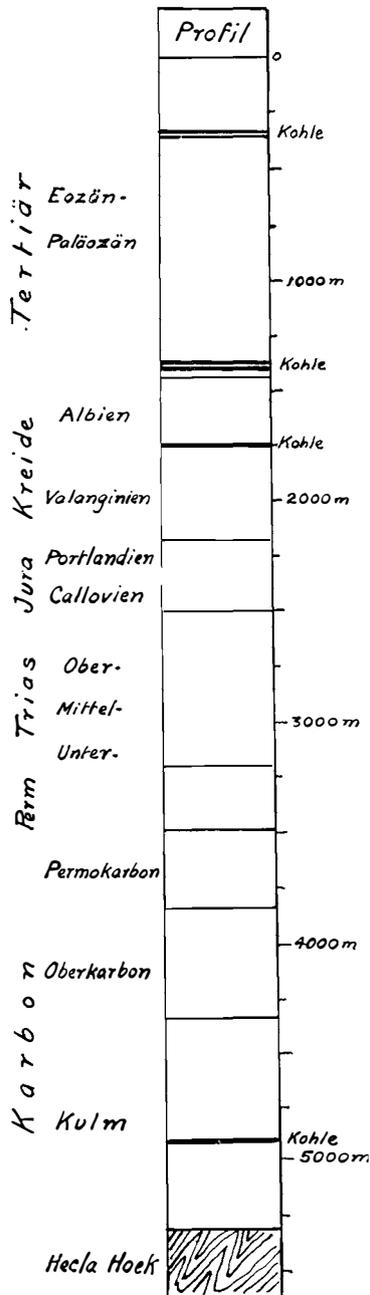


Abb. 2. Profil der Schichten zwischen dem Eisfjord und Van Mijen Bay, Spitzbergen.
Nach HOEL (1925).

nien—Albien). Sie besteht aus Tonschiefern, Mergeln und Sandsteinen und weist eine Mächtigkeit von 700 m auf. Ungefähr in der Mitte dieser Schichtenreihe befindet sich ein Kohlenflöz, das man überall antrifft, wo dieser Horizont ausgebildet ist. Über der Kreideformation liegt mit schwacher Diskordanz die Tertiärformation, die das größte Interesse beansprucht, da sie die wichtigsten und ausgedehntesten Kohlenablagerungen enthält. Ihre Mächtigkeit beträgt 1400 m und ihr Alter ist nach der neueren Auffassung Paleozän—Eozän und nicht Miozän, wie man früher glaubte. Diese kohlenführenden Tertiärschichten bedecken zusammenhängend ein großes Gebiet vom Eisfjord bis zum Storfjord an der Ostküste Spitzbergens (Textabb. 1). Außerdem gibt es noch an anderen Stellen auf Spitzbergen kleinere isolierte Tertiärgebiete.

NATHORST teilt die Tertiärformation südlich vom Eisfjord in sechs Hauptgruppen ein:

1. *Unterste helle Sandsteinzone*: An der unteren Grenze dieser Sandsteinreihe finden sich mehrere Kohlenflöze. Pflanzenfossilien kommen häufiger vor. In dem Sandstein über dem Kohlenhorizont hat man an verschiedenen Stellen marine Muscheln gefunden.
2. *Untere dunkle Schieferzone*: Schwarzgrauer Schiefer in einer Mächtigkeit von 60—90 m.
3. *Grüne Sandsteinzone*: HOEL (1925) hat diese drei Reihen in eine Gruppe zusammengefaßt: Untere Sandsteinreihe mit einer Mächtigkeit von 620 m. Hierauf folgt
4. *Obere schwarze Schieferzone*: Diese entspricht der mittleren Schieferreihe bei HOEL. Die Mächtigkeit beträgt 300 m. Dann kommt
5. *Plattschiefrige Sandsteinzone*: Im unteren Teil sind zwischen den

Sandschichten abwechselnd Schieferschichten der vorigen Schichtenfolge gelagert. In dem Sandstein sind marine Muscheln gefunden worden;

es ist dies also ein oberer, muschelführender Horizont. 6. *Oberste pflanzenführende Sandsteinzone*: Heller Sandstein, dazwischen Schiefer und dünne Kohlenflöze. Die beiden letzten Abteilungen faßt HOEL zu der „Oberen Sandsteinreihe“ zusammen mit einer Mächtigkeit von 500 m. Die gesamte Mächtigkeit der Tertiärformation beträgt also ca. 1 400 m.

An einigen Stellen trifft man prätertiäre Diabasgänge, an anderen wiederum Decken aus basaltischer Lava. Westlich von der Wood Bay hat man ein paar kleinere quartäre Vulkane gefunden. Die Ablagerungen der Quartärperiode bestehen aus Gletschern, Moränen, marinen Terrassen und Strandablagerungen. Einen schematischen Querschnitt durch die sedimentären Schichten stellt die Textabb. 2 dar (nach HOEL 1925, mit einigen Abänderungen von A. K. ORVIN). Textabb. 1 zeigt die Ausbreitung der kohlenführenden Formationen (nach HOEL a. a. O.).

Durch die kaledonische Gebirgsbildung wurden die Gesteine der Hecla-Hoek-Formation gefaltet und metamorph umgewandelt. Das Streichen der Falten ist NNW. In karbonischer Zeit waren auch tektonische Kräfte tätig. In tertiärer Zeit fand eine neue Faltung statt, die die große NNW—SSO streichende Tertiärmulde bildete. Besonders an der Westküste sind die Schichten stark gefaltet. Hier haben sich auch große Verwerfungen gebildet.

Auf der Bäreninsel hat man im südlichen Teil Gesteine, die zu der Hecla-Hoek-Formation gehören. Auf diese folgen diskordant die kohlenführende Oberdevon- und Kulm-Formation, die hauptsächlich in dem zentralen und nordöstlichen Teil der Insel verbreitet sind. Im Westen sind diese Formationen von mittel- und oberkarbonischen Schichten bedeckt und liegen unter dem Meeresspiegel. Im Miseryberg treten auch triadische Gesteine auf. Die Hecla-Hoek-Gesteine sind, wie auf Spitzbergen, von kaledonischen gebirgsbildenden Kräften zusammengeschoben, aber hier nur schwach metamorph umgewandelt worden. In oberkarbonischer Zeit wurden auch die paläozoischen Schichten gefaltet und verworfen, so daß sich eine breite, in nordsüdlicher Richtung verlaufende Antiklinale bildete.

II. Petrographie der Kohlen.

Einleitung.

a. Die kohlenpetrographische Nomenklatur.

Eine Übersicht über die Entwicklung der Kohlenpetrographie, ihre Probleme und Untersuchungsmethoden ist von R. POTONIÉ (1924) und STACH (1928) gegeben worden. Hier soll deshalb nur auf einige Nomenklaturfragen eingegangen werden. Schon seit den Zeiten von GÖPPERT und v. GÜMBEL u. a. hat man in Deutschland Glanzkohle, Mattkohle und Faserkohle (fossile Holzkohle) unterschieden, ohne jedoch ihre Eigenschaften, sofern sie nicht im Namen selbst enthalten sind, näher

zu bestimmen. Es ist das Verdienst von MARIE STOPES (1919), zum erstenmal eine Definition dieser Begriffe gegeben und eine wissenschaftlich begründete Nomenklatur der Bestandteile eingeführt zu haben, aus welchen die verschiedenen Kohlen auf Grund mikroskopischer Untersuchungen bestehen. Frau STOPES unterscheidet folgende Bestandteile:

Fusain: matt und spröde, etwas pulverartig. Fossile Holzkohle.

Durain: matt und hart. Untergeordnet finden sich kleine Streifen und Fetzen von glänzender Kohle eingesprengt.

Clarain: glänzend. Untrennbar von Clarain ist eine feine Streifung. Gewöhnlich sind dem Clarain dünne Durainstreifen eingelagert.

Vitrain: hochglänzend. Bruch muschelrig; schichtungslos.

Dem Fusain entspricht die Faserkohle, dem Durain und einem Teil des Clarains die Mattkohle, dem Clarain (teilweise) und Vitrain die Glanzkohle.

WHITE und THIESSEN stellten 1913 die Vermutung auf, daß die hochglänzenden Kohlenstreifen aus Holz gebildet seien. Anthraxylon nennt THIESSEN diese, wenigstens größtenteils ursprünglich holzigen Bestandteile und Stücke, welche allermeist in glänzende strukturlose homogene Kohle umgewandelt sind, also auch von gleichartigem Urmaterial abstammen. Im Gegensatz dazu steht der Attritus bei THIESSEN (1926), ein sehr inhomogener, konglomeratartiger Stoff, eine Zusammenhäufung von Pflanzenteilen aller Art: Holz, Sporen, Pollen, Cuticulen, Harzkörpern usw. in einer Grundmasse aus fein zerriebenem pflanzlichem Material. Die einzelnen Bestandteile können in verschiedensten Verhältnissen auftreten. Die aus Holz entstandenen Stoffe („woody degradation matter“) bilden oft den Hauptbestandteil. Dadurch entstehen Übergänge zum Anthraxylon. Unter „humic degradation matter“ versteht THIESSEN die fein zerriebene Masse, die hauptsächlich aus nicht holzigen Teilen besteht. Sie ist jedoch nicht immer leicht von der „woody degradation matter“ zu unterscheiden. Aus obigen Angaben wird man erkennen, daß sich die Bezeichnungen von Frau STOPES auf lithologische Unterschiede gründen, während diejenigen von THIESSEN auf botanischer Grundlage gebildet sind. SEYLER (1926) hat einen Vergleich zwischen den beiden Systemen angestellt, wonach Anthraxylon dem Vitrain und teilweise dem Clarain entspricht. Attritus entspricht dem Durain und teilweise dem Clarain. Die Behauptung „All vitrain is anthraxylon“ ist sicher nicht richtig, da Vitrain zum Teil kolloidale Humusniederschläge darstellt.

JEFFREY (1914) hat die Bezeichnungen Lignitoid und Canneloid für die glänzenden und matten Streifen der Kohle vorgeschlagen. Diese entsprechen ungefähr den Thiessenschen Bezeichnungen Anthraxylon und Attritus.

DUPARQUE hat in einer Reihe von Arbeiten (1926/27) die Bestandteile der Kohlen behandelt. Nach Ansicht dieses Verfassers kann man mikroskopisch zwei Hauptbestandteile unterscheiden:

1) „corps figurés“, die in einer Grundmasse

2) „pâte“ liegen. Letztere soll kolloidal sein und wird „substance fondamentale“ genannt. Unter den „corps figurés“ kommen Harzkörper („corps résineux“), Cuticulen, Sporen, Algen und auch Holzgewebe vor. Die letzteren, „tissus lignifiés“, umfassen Fusain, Xylain (mit Holzstruktur) und Xylovitrain, das vollständig strukturlos ist.

Der Einteilung von Frau STOPES folgend, unterscheidet er mikroskopisch Fusain, Durain, Clarain und Vitrain. Fusain besteht ausschließlich aus „tissus lignifiés“, und zwar verkohlt (matt). Durain hat hauptsächlich Sporen (aber auch Holzgewebe, Harzkörper und Cuticulen) in einer Grundmasse von „substance fondamentale“ mit vielen Überresten von „tissus lignifiés“. Vitrain besteht ausschließlich aus der „substance fondamentale“. Wie man die beiden homogenen und strukturlosen Xylovitrain und Vitrain unterscheiden soll, ist nicht ganz klar.

In dem kohlenpetrographischen Laboratorium der Preuß. Geol. Landesanstalt benutzt man eine Nomenklatur, die viel praktischer und leichter anwendbar ist als die oben genannten. Man unterscheidet nur Fusit, Vitrit und Durit.¹ Fusit entspricht der fossilen Holzkohle. Vitrit ist inkohltes Holz mit oder ohne Struktur, zum Teil wohl auch kolloidale Humusniederschläge (foss. Dopplerit). Immer stark glänzend.

Als Euvitrit wird vollständig strukturloser Vitrit bezeichnet, gleichgültig welcher Herkunft er ist und ob er ursprünglich strukturlos war oder nicht. Als Provitririte werden diejenigen Vitrite bezeichnet, die noch pflanzliche Strukturen erkennen lassen. Spezielle, noch gut erkennbare Strukturen können durch Zusätze, wie Provitrir mit holziger, korrigierter Struktur, bezeichnet werden.

Aus dem Durit wird mit dem Fortschreiten der Inkohlung eine glänzende, daher wohl selten ganz homogene Kohle, die als Metadurit zu bezeichnen ist. Die duritische Herkunft bleibt in vielen Fällen an den mehr oder weniger zahlreichen Fusiteinsprenglingen erkennbar (BODE 1928 b).

Durit bildet die matten Teile der Kohlen und ist ein Konglomerat der verschiedensten Bestandteile: Vitrit, Fusit, Sporen, Pollen, Cuticulen, Harzkörper, in einer Grundmasse bestehend aus einer fein zerriebenen, zum Teil wohl auch kolloidalen Substanz. Je nachdem, welcher Gemengteil überwiegt, kann man von einem vitritischen, Sporen- oder Cuticulen-Durit sprechen. Gewöhnlich ist der Durit matt, aber bei fortschreitender Inkohlung wird er immer glänzender und schwerer vom Vitrit zu unterscheiden; er wird „vitritisch“. Vitrit entspricht dem Stopeschen Vitrain und teilweise dem Clarain; Durit entspricht dem Stopeschen

¹ An Stelle der Stopeschen Ausdrücke Fusain, Vitrain, Clarain und Durain werden nach POTONIE (1924, S. 33) die Bezeichnungen Fusit, Vitrit, Clarit und Durit angewendet.

Durain und einem Teil des Clarain. Bei STOPES ist also der Clarain nicht einheitlich. Es soll hier bemerkt werden, daß die drei Bestandteile nicht von der gleichen Größenordnung sind. Fusit und Vitrit bezeichnen Kohlenbestandteile, die einheitliche Körper sind, während Durit eine heterogene konglomeratartige Masse ist, die größtenteils auch \pm Vitrit und Fusit enthält. Diese drei Bestandteile entsprechen ungefähr den alten Bezeichnungen: Faserkohle, Glanzkohle und Mattkohle. Während jedoch diese ursprünglichen Begriffe nur die rein makroskopischen Unterschiede ausdrücken, sind durch die moderne Dreiteilung Bestandteile charakterisiert, die sowohl strukturell als auch genetisch durchaus verschieden und mikroskopisch meistens leicht kenntlich sind.

b. Untersuchungsmethoden.

Von allen von mir untersuchten Proben sind Anschliffe gemacht worden für mikroskopische Untersuchungen im auffallenden Licht, und Dünnschliffe für Untersuchungen bei durchfallendem Licht. Außerdem sind die meisten Proben mit einem Gemisch von Salpetersäure und Kaliumchlorat (SCHULZES Gemisch) mazeriert worden. Die Herstellung von Anschliffen und Dünnschliffen sowie das Mazerationsverfahren sind bei R. POTONIE und STACH eingehend beschrieben worden. Es soll hier nur erwähnt werden, daß sich bei der Herstellung von tektonisch stark beanspruchten Kohlenarten sowie von anderen bröcklichen Kohlen das von BODE empfohlene Einkochen in Paraffin vor dem Schleifen sehr gut bewährt hat.

Bei der Steinkohlenmazeration nimmt man zur Herstellung des SCHULZE'schen Gemisches am besten Salpetersäure von der Dichte 1,4. Für 1 g Kohle braucht man gewöhnlich 20 ccm HNO_3 und 3—4 g KClO_3 .

Was die Vor- und Nachteile der verschiedenen Untersuchungsmethoden anbelangt, so ist folgendes zu bemerken: Der Anschliff hat den großen Vorteil, daß er leicht und schnell hergestellt werden kann, und daß alle Kohlensorten sich gut dafür eignen. Da die Anschliffe ziemlich groß sein können (5—10 cm^2), erhält man einen vorzüglichen Überblick über die Verteilung der verschiedenen Bestandteile und ein gutes Bild der strukturellen Verhältnisse. Viele Strukturen treten im Anschliff ausgezeichnet hervor. Man ist beim Anschliff auch nicht so sehr dem Zufall ausgesetzt wie beim Dünnschliff, der in den meisten Fällen nicht größer als 2—3 cm^2 ist. Man kann aber auch größere Dünnschliffe herstellen. So konnte ich z. B. bei J. R. LOMAX (The Lancashire and Cheshire Coal Research Association, Bolton) Dünnschliffe bis zu 12 cm^2 anfertigen lassen. Solche große Dünnschliffe sind jedoch ziemlich teuer und nicht unbedingt notwendig, wenn man einen Anschliff hat. Es ist jedoch meistens unbedingt erforderlich, außer dem Anschliff

auch einen Dünnschliff zu haben, da man sonst kein ganz zuverlässiges Bild von den Bestandteilen und der Struktur der Kohlen erhält. Verschiedene mineralische Bestandteile sind im Anschliff meist schwer zu identifizieren, während sie im Dünnschliff durch die gewöhnlichen Methoden (polarisiertes Licht usw.) bestimmt werden können. Wenn man nur Anschliffe benutzt, können außerdem alle möglichen Mißverständnisse vorkommen. Umgekehrt ist ein Dünnschliff allein auch nicht ausreichend.

Das dritte Untersuchungsverfahren, die Mazerationsmethode, ist eine notwendige Ergänzung der beiden vorigen. Man bekommt dadurch einen ungefähren Begriff von dem Verhältnis der humitischen Substanz zu den anderen Bestandteilen, die man unter dem Namen Bitumenkörper (Harze, Sporen, Cuticulen usw.) zusammengefaßt hat. Einige mineralische Bestandteile findet man ebenfalls in dem Rückstand der Mazeration (z. B. Quarz und Glimmer).

Im allgemeinen kann man sagen, daß eine kohlenpetrographische Untersuchung erst dann vollständig und ganz zufriedenstellend durchgeführt ist, wenn alle Methoden angewandt worden sind. Zu diesen petrographischen Methoden tritt dann noch die chemische Analyse und die Aschenanalyse. Bei der Untersuchung ganz unbekannter Kohlen sollten immer Versuche mit Kalilauge und Salpetersäure gemacht und die Farbe der Kohle mit einer Strichtafel geprüft werden zwecks Unterscheidung von Braunkohle und Steinkohle (GOTHAN, PIETZSCH und PETRASCHECK 1927).

Wenn man dann die verschiedenen Beobachtungen zusammenstellt und miteinander vergleicht, wird man fast immer zu einem befriedigenden Ergebnis gelangen.

A. Die Bäreninsel.

Die Kohlenlager der Bäreninsel sind in neuerer Zeit von HORN und ORVIN (1928) untersucht worden. Die Kohlen kommen in der Devon- und Kulmformation vor. Es gibt drei Kohlenhorizonte mit einem oder mehreren Flözen. Wir haben, von unten gerechnet, in der Devonformation (und zwar Oberdevon) die Misery- und die Tunheimflöze. Die ersteren sind im allgemeinen dünn und unrein, es sind 10—12. Die Tunheimflöze sind drei an der Zahl; von diesen hat nur das untere Bedeutung; es wurde in den Jahren 1916—1925 bei Tunheim abgebaut. Das oberste Kohlenniveau mit einem Flöz gehört zur Kulmformation. Das Flöz ist dünn und unregelmäßig und ohne irgendeinen praktischen Wert.

Die devonischen Kohlen der Bäreninsel sind wohl die ältesten bis jetzt bekannten echten Steinkohlen der Erde. Sie sind um so interes-

santer, als sie Fettkohlen¹ enthalten. Es handelt sich hier um echte Flözbildungen. Auf die geologischen Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in der oben erwähnten Arbeit von HORN und ORVIN.

1. Devon.

Miseryflöze. Die Kohlen dieser Flöze enthalten in Reinsubstanz ca. 22 % flüchtige Bestandteile. Eine Elementaranalyse ergab folgendes (GRAM 1923, S. 12—13):

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Disponibel	Gebunden	Zus.
84,6	5,3	10,1	47,75	14,90	62,65

Ich habe mit einer Probe der Miserykohle von Aufschluß F24 eine Koksprobe vorgenommen. Die Kohle (1g) enthielt 17 % fl. Bestandteile und gab einen Koks, der so stark gebläht war, daß er den ganzen Tiegel (7 ccm) ausfüllte. Er war nur gebläht und gar nicht geschmolzen. Die Kohle ist deutlich gestreift und ziemlich glänzend mit einzelnen noch stärker glänzenden Streifen. Sie ist von senkrecht aufeinander stehenden Schichten durchsetzt, weshalb sie leicht in Würfel zerfällt. Im Anschliff erkennt man eine Wechselschichtung von Durit und Vitrit (Taf. I, Abb. 1). Dazu kommt noch ziemlich viel Fusit, der z.T. mit Schwefelkies imprägniert ist. Bei einer längeren Mazeration und anschließender Behandlung mit Ammoniak (25 %) wird fast alles aufgelöst. Der sehr geringe Rückstand besteht fast ausschließlich aus Quarz, etwas Glimmer und Fusit. Ein paar Epidermalnetzen und einige fragile Bitumenkörper wurden als Seltenheiten gefunden.

¹ Die Bezeichnungen Mager-, Fett-, Gas- und Gasflammkohle schließen sich an die Bezeichnung der gleichartigen Kohlen Deutschlands an (Ruhrrevier etc.):

Bezeichnung	Prozent C	Prozent fl. Best.	Koks
Gasflammkohle	78—80	37—45	Gesintert bis pulverig
Gaskohle	80—85	33—37	Schwach gebacken, schwärzlich
Fett- od. Kokskohle.	85—90	20—33	Gut gebläht, fest und silberglänzend
Magerkohle	90—98	5—20	Pulverförmig bis gesintert

Der Wasserstoffgehalt beträgt bei allen Kohlenarten ungefähr 5 %, und der Gehalt an Sauerstoff + Stickstoff bei den Magerkohlen 4—5 %, bei den Gasflammkohlen ca. 15 %. Die Zahlen beziehen sich alle auf Reinkohle.

Tunheimflöze. Von diesen hat nur das unterste Bedeutung, von dem auch alle Proben, die gesammelt worden sind, stammen. Von Kohlen aus diesem Flöz haben wir eine Reihe von Analysen (GRAM 1923; HORN und ORVIN 1928). Danach haben sie folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

Feuchtigkeit	0,70 0/0	Reinkohle
Asche	14,00 -	
Koks	80,45 -	77,78 0/0
Flüchtige Bestandteile	18,85 -	22,22 -
Schwefel	1,0 0/0	
Oberer Heizwert.....	7280 WE	8519 WE
Unterer „	7030 -	8256 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O + N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
87,3	4,8	7,9	40,88	10,62	51,50

Eine Koksprobe wurde mit einer Kohlenprobe der C-Grube vorgenommen. Sie ergab 18 0/0 fl. Best. und einen Koks, der so stark gebläht war, daß er den ganzen Tiegel füllte. Der Koks schien gar nicht oder nur wenig geschmolzen zu sein, nur gebläht. Eine ähnliche Probe wurde mit Kohlen aus dem gleichen Flöz vorgenommen, die in einem Gesenk (A25) ungefähr 800 m von der Grube gelegen waren. Sie hatten das gleiche Aussehen wie die vorhergehenden. Man fand ungefähr denselben Prozentsatz an fl. Best. (20 0/0), aber einen ganz anders gearteten Koks; er war gut gesintert und zeigte keine Blähung. Diese beiden Kohlensorten wurden nun in verschiedenem Verhältnis gemischt; dadurch erhielt man verschiedene Koksarten, teils stärker gebläht, teils besser gesintert, je nachdem ob die eine oder die andere Kohlensorte in der Mischung überwog. Nimmt man 25 0/0 von den Kohlen, die einen geblähten Koks geben, und 75 0/0 von den anderen Kohlen, so erhält man einen gut geblähten und festen Koks. Nach GRAM (1919) geben die Kohlen der Bäreninsel (womit Kohlen aus diesem Flöz gemeint sind) einen guten Koks, und „sie sind daher vorzugsweise anwendbar, wo Koks als Hauptprodukt oder raucharme Bunkerkohle gewünscht ist.“ Jede der beiden Proben dieser Kohlen für sich geben jedoch einen ganz unbrauchbaren Koks, während man bei einer geeigneten Mischung einen ausgezeichneten Koks erhält. Da nun größere Proben einen guten Koks ergeben, müssen diese beiden Kohlensorten nebeneinander in der

Grube auftreten, und man muß dann beim Fördern eine Mischung dieser Sorten erhalten, die zur Koksherstellung gut geeignet ist. Man darf natürlich nicht ohne weiteres aus einer geringen Anzahl von Proben weitgehende Schlüsse ziehen; da aber das Verhalten der verschiedenen Proben bei der Verkokung so verschieden war, wollte ich nicht versäumen, dies hier zu erwähnen. Eine Untersuchung einer größeren Anzahl Proben aus den verschiedenen Teilen des Flözes würde sicher interessante Ergebnisse bringen und möglicherweise eine Erklärung dafür liefern, daß anscheinend gleichartige Kohlen einen so verschiedenen Koks geben.¹ Die besprochene Kohle ist stark glänzend und zeigt eine deutliche Streifung, die durch eine Abwechslung von mehr oder weniger glänzenden Streifen hervorgebracht ist. Linsen und Streifen aus Fusit fallen schon bei makroskopischer Untersuchung auf. Die Kohle ist von zwei Systemen von Schlechten durchsetzt, von denen das eine besonders ausgeprägt ist. Dadurch zerfallen die Kohlen leicht in parallelepipedische Stücke. Nach ihrem chemischen Verhalten und Aussehen zu urteilen, muß diese Kohle ebenso wie die Miserykohle als „Fettkohle“ oder nach der amerikanischen Nomenklatur als „semi-bituminous“ bezeichnet werden. Da die Kohlen sehr spröde sind, mußten die Proben erst in Paraffin eingekocht werden, um gute Anschliffe zu liefern. Betrachtet man diese, so sieht man, daß die Hauptmasse aus einem ziemlich vitritischen und glänzenden Durit besteht. In der vitritischen Grundmasse des Durits liegen kleine Fusiteilchen, Bitumenkörper, Epidermisfetzen und Aschenbestandteile. Ganz wider Erwarten findet man keine Makrosporen. Ob unter den Pteridophyten des Oberdevons (also besonders *Cyclostigma*, *Archaeopteris*, *Pseudobornia*) noch keine heterosporen Gewächse waren, oder woran dies sonst liegt, muß noch offen bleiben. Im Durit finden sich Streifen von homogenem und strukturlosem Vitrit. Charakteristisch ist das Auftreten von größeren Mengen Fusit in Linsen und Streifen (Taf. I, Abb. 2). Fusit ist ja ziemlich widerstandsfähig und wird daher immer, falls er überhaupt vorhanden ist, ein hervortretender Bestandteil der genetisch alten Kohlen sein. Es ist außerordentlich schwierig, Dünnschliffe von diesen Kohlen herzustellen, und diese zeigen nichts anderes als was man auch im Anschliff sieht: Eine Hauptmasse bestehend aus Durit und einigen Vitritstreifen und viel Fusit. Die sonst in Kohlen so häufig vorkommenden gelben Bitumenkörper scheinen hier zu fehlen oder jedenfalls nur in ganz geringen Mengen vorhanden zu sein. Nach der Mazeration bleibt ein sehr kleiner Rückstand, der viel von mineralischen Stoffen enthält: Wasserklare Splitter aus Quarz und abgerundete Körner des gleichen Minerals. Muscovit ist auch vorhanden, und zwar in wasser-

¹ Das ist durchaus kein einzig dastehendes Verhalten, da manche Kohlenflöze, z. B. Niederschlesiens u. a., im Streichen ebenfalls starke Schwankungen der Koksfähigkeit zeigen.

klaren Lamellen, z. T. gebogen. Fusit (Taf. I, Abb. 3) tritt in reicher Menge in Form von dünnen Stengeln auf, z. T. in Aggregaten, und hat zuweilen gute Zellstrukturen. Des weiteren fand man auch ein paar undeutliche Epidermisfetzen.

Es ergibt sich also, daß die Misery- und Tunheimkohlen gleichartig sind, sowohl im Aussehen als auch im Grad der Inkohlung. Wie bei geologisch so alten Kohlen zu erwarten war, ist die Inkohlung ziemlich weit vorgeschritten. Dies ist deutlich erkennbar an dem niedrigen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und dem glänzenden Aussehen der Kohlen. Auch der Durit ist glänzend geworden, während er ja bei genetisch jungen Kohlen immer matt ist; außerdem ist er auch viel homogener. Der Durit muß ursprünglich bedeutende Mengen von Epidermisstücken und Bitumenkörpern enthalten haben, die jedoch bei der Inkohlung immer unkenntlicher geworden sind und ihre chemische Zusammensetzung derart verändert haben, daß sie sich ebenso wie die humitische Masse bei der Mazeration auflösen. Der Fusit dagegen ist beständig und wird daher immer ein charakteristischer Bestandteil des Rückstandes von stark inkohlter Steinkohle sein.

Unmittelbar unter diesen glänzenden Kohlen, die bei Tunheim eine Mächtigkeit von 60—70 cm haben, tritt ein ca. 30 cm starkes Lager aus einer eigentümlich matten, graphitschwarzen, massigen Kohle auf. Der Übergang ist meistens sehr scharf; bei näherer Betrachtung sieht man jedoch, daß die matten Kohlen an ihrer oberen Grenze oft dünne Streifen und Linsen von Glanzkohle haben. Der Bruch dieser „Mattkohle“, wie die lokale Benennung lautet, ist uneben bis halbmuschelig. Sie ist ganz homogen ohne jegliche Schichtung. Ihr makroskopisches Aussehen entspricht ganz dem der Kohle, die man Pseudocannelkohle¹ nennt.

Diese Kohle enthält 0,5 % Feuchtigkeit und 13,5 % fl. Best. Der Aschengehalt ist besonders hoch, nämlich 35,5 %. In Reinkohle umgerechnet, beträgt also der Gehalt an fl. Best. ca. 21 %, d. h. ungefähr ebenso viel wie bei den gewöhnlichen devonischen Steinkohlen.

Im Anschliff sieht man, daß beim Übergang zu den gewöhnlichen Kohlen Linsen und Streifen dieser Kohle auftreten, bestehend aus einem vitritischen Durit, z. T. mit Fusit. Die Pseudocannelkohle selbst besteht ganz und gar aus Durit mit viel Asche. In diesem Durit kommen Fusitstücke vor, teilweise mit „Bogenstruktur“. Die Querwände der Zellen

¹ *Pseudocannelkohle* ist eine Sammelbezeichnung für all das, was nicht typische Cannelkohle ist, auch nicht zur Glanz-, Matt- oder Streifenkohle gerechnet werden kann. Nach den Untersuchungen von DÖHL (1923) kann eine Pseudocannelkohle verschiedenes sein: A. „Glanzkohle“ mit Ton od. ähnlicher Asche, Pyrit od. Fusit beigemischt, oder bei der die physikalische Beschaffenheit so ist, daß makroskopisch der Glanz verschwindet. B. (Eu-)Cannelkohle, die makroskopisch irgendwie von der Norm abweicht. C. Metacannelkohle, d. i. Kohle, bei der durch fortgeschrittenere Inkohlung die Eigenschaften der Cannelkohle verlorengegangen sind, wodurch das Material jetzt mehr oder weniger zu glanzkohliger Beschaffenheit neigt.

sind zerrissen und verschoben worden. Im übrigen kann man andere figurierte Pflanzenteile, wie Sporen usw., nicht mit Sicherheit feststellen. Die Struktur ist homogen, es handelt sich wahrscheinlich um ein feinkörniges Aufbereitungsprodukt einer humitischen Substanz, mit Mineralbestandteilen vermischt. Im Dünnschliff sieht man eine schwarze, undurchsichtige Masse. An einzelnen Stellen ist der Schliff so dünn, daß die sonst überall ganz schwarze Masse tiefbraun durchscheinend wird und eine körnige Struktur zeigt. Besonders charakteristisch treten im Dünnschliff viele dünne Leisten aus Muscovit hervor, die nahezu parallel angeordnet sind. Einige Quarzkörner sieht man auch. Nach der chemischen Analyse und dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung zu urteilen, scheint diese Pseudocannelkohle aus einer Kohlen-substanz zu bestehen, die im wesentlichen gleicher Natur ist wie bei den gewöhnlichen Kohlen, nur einen viel höheren Aschengehalt hat infolge der mitsedimentierten Mineralteile; über ein Drittel besteht ja aus Asche. Dieser hohe Aschengehalt scheint nicht allein das Merkmal dieser Pseudocannelkohle zu sein; auch die Struktur ist anders, nämlich körniger, als sonst der Fall ist.

Um das Entstehen dieser Kohlen zu erklären, muß man zuerst die geologischen Verhältnisse betrachten. Das Flöz, dessen unterer Teil diese Pseudocannelkohle bildet, breitet sich mit ziemlich konstanter Mächtigkeit über den nordöstlichen Teil der Insel aus. Gegen Norden und Westen zu wird das Flöz dünner, gegen Südwesten scheint es ganz auszuweichen. Nach Osten liegt es unter dem Meeresspiegel und nach Süden ist die Gesteinsserie, die das Flöz enthält, wegdenudiert; wir wissen also nicht, wie es sich in dieser Richtung entwickelt hat, aber wahrscheinlich werden die Tunheimflöze auch in dieser Richtung auszuweichen.

Es scheint, als habe sich das Flöz ursprünglich in einem Becken abgesetzt und als sei die Mächtigkeitsabnahme nach Norden und Westen ein Beweis dafür, daß wir uns dort an den Grenzen des Beckens befinden. Die Pseudocannelkohle tritt immer im Liegenden auf und läßt sich überall nachweisen, wo das Kohlenflöz bloßgelegt ist. Da die Kohlen viel Mineralstoffe, hauptsächlich Glimmer und Quarzkörner enthalten, die subparallel angeordnet sind, und dabei eine homogene, etwas körnige Struktur haben, liegt es sehr nahe anzunehmen, daß wir es hier mit einer aquatischen Ablagerung zu tun haben. In ein stehendes Gewässer wurden Pflanzenmaterial und verschiedene Mineralstoffe eingeführt, hauptsächlich Glimmer, der ja selbst bei der geringsten Strömung fortbewegt wird. Daß so viel Glimmer vorhanden ist, braucht nicht zu verwundern, denn die devonischen Schichten bestehen zum größten Teil aus Sandstein mit etwas Muscovit. Dieser See, dessen Ausdehnung wohl ungefähr der Ausbreitung des heutigen Kohlenflözes entsprochen hat, wurde dann nach und nach mit einem Brei aus feinem Pflanzenmaterial und Mineralstoffen ausgefüllt; es bildete sich also eine Art

Schlämmtorf gemischt mit Sedimenten (POTONIÉ 1911, S. 109). Auf dieser Unterlage wuchsen verlandende größere Pflanzen. Es trat also eine Verlandung des Sees ein und über den unterlagernden Ablagerungen bildete sich ein Pflanzenwuchs, der eine echte Torfschicht lieferte. Aus diesen hat sich dann der hangende Teil des Flözes, das aus gewöhnlicher humitischer Steinkohle besteht, gebildet. Diese Erklärung wird durch die Tatsache unterstützt, daß die Pseudocannelkohle überall konstant den unteren Teil des Flözes bildet, während der obere Teil immer aus glänzender Kohle besteht¹.

2. Kulm.

Zu oberst in dieser Formation haben wir ein Kohlenflöz, das sehr unregelmäßig entwickelt, überall verunreinigt und mit Schiefer vermischt ist. Die Kohlen dieses Flözes stehen den devonischen Kohlen chemisch sehr nahe und haben ca. 20 % flüchtige Bestandteile. Eine Probe davon aus Bohrloch No. 9 im Innern der Insel zeigt eine matte Kohle mit vereinzelt glänzenden Streifen. Im Anschliff erkennt man als Hauptbestandteil Durit mit Einlagerungen von Vitrit, der z. T. eine gute Holzstruktur hat. Auch Fusit ist in kleinen Fetzen vorhanden und in der Kohlenmasse sind eine große Anzahl ziemlich eckiger Quarzkörner verteilt. Infolge ihrer Härte fallen sie durch ein starkes Relief auf. Das matte Aussehen der Kohlen rührt wohl von der starken Vermischung mit Quarz her. Im Dünnschliff ist die Kohle ganz undurchsichtig; Quarz und auch etwas Glimmer sind natürlich erkennbar. Das Kulmkohlenflöz ist an mehreren Stellen entblößt worden; an der einen (Gesenk G 24) fand man außer der gewöhnlichen, der devonischen ähnlichen Steinkohle auch eine Schicht Pseudocannelkohle, die mit der oben erwähnten devonischen große Ähnlichkeit hat. Der Aschengehalt ist etwas geringer, ca. 20 %, aber die reine Kohlensubstanz enthält ungefähr den gleichen Prozentsatz an flüchtigen Bestandteilen (20 %) wie die devonische Pseudocannelkohle. Makroskopisch erscheinen die Kohlen ganz homogen und haben eine matte, grauschwarze, graphitähnliche Farbe. Sie neigen zur säulenförmigen, vertikalen Absonderung. An diesen Flächen sind sie etwas glänzender als quer zu dieser Richtung. Der Bruch ist unregelmäßig flach bis halbmuschelig. Im Anschliff erkennt man einen Durit von gleichmäßiger Beschaffenheit, ohne erkennbare Pflanzenteile. In der duritischen Masse sieht man Glimmer und etwas Quarz in kleinen Leisten und Körnern. Im Dünnschliff kann man nicht viel sehen, da die kohlige Substanz nicht durchsichtig ist, was wohl mit der weitgehenden Inkohlung zusammenhängt. Glimmer kommt häufig in etwas gebogenen Lamellen vor und ist meist mehr oder weniger parallel zur Schichtung angeordnet. Eine Probe dieser Kohle wurde drei

¹ Es erinnert dies an das Vorkommen mancher Cannelkohlen im Ruhrrevier, die als Liegendes von Glanzkohle auftreten.

Wochen lang mazeriert. Der Rückstand ist sehr gering; er besteht hauptsächlich aus einem etwas bräunlichen Glimmer, wohl von organischer Substanz gefärbt, und etwas untergeordnetem Quarz. Letzterer ist wasserklar und scharfkantig. Dazu kommt noch Fusit mit stengeligem Habitus, teilweise auch in breiteren Stücken mit Zellstruktur. Bitumenkörper konnten nicht nachgewiesen werden.

Was die Entstehung dieser Kohlen anbetrifft, so gilt für sie wohl das Gleiche wie für die devonischen Pseudocannelkohlen, daß sie nämlich aus einer Art Schlämmtorf entstanden sind — einer aquatischen Ablagerung humitischer Substanzen, mit beträchtlichen Mengen von Mineralstoffen. In einer Stelle (bei Nordkap) habe ich im Liegenden des Kulmflözes einen typischen Wurzelboden beobachtet (die oben erwähnten Pseudocannelkohlen waren hier nicht vorhanden). Auch NATHORST (1910, S. 275) erwähnt Wurzelböden im Liegenden von einem Devonflöze, womit die Autochthonie der Flöze an diesen Stellen bewiesen ist.

Alle Kohlen der Bäreninsel zeigen eine so weit vorgeschrittene Inkohlung, daß alle Bitumenkörper (Harze, Sporen, Cuticulen) bei dem Inkohlungsvorgang derart chemisch verändert sind, daß sie sich bei der Mazeration ganz auflösen. Von der Kohlensubstanz bleibt also nur Fusit übrig.

B. Spitzbergen.

1. Kulm.

Camp Miller. Auf der Nordseite von Bellsund, bei Camp Miller, befinden sich einige dünne und sehr unreine Kulmkohlenflöze. Eine Untersuchung der vorliegenden Proben zeigte, daß diese Kohle nur 11 % fl. Best. enthält und einen schwarzen, pulverförmigen Koks ergibt. Die Kohle brennt mit kurzer, nicht rußender Flamme. Sie hat eine graphit-schwarze Farbe mit starkem Glasglanz. Der Bruch ist uneben, und die Kohlen sind stark mit Schlechten durchsetzt, die ganz besonders glänzend sind. Auf den stark glänzenden Flächen erkennt man eine feine Streifung. Nach Analyse und Aussehen zu urteilen, müssen diese Kohlen als anthrazitische Magerkohlen bezeichnet werden. Im Anschliff erkennt man, daß die Kohle fast ausschließlich aus Durit besteht. Der Durit ist stark vitritisch; es ist zuweilen sogar schwierig zu entscheiden, ob es sich um Vitrit oder Durit handelt, aber der duritische Typ ist doch unverkennbar (Metadurit). Der Durit hat viele kleine unbestimmbare Fragmente (teilweise Fusit) in einer vitritischen Grundmasse. Sporen sind nicht bemerkt worden. Streifen von Vitrit sind auch vorhanden. Bezeichnend für diese Kohle ist das Auftreten vieler Linsen und Fetzen aus Fusit. Dieser zeigt zum Teil gute, aber stark zerquetschte Strukturen.

Bei der makroskopischen Betrachtung des Anschliffs sieht man, daß die ganze Masse stark glänzend ist. Die reinen Vitritstreifen glänzen am stärksten, aber auch der Durit zeigt einen hohen Glanz. Durch die

weitgehende Inkohlung, die bei diesen Kohlen zu bemerken ist, ist auch der Durit stark glänzend und homogen geworden und läßt sich dadurch schwer vom Vitrit unterscheiden. Wenn die Inkohlung noch weiter fortgeschritten (bis zum Anthrazit) wäre, würde man nicht mehr entscheiden können, ob man Vitrit oder Durit vor sich hätte. Wie man von dieser Art Kohle nicht anders erwarten konnte, zeigt der Dünnschliff nur eine schwarze undurchsichtige Masse. Eine Probe dieser Kohle wurde drei Wochen lang mazeriert, und bei Behandlung mit Ammoniak zeigte sich, daß fast alles aufgelöst wurde. Es blieb nur Fusit zurück mit einer zum Teil recht guten Zellstruktur und einige z. T. abgerundete Quarzkörner (Taf. I, Abb. 4). Bei der Inkohlung haben sich also die verschiedenen ursprünglich vorhandenen Bitumenkörper chemisch so verändert, daß sie sich Oxydationsmitteln gegenüber wie Vitrit verhalten und zur Auflösung gebracht werden können.

Bei Camp Miller befinden wir uns in einem Gebiet, wo die Schichten stark aufgerichtet sind. Die dadurch hervorgerufenen Druckkräfte sind wahrscheinlich die Ursache für die starke Inkohlung.

Pyramidenberg. An dem inneren Teil der Klaas Billen Bay treten in der Kulmformation mehrere Kohlenflöze auf. Da ich nur aus einem dieser Flöze (dem oberen Flöz des Pyramidenbergs) eine Probe habe, kann ich über den petrographischen Charakter dieser Kohlen nicht viel aussagen. Da aber die vorliegende Probe ganz eigentümliche Eigenschaften zeigt, möchte ich das Ergebnis der Untersuchung kurz besprechen.

Die Probe zeigt eine homogene, etwas glänzende Kohle ohne Streifung, die in ihrem Habitus an die tertiäre Hiorthafenkohle erinnert. Der Gehalt an Feuchtigkeit beträgt 6,5 % und an fl. Best. 39 %. Der Koks ist schwarz und pulverförmig. Der Strich ist schwarzbraun. Lauge wird tiefbraun, Salpetersäure schwach gelblich gefärbt. Es ist also eine *karbonische Kohle mit Braunkohlencharakter*. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß sie aus einem einheitlichen Durit mit vielen Bitumenkörpern besteht. Diese sind langgestreckte, linsenförmige Gebilde mit einer eigentümlich zusammengeballten Struktur (Taf. I, Abb. 5). Haarfeine Blattepidermen und einige Makrosporen sind auch zu sehen. Es ist eigenartig, daß diese Kohlen Braunkohlencharakter haben. Bei Camp Miller haben sich die Kulmkohlen zu Magerkohlen entwickelt. Die Kulmschichten liegen dort in der Faltungszone der Westküste; am Pyramidenberg dagegen ist die Schichtung ziemlich unverändert, nur Verwerfungen treten auf. Möglicherweise haben diese tektonischen Verhältnisse die verschiedenartige Entwicklung bedingt, aber etwas Bestimmtes kann man darüber nicht aussagen, bevor ein größeres Material untersucht worden ist. Die eine Probe der Pyramidenkohle scheint auch nicht besonders charakteristisch zu sein, da Kohlenanalysen aus diesem Gebiet eine Kohle von gewöhnlichem Steinkohlencharakter zeigen. Eine genaue petrographische Bearbeitung der Pyramidenkohlen dürfte eine

Aufgabe sein, die besonders interessante Resultate versprechen würde. Die vorliegende Probe ist eine *Glanzbraunkohle*; man wird durch sie an die ebenfalls unterkarbonische Braunkohle von Tula bei Moskau erinnert, die aber noch jugendlicheres Stadium, nämlich etwa wie schiefrige Weichbraunkohle im Sinne von GOTHAN, PIETZSCH und PETRASCHECK (1927) zeigt.

2. Untere Kreide.

Die Kreideformation auf Spitzbergen ist durch Valanginien bis Albien (HOEL 1925) vertreten, also durch Schichten, die man mit Neokom im weiteren Sinne bezeichnet.

Die Entwicklung der Formation deutet auf limnische Verhältnisse: Sandstein, Schiefer, Kohlenflöze und dazu noch Süßwassermollusken (NATHORST 1910). Der Kohlenhorizont befindet sich ungefähr in der Mitte der Formation, die am Eisfjord über 700 m mächtig ist. Es tritt nur ein Flöz auf, das auf der Nordseite der Advent Bay und am Kap Boheman abgebaut worden ist. Der Abbau ist jedoch jetzt eingestellt, da das Flöz unrein ist und eine geringe Mächtigkeit hat. Bei Green Harbour erscheint das Flöz nur mehr in dünnen, unregelmäßigen Schmitzen.

Im Nordwesten Deutschlands ist die Unterkreide auch limnisch entwickelt; diese Facies bezeichnet man als Weald, der auch einige geringmächtige und z. T. unreine Kohlenflöze führt. Auf Spitzbergen haben wir also eine Art Parallele zu der deutschen Wealdenkohle.

Kap Boheman. Eine Analyse dieser Kohlen ergab (GRAM 1923):

Feuchtigkeit	1,86 ⁰ / ₀	Reinkohle
Asche	7,18 -	
Koks	61,53 -	59,86 ⁰ / ₀
Fl. Best	36,61 -	40,14 -
Schwefel	0,85 ⁰ / ₀	
Oberer Heizwert	7654 WE	8416 WE
Unterer -	7275 -	8141 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
89,5	6,1	9,4	55,09	13,07	68,16

Eine Koksprobe gab einen gut geblähten und gebackenen Koks. Er war auch recht fest, so daß diese Kohle als Kokskohle Verwendung finden könnte, hätte sie nicht so viel Asche. Die Kohle ist deutlich

gestreift und sehr glänzend. Einige Streifen sind ziemlich matt, wohl wegen des hohen Aschengehaltes. Im Anschliff sieht man, daß die Hauptmasse aus Durit besteht mit Streifen und Linsen aus einem ganz homogenen, strukturlosen Vitrit (Taf. I, Abb. 6). Die Aschenbestandteile erkennt man deutlich. Sie sind im Durit fein verteilt und an einigen Stellen zu größeren Mengen angehäuft. Mehrere Bitumenkörper lassen sich auch feststellen. Der Dünnschliff gibt im großen und ganzen das gleiche Bild: Ein vitritischer Durit mit vielen hellgelben und homogenen Harzkörpern und einigen Makrosporen. Außerdem dünne Streifen aus Vitrit (Taf. II, Abb. 1).

Nach Mazeration der Kohle bleibt ziemlich viel Rückstand übrig: Hauptsächlich Epidermisfetzen und auch viele Sporen. Dazu wurden Zusammenhäufungen von Pilzfäden gefunden (Taf. II, Abb. 2 u. 3). Diese treten in beträchtlicher Menge auf, und aus diesen läßt sich etwas auf die Entstehung der Kohle schließen: Die Moore, die die Kohlenlager gebildet haben, waren nicht Sumpfmoores, sondern müssen trockener gewesen sein. Wie von BODE (1928 a) erörtert wird, scheinen überhaupt die jüngeren Kohlen aus etwas trockeneren Mooren hervorgegangen zu sein. BODE schließt sich damit den von GOTHAN (1925) entwickelten Anschauungen über die Bildung der mitteldeutschen Braunkohlen an.

Advent Bay. Das gleiche Kohlenflöz findet man auf der Nordseite der Advent Bay, aber es ist dort anders entwickelt. Während die Kohlen vom Kap Boheman echte Steinkohlen sind, haben die Kohlen der Advent Bay teilweise Braunkohlencharakter. Schon STEVENSON (1905) hat bei einigen Proben bemerkt, daß sie bereits bei normaler Temperatur Lauge färben. Die vorliegende Probe ist aus der Grube, die in diesem Flöz oberhalb von Hiorthhafen angelegt ist. Die Kohle ist schwarz, etwas matt und schiefrig. Der Strich ist schwarz; die Kohle gibt der Lauge aber eine kräftige braune Farbe. Keine Reaktion bei Salpetersäure. Eigentlich kann man sie also nicht als Braunkohle bezeichnen, aber die Färbung der Lauge deutet darauf hin, daß sie gerade auf der Grenze zwischen Braunkohle und Steinkohle steht. Die Probe enthielt 6 % Wasser, und auch dieser Wassergehalt, der höher als sonst bei der Steinkohle auf Spitzbergen üblich ist, deutet auf einen gewissen Braunkohlencharakter. Die Glanzbraunkohlen Spitzbergens sind nämlich durch einen für Spitzbergen besonders hohen Wassergehalt charakterisiert. Untersucht man den Anschliff dieser Kohlen, so erhält man ein überraschendes Bild: Sie besteht fast ausschließlich aus langen Epidermisgebilden. Diese sind parallel geordnet und liegen z. T. dicht aneinander. Man sieht deutlich, daß viele davon die Ober- und Unterseite von Blättern vertreten, und auf den Innenseiten treten die vorspringenden Cuticularleisten oft deutlich hervor (Taf. II, Abb. 4). Die Blattepidermen liegen in einer duritischen Grundmasse. Fusit kommt in größeren

Stücken und mit einer ausgezeichneten Struktur vor (Taf. II, Abb. 5), und zeigt Übergänge zum Vitrit. Einige Sporen sind auch vorhanden. Der Dünnschliff liefert im wesentlichen das gleiche Bild (Taf. II, Abb. 6). Bei der Mazeration kann man diese Blattepidermen leicht isolieren. Ungefähr die Hälfte der mazerierten Probe bleibt als Rückstand zurück; letztere besteht zum größten Teil aus Blattepidermen. Sie sind verschieden dick und haben fast alle eine ausgezeichnete Zellstruktur. Diese Struktur ist übrigens nur ein Abdruck der Epidermiszellen in der Cutinschicht; die scheinbaren Zellwände sind also nur verdickte Teile der Cuticulaschicht des Blattes, der sog. Cuticularleisten (Taf. III, Abb. 1). Es ist klar, daß diese Kohlen aus Anhäufungen von Blättern entstanden sind, und sie erinnern in diesem Punkt an die unterkarbonische „Papier“kohlenlagen der Braunkohle des Moskaubeckens, die aus Anhäufungen der Stammhäute der Gattung *Porodendron* gebildet sind, von denen ich in der letzten Zeit einige sehr schöne Proben zu Gesicht bekommen habe. Die vorliegende Kohle bildet einen der seltenen Fälle, bei denen man sich nach der Benennung von GOTHAN etc. (1927) weder für Steinkohle noch für Braunkohle entscheiden kann.

3. Tertiär.

a. Kohlen im unteren Teile des Tertiärs (große Zentralmulde).

Green Harbour. Auf der Ostseite von Green Harbour treten die Kohlenflöze im unteren Teil der Tertiärformation zutage. Sie zeigen ein Einfallen von 10—15° nach Osten, und wir befinden uns hier auf dem westlichen Flügel der großen zentralen Tertiärmulde. Im Abstand von 30 m treten zwei Kohlenflöze auf; das untere liegt nur wenige Meter über der Tertiärbasis. Von diesen Kohlen liegen einige (5) Analysen vor, die folgendes aussagen (GRAM 1923):

Feuchtigkeit	2,0 0/0	Reinkohle
Asche	5,4 -	
Koks	61,5 -	60,5 0/0
Fl. Best.	36,5 -	39,5 -
Oberer Heizwert	7627 WE	8143 WE
Unterer -	7342 -	7853 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O + N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
82	5	13	41,30	19,68	60,98

Die Kohlen haben einen schwarzen bis schwarzbraunen Strich und reagieren weder auf Alkalilauge noch auf Salpetersäure. Es sind also *echte Steinkohlen*. Eine Probe aus dem unteren Flöz zeigt eine deutlich gestreifte Kohle; in der Hauptsache eine Mattkohle mit Streifen von Glanzkohle. Der Anschliff läßt erkennen, daß sie wesentlich aus Durit besteht. Ihre Grundmasse ist vitritisch und enthält außerdem viele Cuticulen und Harzkörper. Letztere sind linsenförmig und kommen besonders in einigen Schichten vor. Fusit ist ein charakteristischer Bestandteil, und auch Vitrit ist in dünnen Streifen vorhanden (Taf. III, Abb. 2). Man beobachtet auch Übergänge vom Fusit zum Vitrit. Der Fusit hat teilweise eine gut erhaltene Struktur. Im Dünnschliff treten die Harzkörper als linsenförmige Gebilde auf, reihenförmig angeordnet (Taf. III, Abb. 3). Dazu kommen noch dünne Cuticulen, die oft doppelt liegen und dann die Ober- und Unterseite von Blättern darstellen. In diesem Flöz trifft man ab und zu auf Schichten von Kohlenschiefer („Brandschiefer“). Der Anschliff läßt erkennen, daß die Kohle aus einem aschenreichen Durit besteht mit verschieden dicken Vitritstreifen (Taf. III, Abb. 4). Der aschenreiche „Durit“ ist ein Tonschiefer mit Kohlen- substanz, und die Bezeichnung Durit könnte zweifelhaft sein, obgleich man ja ganz gut annehmen kann, daß es sich um einen Übergang vom eigentlichen Durit zum Tonschiefer handelt. Durit ist ja eine Anhäufung aller möglichen Pflanzenteile mit mehr oder wenig Asche, und wenn letztere auf Kosten der organischen Substanz zunimmt, so hat dies zur Folge, daß der Durit allmählich in ein anorganisches Gestein übergeht. Die eingelagerten Kohlenstreifen bestehen alle aus Vitrit und nicht aus einem aschenarmen Durit. Diese Kohlenschieferstreifen müssen bei einer Ablagerung unter Wasser entstanden sein. Die Vitritstreifen waren also ursprünglich Holzstücke, Zweige und ähnliches, die sich zusammen mit dem Ton abgesetzt haben.

Eine Probe aus dem oberen Flöz zeigt eine sehr pechglänzende Kohle mit muscheligen Bruch. Gestreifte Kohle, ähnlich wie die aus dem unteren Flöz kommt aber auch vor. Im Anschliff sieht man, daß die Kohle hauptsächlich aus Vitrit besteht. Durit ist auch vorhanden, aber stark von Vitrit durchsetzt und daher auch ziemlich glänzend. Harzkörper und etwas Fusit lassen sich nachweisen. Ein Dünnschliff liefert das gleiche Bild. Eine zweite Probe zeigt eine homogene Kohle mit muscheligen Bruch und pechartigem Glanz. Sie erinnert in ihrem Habitus an die Peißenberger Pechkohle (STACH 1925). Man beobachtet eigentümlich gestreifte Flächen, die zur pyramidenartigen Absonderung der Kohle neigen und Stücke ergeben, welche große Ähnlichkeit mit den Pyramidenkohlen zeigen, die z. B. bei R. POTONIÉ abgebildet sind (1924, S. 63). POTONIÉ will diesen Habitus als eine Folge von primären Ursachen (Osmose) erklären. Was unsere Pyramidenkohlen anbelangt, so braucht man nicht zu einer solchen Erklärung zu greifen. Die Ab-

sonderungsflächen sind nur Rutschflächen, welche die Kohlen in verschiedener Richtung durchziehen. Wenn die Flächen bestimmte Winkel miteinander bilden, kommt leicht eine Pyramidenbildung zustande. Eine solche Bildung ist dann rein zufällig und kann bei unserem Beispiel auf ganz einfache Druckerscheinungen zurückgeführt werden, was bei den Pyramidenkohlen überhaupt der Fall sein dürfte. Die Homogenität der Kohle spielt bei derartigen Bildungen sicher auch eine Rolle.

Ein Anschliff zeigt nur Vitrit, der an einigen Stellen Andeutungen von Holzstruktur aufweist. Im Dünnschliff sieht man eine tiefbraune Masse von Vitrit. Dieser ist an den meisten Stellen strukturlos, an anderen wiederum sieht man eigentümliche hin- und herlaufende Linien, die wohl als maserige Holzstruktur zu deuten sind. Man stößt auch auf gelbes Harz, noch streifenförmig angeordnet wie in den Harzgängen des Holzes; Fusit (tiefschwarz) tritt als untergeordneter Bestandteil auf.

Das untere Flöz bei Green Harbour scheint also eine duritische Kohle zu sein mit etwas Vitrit und außerdem Fusit als charakteristischem Bestandteil. In dem oberen Flöz aber tritt der duritische Charakter zurück; die Kohlen enthalten bedeutend mehr Vitrit, einzelne Teile scheinen ausschließlich aus Vitrit zu bestehen. Eine systematische Untersuchung der Flöze in dieser Beziehung steht übrigens noch aus. Von Interesse ist eine Beobachtung, die S. J. VERMAES gemacht und HOEL veröffentlicht hat (1925, S. 66). VERMAES fand nämlich, daß die Kohlen des oberen Flözes viel mehr Staub geben als die des unteren. Da der Vitrit auf Grund seiner spröden Natur bedeutend mehr zur Staubbildung neigt als der härtere Durit, deckt sich die eben erwähnte Beobachtung mit dem Ergebnis der petrographischen Untersuchung. VERMAES fand außerdem, daß die unteren Kohlen einen mehr schwarzen, die oberen dagegen einen mehr bräunlichen Staub geben. Demnach wären also Durit- und Vitritstaub etwas verschieden gefärbt — worauf auch LANGE (1928, S. 282) hinweist — in diesem Falle der erstere schwarz, der letztere mehr bräunlich. Da die Kohlenflöze direkt übereinanderliegen, kann die etwas verschiedene Farbe nicht von einem evt. verschiedenen Inkohlungsgrad herrühren.

Camp Morton. Nach Süden zu werden die Flöze immer unreiner, und bei Camp Morton im Bellsund bestehen sie beide zum größten Teil aus Kohlenschiefer (Brandschiefer). Eine Probe davon hat im großen und ganzen das gleiche Aussehen (Taf. III, Abb. 5) wie die oben beschriebenen Kohlenschiefer von Green Harbour.

Grumant City. Bei Grumant City, östlich von Coles Bay, tritt nur ein Kohlenflöz im untersten Teil des Tertiärs auf. Die vorliegende Probe zeigt eine Steinkohle mit ungefähr 35 % flüchtigen Bestandteilen. Sie gibt einen stark geblähten und ziemlich festen Koks von grauer Farbe. Die Kohle ist deutlich gestreift, aber alle Streifen sind \pm glänzend. Im Anschliff findet man Durit mit Streifen von Vitrit. Im Durit sind

viele Cuticulenfragmente enthalten, auch lange noch gut erhaltene Cuticulen und eigentümliche Bitumenkörper mit einer „geballten“ Struktur. Ein Sklerotiumgebilde (JEFFREY und CHRYSLER 1906), wie man es in den Kings Bay-Kohlen gefunden hat, (S. 39) konnte auch nachgewiesen werden. Es hat einen Durchmesser von 0,09 mm. Einige Vitrite haben eine eigentümliche Polygonalstruktur und sind daher wohl kolloidaler Natur. Fusit ist als charakteristischer Bestandteil vorhanden, z. T. in größeren kantigen Stücken. In einem Fusitstück mit einer gut ausgebildeten Holzstruktur kann man Jahresringe erkennen. Das Spätholz ist noch mit guten Zellstrukturen erhalten, während das Frühholz ganz zerquetscht und homogen geworden ist (Taf. III, Abb. 6). Im Dünnschliff sieht man, daß der Durit sehr vitritisch ist mit vielen Harzkörpern. Des weiteren kommen Vitritstreifen, kugelförmige Konkretionen aus Schwefelkies und kleine Teilchen einer tiefschwarzen, undurchsichtigen Substanz (Fusit?) in diesem Dünnschliff vor.

Advent Bay. Auf der Westseite des Longyeartals, südlich von Advent Bay, liegen in einer Höhe von ca. 230 m einige Kohlenflöze. Es sind drei Flöze; auf dem mittleren ist bereits Bergbau betrieben worden (Grube Nr. 1 der „Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S“). Dieses Flöz hat eine Durchschnittsmächtigkeit von 1 m und ist frei von Bergemitteln. Das Hangende ist ein Sandstein und das Liegende ein dunkler Tonsandstein (s. S. 48).

GRAM (1923) hat eine Reihe von Analysen veröffentlicht, nach denen diese Kohlen folgende Durchschnittszusammensetzung haben:

Feuchtigkeit	2,1 0,0	Reinkohle
Asche	4,5 -	
Koks	60,0 -	59,2 0,0
Fl. Best.	37,9 -	40,8 -
Schwefel	1,17 0,0	
Oberer Heizwert	7936 WE	8450 WE
Unterer -	7549 -	8135 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
84,4	6,2	9,4	59,60	10,40	73,00

Die Kohle ist im Handstück massig und hat einen unebenen Bruch. Sie ist ziemlich glänzend und zeigt keine Streifung. Eine Koksprobe ergab einen gut geblähten und ziemlich festen Koks. Im Anschliff er-

kennt man Durit als Hauptbestandteil mit vielen dünnen Einlagerungen von Vitrit. Letzterer ist stellenweise strukturiert, also wahrscheinlich zum Teil Holz, aber er ist hier und in anderen Fällen auch aus Grundgewebe (Parenchym) hervorgegangen. Der Durit besteht aus einer vitritischen Grundmasse und enthält viele kleine Stücke von Epidermen und anderen Gebilden. Charakteristisch ist das Auftreten langer Cuticulen (Taf. IV, Abb. 1), die auch doppelt liegen und die Ober- und Unterseiten von Blättern darstellen. Der Zwischenraum ist meistens mit einer vitritischen Masse ausgefüllt, die sich aus dem Mesophyll des ehemaligen Blattes gebildet haben muß. Kleine Fusitstücke kommen untergeordnet vor, und auch Schwefelkies ist vorhanden. Im Dünnschliff zeigt die Kohle ebenfalls Durit: Eine braune Masse mit Epidermisfragmenten, Harzkörpern und spärlich vertretenen Mikrosporen oder Pollen. Der Vitrit ist auch im Dünnschliff erkennbar in Streifen von ganz homogenem braunen Material.

Ungefähr 17 m unter diesem Flöz liegt ein 0,34 m dünnes Flöz. Dieses entspricht zweifelsohne dem mächtigen Flöz, das auf der Ostseite der Advent Bay im gleichen stratigraphischen Niveau auftritt und hier als Glanzbraunkohle entwickelt ist (S. 32), während wir es im Longyeartal mit einer typischen Steinkohle zu tun haben. Die Kohle hat hier 3% Feuchtigkeit und 35,5% flüchtige Bestandteile. Der Koks ist schwarz, schwach gesintert und zum Teil sandig. Lauge und Salpetersäure haben weder auf diese noch auf die vorher genannten Kohlen irgendwelche Einwirkung. Der Strich ist schwarz; bei den ersteren Kohlen hat er einen Stich ins Braune. Makroskopisch erweisen sich diese Kohlen als ziemlich glänzend, und man erkennt eine deutliche Streifung durch eine mehr oder weniger glänzende Substanz hervorgerufen. Die Kohlen sind von Schlechten durchsetzt und daher ziemlich bröckelig. Der Hauptbestandteil ist Durit mit einigen Vitritstreifen. Dazu kommt noch Fusit, der schichtig in den Durit eingelagert ist. Die Fusitkörper haben eine ziemlich unregelmäßige Form und zeigen keine gute Struktur. Harzkörper sind auch vorhanden, und im Dünnschliff sieht man, daß sie in einer vitritischen Masse liegen.

In den beiden Flözen des Longyeartals haben wir also einen ausgeprägten Steinkohlentyp, der bezüglich des Aussehens und Inkohlungsgrades den deutschen Gasflammkohlen nahesteht. Das mikroskopische Bild zeigt auch einen ähnlichen Typ, nur fehlen die großen Sporen, die man jedoch im Tertiär auch weniger erwarten kann. Der Wasserstoffgehalt ist auch etwas höher als bei den deutschen Gasflammkohlen.

Auf der Ostseite des Longyeartals treten oben am Gebirgshang tertiäre Kohlenflöze zutage, und in Grube Nr. 2 wird das gleiche Flöz abgebaut wie in Grube Nr. 1 auf der anderen Seite des Tales.

Eine Analyse der Kohlen aus Grube Nr. 2 gibt folgendes an (GRAM 1923):

Feuchtigkeit	3,91 0/0	
Asche	4,82 -	Reinkohle
Koks	61,11 -	61,64 0/0
Fl. Best.	34,98 -	38,36 -
Schwefel	1,42 0/0	
Oberer Heizwert.....	7353 WE	8047 WE
Unterer -	7034 -	7724 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
82,4	6,0	11,6	55,22	17,60	72,82

Durchschnittsproben von zwei Schiffslasten (1928) wurden von GRAM analysiert:

Feuchtigkeit	1,35 0/0		1,42 0/0	
Asche	6,76 -	Reinkohle	6,71 -	Reinkohle
Koks	61,15 -	59,19 0/0	59,21 -	57,14 0/0
Fl. Best.	37,50 -	40,81 -	39,37 -	42,86 -
Oberer Heizwert...	7818 WE	8508 WE	7845 WE	8540 WE
Unterer - ...	7537 -	8211 -	7564 -	8243 -

Vergleicht man die Elementaranalyse mit den Kohlenanalysen von Grube Nr. 1, so scheinen die Kohlen aus Grube Nr. 2 etwas mehr Sauerstoff zu enthalten. Die Kohlen geben einen Koks, der in der Regel gut gebläht und etwas gebacken ist. Makroskopisch sind die Kohlen ziemlich massig, etwas glänzend und undeutlich gestreift. Im Anschliff hat man einen ausgesprochen duritischen Typ vor sich (Taf. IV, Abb. 2, 3 u. 4). Im Durit stecken Epidermisfetzen, teilweise in langen, gut erhaltenen Stücken. Dazu kommen noch einige Makrosporen und viele Mikrosporen (Pollen). Einige Proben enthalten auch etwas Fusit. Vitrit kommt in dünnen Streifen in geringerer Menge vor. Im Dünnschliff erkennt man als Hauptbestandteil einen ziemlich vitritischen Durit. Cuticulen und Sporen sieht man auch. In einer Probe wurde ein Vitrit beobachtet, der eine eigenartige Struktur zeigte: langgestreckte, rechteckige Zellen; es sind möglicherweise Korkzellen. Einige Proben geben eine große Teerausbeute, die wohl auf den hohen Gehalt dieser Kohlen an Bitumenkörpern und besonders Cuticulenmaterial zurückzuführen ist. Bei Verschwelung (520 °) einer solchen Probe in der FISCHER-SCHRADER'schen Aluminiumretorte ergab sich folgendes:

Halbkoks	66,8 0/0
Teer	21,0 -
Schwelwasser	3,0 -
Gas und Verlust	9,2 -

Das Schwelwasser reagierte sauer¹, der Halbkoks war gut gebläht und sehr fest. Diese Teerausbeute ist ungewöhnlich hoch, sogar noch höher als bei der sehr teerergiebigen Kings Bay-Kohle. Herr KARL BAY, der Direktor der Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S, hat mir freundlicherweise auch eine Schwelanalyse der Kohlen aus Grube 2 zur Verfügung gestellt. Diese Analyse gibt an:

Halbkoks	69,40 0/0
Teer	16,90 -
Schwelwasser	2,95 -
Gas und Verlust	8,50 -

Diese Kohlen enthalten 2,25 0/0 Feuchtigkeit. Man sieht, daß auch hier die Teerausbeute sehr groß ist, ungefähr wie bei den Kings Bay-Kohlen. Letztere nehmen also in bezug auf die Teerausbeute keine Sonderstellung ein, wie man bisher geglaubt hat. Eine große Ausbeute an Urteer scheint für viele Spitzbergen Tertiärkohlen charakteristisch zu sein.

In einem Abstand von 14 m über diesem Kohlenflöz liegt das oberste Flöz des unteren tertiären Kohlenhorizontes. Das Profil, das unten angeführt ist, und auch die Analysen, verdanke ich Herrn Direktor BAY.

Oberflöz.

(Querschlag „9 Ost“)

Sandstein.	
Kohle, teilweise mit Schieferstreifen	45 cm (Oberbank)
Sandstein	30 -
Kohle	70 - (Mittelbank)
Sandstein	70 -
Kohlenschiefer	30 -
Kohle	100 - (Unterbank)
Sandstein.	

Analysen (GRAM) von diesen Kohlen zeigen:

	Ober- u. Mittelbank		Unterbank	
Feuchtigkeit	3,25 0/0	Reinkohle	4,74 0/0	Reinkohle
Asche	6,65 -		8,90 -	
Koks	57,95 -	56,9 0/0	56,12 -	54,7 0/0
Fl. Best.	38,80 -	43,1 -	39,14 -	45,3 -
Schwefel	2,73 0/0		2,94 0/0	
Oberer Heizwert...	7469 WE		6630 WE	
Unterer - ...	7157 -		6271 -	

¹ Bei Schwelanalysen von den tertiären Steinkohlen aus Kings Bay habe ich auch ein sauer reagierendes Schwelwasser gefunden.

	Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
	C	H	O+N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
Ober- u. Mittelbank . . .	83,7	6,2	10,1	58,98	15,09	74,07
Unterbank	81,0	5,9	13,1	52,63	20,81	72,84

Der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ist also höher als bei den Kohlen aus dem unteren Flöz. Die Kohlen des Oberflözes geben einen Koks, der stark gebläht und wenig gebacken ist. Makroskopisch haben die Kohlen z. T. ein sehr verschiedenes Aussehen. Eine Probe vom Flözmittelbank zeigt eine homogene, dichte und matte Kohle. Der Bruch ist flach bis muschelrig. Die Kohle ist etwas spröder und glänzender als die echte Cannelkohle und muß ihrem Aussehen nach als Pseudocannelkohle bezeichnet werden. Ein Anschliff zeigt einen gleichförmigen Durit mit eingelagerten Partikeln, die jedoch so klein sind, daß man sie nicht bestimmen kann. Die Grundmasse sieht vitritisch aus. Etwas Fusit kommt auch vor. Das Bild im Anschliff gleicht dem einer Cannelkohle bis auf die fehlenden Sporen. Im Dünnschliff sieht man eine braune humitische Masse mit der den Cannelkohlen eigentümlichen körnigen Struktur. Sie ist also nicht homogen, sondern muß durch Anhäufung äußerst kleiner Pflanzenreste entstanden sein. Einige Blattepidermen und Harzkörper sind jedoch erkennbar. Diese Kohle besteht demnach aus einem Canneldurit, der sehr homogen ist und dem die Sporen, die der karbonischen Cannelkohle eigen sind, fehlen. Aber nicht die Sporen allein charakterisieren ja die Cannelkohlen; es ist vielmehr das makroskopische Aussehen und die körnige Struktur der Grundmasse. Nun ist unsere Cannelkohle etwas glänzend infolge der weiter vorgeschrittenen Inkohlung. Man könnte sich denken, daß sie sich wegen ihrer außergewöhnlich homogenen Natur beim Inkohlungsprozeß leicht hat umwandeln lassen und daher das echte Cannelkohlenaussehen bereits *hinter* sich hat (s. Fußnote S. 17).

Eine Probe von der Unterbank des oberen Flözes (Profil S. 30) ist etwas anderer Art. Sie gibt einen Koks, der pulverförmig bis schwach gesintert ist. Makroskopisch zeigt sie eine etwas glänzende, dichte Kohle mit halbmuscheligem Bruch. Es kommen aber auch stärker glänzende Partien und Streifen vor. Im Anschliff sieht man einen Durit mit Linsen und Streifen von Vitrit; der Durit hat nicht die körnige Struktur wie bei den Kohlen von Flözmittelbank. Obgleich die Unterbankkohle teilweise eine recht große Ähnlichkeit mit der Mittelbankkohle aufweist, ist sie, nach den vorliegenden Proben zu urteilen, eher eine dichte, homogene Varietät der gewöhnlichen duritischen Tertiärkohle. Ob man vielleicht auch einige dieser Kohlen als Pseudocannelkohlen bezeichnen kann, ist zweifelhaft. Die Grenze scheint etwas schwebend zu sein.

Hiorthhafen. Das unterste tertiäre Kohlenflöz liegt auf der Nordseite der Advent Bay beim Hiorthhafen in einer Höhe von 583 m über dem Meeresspiegel und ist über 2 m mächtig. Allem Anschein nach entspricht es dem dünnen Kohlenflöz, das sich auf der Südseite der Advent Bay zu unterst in der Tertiärformation befindet. Analysen dieser Kohlen (GRAM 1923) geben folgende Zusammensetzung an:

Feuchtigkeit	9,5 0/0	Reinkohle
Asche	5,5 -	
Koks	55,4 -	58,7 0/0
Fl. Best.	35,1 -	41,3 -
Schwefel	1,0 0/0	
Oberer Heizwert	5945 WE	7000 WE
Unterer	5664 -	6650 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
75	5	20	33,33	33,34	66,67

Eine Koksprobe ergab einen schwarzen pulverförmigen Koks. Der Strich der Kohle ist schwarzbraun, beim Kochen mit Kalilauge wird sie intensiv braun gefärbt. Bei Behandlung mit Salpetersäure tritt keine Färbung ein. Wie man sieht, weicht diese Kohle bedeutend von dem dortigen, gewöhnlichen Tertiärkohlentyp ab. Sowohl der Feuchtigkeitsgehalt als auch der Gehalt an Sauerstoff ist viel höher als sonst bei unseren Tertiärkohlen üblich ist. Ausserdem ist der Gehalt an den in Alkalilaugen löslichen Huminsäuren sehr groß. DOLCH und KOCH (1928) fanden z. B. davon nicht weniger als 15,34 0/0. Man muß diese Kohle daher als *Braunkohle*, und zwar als *Glanzbraunkohle* bezeichnen. Eigentümlich bei ihr ist ein schwacher essigsäureartiger Geruch. Wenn man in die Grube hineinkommt, spürt man diesen Geruch sofort, aber auch bei Proben, die schon lange gelegen haben, merkt man an einer frischen Bruchstelle diesen schwachen essigsäureähnlichen Geruch. Er rührt möglicherweise von einer Zersetzung ligninartiger Körper, bei der sich unter anderen Ameisensäure und Essigsäure bildet, her (STRACHELANT 1924, S. 283). Um den Nachweis des Lignins zu führen, hat Dr. STOCKFISCH eine Bestimmung der Methoxylgruppen ausgeführt (nach KIRPEL und BÜHN). Diese verlief jedoch negativ, selbst unter dem Zusatz von Phenol. DOLCH und KOCH (a. a. O.) haben in Kohlen, die ziemlich sicher aus demselben Flöz stammen, 0,04 0/0 Methoxyl

gefunden, also eine sehr geringe Menge. Es ist demnach wahrscheinlich, daß die Essigsäure von den letzten ligninartigen Resten stammt, die sich nach der Methoxylbestimmung von DOLCH und KOCH noch in einigen Kohlen aus diesem Flöz befindet. Diese Kohle ist, wie oben erwähnt, keine Steinkohle, sondern eine Braunkohle und steht den Kap Lyell-Kohlen (S. 35) nahe. Im Handstück hat sie ein schwarzes, homogenes Aussehen, einen unregelmäßigen Bruch und einen etwas matt speckigen Glanz. Sie neigt bisweilen zu einer parallelepipedischen Absonderung. Einige Proben haben trotz ihres homogenen Aussehens eine feine Streifung. Ihrem Aussehen nach ist diese Kohle also als Glanzbraunkohle zu bezeichnen. Wenn man diese Kohlen in Wasser legt, „knistern“ oder „knacken“ sie und fallen leicht auseinander. Um Anschliffe herzustellen, muß man sie daher erst in Paraffin einkochen. Man erkennt im Anschliff Durit als den Hauptbestandteil. Dieser ist aber so vitritisch, daß, falls nicht die kleinen Mengen von Blattepidermen, Pollen usw. eine inhomogene Substanz erkennen ließen, man geneigt wäre, ihn als Vitrit zu bezeichnen. Bei einigen Proben zeigt der Anschliff eine deutliche Schichtung. Im Dünnschliff sieht man eine anscheinend vitritische Masse, die jedoch keine Struktur aufweist. Harze und ähnliche Körper sind nur in geringer Menge vorhanden. Die Kohle läßt sich natürlich leicht mazerieren, und es bleibt nur ein geringer Rückstand. Dieser besteht fast ausschließlich aus Epidermisfetzen. Dazu kommen an anorganischen Gemengteilen einige Quarzkörner. Bekanntlich gehören die Cuticulen, überhaupt die Bitumenkörper, zu den Stoffen, die bei der Tieftemperatur-Destillation den meisten Teer liefern. LEGG und WHEELER (1926) haben nachgewiesen, daß fossile Cuticulen fast ebensoviel Teerprodukte liefern wie rezentes Material. Bei der Destillation im Vacuum ergaben sich 40 bzw. 60 %/o. Der geringe Gehalt an Cuticulenmaterial und ähnlichen Stoffen, den die vorliegende Probe hat, kommt daher auch zum Ausdruck bei der kleinen Teerausbeute. Bei Verschwelung von 50 g Kohle in der Fischer-Schrader'schen Aluminiumretorte war die Ausbeute:

Halbkoks	64,4 %/o
Teer	3,5 -
Schwelwasser	17,6 -
Gas und Verlust.....	14,5 -

Das Schwelwasser reagiert sauer, und die Kohle backt nicht.

Hedgehogberg. Von dem Innern der Van Mijen Bay erstreckt sich das Tertiär südwärts bis zum Storfjord an der Ostküste Spitzbergens. Nach der geologischen Karte bei HOEL (1925, S. 16) breitet sich das Tertiär an der ganzen Ostküste entlang aus bis ungefähr auf die Breite der Van Mijen Bay. OBRUTSCHEW (1927, S. 61) nimmt die gleiche Aus-

breitung für das Tertiär an, aber das südliche Tertiärgebiet ist bei ihm bedeutend schmaler und erreicht den Storfjord erst ungefähr gegenüber von Hornsund. Hierauf erstreckt es sich, wie von HOEL angegeben, über den Hedgehogberg bis etwas nördlich vom Südkap. Östlich und westlich grenzen andere Formationen an das Tertiär, es handelt sich hier also um den südlichsten Teil der großen Tertiärmulde; sie ist aber hier bedeutend schmaler als weiter nördlich. Am Hedgehogberg ist ein Kohlenflöz entblößt worden. Das Flöz ist ungefähr 1 m mächtig und liegt ganz unten im Tertiär, also in dem gleichen stratigraphischen Niveau wie die tertiären Kohlenlager am Eisfjord; aber am Hedgehogberg befinden wir uns anscheinend viel näher der Muldentiefe.

Die Kohlen sind recht glänzend und zeigen eine deutliche Streifung. Zwei Systeme von Schlechten, die ungefähr senkrecht zueinander verlaufen, sind gut entwickelt. Der Strich ist tiefschwarz, während die meisten tertiären Kohlen einen Strich aufweisen, der eher zu braun neigt. Lauge und verdünnte Salpetersäure haben keine Wirkung. GRAM (1923) hat eine Probe von diesen Kohlen analysiert:

Feuchtigkeit	0,80 0/0	Reinkohle
Asche	4,30 -	
Koks	77,87 -	77,52 0/0
Flücht. Bestandteile	21,33 -	22,48 -
Schwefel	0,60 0/0	
Oberer Heizwert	8092 WE	8527 WE
Unterer „	7841 -	8268 -

Die Elementaranalyse, auf Reinkohle umgerechnet, zeigt:

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O + N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
90,1	5,2	4,7	51,20	6,51	57,71

Wie man sieht, unterscheidet sich diese Kohle sehr von den gewöhnlichen Tertiärtypen; u. a. ist der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen bedeutend geringer. Eine Verkokungsprobe ergab einen gut geblähten, porösen und festen Koks mit einer silbergrauen Farbe. Die Kohle muß daher als eine gute Kokskohle bezeichnet werden und ist mit der westfälischen Fettkohle zu vergleichen. Im Anschliff zeigt sich, daß die Kohle aus Durit mit einigen Linsen und Streifen aus Fusit besteht. Auch finden sich Einlagerungen von Vitrit. Im Durit sieht man auch einige eigentümliche „zusammengeballte“ Körper, die wohl als Bitumenkörper zu deuten sind. Die Kohle sieht genau so aus wie die deutschen karbonischen Kohlen, nur fehlen die Sporen; sie ist eine echte Steinkohle.

Die Entwicklung der Tertiärkohle bei Hedgehogberg als Fettkohle ist interessant und hat sicher nur darin seinen Grund, daß hier in der Nähe der Muldentiefe eine stärkere Inkohlung stattgefunden hat als weiter nördlich, wo die Kohlenflöze erst in einem größeren Abstand von der Muldenachse zugänglich sind. Das Gebiet um den Hedgehogberg herum wurde zur Zeit der tektonischen Bewegungen stärker beansprucht, und dies hat einen höheren Grad der Inkohlung zur Folge gehabt.

b. Andere Kohlenfelder.

Kap Lyell. Am Kap Lyell, an der Südseite der Bellsund-Mündung, liegt ein kleines isoliertes Tertiärgebiet mit einigen dünnen Kohlenflözen. GRAM (1923) gibt folgende Analyse dieser Kohle:

Feuchtigkeit	7,15 0/0	
Asche	8,82 -	Reinkohle
Koks	56,00 -	56,15 0/0
Fl. Best.	36,85 -	43,85 -
Schwefel	0,57 0/0	
Oberer Heizwert.....	6455 WE	7681 WE
Unterer „	6185 -	7411 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O + N	Dispo- nibel	Gebun- den	Zus.
77,4	5,52	17,44	49,85	21,80	71,65

Schon der höhere Gehalt an Feuchtigkeit und Sauerstoff deutet darauf hin, daß diese Kohlen in die Kategorie der Braunkohlen gehören. Aus den graphischen Darstellungen verschiedener Tertiärkohlenanalysen (Abb. 3—5) geht hervor, daß diese Kohlen der Hiorthhafenkohle, die eine ausgesprochene Glanzbraunkohle ist, sehr nahe stehen. Der Strich der Kohlen ist schwarzbraun. Behandelt man sie mit Kalilauge, so erhält diese eine zum Teil recht kräftig braune Färbung; verdünnte Salpetersäure wird schwach gelblich gefärbt. Hierdurch wird das oben Gesagte bestätigt, und die Kap Lyell-Kohlen müssen als Glanzbraunkohlen betrachtet werden; sie stehen jedoch auf der Grenze zur Steinkohle.

Die Kohlen haben Pechglanz und einen undeutlich muscheligen Bruch. Einige Proben sind deutlich gestreift. Im Anschliff sieht man, daß die Kohle zum größten Teil aus Durit besteht. Dieser ist stark vitritisch und enthält auch viele dünne Epidermisleisten. Sehr oft ist der Durit stark durch Aschenbestandteile verunreinigt. Der Vitrit kommt

teilweise in breiten Streifen vor und ist meistens ganz homogen und ohne Struktur. An einer Stelle fand man einen Vitritstreifen, der am Rande einige parallele Linien aufwies (Taf. IV, Abb. 5). Dies sind vielleicht Spätholztracheiden der Jahresringe. Auch im Dünnschliff werden die obigen Resultate bestätigt. Man sieht, daß die Kohle fast nur aus vitritischen Substanzen besteht mit eingelagerten Blattcuticulen und, was man vor allem schon im Anschliff beobachten kann, mit großen gelben Harzkörpern (Taf. IV, Abb. 6). Eine Probe davon ist gerade durch ihren außergewöhnlichen Harzreichtum charakterisiert. Die Kohlen lassen sich leicht mazerieren. Schon nach 1–2 Tagen sind sie vollkommen zersetzt und rotbraun geworden. Der Rückstand ist z. T. recht bedeutend und besteht wesentlich aus Epidermisresten (Taf. V, Abb. 1). Diese haben eine helle bis braungelbe Farbe und viele zeigen gute Strukturen. Braune bis goldgelbe eckige Harzkörper findet man ebenfalls im Mazerationsrückstand. Dazu kommen noch viele Pollenkörner (ähnlich *Quercus* und *Betula*). Von den Aschenbestandteilen findet man nur vereinzelte wasserklare, z. T. abgerundete Quarzkörner, wieder.

Aavatsmark Gletscher. Auf der Ostseite des Vorlandsundes ist ein kleineres Tertiärgebiet durch Verwerfungen erhalten geblieben, und in der Nähe vom Aavatsmark Gl. hat man verschiedene lose Kohlenstücke gefunden. Außerdem fand man im fest anstehenden Sandstein ein Stück von einem Baumstamm, der ganz in Kohle verwandelt war (HOEL 1925). Eine Probe davon zeigt eine ganz homogene Kohle mit muscheligem Bruch und starkem Pechglanz. Der Strich ist schwarzbraun; Kalilauge wird schwach braun gefärbt, mit Salpetersäure zeigt sich keine Reaktion. Es ist also eine Art Glanzkohle. Ein Anschliff zeigt einen ganz homogenen Vitrit, der selbst nach Ätzung mit Chromsäure keine Struktur erkennen läßt. Im Vitrit sind viele Harzkörper enthalten, die reihenförmig angeordnet sind, und zwar in geknickten Linien. Im Dünnschliff sieht man eine vollständig homogene braunrote vitritische Masse mit goldgelben Linsen von Harz, deren reihenförmige Anordnung in Zickzacklinien deutlich zu erkennen ist (Taf. V, Abb. 2). In diesen Harzkörperreihen finden wir aber die ursprünglichen Harzgänge des Holzes das durch den Druck und Selbstdeformation ziemlich stark gefaltet wurde, wobei der vorher mehr oder weniger zusammenhängende Harzkanal ausgewalzt wurde, sodaß eine Reihe von Harzlinsen entstanden, die in der Längsrichtung des ursprünglichen Kanals angeordnet sind. Diese Kohlen zeigen uns sehr deutlich den holzigen Ursprung eines ganz strukturlosen Vitrits, in dem das Harz des Holzes an seinem ursprünglichen Platz erhalten ist.

Die losen Kohlenstücke, die man gefunden hat, zeigen eine ganz andere Art Kohle. Es ist z. T. eine etwas glänzende, z. T. eine ganz matte Kohle, die beide eine undeutliche Streifung aufweisen. Im Anschliff erkennt man den duritischen Charakter der Kohle. Der Durit

führt einige Blattepidermen, Sporen und außerdem dünne und kleine Einlagerungen von Vitrit. In den matten Kohlen ist auch Schwefelkies in Pünktchen vorhanden; sie enthalten auch viel Asche, von der die matte Farbe der Kohle herrührt. Der Dünnschliff zeigt im wesentlichen dasselbe Bild, nur sieht man hier auch vereinzelte gelbe Harzkörper und Linzen, die z. T. eine geflossene Struktur haben. Der Durit ist ziemlich vitritisch und führt auch Linzen von Vitrit. Diese Kohlen sind ungefähr von der gleichen Art wie die übrigen Tertiärkohlen.

Kings Bay. Auf der Südseite der Kings Bay liegt ein kleines Tertiärgebiet, das infolge großer tektonischer Vorgänge von der Zerstörung durch Denudation verschont geblieben ist. Die Gesamtmächtigkeit des Tertiärs beträgt hier ungefähr 190 m. Es besteht hauptsächlich aus Schiefen mit untergeordneten Sandsteinen, Konglomeraten und Kohlenflözen. Sechs bedeutendere Flöze treten in der Formation auf: Ester (zu unterst), Sofie, Advokat, Agnes-Otelie, Josefine und Ragnhild.

Auf Grund einer Reihe Analysen von Grubenproben, die GRAM (1923) von Kohlen dieser Schichten ausgeführt hat, haben diese durchschnittlich folgende Zusammensetzung:

Feuchtigkeit	1,8 0/0	Reinkohle
Asche	12,2 -	
Koks	57,8 -	53 0/0
Fl. Best.	40,4 -	47 - (42-52)
Schwefel	2,5 0/0	
Oberer Heizwert	7130 WE	8285 WE
Unterer -	6800 -	7943 -

Zusammensetzung der Reinkohle			Auf 1000 C sind enthaltene H		
C	H	O+N	Disponibel	Gebunden	Zus.
82,5	7	10,5	68,93	16,07	85,00

Makroskopisch ergeben die Kohlen dieser verschiedenen Flöze ein ziemlich gleiches Bild. Es ist durchweg eine typisch duritische, massige Kohle. Die Farbe ist mattschwarz, oft etwas glänzend und meist ohne deutliche Streifung. Einzelne Proben lassen jedoch hier und da eine undeutliche Streifung erkennen. Der Bruch ist unregelmäßig gezackt. Fast immer zeigen die Kohlen deutlich tektonische Beanspruchung. Starke Zerklüftung, Harnische und Schlechten kommen überall vor, manchmal ist eine deutliche Schieferung und sogar Faltung ersichtlich. GRAM (1922, S. 3) schließt aus der chemischen Zusammensetzung der

Kings Bay-Kohle, daß es eine Cannelkohle ist. Die Analysen zeigen zwar eine ziemlich gute Übereinstimmung mit der Zusammensetzung vieler Cannelkohlen, aber man kann sie doch nicht allein auf Grund dieser die Kohlen als Cannelkohlen bezeichnen. Denn die Cannelkohle ist ja nicht nur durch ihre *chemische* Zusammensetzung, sondern hauptsächlich durch ihre *Struktur* besonders gekennzeichnet. Sie hat einen flachmuscheligen Bruch und eine graue, teilweise auch sammetschwarze Farbe mit einem matten Glanz. Ihre Zähigkeit ist sehr groß, sie läßt sich zu verschiedenen Gegenständen verarbeiten. Auch Politur nimmt sie leicht an. Das typisch mikroskopische Bild der Cannelkohlen zeigt Kohlen mit einer gleichkörnigen und feinkörnigen Struktur. Charakteristisch ist also vor allem ihre große Homogenität. Daher zeigt schon allein das makroskopische Bild deutlich, daß man unsere Kohlen keineswegs als Cannelkohlen bezeichnen kann, und im folgenden soll gezeigt werden, daß sie auch mikroskopisch ein ganz anderes Bild ergeben.

Die Koks menge, die sich bei der Verkokung der Kohlen ergibt, sowie ihre Beschaffenheit sind von Bedeutung für die Beurteilung der Kohlenart und deren Verwendbarkeit. Die Verkokungsproben wurden in der gewöhnlichen Weise gemacht, 1 g Kohle in einem Platintiegel. Sie ergaben alle 40—45 % flüchtige Bestandteile. Dagegen waren die einzelnen Koksproben von verschiedener Beschaffenheit. Die Kohle von Flöz Ester ergab einen geschmolzenen, geblähten und ziemlich festen Koks; die Sofiekohlen einen gebackenen und etwas geblähten Koks. Der Koks der Oteliekohle war etwas bis gut gesintert, während die Josefine- und Ragnhild-Kohlen einen schwarzen sandigen Koks ergaben. Nach dem Aussehen der Koks kuchen zu urteilen, enthalten die verschiedenen Flöze Back-, Sinter- und Sandkohlen, und zwar sind die ersteren die untersten. Da bisher nur wenige Proben untersucht worden sind, weiß man nicht, ob die genannten Ergebnisse überall zutreffen, und man darf ihnen infolgedessen keine allzu große Bedeutung beilegen. Sie geben jedoch einen Anhaltspunkt für einen Vergleich zwischen den einzelnen Flözen und haben daher für die *Flözidentifizierung* in diesem kleinen Gebiet einen gewissen Wert. Die Kohlen haben einen schwarzen, zuweilen schwarzbraunen Strich und färben im allgemeinen Kalilauge und verdünnte Salpetersäure nicht. Nur einige Proben ergaben beim Kochen mit Lauge eine schwache braune Färbung. Auf Grund dieser Reaktionen gehören die Kings Bay-Kohlen in die Kategorie *Steinkohle*. Um die Herstellung von Anschliffen zu ermöglichen, mußten alle Proben wegen der bröckeligen Natur der Kings Bay-Kohlen in Paraffin eingekocht werden. Auch die Anfertigung von Dünnschliffen verursachte aus dem gleichen Grunde ziemliche Schwierigkeiten.

Die *Esterkohle* ist durchweg ein Durit mit einigen Streifen von Vitrit, der völlig strukturlos ist. Kleine Fetzen von Fusit sind auch vorhanden, und im Durit sitzen fein verteilt kleine Körnchen Schwefel-

kies. Des weiteren sieht man im Durit deutliche Epidermalgebilde und Harzkörper. In den Sprüngen und Rissen der Kohlen hat sich Kalkspat abgesetzt, der wegen seiner dunklen Farbe makroskopisch schwer zu erkennen ist.

Auch die *Sofiekohle* zeigt eine duritische Ausbildung (Taf. V, Abb. 3). Dünne Streifen und Linsen von Vitrit sind dem Durit eingelagert, und auch etwas Fusit ist darin enthalten. Schwefelkies ist im Durit fein verteilt, und stellenweise kommen größere Anhäufungen dieses Minerals vor. Im Dünnschliff erkennt man die deutliche Schichtung des Durits; diese wird hauptsächlich durch die streifenförmige Anordnung der Aschenbestandteile deutlich gemacht. Der Durit sieht humitisch aus und enthält kleine Bruchstücke und Teile anderer Substanzen, vor allem wohl Epidermalgebilde. Dünne Vitritstreifen sind in dem Durit eingelagert. Einige Sporen kommen ebenfalls vor. Auch findet man gelbe Harzkörper, die zum Teil eine „Gerinnungsstruktur“ haben, reihenförmig im Durit eingelagert, aber nicht in größeren Mengen. Eigentümlich ist es, daß diese Körper eine Doppelbrechung erzeugen. Dieselbe Erscheinung findet man auch bei einigen duritischen Streifen; die Auslöschung ist meistens ungefähr parallel der Schichtung. Die Sofiekohle ist außerdem stark durchsetzt von vielen kleinen unregelmäßigen Rissen und Sprüngen, die hauptsächlich im Vitrit vorkommen. Diese Risse sind mit Kalkspat ausgefüllt, der sich im Anschliff als eine homogene glatte Masse zeigt und ungefähr dieselbe Härte wie die Kohlen hat. Es zeigt daher kein Relief. Bei Ätzung mit HCl kann man jedoch ein Brausen bemerken, und außerdem wird der Kalkspat braunschwarz; man kann ihn daher auf diese Weise leicht erkennen.

Die *Oteliekohle* zeigt bereits makroskopisch eine undeutliche Streifung. Das mikroskopische Bild zeigt wieder eine ausgeprägt duritische Kohle mit einigen Streifen und dünnen Linsen aus Vitrit. Auch kommen kleine und größere Linsen aus Fusit vor. Im Durit beobachtet man einige Makrosporen und viele kleine Körper, die wohl teils als Sporen und Pollen, teils aber als zerriebene Epidermalgebilde anzusehen sind. Harzkörper kommen auch vor und sind besonders im Dünnschliff leicht zu erkennen. Im Anschliff findet man einige eigentümliche kugelige Körper mit vielen punktförmigen Vertiefungen, die wohl als *Sklerotien* anzusehen sind (JEFFREY und CHRYSLER 1906). Solche Sklerotien oder Dauerzustände sind Umwandlungen von Plasmodien gewisser Pilze (*Myxomycetes*), um trockene Perioden zu überdauern. Sie deuten folglich darauf hin, daß die betreffenden Moore zu gewissen Zeiten Entwässerungen ausgesetzt waren. Im dem Durit der Oteliekohle kommen auch häufig fein verteilte Körnchen aus Schwefelkies vor. Die Kohle läßt sich leicht mazerieren, hierbei bleibt ein recht bedeutender Rest zurück. Dieser besteht zum größten Teil aus Epidermalgebilden und hin und wieder einigen Pollenkörnern. Meistens sind die gelblichen Epidermal-

gebilde ohne Struktur; einige sind jedoch ganz gut struiert, und in anderen „ahnt“ man eine gewisse Struktur. In dem Rückstand der Mazeration kommen auch einige wasserklare, eckige Körner aus Quarz vor.

Aus dem Liegenden des Otelie-Flözes liegt mir ein dunkler Ton-sandstein mit unregelmäßigem Bruch vor, der von dünnen, z. T. röhrenförmigen Kohlenstreifen durchsetzt ist, die oft quer zu der undeutlichen Schichtung verlaufen. Diese Kohlenreste stammen ohne Zweifel von Wurzeln; das Liegende des Flözes ist also ein Wurzelboden, der uns die Autochthonie der Oteliekohle beweist. Würde man das Liegende der übrigen Kohlenflöze untersuchen, so würde man vielleicht ähnliche Wurzelböden finden.

Auch die *Josefinekohle* ist eine ausgesprochen duritische Kohle (Taf. V, Abb. 4). Der Durit ist ziemlich homogen und vitritisch. In der duritischen Masse sitzen sehr kleine Bitumenkörper. Einige davon sind ohne Zweifel Harzkörper, aber die meisten sind so klein, daß man unmöglich feststellen kann, woraus sie eigentlich bestehen. Überhaupt kommt man zu der Überzeugung, daß die duritische Masse eine viel größere Anzahl solcher Körper enthält, als man in dem mikroskopischen Präparat erkennen kann, aber sie sind so fein zerrieben und derart mit humitischer Substanz vermischt, daß sie der Beobachtung entgehen. In dieser Kohle tritt der Vitrit anscheinend sehr in den Hintergrund; er ist im Dünnschliff in dünnen homogenen Streifen von brauner Farbe zu erkennen. Bei der Josefinekohle tritt im Gegensatz zu den bisherigen Kohlen Fusit als ein charakteristischer Bestandteil auf. Er kommt in Linsen und Streifen vor und hat teilweise sehr schöne Zellstrukturen. Schwefelkies ist ebenfalls, jedoch nur in geringen Mengen, vorhanden. Die Kohlen sind stark zertrümmert, und man erkennt viele Miniatur-Verwerfungen (Taf. V, Abb. 5). In den Rissen hat sich Kalkspat abgesetzt. Während man diesen Kalkspat im Anschliff erst durch Ätzung mit HCl bemerkt, erkennt man ihn im Dünnschliff sofort an seiner Spaltbarkeit und seinen hohen Interferenzfarben.

Eine Probe der Josefinekohle unterscheidet sich bedeutend von denen der übrigen Kohlen. Sie ist massig und homogen und hat eine grauschwarze Farbe. Von Schlechten und Harnischen durchsetzt, zeigt sie überhaupt eine starke tektonische Beanspruchung. Sie hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Pseudocannelkohle, ist aber zu grobkörnig, um als solche bezeichnet zu werden. Beim Zerreiben in der Reibschale findet man, daß das graphitähnliche Pulver an den Wänden „klebt“. Eine Immediatanalyse ergab folgendes:

Feuchtigkeit	2,6 0 0	Reinkohle
Asche (lichtgrau)	15,0 -	
Koks	81,4 -	80,6 -
Fl. Best.	16,0 -	19,4 -

Der Koks ist schwarz und pulverförmig. Die Kohle entspricht einer *Magerkohle*. Im Anschliff sieht man, daß sie aus Durit mit einigen Streifen Vitrit besteht. Charakteristisch ist auch das Vorkommen bitumenähnlicher Körper, die z. T. wulstig ausgebildet sind. Fusit findet sich auch darin, und außerdem Vitrit mit gut erhaltener Holzstruktur (Provitrit). Quer zur Schichtung verlaufend, tritt eine große Anzahl von Rissen mit Verzweigungen auf, die mit einer Kalkspatmasse ausgefüllt sind. Der Dünnschliff zeigt, daß diese Kohle einer weitergehenden Inkohlung ausgesetzt war als die andern. Ein gut erhaltenes Epidermistück ist lichtgelb, der Schliff ist also dünn genug; trotzdem ist die ganze Masse schwarz und undurchsichtig. Auch im Dünnschliff erkennt man ein ganzes Netz von Kalkspatadern. Das Auftreten von Magerkohlen mitten in einem Flöz von gasreichen Kohlen ist eine eigentümliche Erscheinung. Ob die stark vorgeschrittene Inkohlung der vorliegenden abnormen Probe etwa mit einer lokalen starken Einwirkung der tektonischen Kräfte im Zusammenhang steht, muß mindestens solange offen bleiben, bis man den Punkt des Vorkommens in der Grube genauer kennt.

Wir kommen jetzt zu dem obersten Flöz, *Ragnhild*, und finden wieder einen Durit der gewöhnlichen Art mit einer humitischen Grundmasse, in der Epidermisfetzen und Partikeln und auch einige größere Harzkörper fein verteilt vorkommen. Streifen und Linsen von Vitrit sind spärlich vorhanden, auch etwas Schwefelkies in runden Pünktchen.

Fassen wir jetzt die obigen Resultate der Untersuchung zusammen so ergibt sich folgendes:

Die Kings Bay-Kohlen sind durchweg ausgeprägt duritische Kohlen. Der Durit besteht aus einer Grundmasse („Attritus“), die allem Anschein nach humitischer Natur und mit vielen cutinösen Epidermalgebilden vermischt ist; Sporen treten dagegen nur selten auf.

Untergeordnet findet man Schmitzen von Vitrit, der fast immer strukturlos ist. Auch Fusit kommt in geringen Mengen vor. Letzterer hat zuweilen eine gut erhaltene Struktur und scheint in einigen Flözen (Josefine) eine größere Rolle zu spielen. Es bedarf der Untersuchung eines viel größeren Materials, um feststellen zu können, ob sich einzelne Flöze wirklich in bedeutendem Maße hinsichtlich dieses Punktes von den anderen unterscheiden. In fast allen Kohlensorten ist auch Schwefelkies ziemlich reichlich vorhanden und dadurch charakterisiert, daß er in punktförmigen oder kugeligen Gebilden im Durit verteilt ist. Die Kings Bay-Kohle hat sowohl makro- als auch mikroskopisch große Ähnlichkeit mit der deutschen Gasflammkohle, nur fehlen die für letztere charakteristischen Sporen.

Die Kings Bay-Kohlen zeichnen sich durch einen besonders hohen Wasserstoffgehalt aus, der sich nicht allein aus dem Vorhandensein der verschiedenen sichtbaren Bitumenkörper erklären läßt, da diese hierfür

nicht in genügenden Mengen vorhanden sind. Denn die Kings Bay-Kohlen sind auch außerordentlich teerergiebig. Bei der Verschwelung erhält man 15—20% Teer. Es ist anzunehmen, daß auch die Teerbildner in der Grundmasse des Durits enthalten sind, aber so fein zerrieben, daß man die einzelnen Bestandteile nicht identifizieren kann, zumal sich das Ganze mikroskopisch als eine dunkle, braune Masse zeigt. Der Vitrit ist wahrscheinlich zum größten Teil aus kolloidalen Humusniederschlägen entstanden, aber auch Holz und Grundgewebe sind sicher in vielen Fällen das Entstehungsmaterial gewesen. Was die Bildung des Fusits anbetrifft, so ist man allgemein der Ansicht, daß er durch eine schnelle Oxydation aus Holz entstanden ist; ob dies nun durch einen *Brand* (BODE 1927) oder auf andere Art und Weise bewirkt wurde, soll hier nicht weiter erörtert werden.

Unter den mineralischen Gemengteilen ist der Kalkspat besonders charakteristisch. Wegen seiner dunklen Farbe makroskopisch kaum bemerkbar, bildet er mikroskopisch einen ganz auffallenden Bestandteil der Kohlen. In kleinen Rissen und Spalten und deren Verzweigungen tritt er in ziemlich großen ungleichen Mengen auf. Im Anschliff erkennt man ihn erst deutlich bei Ätzung mit HCl. Schon wenn man die Aschenanalysen betrachtet, fällt einem der ungewöhnlich hohe CaO-Gehalt auf, nämlich 15% von der Asche (RÖDLAND 1924). Petrographische Untersuchungen haben gezeigt, daß dieser Kalkgehalt zum größten Teil als Karbonat auftreten muß. Der übrige Teil der Asche müßte dann ungefähr die gleiche Zusammensetzung haben wie wasserfreies Kaolin. Wenn 15% CaO als Kalkspat vorhanden sind, gehören dazu 11,7% CO₂; der Mineralgehalt der Kohlen ist also größer als es der Aschenprozentatz angibt. Ungefähr ein Viertel der Mineralbestandteile ist als Kalkspat vorhanden, und die Kohlen selbst enthalten ca. 4% dieses Materials, was auch durchaus in Übereinstimmung steht mit der ungefähren Menge, die man mikroskopisch gefunden hat. Bei der Verbrennung spaltet sich der Kalkspat unter gleichzeitiger Wärmeabsorption, und der Heizwert der Kohlen wird dadurch verringert. Der Kalkspat hat sich aus Lösungen abgesetzt, die in den Rissen und Spalten der Kohlen zirkuliert haben. Die Kohlen sind ja sehr zerquetscht, so daß sich die Lösungen ohne Schwierigkeiten Wege bahnen konnten, und man kann sich ja leicht erklären, woher der Kalk gekommen ist. Unmittelbar an die große Überschiebung, welche die kohlenführenden Schichten in der Tiefe begrenzen, stoßen oberkarbonische Kalksteine an (ORVIN in HOEL 1925). An dieser Überschiebungskluft ist das Wasser entlanggeflossen, unterwegs mit Kalk beladen worden und dann durch die kohlenführenden Schichten hindurchgesickert, in denen sich der Kalk als Kalkspat wieder abgesetzt hat.

c. Kohlen im oberen Teile des Tertiärs.

Brongniartberg. In dem oberen Sandstein der Tertiärformation kommen mehrere dünne Kohlenflöze vor. Sie sind u. a. im Brongniartberg auf der Nordseite der Van Keulen Bay nachgewiesen worden. Wir befinden uns hier auf dem Westflügel der großen Tertiärmulde, und die Schichten verlaufen mit einer geringen Neigung nach ONO. In einer Höhe von 350 m ü. d. M. fand W. SOLHEIM 1920 ein 10 cm mächtiges Flöz. Darüber folgte 30 m Sandstein, 10 cm Kohle, 75 m Gestein, 10 cm Kohle, 50 m Gestein und 15 cm Kohle; im ganzen also 4. dünne Kohlenflöze. Aus einer dieser Schichten liegen Proben vor; sie zeigen eine tiefschwarze Kohle mit Pechglanz und muscheligen Bruch. Auch bemerkt man Übergänge von reiner Kohlensubstanz zu einem dunklen Tonsandstein. Eine Analyse ergab folgenden Befund:

Feuchtigkeit	2,9 0/0	
Asche	14,3 -	Reinkohle
Koks	67,0 -	63,5 0/0
Fl. Best.	30,1 -	36,5 -
Oberer Heizwert.....	6336 WE	7660 WE
Unterer -	6102 -	7380 -

Der Koks ist von schwarzer Farbe und gut gesintert. Die Kohle hat einen schwarzbraunen Strich; Kalilauge und Salpetersäure werden von der Kohle nicht gefärbt; von einer Braunkohle kann also nicht die Rede sein, obwohl sie das typische Aussehen der Pechkohlen¹ hat. Im Anschliff erkennt man, daß die Kohle ganz aus Vitrit besteht. Dieser ist ganz homogen, zeigt jedoch keine Holzstruktur trotz Ätzung mit Chromsäure. Stellenweise findet man größere Anhäufungen von Mineralkörnern (Asche), die auch sonst verteilt im Vitrit vorkommen (Taf. V, Abb. 6). Im Dünnschliff sieht man die homogene braunrote Masse des Vitrits. Es zeigt sich, daß die Asche hauptsächlich aus Quarzkörnern besteht, die sich an einzelnen Stellen anhäufen und die Kohlensubstanz fast ganz verdrängen. Auch etwas Pyrit ist vorhanden.

Diese Kohlen sind wohl hauptsächlich aus Holzsubstanz entstanden, sind also echte Humuskohlen. Während des Inkohlungsvorganges ist die Holzstruktur ganz verschwunden und wir erhalten einen strukturlosen Vitrit. Im übrigen kann man auf Grund dieser wenigen Anhaltspunkte nicht viel über die Entstehung dieser Kohlenschichten sagen. Wie bereits erwähnt, befindet sich unter den Kohlenflözen Sandstein mit marinen Muscheln, und es ist nicht ausgeschlossen, daß die Kohlen aus Anschwemmungen von Holzmaterial in einem Ufergebiet gebildet,

¹ Pechkohle, heute „Glanz(braun)kohle“ (Oberbayern).

daß sie also allochthöner Entstehung sind. Es ist auch interessant, daß sogar in den obersten Tertiärschichten auf Spitzbergen Steinkohle vorkommt oder auf jeden Fall eine Kohle, die der Steinkohle ähnlicher ist als der Braunkohle. Wir wissen, daß der drucktektonische Einfluß während der tertiären Faltung von maßgebender Bedeutung für die Inkohlung der unteren tertiären Flöze gewesen ist, und er muß auch die Inkohlung der oberen Flöze gefördert haben. Auch der Belastungsdruck muß eine Rolle gespielt haben, und es ist daher anzunehmen, daß früher über den Kohlenschichten bedeutende Gesteinsmächtigkeiten gelegen haben, die jetzt denudiert sind. Für diese Ansicht spricht auch die Tatsache, daß auch die obersten tertiären Gesteine eine weit fortgeschrittene Diagenese zeigen.

III. Graphische Darstellung der Zusammensetzung der Tertiärkohlen.

Durch eine graphische Darstellung der Zusammensetzung der Kohlen erhält man ein sehr übersichtliches Bild, das einen Vergleich zwischen den verschiedenen Kohlen außerordentlich erleichtert. GROUT (1907) hat zuerst diese Methode für Kohlenuntersuchungen angewandt. In Abb. 3 sind die drei Elementarbestandteile: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff (+ Stickstoff) von einer Reihe von Tertiärkohlen in der Dreiecksprojektion dargestellt, nachdem die Analysen auf 100 % umgerechnet worden waren. Man ersieht daraus, daß sich die Glanzbraunkohlen vom Hiorthhafen am weitesten rechts befinden, während die Kohlen vom Hedgehogberg am weitesten links stehen. Zwischen diesen beiden äußersten Gruppen liegen die Analysen sämtlicher Kohlen des großen Tertiärgebietes südlich vom Eisfjord. Im großen ganzen liegen alle Kohlen (mit Ausnahme der Kings Bay-Kohlen) auf einer geraden Linie, die ungefähr parallel zu der Linie des gleichen Wasserstoffgehaltes verläuft. Außerdem ist die Sauerstoffabnahme proportional zur Kohlenstoffabnahme, und zwar ungefähr in gleichen Gewichtsmengen (C O). Die Kings Bay-Kohlen nehmen, wie bereits erwähnt, eine Sonderstellung ein; sie enthalten mehr Wasserstoff als die gewöhnlichen Tertiärkohlen. Dies liegt möglicherweise daran, daß die ursprüngliche Zusammensetzung bereits eine andere war, daß nämlich die wasserstoffreicheren Teile der Pflanzen (Cuticulenmaterial usw.) bei den Kings Bay-Kohlen schon von Anfang an eine größere Rolle als Kohlenbaustoff gespielt haben, als dies bei den übrigen Kohlen der Fall war. In Abb. 4 sind einige Kohlenanalysen in ein ebenfalls von GROUT (a. a. O.) vorgeschlagenes Diagramm eingezeichnet. Dieses Diagramm gründet sich auf das Verhältnis des nicht flüchtigen Kohlenstoffs zu dem ganzen Kohlenstoffgehalt. Hierbei nehmen wiederum die Hiorthhafen- und

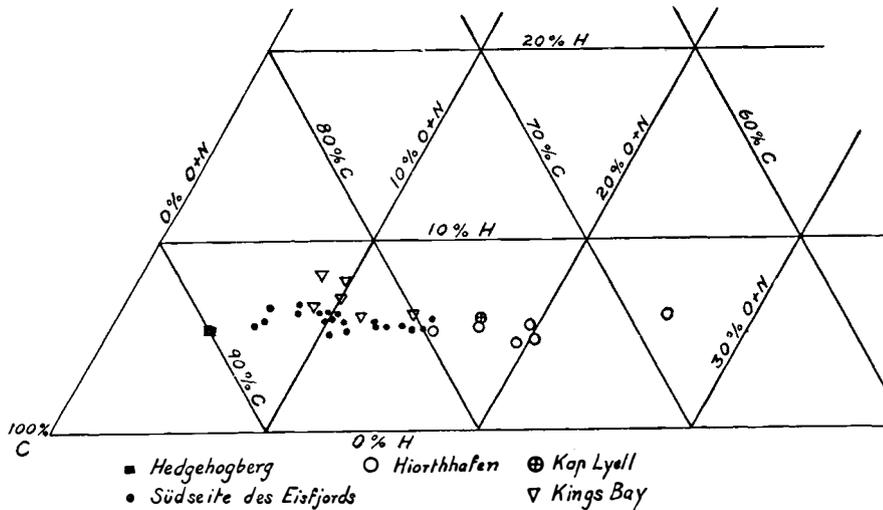


Abb. 3. Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen C, H und O(+N) in den Tertiärkohlen.

Hedgehogberg-Kohlen die äußersten Stellungen ein, während die Kohlen von der Advent Bay, Green Harbour und Braganza Bay dazwischen liegen. Aus diesem und dem folgenden Diagramm (Abb. 5) ist ersichtlich, daß die Kohlen von Kap Lyell ziemlich genau mit den Hiorthhafen-Kohlen übereinstimmen, während die Kings Bay-Kohlen auch hier wieder eine Sonderstellung einnehmen, die jedoch eine Annäherung an den gewöhnlichen Typ zeigt. Nach der deutschen Klassifikation muß man die Kohlen von Hiorthhafen und Kap Lyell als Glanzbraunkohle, die von Green Harbour, Advent Bay, Braganza Bay und Hedgehogberg als Steinkohle, und zwar als Gasflammkohle, Gaskohle und Fettkohle (Hedgehogberg) bezeichnen. Nach der amerikanischen Nomenklatur wären diese Kohlen als „sub-bituminous“, „bituminous“ und „semi-bituminous“ zu bezeichnen. Die Kings Bay-Kohle steht der Cannelkohle in bezug auf die chemische Zusammensetzung sehr nahe; da man aber im übrigen weder makro- noch mikroskopisch irgendwelche Übereinstimmungen mit der gewöhnlichen Cannelkohle nachweisen kann, bezeichnet man die Kings Bay-Kohle am besten als wasserstoffreiche Gasflammkohle.

Die genetisch jüngsten Kohlen haben fast immer den größten Wassergehalt, er verringert sich immer mehr bei zunehmender Inkohlung. Da das Wasser also kein zufälliger Bestandteil der Kohlen ist, muß man ihm die gleiche Aufmerksamkeit zuwenden wie den anderen Bestandteilen.¹ FISHER (1927) hat eine Dreiecksprojektion vorgeschlagen mit Feuchtigkeit, fixem Kohlenstoff und flüchtigen Bestandteilen in den drei

¹ Es mag jedoch betr. des Wassergehalts der Kohlen erwähnt werden, daß starke Abweichungen z. B. bei den böhmischen Steinkohlen vorkommen, die ca. 15% H₂O haben.

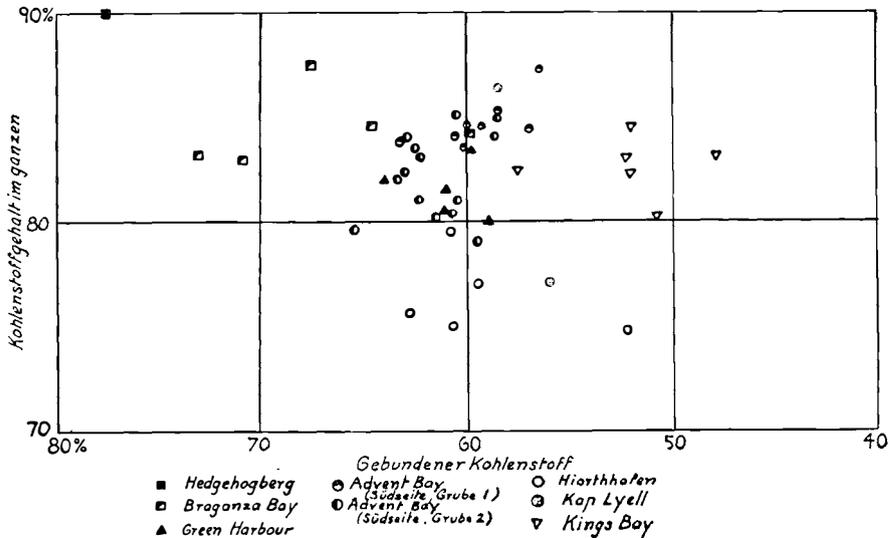


Abb. 4. Diagramm zur Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen C-Gehalt im ganzen und gebundenem (fixem) C in den Tertiärkohlen.

Ecken. Aus FISHERS Diagramm ist ersichtlich, daß die Inkohlung anfänglich mit einer Entwässerung und teilweisen Entgasung verbunden ist; später jedoch hört die Entwässerung auf, da die letzten Feuchtigkeitsprozent ziemlich fest gebunden zu sein scheinen. In Abb. 5 sind Analysen von einigen unserer Kohlen in ein solches Diagramm eingezeichnet.

Obige Diagramme zeigten, daß der größte Teil der Tertiärkohlen Spitzbergens ganz normale Steinkohle ist, und je nach dem Grad der Inkohlung, die die Folge tektonischer Erscheinungen ist, haben wir ungefähr die gleichen Kohlenarten wie in den karbonischen Steinkohlenrevieren. Zum größten Teil sind es Gasflammkohlen mit Übergängen zu Glanzbraunkohlen nach der einen Seite und zu Fettkohlen nach der anderen Seite. Alle tertiären Kohlen liegen also zwischen diesen beiden Extremen. Fast alle Flöze liegen ungefähr auf dem gleichen stratigraphischen Niveau, und da die verschiedene Entwicklung der Flöze in einem bestimmten Verhältnis zu dem tektonischen Aufbau zu stehen scheint, kann man annehmen, daß der durch die tektonischen Kräfte verursachte Druck in erster Linie diese Entwicklung bewirkt hat. Nichts deutet nämlich darauf hin, daß diese Entwicklung durch ein wesentlich verschiedenes Ausgangsmaterial verursacht worden sei (außer bei den Kings Bay-Kohlen, bei denen der hohe Wasserstoffgehalt vielleicht dadurch zu erklären ist). Einen entscheidenden Beweis für obige Annahme — was die allgemeine Auffassung ist, die in fast allen Kohlenrevieren bestätigt wird — liefert ebenfalls die Beobachtung, daß auch vertikal eine gewisse Übereinstimmung zwischen den einzelnen naheliegenden Flözen herrscht. Das Forschungsmaterial ist jedoch vorläufig noch zu gering, als daß etwas Bestimmtes über diesen Punkt ausgesagt werden könnte.

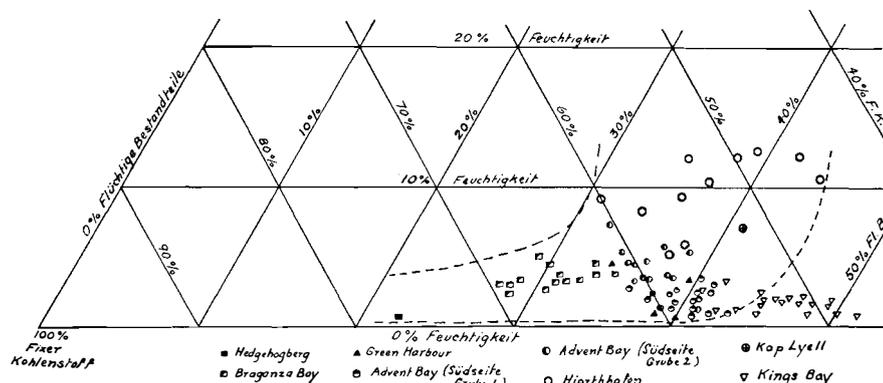


Abb. 5. Diagramm zur Veranschaulichung des Prozesses der Inkohlung der Tertiärkohlen: Abnahme von Feuchtigkeit und flüchtigen Bestandteilen.

IV. Die Entstehung der Tertiärkohle.

Wie bereits erwähnt, besteht die Tertiärformation (Paleozän-Eozän) auf Spitzbergen aus einer ca. 1400 m mächtigen Schichtenreihe, die aus Sandsteinen und Schiefen aufgebaut ist, von denen die ersteren den größten Teil ausmachen. An der Basis der Kohlenformation befinden sich 2—5 Kohlenflöze, die den unteren Kohlenhorizont bilden; in den obersten Sandsteinen der Formation liegen ungefähr ebensoviel Flöze, die den oberen Kohlenhorizont darstellen. Die letztgenannten Lager sind jedoch sehr dünn und haben keinen praktischen Wert. In dem hangenden Sandstein des unteren Kohlenhorizontes und in den liegenden Sandsteinschichten des oberen Kohlenhorizontes kommen marine Muscheln vor.

Die petrographische Ausbildung der tertiären Gesteinsarten auf Spitzbergen ist sehr eigentümlich. Die Sandsteine sind durchweg dichte zementierte und harte Gesteine, und die Schiefer zeigen eine entsprechende Entwicklung. Beide stehen infolgedessen im direkten Gegensatz zu dem gewöhnlichen mitteldeutschen Typus der Tertiärgesteine, die meist keine feste Gesteine, sondern nur Sande, Tone usw., also Böden sind. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Tertiärgesteine auf Spitzbergen nicht zu unterscheiden sind von den paläozoischen Gesteinen, z. B. den devonischen Gesteinen auf der Bäreninsel. Die weit vorgeschrittene Diagenese der Spitzbergener Tertiärgesteine kommt auch topographisch zum Ausdruck. Bilden doch diese Gesteine oft mehrere 100 m hohe Plateaux und Gipfel, die sogar eine Höhe von über 1000 m erreichen. Da eine vollständige petrographische Bearbeitung dieser Gesteine außerhalb des Rahmens dieser Arbeit liegt — obgleich eine solche für das Verständnis der Natur der Kohlen wohl von Bedeutung wäre —, sollen hier nur einige Beispiele der Gesteinstypen erwähnt werden. Das hangende Gestein

von dem sogenannten Flöz Nr. 2 des untersten Kohlenhorizontes in Grube Nr. 1 an der Westseite der Advent Bay ist ein harter, dunkelgrauer, etwas grauackennähnlicher Sandstein. Er ist etwas plattig und führt Glimmer auf den Schichtflächen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der Sandstein aus ziemlich gleichmäßigen, scharfkantigen Quarzkörnern besteht, die mit einem tonigen Bindemittel zementiert sind. Viel Feldspat ist auch dabei, vor allem Plagioklase und Mikroklin. Chlorit in Fasern bildet einen charakteristischen Bestandteil und scheint sekundär zu sein; es hat eine etwas zackige Form und muß durch eine Umwandlung von Glimmermineralien gebildet sein. Limonit kommt als accessorischer Bestandteil vor. Der Sandstein ist als Arkose-Sandstein zu bezeichnen.

Das Liegende des Flözes wird von einem dunklen Tonsandstein ohne deutliche Schichtung gebildet. Mikroskopisch sieht man, daß das tonige Bindemittel überwiegt. Die Quarzbruchstücke sind scharfkantig, dazwischen liegen größere oft langleistenförmige Feldspate und zwar vorwiegend Plagioklase. Gebogene Glimmerlamellen und Chlorit kommen auch vor. Außerdem etwas Eisenglanz und Pyrit.

Die weit fortgeschrittene Diagenese der Tertiärgesteine kann daher nicht bezweifelt werden; eine eigentliche Dynamometamorphose ist bei den Lagerungsverhältnissen ganz ausgeschlossen. Es läßt sich nur sehr schwer feststellen, wie groß die ursprüngliche Tertiärmächtigkeit gewesen ist, aber sie muß auf jeden Fall mehrere tausend Meter betragen haben. Nur durch eine solche, ehemals vorhanden gewesene Mächtigkeit in Verbindung mit dem Einwirken tektonischer Kräfte kann man sich das Vorkommen tertiärer Steinkohle erklären.¹ Wenn das Tertiär nicht ursprünglich eine viel größere Mächtigkeit gehabt hätte, könnte man auch kaum verstehen, daß die heute noch erhaltenen Schichten in dem langen Zeitraum seit der Eozänperiode nicht zerstört worden sind. NATHORST (1910) meint auch, daß bedeutende Ablagerungen denudiert und zerstört worden sind.

Der untere Kohlenhorizont liegt unmittelbar über der Basis der transgredierenden Tertiärformation. Bei Green Harbour beginnt das Tertiär mit einem Basalkonglomerat, weiter östlich dagegen ist die Diskordanz nicht durch eine derartige Bildung gekennzeichnet und läßt sich schwer nachweisen. Wenige Meter über der Tertiärbasis treten die Kohlenflöze auf, und zwar innerhalb einer Gesteinsmächtigkeit von 30—40 m. Die Anzahl der Flöze ist an den einzelnen Stellen verschieden; meistens sind es zwei. Im Osten ist die Anzahl jedoch durch-

¹ Nach ERDMANN (1924) spielt für den Übergang von Braunkohle in Steinkohle die Erzeugung einer Temperatur von wenigstens 325° eine Rolle, die — wenn nötig — bei den Spitzbergenkohlen durch den tektonischen Druck und die Mächtigkeit der überlagernden Schichten geliefert sein mußte.

weg größer, bis zu 4—5 Schichten. In dem abgesonderten Kings Bay-Gebiet beträgt die Anzahl der Flöze bis zu 6—7; sie sind aber hier auf eine viel größere Mächtigkeit verteilt, nämlich ungefähr 190 m (ORVIN in HOEL 1925). Überall, wo die Tertiärbasis bloßgelegt ist, sind die Kohlenlager mehr oder weniger gut entwickelt. Die Ausdehnung des tertiären Kohlenbeckens fällt also mit der Ausdehnung des Tertiärs zusammen. Schwieriger wird die Sache, wenn die Rede ist von der Ausdehnung der *einzelnen* Flöze. Daß es sich dabei natürlich um viel geringere Dimensionen handelt, bedarf wohl kaum einer weiteren Erklärung. Da der Bergbau auf Spitzbergen noch nicht weit vorgeschritten ist, hat man bisher wenig Anhaltspunkte für eine Berechnung dieser Ausdehnung. Aber die Aufschlußarbeiten, die in dieser Richtung gemacht worden sind, lassen darauf schließen, daß die einzelnen Flöze auch eine ziemlich große Ausdehnung haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach erstrecken sich die einzelnen Flöze über mehrere 100 km.² Die Anzahl der Flöze des oberen Kohlenhorizontes beläuft sich bis auf 4—5, aber ihre Mächtigkeit beträgt nur 10—15 cm. Sie haben also keine praktische Bedeutung und sind im übrigen bisher auch nur wenig erforscht worden. Der Sandstein mit marinen Muscheln, der sich im Hangenden der unteren und im Liegenden des oberen Kohlenhorizontes befindet, zeigt, daß das Meer über die kohlenführenden Schichten hinweggeschritten ist. Die tertiären Steinkohlen gehören somit zu dem meeresnahen Typus. Die karbonischen Kohlengebiete des gleichen Typus (Ruhr—Oberschlesien) werden als „paralisch“ bezeichnet, und man kann diesen Ausdruck wohl auch auf unser Gebiet übertragen.

Die beiden großen Kohlenformationen in Mitteleuropa sind bekanntlich die Karbon- und die Tertiärformation. Unter anderen hat vor allem STILLE (1926) betont, daß sich diese beiden Formationen nicht nur dadurch unterscheiden, daß die Kohlen der älteren Formation eine weiter vorgeschrittene Inkohlung zeigen als die der jüngeren, sondern sie weisen auch noch andere charakteristische Unterschiede auf:

	Karbon	Tertiär
Mächtigkeit der Formation.....	mehrere 1000 m	mehrere 100 m
Zahl der Flöze.....	— 100 -	gering
Mächtigkeit der Flöze.....	meistens gering	bedeutend
Gesamte Kohlenmächtigkeit in Prozenten d. Formationsmächtigkeit	1—4	20

Wie verhält es sich nun daraufhin mit dem kohlenführenden Tertiär auf Spitzbergen? Wie bereits erwähnt, beträgt die gesamte Formationsmächtigkeit 1400 m und ist wahrscheinlich früher noch größer gewesen. Kohlenflöze kommen in der Nähe der Formationsbasis und in dem oberen Teil derselben vor, im ganzen 8—10 Flöze. Die Mäch-

tigkeit der Flöze bewegt sich zwischen ein paar dm und einigen m. Die gesamte Kohlenmächtigkeit dürfte 3—4 m betragen. Daraus ergibt sich, daß die Tertiärformation rund 0,25 % Kohle enthält. Das tertiäre Kohlengebirge Spitzbergens ist demnach mit dem älteren Typus zu vergleichen, für den eine Anzahl geringmächtiger Flöze, über eine sehr mächtige Flözformation verteilt, charakteristisch sind. STILLE betont, daß die Kohlenbildung auch ein tektonisches Problem ist, daß die Verschiedenheit durch die jeweiligen tektonischen Verhältnisse erklärt werden muß, und daß „Räume mit mobilem, d. h. den tektonischen Kräften leicht zugänglichem Untergrunde in besonderem Maße zu abwärtiger säkularer Bewegung (Bildung von Geosynklinalen), diejenigen mit stabilem Untergrunde aber mehr zu aufwärtiger säkularer Bewegung (Bildung von Festlandsschwellen, sogenannten „Geoantiklinalen“), geneigt sind. Die mobilen Räume können also große Schichtenmächtigkeiten in sich ansammeln, während bei stabilem Untergrunde, falls hier überhaupt Senkungen eintreten, diese von geringem Ausmaß bleiben und also nur wenig Material in sich aufnehmen können“ (STILLE, a. a. O., S. 915). Auf Spitzbergen sind innerhalb eines verhältnismäßig eng begrenzten Gebietes Ablagerungen aller Formationen vorhanden; das Land muß daher ein Gebiet mit ständiger Einsenkung und geringer Stabilität gewesen sein. Die Verhältnisse in der Tertiärzeit, die uns hier interessieren, deuten darauf hin, daß diese Senkungen nicht gleichmäßig, sondern „ruckweise“ stattgefunden haben. Die Moorbildung, die das Entstehen der unteren tertiären Kohlenschichten bewirkt hat, wurde ständig von stärkeren Einsenkungen unterbrochen, schon bevor sich noch mächtigere Ansammlungen von Pflanzenmaterial gebildet hatten. Nachdem sich die oberste Kohlenschicht des unteren Kohlenhorizontes gebildet hatte, erfolgte eine so starke Einsenkung, daß das Meer über die bereits gebildeten Schichten hereinbrach, was durch den Sandstein mit marinen Muschelablagerungen bewiesen wird. Jetzt folgen über 1000 m taubes Gestein. Die Einsenkung ging also so schnell vor sich, daß die Ablagerungen nie die Meeresoberfläche erreichten, und Moorbildung war daher in dieser Zeit unmöglich. Daß die Einsenkungen auch dann noch nicht gleichmäßig erfolgten, beweist der Wechsel von Schichtenfolgen von Sandstein und Schiefer. Nun kamen die Einsenkungen einigermaßen zum Stillstand, und die Moorbildung wurde wieder möglich; dies führte dann zu dem Entstehen der oberen Kohlenschichten. Aber kaum hatte die Moorbildung begonnen, so erfolgte auch schon wieder eine kleine Einsenkung, die Moorbildung wurde unterbrochen und taubes Gestein abgelagert. Dies wiederholte sich mehrmals. Später, wahrscheinlich in der Miozänperiode, traten dann starke Faltungsvorgänge ein, und die Einsenkung hörte auf.

Das große zusammenhängende Tertiärgebiet in Zentral-Spitzbergen bildet, wie aus der geologischen Karte (Abb. 1) ersichtlich ist, eine große

Mulde, die in der Miozänzeit durch Faltung entstanden ist. Wie wir sahen, haben sich die Kohlenflöze, die an der unteren Grenze der Formation auftreten, zum Teil verschieden entwickelt. So befindet sich z. B. auf der Ostseite der Advent Bay ein Flöz aus Glanzbraunkohle, auf der Südseite derselben Bucht dagegen tritt nur Gasflammkohle mit ca. 40 % fl. Best. auf. Bei Green Harbour finden wir eine ähnliche Kohle. An der Braganza Bay enthalten die Kohlen durchschnittlich geringere Mengen an fl. Best. (30—35 %). Die Kohle, die wir ganz im Süden, am Hedgehogberg antreffen, ist wohl als Fettkohle zu bezeichnen, sie enthält nur ca. 20 % fl. Best. Vergleicht man das Auftreten der verschiedenen Kohlensorten mit dem tektonischen Aufbau der Formation, so zeigt es sich, daß die Kohlen, die im tiefsten Teil der Mulde auftreten, verhältnismäßig wenig fl. Best. enthalten, so z. B. am Hedgehogberg. An der Braganza Bay befinden wir uns schon in einem beträchtlichen Abstand von der Muldenachse, und hier haben wir eine Kohle, die man am besten als Gaskohle bezeichnet. Auf der Südseite der Advent Bay sind wir noch höher auf den östlichen Muldenflügel hinauf gekommen, hier treffen wir eine Gasflammkohle mit ca. 40 % fl. Best., und noch weiter östlich (nordöstlich) auf der anderen Seite der Advent Bay haben wir sogar ein Flöz Glanzbraunkohle. Bei Green Harbour befinden wir uns auf dem westlichen Muldenflügel in einem etwas geringeren Entfernung von der Muldenachse, wie auch südlich von der Advent Bay; daher haben wir an diesen beiden Stellen Kohlen von ungefähr ähnlicher Beschaffenheit. Es liegt sehr nahe, die Ursache dieser verschiedenen Entwicklung der Kohlen in den Druckkräften zu suchen, welche die Schichten zu einer großen Mulde gefaltet haben. In einigen Kohlenrevieren hat man ja angenommen, daß der Faltungsdruck die Inkohlung befördert. Dies scheint auch bei der Faltung des Tertiärs auf Spitzbergen der Fall gewesen zu sein. Dort, wo die Kohlen dem stärksten Druck ausgesetzt waren — nämlich im Muldentiefsten —, hat sich die gasärmste Kohle, die Fettkohle, gebildet; wo der Druck nach und nach abnahm — also auf den Muldenflügeln — bildete sich Gaskohle, Gasflammkohle (und Glanzbraunkohle).

V. Über das optische Verhalten der Kohle.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kohlen ist das optische Verhalten der einzelnen Bestandteile verhältnismäßig wenig beachtet worden. Hauptsächlich hat man natürlich die verschiedenen botanischen Bestandteile festgestellt und die strukturellen Verhältnisse beobachtet. Dagegen hat man fast gar nicht untersucht, wie sich die Dünnschliffe im polarisierten Licht verhalten. Man weiß zwar schon seit längerer Zeit, daß eine Anzahl fossiler Kohlenwasserstoffe, auch Harze, in kristalli-

nischem Zustand auftreten. FISCHER und RÜST (1883) haben eine Reihe von Kohlendünnschliffen im Hinblick auf ihre optischen Verhältnisse untersucht. Sie fanden in mehreren Präparaten Bestandteile, vor allem Harze, die eine deutliche Doppelbrechung aufwiesen. Als Ursache dieser Erscheinung gaben die Forscher nur an, daß sie „in der verschiedenen chemischen Natur dieser in einer und derselben Kohlensorte eingelagerten Streifen hervorgerufen sein mußte“. Später hat man dieser Frage keine weitere Beachtung geschenkt, vor allem wohl, weil man annahm, daß die Kohlenbestandteile immer eine amorphe isotrope Beschaffenheit hätten, und daß ihre optischen Eigenschaften von geringerer Bedeutung für die petrographischen Untersuchungen seien. Bei der mikroskopischen Untersuchung einiger Dünnschliffe von Spitzbergenkohlen zeigte es sich jedoch, daß eine ganze Reihe von Präparaten Doppelbrechung aufwiesen, bzw. Bestandteile enthielten, die doppelbrechend sind. Der anisotrope Charakter, den die Bestandteile einiger Kohlen haben, scheint also nicht ungewöhnlich zu sein, und es wäre daher zweckmäßig, auf die Frage einzugehen. Zwar werden die Polarisationsfarben von den starken Eigenfarbe der Kohlen gedeckt, aber die Art und Richtung der Auslöschung und die Deutlichkeit der Doppelbrechung können auf jeden Fall festgestellt werden. Im Folgenden sollen in Kürze einige Beobachtungen ausgeführt werden, die in dieser Hinsicht bei Präparaten von Spitzbergenkohlen gemacht sind.

Fast alle vorhandenen Dünnschliffe von Spitzbergenkohlen (ungefähr 50) zeigen eine mehr oder weniger deutliche Doppelbrechung. Meistens sind sowohl die braune humitische Grundmasse als auch die darin enthaltenen Bitumenkörper doppelbrechend. Bei einigen Präparaten sind letztere isotrop, während die humitische Substanz doppelbrechend ist. Nur in ganz wenigen Fällen ist keine Doppelbrechung zu beobachten. Nun sind jedoch mehrere Kohlendünnschliffe fast oder ganz undurchsichtig, so daß schon aus diesem Grunde eine evtl. Doppelbrechung nicht bemerkt werden würde. In den meisten Schliffen tritt die humitische Substanz als eine \pm dunkle braunrote Masse auf, und die verschiedenen Bitumenkörper sind goldgelb bis orange gefärbt. Zwischen gekreuzten Nicols decken diese Farben die Polarisationsfarben, so daß man nur den Wechsel von hell und dunkel erkennen kann. Viele Harzkörper haben eine unebene (undulöse) Auslöschung; dies ist auch oft bei der humitischen Substanz der Fall. Aber immer ist die Auslöschung annähernd parallel der Schichtung der Kohlen. Die verschiedenen Harzkörper löschen also zu gleicher Zeit mit der sie umgebenden humitischen Masse aus und immer parallel zur Längsrichtung der Harzkörper, die mit der Schichtung zusammenfällt. Wegen der starken Eigenfarbe der Kohlen ist es schwierig, die Stücke der Doppelbrechung bei den verschiedenen Kohlen zu vergleichen. Einige tertiäre Gasflammkohlen weisen eine starke Doppelbrechung auf; die

Frage, wie sich die verschiedenen Kohlensorten in dieser Hinsicht verhalten, ist also noch ganz ungeklärt.

Einige Schlicke von Glanzbraunkohlen enthalten ganz isotrope Harzkörper, während die duritische Masse schwach doppelbrechend ist.

Es zeigt sich also, daß die Auslöschung fast immer parallel zur Schichtung verläuft, und hiermit scheint auch der Grund zur Doppelbrechung gegeben zu sein. Ursprünglich waren wohl die Bestandteile, aus denen sich Kohle gebildet hat, nicht doppelbrechend. Der anisotrope Charakter ist später erteilt worden, und da ganz getrennte Bestandteile eine parallele Auslöschung zeigten, muß diese durch äußere Kräfte bewirkt worden sein. Und da die Auslöschung parallel zur Schichtung verläuft, kann vielleicht tektonischer Faltungsdruck in Frage kommen. Möglicherweise kann auch Belastungsdruck eine gewisse Rolle gespielt haben. Durch den Druck wurde die ursprünglich isotrope Substanz doppelbrechend und behielt diese Eigenschaft bei, auch nachdem der Druck aufgehoben war. Daß aber die Substanz nicht kristallin geworden, sondern amorph geblieben ist, zeigt sich eindeutig an Hand einer Laue-Aufnahme¹ einer doppelbrechenden Platte von Green Harbour-Kohle parallel der Lagerung geschnitten: Es tritt nämlich keine Reflexion der Röntgenstrahlen auf.

Die Doppelbrechung beträgt $160\mu\mu$. Die Dicke des Schliffes kann auf 0,06 mm geschätzt werden; die absolute Doppelbrechung ist dann 0,003 und entspricht graublauen Polarisationsfarben erster Ordnung. Die Doppelbrechung ist vielleicht eine Spannungsdoppelbrechung. Die molekularen Spannungen wurden durch den Druck hervorgerufen.

Der optische Charakter der Kohlenbestandteile ist daher von Bedeutung für den Vorgang der Inkohlung, ist doch letztere in der Hauptsache vom Druck (und von der Temperatur) abhängig. Im übrigen hat diese Frage auch theoretische Bedeutung; und bei der Untersuchung eines größeren Probematerials kann man vielleicht zu Ergebnissen gelangen, die das Verständnis des Druckeinflusses auf Kohlen fördern und erleichtern werden.²

¹ Das Diagramm wurde von Dr. T. BARTH am Institut für Mineralogie und Petrographie der technischen Hochschule zu Berlin aufgenommen.

² Es muß doch erwähnt werden, daß EHRENBURG (1910) betont hat, daß man die Humussubstanzen als Kolloide ansehen muß, und daß sie das Tyndallphänomen zeigen. Die Doppelbrechung der Kohle wäre dann durch ihren kolloidalen Charakter zu erklären.

VI. Bergbauliches und Wirtschaftliches.

Die Kohlenflöze auf Spitzbergen sind seit dem Anfang des 17. Jahrhunderts bekannt. Aber erst um 1900 begannen Norweger, die tertiären Kohlenflöze auf der Südwestseite der Advent Bay zu untersuchen, um möglicherweise dort Bergbau zu treiben, und es wurde zu diesem Zweck eine Gesellschaft gegründet. 1904 gingen die norwegischen Interessen an eine amerikanische Gesellschaft über, die dort einen regelmäßigen Bergbau anfang. 1914 war die Produktion bis auf ca. 40 000 t pro Jahr gestiegen. Fast zu gleicher Zeit, als die Amerikaner mit der Kohlenförderung begonnen hatten, erwarb eine englische Gesellschaft ein Gebiet auf der Nordostseite der Advent Bay und begann auf einem Kohlenflöz in der Kreideformation Bergbau zu treiben. Der Betrieb lohnte sich jedoch nicht und wurde schon 1908 wieder eingestellt. Die amerikanischen Kohlenfelder wurden 1916 von einer norwegischen Gesellschaft erworben, die den Bergbau fortsetzte und erweiterte, so daß die Produktion 1927 auf über 200 000 t gestiegen war. Auf der Nordostseite der Advent Bay ist außer Kreidekohle auch Tertiärkohle vorhanden, und auf einem dieser Flöze, das hier als Glanzbraunkohle entwickelt ist, begann eine norwegische Gesellschaft 1918 einen kleinen Bergwerksbetrieb. In den letzten Jahren betrug die Produktion 4—5000 t jährlich. Wegen ihres geringen Heizwertes eignen sich diese Kohlen — im Gegensatz zu den übrigen Tertiärkohlen — nicht gut als Kesselkohle, und der Absatz ist daher mit Schwierigkeiten verbunden. Bei Green Harbour kommen auch die tertiären Kohlenflöze vor und hier hat eine holländische Gesellschaft ein Bergwerk für Großbetrieb angelegt, aber wegen verschiedener Schwierigkeiten ist diese Anlage nicht regelmäßig im Betrieb. In der Braganza Bay haben schwedische Interessenten in den Jahren 1918—1925 Bergbau getrieben, aber auch hier mußte der Betrieb wegen der niedrigen Kohlenpreise eingestellt werden. Außer diesen Gesellschaften haben noch mehrere andere — norwegische, russische und englische — an verschiedenen Stellen in geringem Ausmaße Bergbau getrieben. Alle diese Gesellschaften haben auf den Flözen der unteren tertiären Schichten der Halbinsel zwischen dem Eisfjord und Bellsund gebaut. Südlich der Kings Bay, an der Nordwestküste Spitzbergens, liegt ein kleineres Tertiärgebiet mit mehreren Flözen; dort hat eine norwegische Gesellschaft seit 1916 Bergbau getrieben. Die Produktion ist ständig gestiegen, 1927 wurden über 100 000 t ausgeführt.

Auf der Bäreninsel — die auf dem halben Wege von Norwegen nach Spitzbergen liegt — hat ebenfalls eine norwegische Gesellschaft von 1916 bis 1925 Kohlen gewonnen. Auch hier ist der Bergwerksbetrieb

jetzt eingestellt worden. 1925 wurden von der Bäreninsel 32 000 t Kohlen ausgeführt.

Zurzeit treiben auf Spitzbergen nur zwei (norwegische) Gesellschaften Bergbau; die eine an der Advent Bay mit einer jährlichen Produktion von 200 000 t, die andere an der Kings Bay mit einer Produktion von 100 000 t im Jahr. Wie schon erwähnt, werden nur tertiäre Kohlen gewonnen. Aus der folgenden Tabelle ist ersichtlich, wieviel Kohlen in den letzten Jahren aus Spitzbergen ausgeführt wurden:

Jahr	Gesamtausfuhr in t	Ausfuhr von norwegischen Gruben in t
1923.....	340 942	229 596
1924.....	450 000	266 202
1925.....	436 692	286 150
1926.....	291 211	279 211
1927.....	303 372	303 372
1928.....	ca. 274 000	ca. 274 000

Es ist klar, daß der Bergbau in einem arktischen Lande mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, die man auf südlichen Breitengraden gar nicht kennt. Den ganzen Winter über ist das Land von der Außenwelt abgeschnitten und die Kohlen müssen gelagert werden, bis sie im Sommer vom Juni bis September ausgeschifft werden können. Aus dem gleichen Grunde müssen die Gesellschaften schon im Sommer für alles Material u. dgl. sorgen, das zur Aufrechterhaltung des Betriebes den Winter hindurch erforderlich ist; außerdem müssen die zum Lebensunterhalt für viele hundert Menschen notwendigen Waren zu dem betreffenden Bergwerk gebracht werden. Die Grubenbetriebe sind also den ganzen Winter über auf sich selbst angewiesen.

Es sind jedoch auch verschiedene für den Bergbau auf Spitzbergen günstige Umstände zu verzeichnen, welche die Unannehmlichkeiten aufwiegen und dazu beitragen, daß überhaupt der Kohlenbergbau auf Spitzbergen auf einer geschäftsmäßigen Grundlage betrieben werden kann. Die Kohlenflöze liegen mit geringer Neigung und treten an der Talseite zutage; deshalb kann die Kohle im Stollenbetrieb gewonnen werden. Wegen der flachen Lagerung kann in großem Ausmaße Maschinenbetrieb angewandt werden: Schrämmaschinen, mechanische Fördereinrichtungen und elektrische Lokomotivförderung auf den Hauptstrecken. Da die Flöze meistens sehr rein sind und keine Bergemittel enthalten, ist eine Aufbereitung überflüssig, und die gewonnenen Kohlen können daher direkt zum Lagerplatz oder Schiff befördert werden. Für die Spitzbergengruben ist eigentümlich, daß das Gebirge bis zu einer Tiefe von mehreren hundert Metern gefroren ist; daher ist die Temperatur in den Gruben das ganze Jahr hindurch einige Grad unter Null.

Schlagende Wetter kommen fast gar nicht vor; dies ist aber wohl nur in der Nähe des Ausgehenden der Fall; wenn man später in größere Tiefen gelangt, wird man wahrscheinlich auch Grubengas antreffen. Ein wesentlicher Vorteil für den Bergbau auf Spitzbergen besteht auch darin, daß die Gruben unmittelbar am Meer liegen, ein längerer Eisenbahntransport also nicht erforderlich ist. Wegen der genannten günstigen Bedingungen ist die Kohlenförderung, pro Mann und Schicht berechnet, bedeutend höher als in den europäischen Ländern. Die Durchschnittsleistung pro Mann und Schicht einschließlich aller Arbeiten über und unter Tage ist beinahe 2 t. Trotzdem sind die Produktionskosten ziemlich hoch, da die Arbeitslöhne und sonstigen Ausgaben erheblich größer sind als in anderen Ländern. Alles in allem sind dennoch die Selbstkosten etwas niedriger als in England und Deutschland. Vergleicht man die Kosten von Spitzbergenkohlen und englischen Kohlen cif. Norwegen, so zeigt es sich, daß die Spitzbergenkohlen für Nordnorwegen 1 Shilling pro t weniger kosten als englische Kohlen; für Süd- und Westnorwegen stellen sich die Kosten gleich. Die Spitzbergenkohlen können also unter normalen Verhältnissen mit den englischen Kohlen konkurrieren. Bekanntlich liegen aber zurzeit die englischen Exportpreise unter den Produktionspreisen; die Grubenbetriebe auf Spitzbergen befinden sich daher augenblicklich in einer schwierigen Lage.

Die Tertiärkohlen, die jetzt gefördert werden, sind ausgezeichnete Bunkerkohlen mit niedrigem Aschengehalt (5—10 %), hohem Gehalt an fl. Best. (40 %) und einem Heizwert von 7 400—8 000 Kal. Man bezeichnet sie am besten als Gasflammkohle. Auf Spitzbergen wird jetzt nur diese Kohle abgebaut, aber es gibt auch tertiäre Gaskohlen und Fettkohlen; letztere kann als Kokskohle in Betracht kommen. Die verschiedenen Kohlensorten treten in dem gleichen Niveau auf, aber die Verbreitung der verschiedenen Sorten ist bisher kaum untersucht worden. Für den praktischen Bergbau ist aber die Klärung dieser Frage von großer Bedeutung. Die vorliegende Arbeit zeigt, daß unter den Tertiärkohlen Spitzbergens eine ganze Reihe von verschiedenen Typen sich befinden, Glanzbraunkohle, an Steinkohlen Gasflammkohle und Fettkohle, die z. T. einen brauchbaren Koks liefern.

VII. Zusammenfassung.

Auf Svalbard (Spitzbergen und der Bäreninsel) führen verschiedene Formationen Kohlenflöze: Auf der Bäreninsel Devon (Oberdevon) und Kulm, und auf Spitzbergen Kulm, Kreide und Tertiär.

Die Kohlen aus dem Devon der Bäreninsel sind durchweg Fettkohle mit ungefähr 20 % fl. Best. Ein Flöz enthält auch eine aschenreiche Pseudocannelkohle, die wahrscheinlich durch aquatische Ablagerung von

humitischer Substanz und Mineralstoffen entstanden ist. Die Fettkohle besteht aus einem glänzenden vitritischen Durit mit Streifen von Vitrit und etwas Fusit. In der Kulmformation der Bäreninsel tritt nur ein dünnes, unregelmäßiges Kohlenflöz auf, das eine ähnliche Kohle enthält wie die Flöze in der Devonformation, auch mit 20 % fl. Best. Auch hier hat man lokal Pseudocannelkohle.

Auf Spitzbergen gehören die geologisch ältesten Kohlen der Kulmformation an. Bei Camp Miller im Bellsund haben wir eine anthrazitische Magerkohle, die aus einem hochglänzenden vitritischen Durit besteht. Der Faltungsdruck hat diese weitgehende Inkohlung dieser Kohle bewirkt.

Besonders weit verbreitet sind die Kulmkohlen im Inneren der Klaas Billen Bay; sie treten dort in mehreren zum Teil recht mächtigen Flözen auf. An einzelnen Stellen scheint hier eine Kohle vorzukommen, die der Braunkohle nahesteht.

In der Kreideformation kommt nur ein Kohlenflöz vor, das bei Kap Boheman als Steinkohle ausgebildet ist, die aus Durit mit Streifen von Vitrit besteht.

Auf der Ostseite der Advent Bay hat dieses Flöz teilweise Braunkohlencharakter.

Die bedeutendsten Kohlenflöze Spitzbergens überhaupt liegen in der Tertiärformation (Paleozän-Eozän), die eine Mächtigkeit von ca. 1400 m hat und 2—5 Flöze im unteren und ungefähr ebensoviel im oberen Teil enthält; jedoch sind nur die Flöze des unteren Kohlenhorizontes abbauwürdig. Die Kohle selbst ist fast ganz duritisch und enthält nur untergeordnet Vitrit und Fusit. In der großen Zentralmulde im Süden Spitzbergens gehören die Kohlen zu verschiedenen Typen; man findet nebeneinander in den gleichen Horizonten Glanzbraunkohle, Gasflammkohle und Fettkohle. Es scheint ein Zusammenhang zu bestehen zwischen der Kohlenart und dem tektonischen Aufbau in der Weise, daß die gasärmsten Kohlen in dem untersten Teil der Mulde auftreten und die gasreicheren in den Flügeln. Die Glanzbraunkohle findet sich am weitesten von der Muldenachse entfernt. Die Flöze des oberen Kohlenhorizontes haben alle nur eine Mächtigkeit von wenigen dm.

Die Nebengesteine in der Tertiärformation sind alle weitgehend diagenetisch verändert; es sind harte, dichte, zementierte Sandsteine und feste Tonschiefer.

An der Westküste von Spitzbergen kommen noch eine Reihe kleinerer Tertiärgebiete vor, deren bedeutendstes in der Kings Bay liegt. Auch hier haben wir eine duritische Steinkohle, jedoch mit einem höheren Wasserstoffgehalt als es sonst bei den dortigen Tertiärkohlen üblich ist. Bei der Verschmelzung geben sie eine hohe Teerausbeute, nämlich 15—20 %. Überhaupt sind viele der Tertiärkohlen auf Spitzbergen durch eine hohe Teerausbeute ausgezeichnet.

Die Kohlen aus den kleinen Tertiärfeldern bei Aavatsmark Gletscher und Kap Lyell sind auch untersucht worden. Am erstgenannten Ort haben wir Steinkohle, bei Kap Lyell Glanzbraunkohle.

Die tertiären Kohlenflöze des Zentralgebiets sind aus Mooren entstanden, die in unmittelbarer Nähe des Meeres lagen (paralisch); sie sind mit dem älteren Kohlentypus (Karbon) Europas zu vergleichen; für beide ist charakteristisch, daß eine Anzahl geringmächtiger Flöze über eine große Flözformation verteilt ist.

Untersucht man die Kohlen im Dünnschliff, so zeigt es sich, daß in den meisten Fällen sowohl die humitische Substanz als auch die Harzkörper doppelbrechend sind. Die Auslöschung ist fast immer parallel zur Schichtung. Die Doppelbrechung ist vielleicht durch tektonischen Faltungsdruck verursacht.

Zurzeit werden nur tertiäre Kohlen abgebaut, und zwar in der Advent Bay und in der Kings Bay.

Auf der Bäreninsel wurden in den Jahren 1916—1925 devonische Kohlen abgebaut. Der Kohlenexport von Spitzbergen betrug 1927: 303 372 t; 1928 wird es ungefähr 274 000 t. Die Produktion ist pro Mann und Schicht beinahe 2 t, also ungefähr doppelt so groß wie in den europäischen Gruben. Die Nachteile, die durch die hohe nördliche Lage der Gruben entstehen, werden durch diese Tatsache aufgewogen, so daß die Spitzbergenkohlen in Norwegen mit den englischen Kohlen konkurrieren können.

VIII. Literatur.

- BODE, H. 1927. Neue Beobachtungen zur Entstehung des Fusits. — Mitt. Abt. f. Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salz-Unters., herausgegeben v. d. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin, H. 3, 1927, S. 12—22.
- 1928 a. Neues aus der Braunkohlenpetrographie I. — Braunkohle, Halle, Jahrg. 27, 1928, S. 459—464.
- 1928 b. Zur Nomenklatur in der Kohlenpetrographie. — Kohle und Erz, Berlin, Jahrg. 25, 1928, S. 699—710.
- DOLCH, M. und KOCH, O. 1928. Die Kohle von Spitzbergen. — Zs. d. Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Ver., Katowice, Jahrg. 67, 1928, S. 221—226.
- DUPARQUE, ANDRÉ. 1926. Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille. — Ann. Soc. Géol. du Nord, Lille, T. 51, 1926, S. 51—64.
- 1927. Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. — Ann. Soc. Géol. du Nord, Lille, T. 51, 1926 (gedr. 1927), S. 212—232.
- 1927. La structure microscopique et macroscopique de la houille. Son origine et son mode de formation. — Rev. de l'Industrie Min., 15. Nov. 1926, Saint Etienne 1927. 24 S.
- 1927. Lè charbons de cuticules du bassin houiller du Nord de la France. — Ann. Soc. Géol. du Nord, Lille, T. 52, 1927, S. 1—28.
- DÖHL, HELMUT. 1928. Zur Charakterisierung der Pseudocannelkohle und verwandter Bildungen. — Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 1928. (Im Druck.)
- EHRENBERG, PAUL. 1910. Bildung und Eigenschaften der Humussubstanzen. — Chemiker-Zeitung, Cöthen, Jahrg. 34, 1910, S. 1157—1158.
- ERDMANN, E. 1924. Der genetische Zusammenhang von Braunkohle und Steinkohle auf Grund neuer Versuche. — Brennstoff-Chemie, Essen, Bd. 5, 1924, S. 177—186.
- FISCHER, H. und RÜST, D. 1883. Über das mikroskopische und optische Verhalten verschiedener Kohlenwasserstoffe, Harze und Kohlen. — Zs. f. Kryst. und Min., Leipzig, B. 7, 1883, S. 209—233.
- FISHER, D. J. 1927. Notes regarding the coalification process. — Journ. of Geol., Chicago, Vol. 35, 1927, S. 639—646.
- GOTHAN, W. 1925. Studien über die Bildung der Schwelkohle und des Pyropissits. Halle 1925. 42 S. — Abh. aus d. Braunkohlen- und Kali-Industrie, H. 6.
- , PIETZSCH, K. und PETRASCHECK, W. 1927. Die Begrenzung der Kohlenarten und die Nomenklatur der Braunkohlen. — Braunkohle, Halle, Jahrg. 26, 1927, S. 669—674.
- GRAM, J. 1919. Sammenligning mellem Spitsbergen- og Bjørnø-kul. Stavanger 1919. 2 S. [Als Ms. gedruckt.]
- 1922. Undersøkelser over bituminøse kul fra Spitsbergen og Andøen. Kristiania 1922. 32 S. — Norges Geol. Unders., Nr. 111.
- 1923. Den kemiske sammensætning av Spitsbergen-Bjørnøkul. Kristiania 1923. 28 S. — Norges Geol. Unders., Nr. 112.

- GROUT, FRANK F. 1907. The composition of coals. — *Econ. Geol.*, Vol. 2, 1907, S. 225—241.
- HOEL, ADOLF. 1925. The coal deposits and coal mining of Svalbard (Spitsbergen and Bear Island). Oslo 1925. 92 S. — *Result. norske statsunderstøt. Spitsbergeneksp.*, B. I, Nr. 6.
- HORN, GUNNAR and ORVIN, ANDERS K. 1928. Geology of Bear Island. Oslo 1928. 152 S. — *Norges Svalbard- og Ishavs-unders.*, Skr. Svalb. Ish., Nr. 15.
- JEFFREY, EDWARD C. 1914. On the composition and qualities of coal. — *Econ. Geol.*, Vol. 9, 1914, S. 730—742.
- and CHRYSLER, M. A. 1906. The lignites of Brandon. — *Rep. Vermont State Geologist 1905—06*, Montpelier Vt., 1906, S. 195—201.
- LANGE, TH. 1928. Die stoffliche Zerlegung der Kohle durch die Schwimm- und Sinkanalyse. — *Zs. d. Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Ver.*, Katowice, Jahrg. 67, 1928, S. 206—215, 281—286.
- LEGG, V. H. and WHEELER, R. V. 1926. The composition of coal: Plant cuticles in coal. London 1926. 10 S. — *Safety in Mines Research Board*, Paper No. 17.
- NATHORST, A. G. 1910. Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. — *Upsala, Bull. Geol. Inst.*, Vol. 10, 1910, S. 261—415.
- OBRUTSCHEW, S. 1927. Geologische Skizze der Ostküste von Spitzbergen zwischen den Busen Whales Bay und Agardh Bay. — *Ber. d. wissenschaftl. Meeresinst.*, Moskva, B. II, Lief. 3, 1927. 20 S. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.)
- POTONIÉ, H. 1911. Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd. II: Die Humusbildungen (1. Teil). Berlin 1911. 326 S. — *Abh. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt*, Neue Folge, H. 55, II.
- POTONIÉ, ROBERT. 1924. Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie. Berlin 1924. 285 S.
- RÖDLAND, ANDREAS. 1924. Oljefremstilling av Kings Bay-kul og kul og skifer fra Andøen. Kristiania 1924. 29 S. — *Norges Geol. Unders.*, Nr. 113.
- SEYLER, CLARENCE A. 1926. The nomenclature of the banded constituents of coal. — *Nature*, London, Vol. 117, 1926, S. 486.
- STACH, ERICH. 1925. Zur Petrographie und Entstehung der Peißenberger Pechkohle. — *Zs. deutsch. Geol. Ges.*, Berlin, Bd. 77, 1925, S. 260—299.
- 1928. *Kohlenpetrographisches Praktikum*. Berlin 1928. 196 S.
- STEVENSON, JOHN J. 1905. The Jurassic coal of Spitzbergen. — *Ann. N. Y. Acad. Sc.*, Vol. 16, Pt. I, 1905, S. 82—95.
- STILLE, HANS. 1926. Kohlebildung als tektonisches Problem. — *Braunkohle*, Halle, Jahrg. 24, 1925/26, S. 913—918.
- STOPES, MARIE C. 1919. On the four visible ingredients in banded bituminous coal. — *London, Proc. Roy. Soc.*, Ser. B., Vol. 90, 1919, S. 470—487.
- STRACHE, H. und LANT, R. 1924. *Kohlenchemie*. Leipzig 1924. 599 S.
- THIESSEN, REINHARDT. 1926. The micro-structure of coal. — *London, Journ. Roy. Soc. Arts*, Vol. 74, 1926, S. 535—557.

TAFELN

Tafel I.

Bäreninsel.

Abb. 1. Durit mit Streifen von Vitrit. Oben Fusitlinse. Unten links Schwefelkieskörnchen. Aufschluß F 24. Oberdevon. Anschliff. $\times 55$.

Abb. 2. Fusit, stark zertrümmert. Rechts oben Imprägnierung von Schwefelkies. C-Grube, Tunheim. Oberdevon. Anschliff. $\times 80$.

Abb. 3. Mazerationsrückstand aus der Kohle. Hauptsächlich Fusit. Einige wasserklare Splitter von Quarz. C-Grube, Tunheim. Oberdevon. $\times 95$.

Spitzbergen.

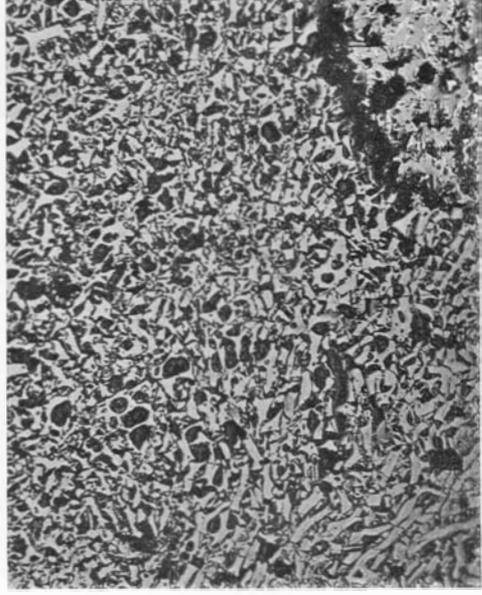
Abb. 4. Mazerationsrückstand aus der Kohle. Fusit und Quarz. Camp Miller. Bellsund. Kulm. $\times 95$.

Abb. 5. Durit mit Bitumenkörpern und Schwefelkieskörnchen. Pyramidenberg, Klaas Billen Bay. Kulm. Anschliff. $\times 60$.

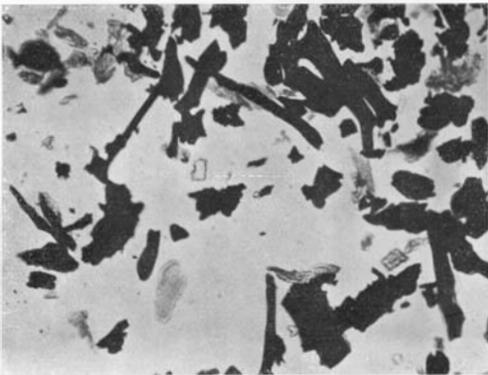
Abb. 6. Durit mit Streifen von Vitrit. Im Durit lange Epidermen und auch Bitumenkörper. Kap Boheman, Eisfjord. Unterkreide. Anschliff. $\times 50$.



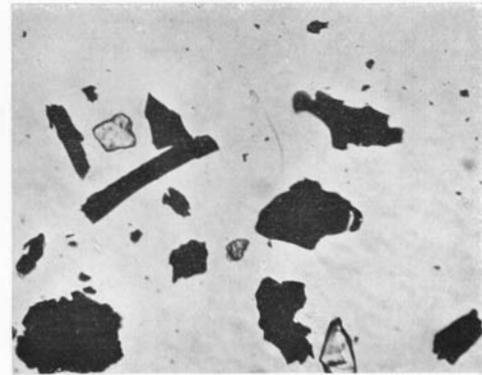
1



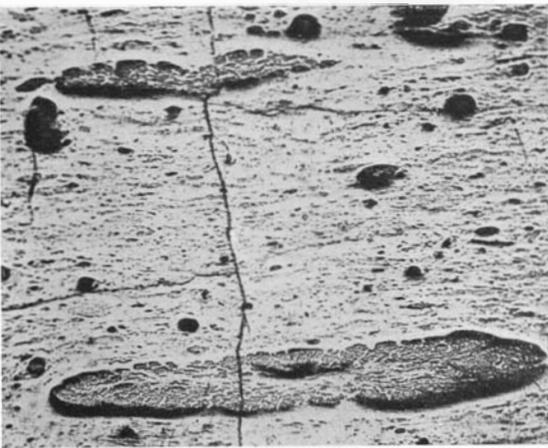
2



3



4



5



6

Tafel II.

Spitzbergen.

Abb. 1. Durit mit dünnen Einlagerungen von Vitrit und Harzkörpern (ganz hell). Kap Boheman, Eisfjord. Unterkreide. Dünnschliff. $\times 100$.

Abb. 2 u. 3. Hyphen (Pilzfäden, Mycel) von Holzzerstörern (Hymenomyceten etc.) durch Mazeration von der Kohle gewonnen. Kap Boheman, Eisfjord. Unterkreide. $\times 120$.

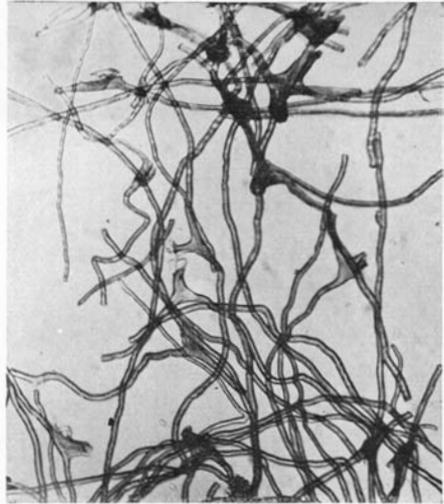
Abb. 4. Epidermiskohle. Hiorthhafen, Advent Bay. Unterkreide. Anschliff. $\times 107$.

Abb. 5. Fusit mit wohlerhaltener Struktur. Hiorthhafen, Advent Bay. Unterkreide. Anschliff. $\times 107$.

Abb. 6. Epidermiskohle. Hiorthhafen, Advent Bay. Unterkreide. Dünnschliff. $\times 65$.



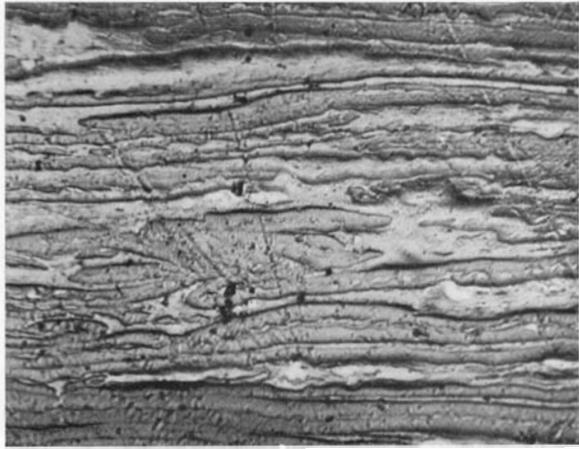
1



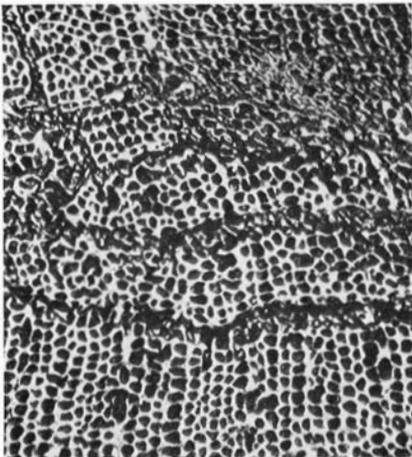
2



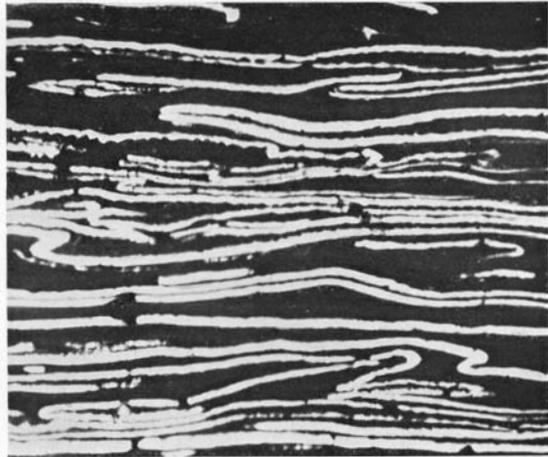
3



4



5



6

Tafel III.

Spitzbergen.

Abb. 1. Durch Mazeration aus der Kohle herauspräparierte Blattepidermis. Hiorthafen, Advent Bay. Unterkreide. $\times 90$.

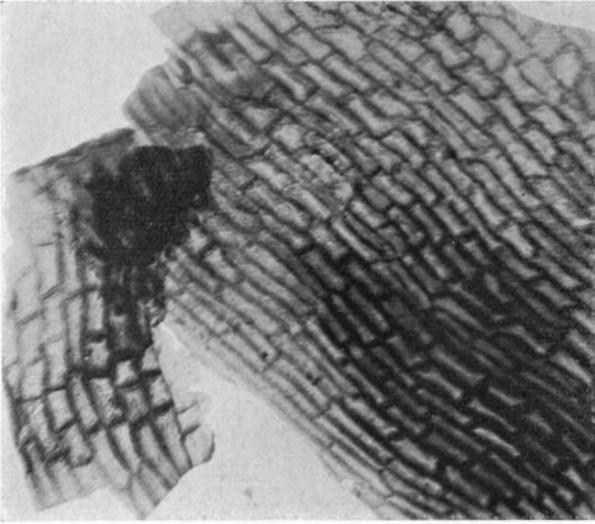
Abb. 2. Durit mit Streifen von Vitrit. Ostseite von Green Harbour. Tertiär. Anschliff. $\times 60$.

Abb. 3. Durit mit Bitumenkörpern. Unten dünne Cuticulen. Unt. Flöz, Green Harbour. Tertiär. Anschliff. $\times 60$.

Abb. 4. Kohlenschiefer (kohliger Tonschiefer) mit Streifen von Vitrit. Unt. Flöz, Green Harbour. Tertiär. Anschliff. $\times 50$.

Abb. 5. Kohlenschiefer (aschenreicher Durit) mit Vitritstreifen. Camp Morton, Bellsund. Tertiär. Anschliff. $\times 55$.

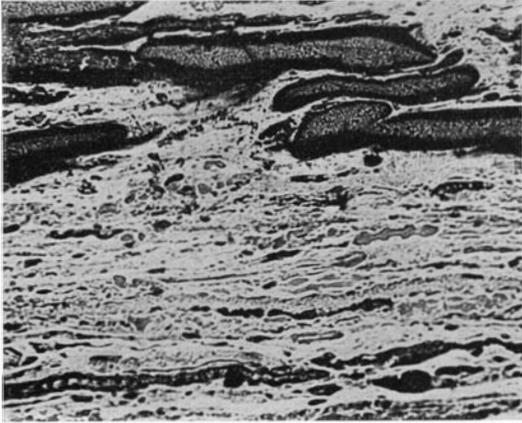
Abb. 6. Fusitlinse mit Jahresringen. Grumant City, Eisfjord. Tertiär. Anschliff. $\times 50$.



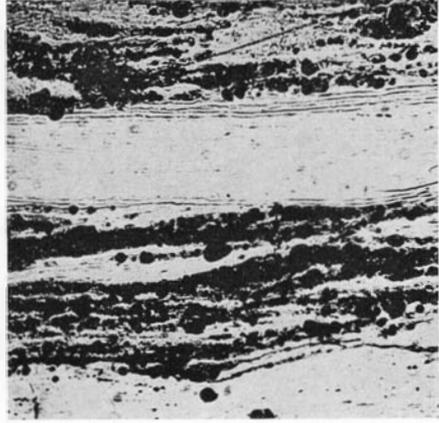
1



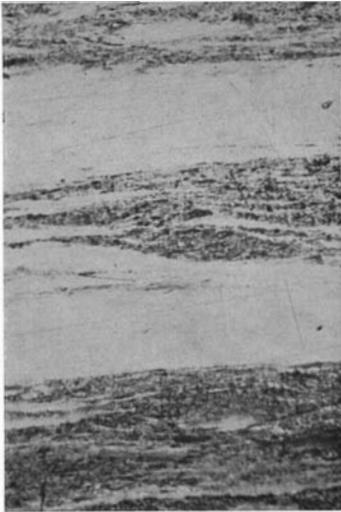
2



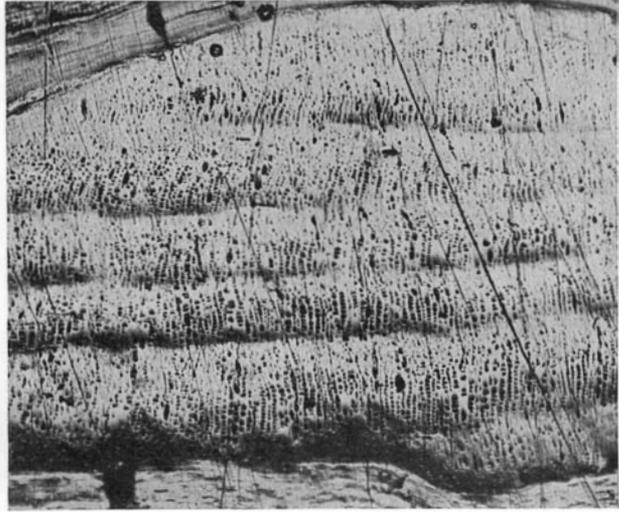
3



4



5



6

Tafel IV.

Spitzbergen.

Abb. 1. Durit. In der Mitte lange Epidermen. Links kleine Fusitlinse. Grube Nr. 1, Longyeartal, Advent Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 30$.

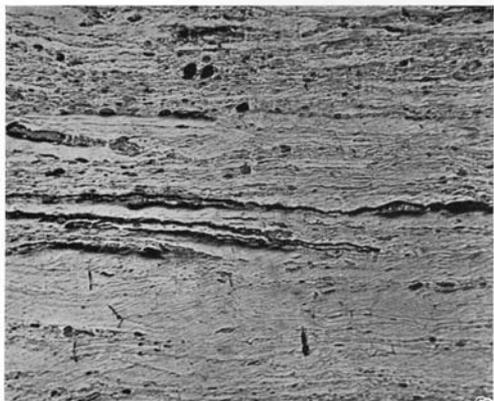
Abb. 2. Durit mit Vitritstreifen. Unten Fusiteinlagerungen. Grube Nr. 2, Longyeartal, Advent Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 35$.

Abb. 3. Durit mit dünnen Einlagerungen von Vitrit. Körnchen von Schwefelkies. Grube Nr. 2, Longyeartal, Advent Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 30$.

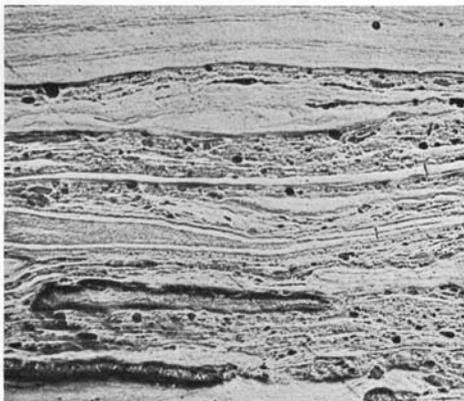
Abb. 4. Durit mit Vitritstreifen. Oben links Fusit. Unten Makrospore. Grube Nr. 2, Longyeartal, Advent Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 90$.

Abb. 5. Oben Durit mit Blattcuticulen. Unten Vitrit. Kap Lyell, Bellsund. Tertiär. Anschliff. $\times 55$.

Abb. 6. Großer Harzkörper (H) in Durit. Kap Lyell, Bellsund. Tertiär. Dünnschliff. $\times 27$.



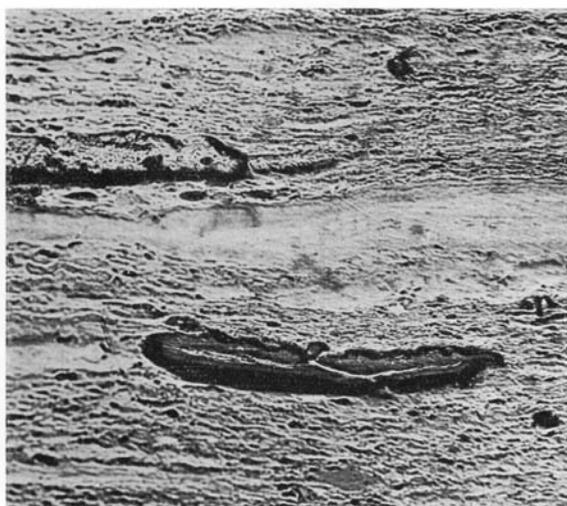
1



2



3



4



5



6

Tafel V.

Spitzbergen.

Abb. 1. Mazerationsrückstand von der Kohle. Epidermisfetzen, Harzkörper (H) und Pollen (P). Kap Lyell, Bellsund. Tertiär. $\times 120$.

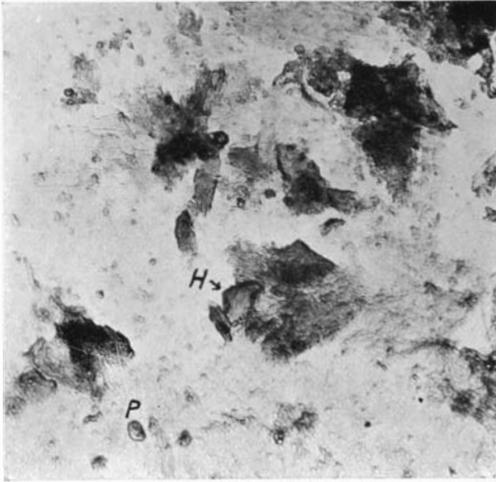
Abb. 2. Harzkörperreihe in Holzvitrit. Der ursprüngliche Harzgang des Holzes ist ausgewalzt und geknickt. Aavatsmark Gletscher, Forlandsund. Tertiär. Dünnschliff. $\times 60$.

Abb. 3. Durit mit dünnen Vitritstreifen und hellen Harzkörpern. Unten breiter Streifen von Vitrit mit Holzstruktur. Fl. Sofie, Kings Bay. Tertiär. Dünnschliff. $\times 65$.

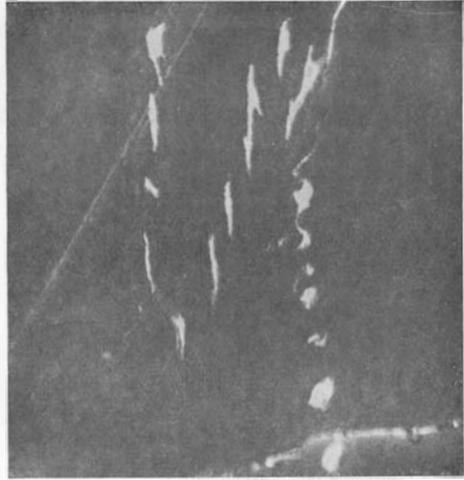
Abb. 4. Durit mit Fusit und dünnen Kalkspatadern. Fl. Josefine, Kings Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 30$.

Abb. 5. Kalkspat (schwarz nach Ätzung mit HCl) in der Kohle. In der Mitte Fusit. Fl. Josefine, Kings Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 55$.

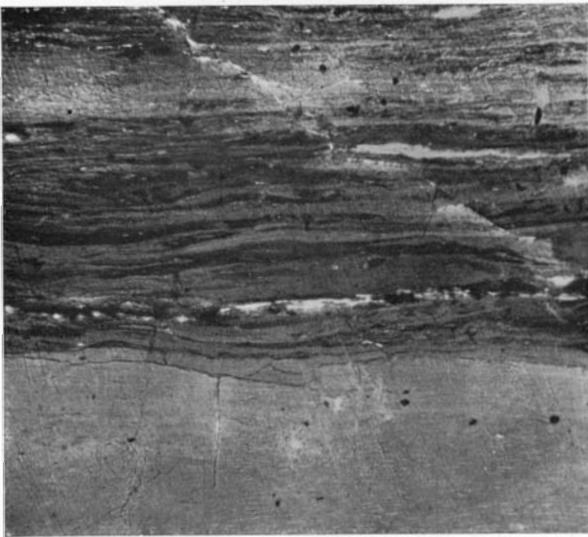
Abb. 6. Quarzkörner in der Kohle (vitritisch). Brongniartberg, Van Keulen Bay. Tertiär. Anschliff. $\times 50$.



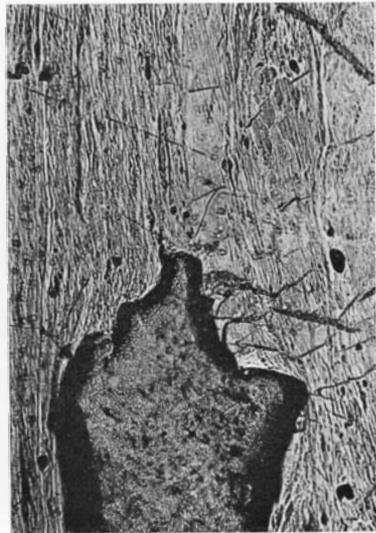
1



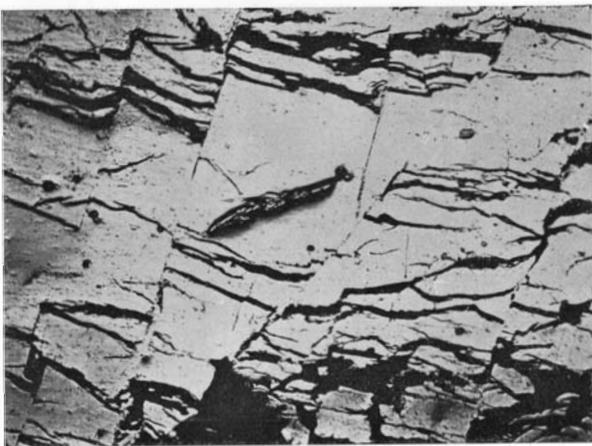
2



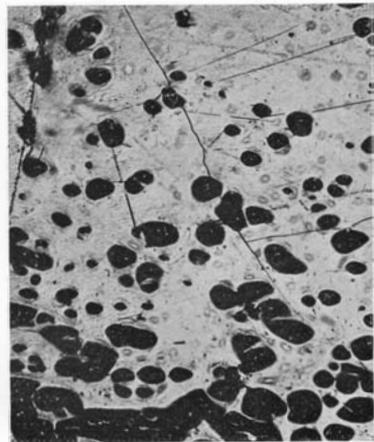
3



4



5



6

SKRIFTER
OM SVALBARD OG ISHAVET
RESULTATER AV DE NORSKE STATSUNDERSTØTTEDE
SPITSBERGENEKSPEDITIONER

(RESULTS OF THE NORWEGIAN STATE-SUPPORTED
SPITSBERGEN EXPEDITIONS)

OSLO

Prices are quoted in Norwegian Currency

VOL. I

- Nr. 1. HOEL, ADOLF, *De norske statsunderstøttede Spitsbergenekspeditioner, 1906—1926. A brief Review of the Expeditions.* (In preparation.)
” 2. RAVN, J. P. J., *On the Mollusca of the Tertiary of Spitsbergen.* June 1922. Kr. 1,60.
” 3. WERENSKIOLD, W. and IVAR OFTEDAL, *A burning Coal Seam at Mt. Pyramide, Spitsbergen.* October 1922. Kr. 1,20.
” 4. WOLLEBÆK, ALF, *The Spitsbergen Reindeer.* April 1926. Kr. 10,00.
” 5. LYNGE, BERNT, *Lichens from Spitsbergen.* December 1924. Kr. 2,50.
” 6. HOEL, ADOLF, *The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitsbergen and Bear Island).* July 1925. Kr. 10,00.
” 7. DAHL, KNUT, *Contributions to the Biology of the Spitsbergen Char.* March 1926. Kr. 1,00.
” 8. HOLTEDAHL, OLAF, *Notes on the Geology of Northwestern Spitsbergen.* May 1926. Kr. 5,50.
” 9. LYNGE, BERNT, *Lichens from Bear Island (Bjørnøya).* May 1926. Kr. 5,80.
” 10. IVERSEN, THOR, *Hopen (Hope Island), Svalbard.* November 1926. Kr. 7,50.
” 11. QUENSTEDT, WERNER, *Mollusken aus den Redbay- und Greyhookschichten Spitzbergens.* December 1926. Kr. 8,50.

From Nr. 12 the papers will not be collected into volumes, but only numbered consecutively.

- Nr. 12. STENSIÖ, ERIK A:SON, *The Downtonian and Devonian Vertebrates of Spitsbergen.* September 1927. Part I, A. Text, and B. Plates. Kr. 60,00.
” 13. LIND, J., *The Micromycetes of Svalbard.* February 1928. Kr. 6,00.
” 14. *A paper on the topographical survey of Bear Island.* (In preparation.)
” 15. HORN, GUNNAR and ANDERS K. ORVIN, *Geology of Bear Island.* July 1928. Kr. 15,00.
” 16. JELSTRUP, HANS S., *Déterminations astronomiques.* June 1928. Kr. 2,00.
” 17. HORN, GUNNAR, *Beiträge zur Kenntnis der Kohle von Svalbard (Spitzbergen und der Bäreninsel).* October 1928. Kr. 5,50.

Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelser, Bygdø Allé 34, Oslo.