Über das Kohlenvorkommen der "Schlafegg" ob Kandergrund (Berner Oberland) mit spezieller Berücksichtigung der Kohlen auf Spalten im Schrattenkalk

Autor(en): **Ritter, E.A. / Kelterborn, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **39 (1946)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-160773

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Vol. 39, N° 1. — 1946.

Über das Kohlenvorkommen der „Schlafegg" ob Kandergrund (Berner Oberland)

mit spezieller Berücksichtigung der Kohlen auf Spalten im Schrattenkalk.

Von **E. A. Ritter**, Basel, und **P. Kelterborn**, Riehen b. Basel.

Mit 11 Tafeln (I—XI) und 1 Textfigur.

Summary.

This paper deals with the discovery of a so far unknown type of coal-deposit, some 5 km north of Kandersteg in the Bernese Oberland (Swiss Alps) at an altitude of 1800 m. The mineral is found in a series of brackish sediments (brackwater-limestone, marls etc.) of the Eocene and more particularly as fillings of big and deep crevasses in cretaceous, marine limestone (Schrattenkalk) of Barrémien age showing well-pronounced, old Karstphenomena. The younger series (Priabonien-Auversien) unconformably covers the Schrattenkalk by reason of the well known angular Eocene unconformity, permitting of an explanation as to the process having lead to the formation of a complex coal-deposit in rocks of distinctly different geological age, origin and lithological composition. Later orogenetic movements (alpine folding) widely affected the deposit in question whereby previously existing faults (of young-cretaceous or paleocene age) in the Schrattenkalk have been reactivated and crevasses converted into faultlike features. The aforementioned region bears all characteristics typical of such movements (bedding planes parallel to faulting, fault-breccias, clivage, slickensiding etc.). Microscopic examination of a great number of coal specimen and rocks accompaning and surrounding the deposit reveal firstly, that no material difference exists between lithological properties of coals from different parts of the mine, and secondly that coal-substance even appears as filling of minor fissures in the Schrattenkalk and brackwater-limestone, forming microscopically small veins often accompanied by secondary calcite-deposits. This behaviour of coal and calcite material suggests a process of infiltration and migration of organic matter in a liquid phase into the limestone along existing open faults and crevasses. It would indicate that similar features of larger size also acted as recepients for the deposition of coal in quantities sufficient for the mining of coal. The original substance contributing to the formation of the deposit in question probably represents organic matter in solution (humic acid, blackwaters containing calcium carbonate), having been deposited as humusgel. Particles of brackwater-limestone often appear in the coal itself, forming impurities fre-

quently showing signs of resorption and corrosion (reaction-halos) on their border. The authors conclude that the coal-deposit of Schlafegg has been formed during a time-interval preceeding the sedimentation of the Eocene but having continued into the latter (Auversien-Priabonien) as part of a trangression-process (Eocene transgression) covering cretaceous limestone (Schrattenkalk) which, before, underwent partial denudation by the Karstphenomena. Its present shape is due to alpine folding and subsequent erosion. During the last war and owing to scarceness of foreign coal-imports, the deposit gave rise to a coal-mine supplying several swiss industries.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung (Ritter) 2
II. Stratigraphische Beobachtungen (Ritter) 3
1. Hohgantsandstein 3
2. Brackwasserschichten 3
3. Festlandbildungen 4
4. Schrattenkalk 4
5. Drusbergschichten 5
III. Tektonische Beobachtungen (Ritter) 5
IV. Bau der Lagerstätte (Ritter) 6
1. Kohle der Brackwasserschichten 6
2. Kohle der Festlandbildungen 6
3. Kohle im Schrattenkalk 7
a. Vorkommen auf Verwerfungen 7
b. Vorkommen auf Klüften 8
V. Mikroskopisch-petrographische Untersuchungen (Kelterborn) 9
1. Allgemeines 9
2. Die Kohlen der Brackwasserschichten 10
3. Die Kohlen im Schrattenkalk 12
4. Mikroskopische Befunde und Lagerstättenbildung 13
VI. Chemisch-physikalische und technische Daten (Ritter) 15
VII. Zusammenfassung und Schlussbetrachtung (Ritter und Kelterborn) 18
VIII. Literatur 20

I. Einleitung (Ritter).

Am Westabhang des Sattelhorns, oberhalb Kandergrund, wird seit 1943 von der Bergwerk Schlafegg AG.[1]) ein bis vor kurzem wenig bekanntes Kohlenvorkommen der Wildhorndecke abgebaut. Projektierung und Anlage der Grube auf 1800 m ü. M. richtete sich zunächst nach den Resultaten geologischer Feldaufnahmen und Schürfungen in kohlenführenden Brackwasserschichten des Auversien-Priabonien, welche in der Literatur als Träger der Eocaen-Kohle im Kandertal angesprochen wurden. Eine Beschreibung der Geologie des Kandertales findet sich in der Arbeit von H. Adrian (Lit. 1), welche im wesentlichen auch die Grundlage dieser ersten geologischen Aufnahmen bildete, mit denen Prof. Günzler von der Bergwerk Schlafegg AG. beauftragt worden war. Geschäftsführende Stelle ist die Ciba Aktiengesellschaft in Basel, wobei der Erstunterzeichnete mit der geologisch-technischen und bergbaulichen Untersuchung und

[1]) Die Bergwerk Schlafegg AG. ist ein Industriekonsortium, an welchem die Ciba Aktiengesellschaft in Basel, die Cellulosefabrik Attisholz AG., die Zuckerfabrik und Raffinerie Aarberg AG. und die Ludwig von Roll'schen Eisenwerke in Gerlafingen beteiligt sind.

Kontrolle beauftragt ist, während die Bauleitung in den Händen der Firma Züblin & Co. AG. in Basel liegt.

Die ersten Vorarbeiten, welche im Sommer 1943 praktisch zum Abschluss gelangten, zeitigten für ein kriegswirtschaftlich bedingtes Unternehmen insofern positive Resultate, als in den Brackwasserschichten Kohle in Stärken bis zu 80 cm festgestellt wurde und ein Probeabbau auf 1837 m ü. M. quantitativ befriedigend ausfiel. Die definitive Inangriffnahme des Bergbaus auf breiterer Basis führte indessen bald zur Entdeckung neuartiger Kohlenvorkommen, welche in der Hauptsache an Klüfte und Verwerfungen der Tertiärunterlage, im vorliegenden Fall an Schrattenkalk (Barrémien), gebunden sind, wo ungleich grössere Mengen abbauwürdiger Kohle angetroffen wurden. Die in ihrer Gesamtheit durch das Zusammenwirken verschiedener geologischer Faktoren bedingte Lagerstätte soll im folgenden kurz beschrieben werden.

Die vorliegende Arbeit wurde mit der verdankenswerten Hilfe der Bergwerk Schlafegg AG. veröffentlicht. Der geschäftsführenden Stelle, namentlich Herrn Dr. jur. J. Brändle und Herrn R. Schaer, sowie der Firma Züblin danken wir für das den Untersuchungen stets entgegengebrachte Interesse. Dank dem Entgegenkommen des geologisch-paläontologischen und des mineralogisch-petrographischen Institutes der Universität Basel konnten die mikroskopischen Untersuchungen, die mikrophotographischen Aufnahmen und die Bestimmungen der spezifischen Gewichte an diesen beiden Anstalten durchgeführt werden.

II. **Stratigraphische Beobachtungen** (Ritter).

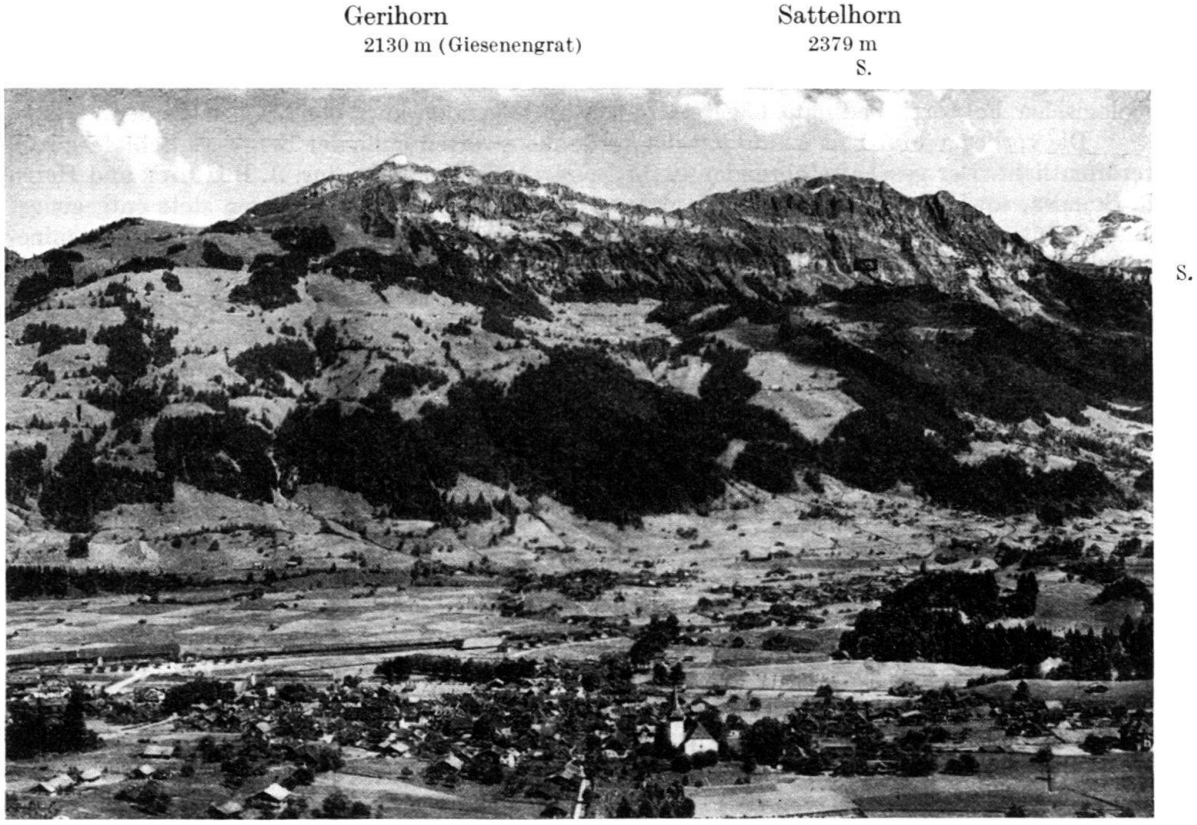
Am Aufbau der Lagerstätte beteiligen sich folgende Ablagerungen des Eocaens und der Kreideformation:

Dach der Lagerstätte:	Hohgantsandstein	Priabonien bis Auversien
Träger der Lagerstätte:	Brackwasserschichten	Priabonien bis Auversien
	Festlandbildungen	der Eocaentransgression
	Unterer Schrattenkalk	Barrémien
Basis der Lagerstätte:	Drusbergschichten	Barrémien

1. Der *Hohgantsandstein* erscheint in quarzreicher, zuckerkörniger Ausbildung, mit kalkigem Bindemittel. Er ist den Brackwasserschichten z. T. diskordant aufgelagert. Stellenweise greifen aus dem Schichtverband gelockerte Blöcke und Teile keil- und fingerförmig in diese liegenden Schichten hinein. Aus dem Südteil der Grube ist ein Vorkommen bekannt, wo der Hohgantsandstein direkt Festlandbildungen auflagert, Zersetzungserscheinungen aufweist und von gelben, plastischen Lehmen durchzogen ist. Er ist frei von Kohle und bildet das Dach der Lagerstätte. Seine Mächtigkeit im Grubengebiet konnte bis heute nirgends einwandfrei ermittelt werden. Schätzungsweise dürfte sie 20 m betragen.

2. Die *Brackwasserschichten* sind der jüngste Kohlenträger und bestehen aus dunkelgrauen bis grau-schwarzen, bituminösen Stinkkalken mit von Kohlensubstanz erfüllten Rissen und Spalten, aus sandigen Mergelschiefern mit spärlicher Fossilführung (Cerithien, Pecten), sowie aus stratigraphisch eingelagerten Linsen von Reinkohle. Die zu blockartiger Absonderung und Klüftung neigenden Stinkkalke zeigen stellenweise eine gewisse Auflockerung, wobei die so entstandenen Zwischenräume durch Kohle ausgefüllt, und isolierte Blöcke von feinblättriger, graphitischer Kohlensubstanz schalenartig umgeben sind. Brocken und Reste von Kalkmaterial finden sich vielfach als Verunreinigung in der Kohle selbst. Die Mächtigkeit der Brackwasserschichten schwankt zwischen 0 und 15 m.

Ihr Übergreifen auf ungleichaltrige Stufen der Kreideformation, wie sie sich aus den Untersuchungen von ADRIAN (Lit. 1, p. 273) und diversen Berichten von Prof. GÜNZLER ergibt, dokumentiert deutlich die Anwesenheit der bekannten Eocaentransgression. Diese ist in der Grube an mehreren Stellen einwandfrei aufgeschlossen.



Blick von Frutigen nach dem Giesenengrat und dem Ausgang des Kandertales (rechts).

S. = ▭ = Lage der Kohlengrube Schlafegg (1800 m ü. M.).

3. An der Basis der Brackwasserschichten und — wo solche fehlen — unter dem Hohgantsandstein, finden sich da und dort als *Festlandbildungen* anzusprechende, feuchte, ockergelbe bis rötlich-braune, plastische Verwitterungslehme mit Kohlenschnüren, sowie lokal abbaubare Anreicherungen von Kohle, seltener auch lateritartige Erden, in welchen mehr oder weniger stark zersetzte Brocken und Gerölle von Schrattenkalk eingebettet sind. Ihr Übergang in die Brackwasserschichten ist mitunter unscharf. Diese Festlandbildungen sind meist beschränkt auf Vertiefungen, Auskolkungen und Auslaugungen in der Tertiär-Unterlage, dringen aber zuweilen längs Rissen, Spalten und Klüften tiefer in diese ein. Sie finden sich auch als Füllmaterial auf tektonischen Störungen. Über das Alter dieser Bildungen ist nichts Näheres bekannt. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0 und 3 m. Sie erinnern stellenweise an ADRIANS „Kontaktschichten zwischen Kreide und Priabonien" (Lit. 1, p. 284).

4. Der *Schrattenkalk* ist Hauptkohlenträger. Er ist in Urgonfacies ausgebildet und erscheint als hell- bis dunkelfarbiger, organogener, mariner Kalk. In seinen

tieferen Partien zeigt er deutliche Bankung und Schichtung. Die Schichten der Schlafegg dürften dem untern Schrattenkalk zuzurechnen sein, wofür auch die Untersuchungen sprechen, die von Prof. REICHEL, Basel, an Hand von Dünnschliffen durchgeführt wurden. Die Mächtigkeit des Kalkes beträgt maximal 65 m. Im Südteil der Grube ist jedoch eine Mächtigkeitsabnahme feststellbar, die wohl in erster Linie auf die dort tief hinabgreifende Eocaentransgression, teilweise auch auf tektonische Ursachen (Scharung von Brüchen im obern Bunderbachgraben) zurückzuführen ist. An der Bergaussenseite, südlich vom Stollenfenster, sowie im südlichen Abbausektor keilt er stellenweise völlig aus (Übergreifen der Eocaentransgression auf die Drusbergschichten). Mit nur geringen Ausnahmen weist er starke Durchfeuchtung und tiefgründige Verwitterung auf, ist von gipsführenden Rissen, von Klüften und Karren durchzogen, welche mit den bereits erwähnten Festlandbildungen, sowie stellenweise mit grösseren Mengen reiner, z. T. mulmiger Kohle ausgefüllt sind. In diese sind da und dort Brocken und Blöcke von Schrattenkalk eingebettet. An seiner Basis über den Drusbergschichten tritt Höhlenbildung auf (Höhlenlehme). Kohlensubstanz findet sich aber auch in feinen bis feinsten Rissen des Schrattenkalks selbst. Alle diese Feststellungen lassen das Vorhandensein einer durch Karstphänomene betroffenen, fossilen Schrattenkalklandschaft vermuten, welche längere Zeit der Abtragung und Auflösung ausgesetzt war.

5. Als älteste in der Grube bis heute angetroffene Kreidesedimente sind die *Drusbergschichten* zu erwähnen. Sie erscheinen meist als harte, z. T. sandige, kieselige Kalkschiefer und Mergelschiefer mit 5 bis 20 cm dicken, schrattenkalkähnlichen Zwischenlagen. Sie sind wasserundurchlässig und zeigen stellenweise starke Verwitterung. Die Drusbergschichten bilden die Basis der Lagerstätte. Kohle wurde in ihnen bis jetzt nicht angetroffen.

III. **Tektonische Beobachtungen** (RITTER).

Die Kreide-Eocaen-Bildungen von Schlafegg gehören zum Normalschenkel der Mulde No. IV (Tschingelmulde) ADRIANS (Lit. 1, p. 326), welche ein südostwärts eintauchendes Teilelement seiner Randkette, der Wildhorndecke, bildet. Die Schichten zeigen im Bereich der Grube allgemeines Südost-Einfallen, welches zwischen 10° und 50° schwankt. Sie sind durch Längsbrüche, Querverwerfungen und Schleppungen in zahlreiche Blöcke und Schollen aufgeteilt. Diese Lagerungsverhältnisse verraten die Züge eines Schollengebirges (s. Taf. II), wobei Faltung nur in untergeordnetem Masse erkennbar ist und in der Hauptsache auf den Schrattenkalk beschränkt bleibt. Wegen ihrer Kohlenführung kommt einigen dieser Störungen besondere Bedeutung zu. Diese für den Bergbau äusserst wichtige, neuartige Feststellung verlangte die dringende Abklärung der Frage, wann und wie die Kohle in diese Störungen hinein gelangte, und welches Alter diesen letztern zukommt. Anhaltspunkte darüber ergeben sich auf Grund folgender Beobachtungen: Neben Kohle als Füllmaterial, werden häufig auch Verwitterungslehme sowie Brocken und Blöcke von Schrattenkalk und Brackwasserkalk angetroffen. Dagegen fehlen völlig Hohgantsandstein und jüngere Gesteinskomponenten. Demnach würden die Brüche zunächst in die Zeit vor Ablagerung der erwähnten jüngeren Bildungen zu datieren sein. Sie wären aufzufassen als ursprünglich offen gewesene, in der Folge mit Festlandbildungen usw. aufgefüllte, tiefgreifende Spalten und Klüfte, welche sich bei späteren Gebirgsbewegungen zu eigentlichen Verwerfungen entwickelten, wobei es zu Schuppungen, Schleppungen sowie zu

weiteren Bruchbildungen kam, von denen auch jüngere Ablagerungen (Hohgantsandstein und jünger) mitbetroffen wurden. Der heutige Erhaltungszustand dieser Störungen lässt deutlich an zahlreichen Beispielen von tektonischen Breccien, verwerfungsparallelen Absonderungen und Kalkspatisierung in verschiedenen Teilen der Grube die Folgen alpiner Dislokationsmetamorphose erkennen. Wir gehen wohl nicht fehl, diesen Verwerfungen, von denen auch das Tertiär mitbetroffen ist, in ihrer ersten Anlage jung-kretazisches oder alt-eocaenes Alter zuzuweisen. Sie würden den von BUXTORF (Lit. 2) schon 1918 gemachten Beobachtungen über mutmassliche Störungen (Verwerfungen) in den helvetischen Kalkalpen entsprechen, wenn sie auch heute durch die alpine Orogenese verwischt erscheinen. Ihre rechtzeitig erkannte Bedeutung für den Bergbau auf Schlafegg hatte zusätzliche Schürfungen und Geländeaufnahmen zur Folge, wobei es gelang, kohlenführende Verwerfungen auch an der Bergaussenseite zu erfassen. Über Form und Verlauf der Verwerfungen (Querstörungen) orientieren Taf. I und II.

IV. **Bau der Lagerstätte** (RITTER).

Die geschilderten Verhältnisse ergeben, dass Kohle und Kohlensubstanz nicht nur in den Brackwasserschichten des Eocaens, sondern auch in den sie stellenweise unterlagernden Festlandbildungen, sowie namentlich auch als Füllmaterial von Klüften und Verwerfungen im Schrattenkalk der Tertiärunterlage vorkommt, dass somit Trägergesteine verschiedenen Ursprungs und ungleichen Alters vorliegen. Auf Grund ihrer voneinander abweichenden, räumlichen Anordnung und Bedeutung für den Bergbau, sollen die Haupttypen dieser Vorkommen, als Teilelemente der Gesamtlagerstätte, kurz beschrieben werden.

1. *Kohle der Brackwasserschichten.*

Die geologischen Kartierungsarbeiten ergaben, dass diesem Vorkommen ein relativ einfacher Bau zugrunde liegt. Die dem Schrattenkalk transgressiv aufruhenden, kohleführenden Ablagerungen weisen allgemein ein N 45° bis 65° E gerichtetes Streichen auf und fallen mit 10° bis 55° SE. Inverse Lagerungen mit nördlich gerichteten Fallkomponenten (10° bis 45°) bilden Ausnahmen und sind als Folge tektonischer Schleppungen zu betrachten (s. Taf. III). Quer- und Längsbrüche verursachen eine Aufteilung dieses Vorkommens in einzelne kleinere und grössere Schollen und Blöcke. Abbaubare Kohle findet sich in Form von 20 bis 80 cm dicken, sporadisch auftretenden Nestern, Linsen und Taschen. Trotz stratigraphischer Einlagerung der Kohle fehlt eigentliche Flözbildung. Anhäufungen solcher Vorkommen wurden namentlich zwischen den Gesenken I und II, sowie beim Probeabbau im Gebiet von Kote 1837 ausgebeutet. Interessanterweise wurden die Brackwasserschichten in diesem Sektor mit einer maximalen Mächtigkeit von 15 m angetroffen.

2. *Kohle der Festlandbildungen.*

Vorkommen dieser Art wurden bis heute nur von zwei Stellen bekannt, wo bis 60 cm mächtige, feuchte, z. T. mulmige Kohle angetroffen wurde. Sie zeigen relativ flache Lagerung und geringe Standfestigkeit. Bei ihrem Gebundensein an lokal beschränkte Taschen und Vertiefungen in der Schrattenkalkoberfläche, spielen sie bergbaulich eine untergeordnete Rolle. Von Interesse ist ein im Südteil

der Grube abgebautes Vorkommen, welches direkt von brüchigem Hohgantsandstein diskordant überlagert ist.

3. *Kohle im Schrattenkalk.*

Die Vorkommen dieses Kohlenträgers besitzen insofern gemeinsame Züge, als sie bis 60 m tief in die Eocaen-Unterlage hinabgreifen und gleiche Begleitgesteine aufweisen, erlauben aber eine Gruppierung nach ihrer räumlichen Anordnung und ihrer ungleichen Bedeutung für den Bergbau. Die Hauptanreicherungen von Kohle sind einerseits an Verwerfungen und Schleppungen (Verwerfungskohle), andererseits an Klüfte (Kluftkohle) gebunden.

a) Vorkommen auf Verwerfungen: Die Eigenart dieser Lagerungsformen beruht auf ihrer Steilstellung, auf ihrem mehr oder weniger gestreckten, geradlinigen Verlauf, sowie auf der lokalen Tektonisierung des Schrattenkalks entlang den Kontaktflächen bei stellenweise fast völligem Aussetzen der Kohle. Auf diesen tektonisch als Hauptquerstörungen anzusprechenden Verwerfungen erscheint abbaubare Kohle namentlich an grössere Tiefen (Schrattenkalk) gebunden, wo sie bis 3 m Dicke erreicht. Dagegen fehlt sie in der Regel auf den jüngeren Schleppungen und Schuppungen (alpine Faltung) der Brackwasserschichten. Spuren von Kohle finden sich auch als Fetzen und Gereibsel in tektonischen Breccien und Myloniten zusammen mit Komponenten von Schrattenkalk und Brackwassermaterial. Im Hauptquerschlag auf Kote 1797 wurde schon nach 15 m Vortrieb erstmals eine kohlenführende Verwerfung angetroffen. Dies führte zur Erschliessung eines ersten abbauwürdigen Vorkommens dieser Art. (S. Taf. I, III und V, Fig. 1.) Dasselbe konnte bis 280 m ab Stollenmundloch verfolgt werden. Die Streichrichtung dieser Störung beträgt N 60° W, bei 40° bis 50° N-Fallen. Im Gebiet der tiefsten Grundstrecke (Kote 1767), sowie in den oberhalb Kote 1798 gelegenen Abbaufeldern, schwankt der Einfallswinkel zwischen 35° und 40° N. Bei Aufzugschacht II biegt die Verwerfungsfläche im Streichen allmählich über W–E nach N 85° E um, unter Beibehaltung einer mittleren Neigung von 40° N (Stollen Müller, Kote 1777). Sie ist identisch mit der Hauptverwerfung No. 7 an der Aussenseite des Berges (s. Taf. II).

Eine gleicherweise als Hauptverwerfung anzusprechende, nordwärts einfallende Störung mit 10 bis 80 cm dicker Kohle wurde im Südteil der Grube erschlossen. Sie ist als südöstliche Fortsetzung einer im Bunderbachgraben, von J. Schumacher in einem Gutachten gemeldeten, schaufelförmig verlaufenden Bruchfläche (Hauptverwerfung No. 9, Taf. I. u. II) aufzufassen und trennt zwei Kreide-Eocaen-Schollen, welche wenig mächtigen Schrattenkalk enthalten und schwache Faltung aufweisen. Ihre Streichrichtung schwankt zwischen 35° N und 40° W bei 20° bis 55° N-Fallen. Im Bunderbachgraben, sowie in den unmittelbar angrenzenden Stollenvortrieben (Koten 1790 und 1803), trennt sie undeutlich SSE-fallenden Schrattenkalk einer Nordscholle von SE-fallenden Drusbergschichten der angrenzenden Südscholle (s. Taf. V, Fig. 2 u. 3), während weiter südöstlich Brackwasserschichten der ersteren auf Drusbergschichten und Schrattenkalk der letzteren ruhen; beide Schollen besitzen auch hier voneinander abweichende Fallkomponenten. Die erwähnten Schichtkomplexe zeigen am Verwerfungskontakt lokal starke Tektonisierung (Clivage, Mylonitisierung, Rutschharnische). Die dort angeordnete Grundstrecke verfolgt die Verwerfung mit ihrer Kohle, welche als Folge der starken, mechanischen Beanspruchung in langgestreckte Linsen und Taschen ausgewalzt ist und starke Verunreinigung aufweist. — Neben den erwähnten Hauptquerstörungen mit Kohle sind noch

weitere Vorkommen ähnlicher Natur bekannt geworden, deren bergbauliche Bedeutung jedoch nur gering ist.

b) Vorkommen auf Klüften. Diese Vorkommen zeichnen sich durch ihre Seigerstellung, ihre durch seitliche Aus- und Einbuchtungen bedingten, unruhigen Formen, sowie ihr apophysen-artiges Eindringen in das Nebengestein aus. Solche Kohlenapophysen stehen meist senkrecht zur Streichrichtung der Klüfte, sind an Risse und kleinere Brüche gebunden und zeigen meist nur geringe Ausdehnung. Im allgemeinen zeigt die Kluftkohle geringere tektonische Beanspruchung als die Kohlen der Verwerfungen und Schleppungen.

Das am besten bekannt gewordene, zugleich wichtigste Vorkommen dieser Art ist die auf Taf. III und IV mit Hauptkluft bezeichnete Spalte, welche bis heute an die 10000 Tonnen guter Kohle geliefert hat. Sie weist allgemein WNW–ESE-Streichen auf und wird nach oben — auf Kote 1798 — von der bereits beschriebenen Hauptverwerfung No. 7 unter einem Einfallswinkel von 45° N schräg überschnitten (s. Taf. IV, B). In ihrem östlichen Teil reicht sie bis auf die Drusbergschichten hinunter, während sie im westlichen Teil bereits im Schrattenkalk endet. In beiden Fällen klingt sie parallel zur Schichtung aus. Auf einer totalen Längserstreckung von 200 m ist sie kohleführend. Ihre Vertikalerstreckung beträgt maximal 60 m. In der Nähe des Hauptförderschachtes (Blindschacht Cornu) erreicht sie eine maximale Breite von 6 m (Kote 1760) mit 5 m dicker Kohle. Einzelheiten in bezug auf ihre Form sind auf Taf. IV ersichtlich. Ihre untere Grenze ist durch das Vorhandensein von Höhlen, Rillen und Schloten mit Lehmbelag, bei teilweiser Abwesenheit von Kohle gekennzeichnet. Die Kluftflächen erscheinen vorwiegend als glatte Flächen von geringem Relief mit Rutschharnischen und sekundärem Calcitbelag. Indessen finden sich auch Stellen mit starken Auflösungserscheinungen (Blockbildung von Schrattenkalk) und mit durch Kohle und Lehm aufgefüllten Hohlräumen. Erwähnenswert ist das Vorhandensein isolierter Schrattenkalkblöcke gewaltigen Ausmasses, welche allseitig von Kohle umgeben sind und welche, im Hinblick auf die geringe Kluftweite, irgendwo in der Nähe anstehend gewesen sein müssen (s. Taf. IV, D und Taf. VIII, Fig. 10 und 11). Vielleicht hat sich aber auch die Kluftweite erst später im Verlaufe tektonischer Bewegungen verändert. Die durch streichende Grundstrecken, als Folge des grösseren Stollenprofils, beidseitig der Kluft blossgelegten Schrattenkalkpartien, zeigen allerdings nur geringe Tektonisierung. Letztere sowie Schleppungen und Rissbildungen sind lokal beschränkt, weisen aber immerhin auf spätere Gebirgsbewegungen hin. Auch das durch zahlreiche Messungen der Streich- und Fall-Komponenten ermittelte, ungleiche tektonische Verhalten zu beiden Seiten der Kluft zwingt zur Annahme solcher Bewegungen. Möglicherweise dürften letztere mit der alpinen Faltung zusammenhängen, teilweise aber auch auf spätere Sackungen zurückzuführen sein. Kleinere Vorkommen von solchen Klüften sind auch aus anderen Teilen der Grube bekannt geworden.

Da, wo der Schrattenkalk von grösseren Verwerfungen betroffen ist, erscheint er calcitisiert, wobei alle Übergänge vom normalen, organogenen Kalkstein bis zu eigentlichen gross-spätigen Calcitaggregaten zu beobachten sind. Diese Calcitisierung ist in der Regel zonar zu den Verwerfungsflächen angeordnet. Seltener sind Höfe und Wülste. Im einzelnen ist häufig eine streifenartige Anordnung unregelmässiger Kristallaggregate parallel zur Verwerfungsfläche zu erkennen, welche zusammen eine 8 bis 10 cm dicke Zone bilden, die von Spalten mit Kohlensubstanz durchzogen ist. Diese Erscheinung wurde anfänglich als Folge alpiner Dislokationsmetamorphose angesehen. In dieser Ausbildung wurde sie in allen

Hauptverwerfungen angetroffen. In den tektonisch weniger stark beanspruchten Klüften (Verwerfungsklüften) tritt diese Calcitisierung sehr viel weniger in Erscheinung und erreicht lokal nur geringes Ausmass. Indessen fällt auf, dass die erwähnte gross-spätige Ausbildung des Kalkes nicht überall direkt an den Verwerfungskontakt gebunden ist, sondern auch an isolierten Kalkblöcken und Brocken auftritt, welche zusammen mit Kohle und Lehm als Füllmaterial der Verwerfungsspalten angetroffen werden. Die Möglichkeit, dass wir es bei dieser Erscheinung mit sekundärer Calcitbildung aus wässeriger Lösung zu tun haben, dürfte nicht ganz ausser Betracht gelassen werden. Eine Untersuchung über die Bildung dieser Calcit-Aggregate ist im Gange (s. auch Taf. VI, Fig. 4 und 5).

Infolge der verschiedenen, durch individuelle Streich- und Fallkomponenten voneinander abweichenden Lagerungsformen der Kohle, entwickelten sich mit der Zeit über- und nebeneinander liegende, unter sich verbundene Streckensysteme mit entsprechend angepassten Vorrichtungsarbeiten und Abbaumethoden. Besonders schwierig gestaltete sich der Abbau der Kohle in der seigern, unruhig verlaufenden Hauptkluft, während die im Mittel 40° geneigten Vorkommen in den Brackwasserschichten, sowie jene der Verwerfungen ein einfacheres Vorgehen erlaubten. Aber auch in den letzteren Fällen hat sich gezeigt, dass die Grundstrecken in ihrem Verlauf, sowie die Abbaufelder punkto Ausdehnung und Kontinuität keine geometrisch einfachen, geradlinigen Formen bewahren, und dass somit ein systematischer Abbau nicht in Frage kam.

V. **Mikroskopisch-petrographische Untersuchungen** (Kelterborn).

1. *Allgemeines.*

Die sich aus den Feld- und Grubenaufnahmen ergebende Mannigfaltigkeit des Auftretens der Kohle, sowohl als stratigraphische, wenn auch nicht als kontinuierlich flözartige Einlagerung in den eocaenen Brackwasserschichten als auch als gangartige Füllmasse auf Verwerfungsspalten und auf primär durch Karst- und Karrenphenomene bedingten Klüften, Taschen und Schloten bis in feinste Haarrisse im Schrattenkalk, stellt den Geologen vor einige recht problematische Fragen. Vor allem war abzuklären, ob die einzelnen Vorkommen ihre Entstehung ein und derselben Bildungsperiode verdanken, oder ob genetisch unabhängige, örtlich gehäufte Lagerstätten verschiedener Entwicklungsperioden vorliegen. Schon aus Gründen einer besseren prognostischen Beurteilung drängte sich eine gründliche Prüfung auf.

Es war daher die Aufgabe der vorliegenden mikroskopisch-petrographischen Untersuchung, die Besonderheiten der Kohle und ihrer Beziehungen zum Nebengestein für die verschiedenen Typen des Vorkommens der Schlafegg zu untersuchen und damit den hin und wieder unsicheren Deutungsversuchen des makroskopischen Befundes wenn möglich neue Anhaltspunkte zu geben, was auch in einigen Beziehungen gelang. Es war hingegen nicht beabsichtigt, eine erschöpfende physiographische Studie zu unternehmen, und es soll daher im folgenden nur auf einige der geologisch wichtigsten Phänomene hingewiesen werden.

Im Verlaufe der Untersuchung stellte sich vor allem die Frage der Migration der organischen Substanz der Kluft- und Verwerfungskohle. Es lag vorerst nahe, die Brackwasserkohle als primäres Lager zu betrachten und die Kohlen der Kluft- und Verwerfungsspalten als sekundäre, von diesem primären Vorkommen abzuleitende Spaltenfüllungen anzusprechen. Es mag indessen jetzt schon vorausgenommen werden, dass die Befunde für diese letzteren zur Annahme eines Trans-

portes der organischen Substanz in flüssiger Phase und einer Inkohlung in situ drängen. Wir müssen uns jedoch in der Hauptsache auf eine Beschreibung der Phänomene beschränken, und nur mit grosser Zurückhaltung können wir auf Erklärungs- und Deutungsversuche hinweisen, da vielfach die allgemeinen chemisch-physikalischen Grundlagen fehlen, und vor allem detailliertere mikroskopisch-petrographische Laboratoriumsarbeiten und Literaturstudien nötig wären, die weit über den Rahmen der ausgeführten Arbeit hinausgegriffen hätten.

Zur Untersuchung gelangten je 6 Anschliffe von Kohlen aus den Brackwasserschichten, aus der „Verwerfung" und aus der „Hauptkluft". Ausserdem standen etwa 50 Dünnschliffe aus den Kohlen und den Nebensteinen zur Verfügung. Zur Untersuchung der Anschliffe wurde ein spezielles Binokularmikroskop mit vertikaler und seitlicher Beleuchtung benutzt, das Vergrösserung bis zu 200-fach erlaubte. Zur Durchsicht der Dünnschliffe fand sowohl das Binokular- als auch das Polarisationsmikroskop Verwendung. Anschliffe und Handstücke wurden — allerdings mit negativem Erfolg — im ultravioletten Licht auf allfällige Lumineszenz-Erscheinungen geprüft.

Die typischen Erscheinungsformen der Kohle wurden in Mikrophotographien von Dünn- und Anschliffen festgehalten. Dabei waren indessen die angewandten Vergrösserungen wesentlich geringer als bei der direkten Beobachtung, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil sich bei stärkerer Vergrösserung keine prinzipiell wichtigen Besonderheiten beobachten liessen, die nicht auch auf den Mikrophotographien zur Darstellung gekommen wären. Es ist hingegen zu erwarten, dass unter Anwendung von feineren Methoden und durch weiteres Experimentieren sich sowohl für die Schliffuntersuchung als auch für die photographische Auswertung die Resultate noch verbessern lassen.

Es sei hier auf die für die Kohlenpetrographie grundlegenden Arbeiten von R. Potonié[2]) und E. Stach[3]) verwiesen, in denen sich weitere Hinweise auf einschlägige Literatur befinden. Mikroskopische Untersuchungen von schweizerischen Kohlenvorkommen wurden bis jetzt kaum mitgeteilt[4]). Wertvolle Angaben sind von R. Beck, Thun, zu erwarten, der an der Jahresversammlung der Schweiz. Geol. Ges. in Freiburg am 2. September 1945 an Hand von Mikrophotographien über seine Bearbeitung der verschiedenen Kohlenvorkommen im Kandertal referierte.

2. *Die Kohlen der Brackwasserschichten.*

Wenn auch die Kohle der *Brackwasserschichten* nicht in durchgehenden Flözen auftritt, sondern auf kleinere Nester, Linsen und Taschen beschränkt bleibt, so sind diese Schichten doch als regionale Kohlenträger zu betrachten, während die Kohlen im Schrattenkalk lokale Erscheinungen darstellen. Zwischen Brackwasserkalk und Brackwasserkohle sind mit abnehmendem Kalkgehalt alle Übergänge festzustellen. Beide zeigen im Handstück eine brecciöse Textur und sind von zahlreichen graphitisch glänzenden, oft von Calcithäuten begleiteten Rutschharnischen durchsetzt, längs denen das Gestein linsig-bröckelig zerfällt. Beide bestehen in wechselndem Verhältnis aus einem innigen Gemenge

---

[2]) Potonié, R.: Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie. Berlin, Bornträger, 1924.

[3]) Stach, E.: Lehrbuch der Kohlenpetrographie. Berlin, Bornträger, 1935.

[4]) Koopmans, R. G.: Untersuchungen und Beobachtungen an schweizerischen Kohlen. 2mc Congr. p. l'avancement d. études d. strat. carbonifère, Heerlen, 1935, Compte rendu. T. I., 1937, pp. 505—515.

von glänzend schwarzer, kohliger und etwas hellerer, matter, kalkiger Substanz; beide sind oft von Calcit fein durchadert, was allerdings nur im Querschnitt und nicht auf den graphitisch glänzenden Harnischflächen festzustellen ist. Schwere Gesteinsbrocken sind kalkreich; leichtere enthalten mehr Kohle. Beim Brackwasserkalk ist im frischen Bruch der für bituminöse Gesteine typische Geruch festzustellen.

Im Dünnschliff zeigt der *Brackwasserkalk* meist eine auffällige Braunfärbung, die wohl auf bituminöse Substanzen zurückzuführen ist. Auffallend sind aber vor allem oft schon makroskopisch sichtbare, kohlige und calcitische Infiltrationen. Unter dem Mikroskop beobachteten wir sowohl gemischte Calcit-Kohlegängchen mit typisch symmetrischer Anordnung, wobei Kohle bald zentral, bald lateral auftreten kann, als auch unregelmässige, reine Kohlenäderchen mit oft wurzelartiger Verästelung (Taf. IX, Fig. 1). Ausserdem finden sich häufig reine Calcitgängchen. Dabei kann ein praeexistenter Calcitgang durch kohlige Infiltration ausgeheilt sein (Taf. IX, Fig. 2); andererseits ist aber auch zu beobachten, dass Kohlegängchen von jüngeren Calcitgängchen durchkreuzt werden. (Vgl. Taf. XI, Fig. 9.) Von Bedeutung ist, dass Kohle ebenso wie Calcit und z. T. mit diesem zusammen in Gangsymmetrie als Gangmineral auftritt. Wir erhalten so das Bild einer Infiltration des Gesteines mit organischer Substanz in Lösung, deren Absätze sich in ihrem Auftreten in nichts von der Calcitausscheidung unterscheiden. Die Zerrüttung des Brackwasserkalkes muss vor der Migration, Verfestigung und Inkohlung der organischen Substanz erfolgt sein. Die calcitische Infiltration setzte wohl schon vor der Zufuhr der organischen Substanz ein und überdauerte diese.

Im Anschliff ist im Brackwasserkalk eine sehr feinkörnige, grauschwarze, von Kohle durchstäubte Grundsubstanz zu erkennen. Darin eingebettet sind unregelmässige, verzweigte Nester und tropfenartige Gebilde, Riss- und Spaltenfüllungen von schwarzer, weicher Kohlensubstanz mit niederem Relief, graphitischem Glanz und hellen Reflexionsrändern (Taf. IX, Fig. 3). Auch hier können wir uns kaum vorstellen, dass diese Kohleneinschlüsse aus festen organischen Körpern entstanden sind, und es drängt sich die Annahme einer Infiltration oder Imbibierung mit organischer Substanz in flüssiger Phase auf.

Die *Brackwasserkohle* ist auf unliebsame Weise durch kalkige Substanz in feiner, diffuser Verteilung und durch Einschlüsse von Brackwasserkalk in eckigen, oft kantengerundeten Brocken verunreinigt, was schon makroskopisch im Querbruch zu erkennen ist. Oft steckt in den von Rutschharnischen begrenzten, linsigen Kohlenbruchstücken ein Brackwasserkalkeinschluss.

Im Schliff ist auch hier eine Grundsubstanz zu beobachten, die nun vorherrschend aus schwarzen, strukturlosen, homogenen Schüppchen und Fetzchen von Kohle und daneben aus feinverteilter, etwas hellerer, grau-schwarzer, kalkiger Substanz besteht. In diese Grundsubstanz sind die mehr oder weniger zahlreichen Kalkeinschlüsse eingestreut, wodurch die Kohle oft ein brecciöses Aussehen erhält. Zuweilen sind solche Brackwasserkalkbrocken von Kohle und sekundärem Calcit überkrustet, wobei nicht nur der Calcit, sondern auch die Kohle wieder Merkmale einer Ausscheidung aus wässeriger Lösung aufweisen und deutlich eine symmetrische Gangstruktur mit zentralem Calcit und randlicher Kohle zu erkennen ist (Taf. IX, Fig. 4). Die feinen, calcitisch verheilten Rissbildungen, sind wohl nicht allein auf spätere tektonische Bewegungen, sondern teilweise wohl auch auf Schrumpfungen bei der Kohlendiagenese zurückzuführen.

Oft lassen sich an den Rändern von Brackwasserkalkeinschlüssen auffällige Korrosions- und Resorptionserscheinungen feststellen. Häufig kommt es zur

Bildung von eigentlichen Reaktionshöfen, wie wir sie zwischen festen und flüssigen, nicht aber zwischen zwei festen Körpern erwarten dürfen (Taf. X, Fig. 5). Auch hier erhalten wir den Eindruck, dass eine flüssige, organische Substanz oder Lösung auf die diagenetisch verfestigten Brackwasserkalkbrocken einwirkte, und dass die Verfestigung und Inkohlung der organischen Substanz erst später an Ort und Stelle einsetzte. Intensive ähnliche Einwirkungen wurden auch an Brackwasserkalkeinschlüssen in den Kohlen aus dem Schrattenkalk beobachtet und sollen weiter unten beschrieben werden.

3. *Die Kohlen im Schrattenkalk.*

Die Kohle der Klüfte und Verwerfungen im Schrattenkalk sind im Handstück kaum von der Kohle der Brackwasserschichten zu unterscheiden. Im allgemeinen ist die Kohle besser, d. h. kalkärmer. Aber auch hier ist sie brecciös mit Kalkbrocken vermengt und von Rutschharnischen durchzogen, die oft von Calcithäuten begleitet sind.

Im Schliff ist die Kohle auch hier vollkommen opak und gefügelos homogen, abgesehen von einer sehr feinen Durchstäubung mit kalkiger Substanz, die sich zuweilen in kleinen Nestern anhäuft. Wie schon bei der Brackwasserkohle, zeigen sich die Phänomene einer feinen calcitischen Durchaderung und der Reaktionshöfe um Kalkeinschlüsse in aller Eindringlichkeit. Oft sind im gleichen Schliff alle Übergänge von scharf und eckig begrenzten Einschlüssen bis zur vollständigen Auflösung zu sehen. Die erst noch scharfen Ränder werden zerfressen und zeigen lappenartige Ein- und Ausbuchtungen (vgl. Taf. X, Fig. 5). In vorgerückteren Stadien umgibt ein netzartig verzweigter Reaktionshof einen festen Kern (Taf. X, Fig. 6), der zuweilen eine undeutliche, wohl durch sekundäre Einwirkung bedingte Zonarstruktur aufweist, die sich namentlich in der Anordnung einer etwas aufgelockerten, helleren, grauen Randzone um einen dichteren, bräunlichen Kern äussert (Taf. X, Fig. 7). Namentlich in Anschliffbildern wurde weitgehende Auflösung beobachtet, wobei der Einschluss nur noch als wolkig-schlieriger Körper zu erkennen ist, der randlich in ein Netzwerk übergeht, das die Kohle durchadert. Die Kohle selbst erscheint schwarz, hat ein niedriges Relief und ist von hellen, metallisch glänzenden Reflexionsrändern umgeben (Taf. X, Fig. 8).

Die Reaktionshöfe um Brackwasserkalkeinschlüsse müssen an Ort und Stelle, d. h. in den von brecciösem Material erfüllten Klüften und Verwerfungsspalten entstanden sein. Die Breccienbildung dürfte gleichzeitig mit der Entwicklung der Klüfte und Spalten stattgefunden haben. Der Inkohlungsprozess der in flüssiger Phase migrierten organischen Substanz muss also jünger sein als die Kluftbildung und deren brecciöse Ausfüllung, und ebenso auch jünger als die Entwicklung der Reaktionshöfe. In den besprochenen Schliffbildern ist nichts von einer nachträglichen tektonisch-mechanischen Beeinflussung oder mylonitischen Veränderung der beschriebenen Phänomene zu beobachten.

Auch im Schrattenkalk sind — wenn auch nicht so häufig wie in dem mehr aufgelockerten Brackwasserkalk — feine kohlige Infiltrationen festzustellen, die, zusammen mit Calcitgängchen, Spalten und feine Haarrisse erfüllen (Taf. XI, Fig. 9). Zuweilen lassen sich auch feinbrecciöse Füllungen von Klüftchen beobachten, wobei Quarzsplitter und Kalkbrocken in einem kohligen Zement liegen, der an Ort und Stelle erhärtet und die ganze Masse verkittet zu haben scheint (Taf. XI, Fig. 10). In dem oft sehr grobkristallinen Schrattenkalk aus der Wand einer Verwerfung findet sich Kohle zuweilen in Fetzen und Adern auf den Interstizien und zwischen den grossen Calcitkörnern (Taf. XI, Fig. 11). Es ist hier

vielleicht an eine Umkristallisation unter Kornvergrösserung (Sammelkristallisation) und unter Verdrängung kohliger Substanz zu denken.

Nicht nur in den kohligen Brackwasserschichten, sondern auch in dem sonst gänzlich kohlenfreien, marinen Schrattenkalk tritt also in der Nähe der kohlenführenden Störungen und Klüfte Kohle, zusammen mit Calcit, in oft symmetrischen Gängchen auf und zeigen sich ausgeprägte Reaktionshöfe um Kalkeinschlüsse, d. h. Phänomene, wie sie nur unter der Annahme einer Substanzzufuhr in flüssiger Phase verständlich erscheinen.

In den liegenden, wenig durchklüfteten *Drusbergschichten* wurden bis jetzt keine kohligen Infiltrationen beobachtet. Die ziemlich reichlich vorhandenen opaken Substanzen erweisen sich als Pyrit. Auch im Schrattenkalk und zuweilen auch im Brackwasserkalk kommt Pyrit in einzelnen Körnchen und Kriställchen und zuweilen in kleineren Nestern vor. Meist ist er leicht an seinen kubischen Kristallformen, metallischen Reflexen und limmonitischen Verfärbungen zu erkennen und von Kohlenpartikelchen zu unterscheiden. Der *Hohgantsandstein* im Hangenden der kohligen Brackwasserschichten besteht in der Hauptsache aus Trümmerquarz mit calcitischem Zement. Er ist oft von sehr feinen Schüppchen und Fetzchen opaker Substanzen durchstäubt, die wir als aufgearbeitetes, kohliges, aus den Brackwasserschichten stammendes Material betrachten. Pyrit fehlt hier fast gänzlich.

4. *Mikroskopische Befunde und Lagerstättenbildung.*

Wenn wir zum Schluss das mikroskopisch-petrographische Gesamtphänomen des Kohlenvorkommens der Schlafegg betrachten, so ergibt sich namentlich aus dem Auftreten der Kohle als Gangmineral, oft zusammen mit Calcit in symmetrischer Anordnung, aber auch in feinverästelten Infiltrationen, und aus der auffälligen Erscheinung der Reaktionshöfe um kalkige Einschlüsse, das Bild einer Kohle, welche in situ aus einer Lösung organischer Substanzen entstanden sein muss.

Eine Migration oder „mise en place" in Form eines noch so feinen Kohlengereibsels durch tektonische Verschleppung und Verquetschung kann die beobachteten Phänomene nicht erklären. Ebensowenig ist es wahrscheinlich, dass die Kohle als Sapropelschlamm in die feinen Klüfte, Spalten und Haarrisse eindrang, wie noch vor der mikroskopischen Untersuchung angenommen werden konnte. Feste Substanz, auch in feiner Suspension, wäre bei den mikroskopischen Dimensionen der Migrationswege ausfiltriert worden, und vor allem blieben die gangsymmetrischen Ausscheidungen, zusammen mit Calcit, und die Reaktionshöfe um Kalkeinschlüsse unverständlich. Auch muss auf die Tatsache hingewiesen werden, dass nirgends in der gangartig auftretenden Kohle Spuren organischer Formelemente, ein Faser- oder Zellgefüge, beobachtet werden konnte. Die angewandten Vergrösserungen und Methoden hätten zugegebener Weise einer genaueren Untersuchung solcher Formelemente nicht entsprochen, waren aber zur Feststellung ihrer An- oder Abwesenheit genügend. Nur im Kalk und der Kohle der Brackwasserschichten wurden organische Spuren pflanzlicher Natur festgestellt: Charafrüchte und kleine, geflechtartige, calcitisierte Nester faseriger Substanzen.

Da die Brackwasserformation bis zu einem gewissen Grade primärbituminös ist, musste auch an die Abwanderung und Infiltration bituminöser, nachträglich durch Polymerisation verfestigter Stoffe zur Erklärung der feinsten Spaltenfüllungen gedacht werden. Von chemischer Seite liegen jedoch einstweilen keine

Anhaltspunkte vor, die eine solche Vermutung stützen würden. Ausserdem stehen die Kohlen der Hauptstörungen und Hauptklüfte mit den Infiltrationen der feinen Haarrisse in Verbindung. Extraktions- und Destillationsversuche sind noch im Gange, um über den eventuellen Bitumengehalt der Kohle Aufschluss zu erhalten, bisher allerdings mit negativem Erfolg (s. auch den relativ geringen Gasgehalt der Kohle).

Wenn wir annehmen, dass organische Substanz in Lösung in die feinen Haarrisse migrierte und hier inkohlte, und dass auch solche Lösungen weitgehend an der Bildung der Brackwasserkohle und der Kohle der Kluft- und Verwerfungsspalten beteiligt sind, so schliesst das nicht aus, dass mit diesen Lösungen Organismen und organische Reste vor oder nach ihrer Inkohlung, zusammen mit anorganischem Material, verfrachtet sein und ihren Anteil an den Füllungen der grossen Klüfte und Spalten haben können.

Über die Kohlenbildung aus organischen Lösungen ist wenig bekannt. Allein für Dopplerit wird eine solche Herkunft angenommen. Von ihm wird auch mehrfach ein gangartiges Auftreten beschrieben. Er besteht aus Humusgelen, die sich aus Schwarzwässern mit gelösten Humusstoffen innerhalb von Torf- und Braunkohlenlagern auf Spalten und Klüften ausscheiden und im Verlauf der Diagnese und Inkohlung in eine schwarze, glänzende, muschelig brechende Kohle übergehen. Die Doppleritbildung dauert bis in späte Stadien der Inkohlung von Torf und Braunkohle an. Sie wäre also als eine Sekretion des Torfes oder der Braunkohle rein organischer Natur zu betrachten, die seitlich in Klüfte und Spalten migrieren und sich eventuell mit anorganischem Material vermischen kann. HUMMEL[5]) beschrieb 1930 „Glanzkohlengänge aus der Braunkohle des Habichtwaldes" und wies zu ihrer Deutung auf die Doppleritbildung hin. STACH[6]) erwähnt den Dopplerit unter den gefügelosen Vitriten oder Glanzkohlen. Auch unsere Kohle ist am ehesten der Gruppe der Vitrite oder Glanzkohlen zuzurechnen. Auch ist darauf hinzuweisen, dass die tertiäre Brackwasserkohle als primäre Braunkohle zu betrachten ist. Wir sehen in der Doppleritentstehung einen Hinweis auf die Bildungsmöglichkeit unserer Kohle, ohne dass wir jedoch sie jetzt schon als echten Dopplerit ansprechen wollten. Es ist zu bedenken, dass in unserem Falle die alpinen orogenetischen Vorgänge das Bild der Entstehung und die primäre Natur der Kohle weitgehend verschleiert und verändert haben.

Das geologische Geschehen, wie es sich aus dem mikroskopischen Befund ableiten lässt, ist sicher in mancher Beziehung noch lücken- und zweifelhaft. Es liesse sich vielleicht folgendermassen zusammenfassen:

1. Brecciöse Kluft- und Spaltenfüllung im Schrattenkalk mit Material der hangenden Brackwasserschichten und einbrechendem Schrattenkalk. Calcitische Absätze aus zirkulierenden Wässern.
2. Gleichzeitig und darüber fortdauernd kohlige Ablagerungen in den Brackwasserschichten. Ausscheidung und Zirkulation organischer humöser und kalkhaltiger Lösungen, die auch festes anorganisches und organisches Material mit sich führten und zur kohligen Zementierung der brecciösen Kluftfüllungen im Schrattenkalk, zur kohlig-calcitischen, gangartigen Infiltration des Nebengesteins und zur Bildung der Reaktionshöfe um Kalkbrocken Veranlassung gaben.

---

[5]) HUMMEL, K.: Glanzkohlengänge in der Braunkohle des Habichtswaldes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. 82, 1930, pp. 489—497.

[6]) STACH, E.: lit. cit., p. 32 (s. p. 17).

3. Abschluss der Zufuhr organischer Lösungen bei Fortdauer der Zirkulation kalkhaltiger Wässer: spätere Calcitinfiltration, Um- und Sammelkristallisation im gross-spätigen Schrattenkalk der Kluftwände und Verdrängung kohliger Substanzen usw.
4. Orogenetische Vorgänge während und nach Abschluss der Stufen 1, 2 und 3. Spätere tektonische Bewegungen wirkten sich in der gleitfähigen Kohle der Spalten- und Kluftfüllungen intensiver aus als im Schrattenkalk, in welchem im Dünnschliffbild wohl Rissbildungen, aber keine durchgehende Mylonitisierung und Marmorisierung zu erkennen ist. Klüfte mit Kohle entwickeln sich zu Verwerfungen. Bildung von Rutschharnischen in der Kohle (Differentialbewegungen). Intensivierung der Inkohlung von Braunkohle zu Steinkohle.

VI. **Chemisch-physikalische und technische Daten** (Ritter).

Über die *chemische Zusammensetzung* der Schlafegg-Kohle stehen Elementar- und orientierende „Immediat-Analysen" zur Verfügung, welche im analytischen Laboratorium der Ciba Aktiengesellschaft und in der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt in Zürich (EMPA) ausgeführt wurden. Eine Gruppierung von Analysen von *Reinkohle* nach den erwähnten drei Hauptvorkommen ergibt folgende Mittelwerte:

Analysen lufttrockener Reinkohle.

(Mittelwerte von je 6 Proben)

Gehalt an:	Brackwasserkohle	Verwerfungskohle	Kluftkohle
	%	%	%
Feuchtigkeit	1,4	4,1	1,8
Asche	28,1	22,2	18,0
Karbonatkohlensäure	15,6	5,3	9,3
Fixer Kohlenstoff	44,4	58,7	59,4
Flüchtige Bestandteile	10,5	9,7	11,5
	100,0	100,0	100,0
Unterer Heizwert:	4314 kg/cal.	5236 kg/cal.	5537 kg/cal.
Gehalt an Schwefel	4,0%	4,6%	4,1%

Ein Vergleich der einzelnen Resultate zeigt, dass die Brackwasserkohle wesentlich höhere Werte an Asche und Karbonatkohlensäure, somit auch einen geringeren Anteil an brennbaren Substanzen aufweist als die Verwerfungskohle und dass letztere wiederum der Kluftkohle etwas nachsteht, welche qualitativ als beste Kohle erscheint. Das Vorhandensein von Kalksubstanz in Mischung mit Kohle kommt besonders bei den Werten für Brackwasserkohle zum Ausdruck (hoher Gehalt an Karbonatkohlensäure). Die hohen Werte wärmebindender Bestandteile wirken sich selbstverständlich ungünstig auf den Heizwert aus und treten beim Verbrennen des Kalkes besonders deutlich in Erscheinung. Diese Tatsache äussert sich deutlicher in Analysen mit *Förderkohlen*, welche naturgemäss stärkere Verunreinigungen einschliessen:

Analysen lufttrockener Förderkohle.
(Mittelwerte von je 6 Proben)

Gehalt an:	*Schlechte Förderkohle*	*Gute Förderkohle*
	%	%
Feuchtigkeit	8,1	4,0
Asche	40,1	27,2
Karbonatkohlensäure	23,3	10,4
Fixer Kohlenstoff	19,5	46,9
Flüchtige Bestandteile	9,0	11,5
	100,0	100,0
Unterer Heizwert:	3501 kg/cal.	4607 kg/cal.
Gehalt an Schwefel	4,5%	4,1%

Die Schlafegg-Kohle wird ausschliesslich zur Dampferzeugung in industriellen Feuerungsanlagen verwendet, wo sie mit andern Ersatzbrennstoffen gemischt wird. Eintreffende Kohlentransporte werden stets auf *Aschen- und Karbonatgehalt* untersucht, um auf Grund dieser Bestimmungen das richtige Mischungsverhältnis mit anderen Brennstoffen und damit eine maximale Dampferzeugung sicherzustellen. Aus über 200 Immediatanalysen eingelieferter Förderkohle errechnet sich ein mittlerer Gehalt an CO_2 von 14,5%, welcher umgerechnet einem $CaCO_3$-Gehalt von 33% gleichkommt.

Der mitunter hohe *Aschengehalt* ist ausser auf den hohen Kalkgehalt hauptsächlich auf Verunreinigungen durch Lehmsubstanz und lateritartige Erden zurückzuführen, welche häufig als Begleitgesteine der Kohle in Klüften und Verwerfungen, in geringerem Masse auch in den Brackwasserschichten auftreten und der Kohle da und dort ein mulmiges Aussehen verleihen. Aber auch Gips und Pyrit dürften mitbeteiligt sein, wobei sowohl Sulfat- als auch Sulfidschwefel einen relativ konstanten *Gesamtschwefelgehalt* von 4,3% ergeben.

Der *Gehalt an flüchtigen Bestandteilen* der Reinkohle mit im Mittel 10,7% ist relativ niedrig. Er weist auf eine Mittelstellung zwischen den mesozoischen Doggerkohlen der Préalpes und den karbonischen Anthraziten des Wallis hin. Demzufolge nimmt unsere Kohle in der Inkohlungsreihe der Schweizer Kohlen eine Sonderstellung ein, indem ihr als Eocaenkohle ein jüngeres Alter zukommt. Diese Feststellung liegt wohl in erster Linie in ihrer Herkunft und der Natur ihrer Lagerstätte begründet, welche von den übrigen schweizerischen Kohlenvorkommen deutlich abweichen.

Von Dr. KELTERBORN wurden die *spezifischen Gewichte* von je drei Proben der Kohle aus den Brackwasserschichten (No. 1—3), aus der Verwerfung (Hauptverwerfung No. 7 (No. 4—6) und aus der Hauptkluft (No. 7—9) bestimmt. Die Werte wurden aus dem Gewicht lufttrockener Proben in Luft und Wasser ermittelt, wobei im Hinblick auf die Inhomogenität des Materials (Brackwasserkalkeinschlüsse usw.) grössere Kohlenbrocken benützt wurden. Um richtigere Pauschalwerte für die Lagerstätte zu erhalten, wäre hingegen die Untersuchung eines viel umfangreicheren Materials notwendig. Für zwei Proben (No. 5 und 7) wurden auch die spezifischen Gewichte bestimmt, nachdem die Proben während 15 Stunden einer Temperatur von 105° C ausgesetzt waren. Die Porenluft wurde darauf unter Wasser mittels der Wasserstrahlpumpe entzogen, d. h. durch Wasser ersetzt. Aus den beiden Wägungen ergibt sich das spezifische Gewicht der Gesteinssubstanz

unter Abzug des Porenvolumens. Die Volumendifferenz der ersten und der zweiten Bestimmung des spez. Gew. entspricht dem beobachteten Porenvolumen (das absolute Porenvolumen dürfte grösser sein).

Lufttrockene Proben.

	Herkunft	Probe Nr.	Gewicht in Luft gr.	Gewicht in Wasser gr.	Vol. cm³	Spez. Gew.	Mittelwerte
1	Brackwasser-schichten	4	127,7	62,0	65,7	1,945	
2		15	131,3	59,6	71,7	1,832	1,96
3		18	181,0	95,2	85,8	2,110	
4	Verwerfung	72	91,0	33,0	58,0	1,568	
5		82	87,0	31,5	55,5	1,568	1,58
6		81	174,2	73,5	100,7	1,628	
7	Hauptkluft	44	111,7	40,1	71,6	1,560	
8		49	150,5	53,7	96,8	1,555	1,56
9		47	131,8	47,5	84,3	1,563	

Erhitzte Proben.

							Porenvolumen
10	(8)	49	149,7	54,8	94,9	1,578	1,9 cm³ (2%)
11	(4)	72	90,7	33,4	57,3	1,583	0,7 cm³ (1,2%)

Die Bestimmungen lassen erkennen:

a) dass die Brackwasserkohle wesentlich höhere und schwankendere Werte besitzt als die Kohle der Verwerfung und Hauptkluft,
b) dass die Werte für die Kohle der Hauptkluft niedriger und gleichmässig bei 1,56 liegen, und
c) dass die Werte für Kohle der Verwerfung nur wenig höher als jene für die Kohle der Hauptkluft sind.

Die errechneten Durchschnittswerte beanspruchen eine relativ weite Marge unter den spezifischen Gewichten der sog. Inkohlungsreihe, wie sie auch von C. Schmidt (Lit. 5, p. 11) beobachtet wurde. Die drei Vorkommen auf Schlafegg zeigen im Hinblick auf die Altersstufe ihrer Trägergesteine (Barrémien, Auversien-Priabonien) ein umgekehrtes, abnormales Verhalten, indem die Brackwasserkohle als die jüngere höhere Werte als jene der sie unterlagernden Vorkommen im Schrattenkalk aufweist. Es liegt auf der Hand, diese Diskrepanz in erster Linie mit der Tatsache zu erklären, dass der Kalkgehalt in der Brackwasserkohle höher ist als in den Kluft- und Verwerfungskohlen. Der vorliegende Fall zeigt, dass das geologische Alter allein kein Kriterium für das spezifische Gewicht der Kohle ist, solange nicht auch die petrographische und chemische Zusammensetzung und die Entstehungsbedingungen der Kohle berücksichtigt werden. Es dürfte von Interesse sein, zu untersuchen, ob nach Ausscheidung des Karbonatgehaltes spezifische Gewichtsbestimmungen nicht doch eine Angleichung an normalere und beständigere Mittelwerte der Inkohlungsreihe ergeben würden. Im Hinblick auf die wahrscheinlich syngenetische Entstehung der verschiedenen Typen des Kohlenvorkommens wären allerdings keine grossen Unterschiede der spez. Gewichte der reinen Kohlen zu erwarten.

Nach dem Gesagten haben wir es auf Schlafegg mit einer kalkreichen, an flüchtigen Bestandteilen armen, ältern Braunkohle anthrazit-ähnlicher Körnung zu tun, welche als Folge ihrer Gebundenheit an verschiedenaltrige Trägergesteine qualitative Abstufungen zeigt. Diese äussern sich in einem von den Vorkommen in der Tertiärunterlage nach den eocaenen Brackwasserschichten zunehmenden Gehalt an Kalksubstanz und in starken Schwankungen der spezifischen Gewichte als Folge dieser Verunreinigungen.

VII. Zusammenfassung und Schlussbetrachtung.

(Ritter und Kelterborn).

Trotz der Mannigfaltigkeit der Trägergesteine und Lagerungsformen stellt das Kohlenvorkommen der Schlafegg genetisch eine Einheit dar. Kohle kommt vor:

1. In den Brackwasserschichten des Eocaen als stratigraphisch eingelagerte Linsen und Nester und angehäuft in Taschen und Vertiefungen der basalen Unterlage. Hier ist sie in meist mulmiger Entwicklung an die Festlandbildungen der Eocaentransgression gebunden. Diese greift lokal bis auf die Drusbergschichten hinunter.
2. Auf steilstehenden Verwerfungen als „Verwerfungskohle" der Querbrüche im Schrattenkalk, welche diesen in einzelne Blöcke aufteilen.
3. Auf senkrechten Klüften als „Kluftkohle" im Schrattenkalk. Diese Klüfte werden als alte, praetertiäre Karst- und Karrenphänomene gedeutet; sie sind aber oft in spätere, alpine Bewegungsvorgänge einbezogen und haben sich zu Verwerfungen entwickelt.

Der Schrattenkalk zeigt auch sonst in Auskolkungen und Rillen deutliche Spuren einer alten Karstlandschaft. An den Spaltenfüllungen beteiligen sich ausser Kohle auch Lehme der Festlandbildungen und brecciöses Gesteinsmaterial aus dem Schrattenkalk und den Brackwasserschichten. Die Kohlenführung greift bis zu 60 m festgestellter Tiefe in die Schrattenkalkunterlage des Tertiärs hinab. Längs Verwerfungen und in geringerem Masse auch längs Kluftwänden zeigt der Schrattenkalk lokal deutliche Spuren tektonischer Beeinflussung (Clivage, Rutschharnische, Mylonitisierung usw.). Daneben kommt aber auch eine gross-spätige Ausbildung vor, die durch Absatz aus wässeriger Lösung und Umkristallisation entstanden sein dürfte. Aus wässeriger Lösung haben sich auch grobkristalline Gipsausscheidungen entwickelt.

Im Handstück ist die Kohle der drei Haupttypen kaum zu unterscheiden; die Kohle ist von Rutschharnischen, die oft von Calcithäuten begleitet sind, durchsetzt. Zahlreiche Kalkbrocken geben ihr ein brecciöses Aussehen. Unter dem Mikroskop sind sowohl in Anschliffen als auch in Dünnschliffen besonders drei Phänomene auffallend:

1. Kohle tritt in Brackwassereinschlüssen und in Schrattenkalk oft infiltrationsartig als Gangmineral auf. Häufig ist sie von Calcit in gangsymmetrischer Ausscheidung begleitet. Die Calcitausscheidung setzt schon vor der Bildung der kombinierten Calcit-Kohlegängchen ein und überdauert diese.
2. Um Kalkeinschlüsse in Kohle sind Reaktionshöfe zu beobachten, die von beginnenden Korrosionserscheinungen zu weitgehenden Resorptionen überleiten.
3. Bemerkenswert ist der bis jetzt festgestellte Mangel an organischen Formelementen in der homogenen, vitritartigen Kohle der Verwerfung und Klüfte.

Nur im Kalk und der Kohle der Brackwasserschichten wurden spärliche organische Reste pflanzlicher Natur beobachtet.

Es wird deshalb angenommen, dass die organische Substanz wenigstens teilweise vor ihrer Inkohlung in flüssiger Phase (Schwarzwässer mit gelösten Humusstoffen) migrierte, in feine Gesteinsspalten eindrang und sowohl hier als auch auf den bestehenden Klüften mit ihrem brecciösen Füllmaterial als Humusgel ausgeschieden wurde. Mit diesen Lösungen kann anorganisches Material und auch bereits inkohltes Material verfrachtet worden sein.

Nach den chemisch-physikalischen Befunden zeigen die Kohlen der verschiedenen Typen keine prinzipiellen Unterschiede. Sie nehmen eine Zwischenstellung zwischen den Walliser Anthraziten und den Kohlen aus dem Mytilusdogger der Préalpes ein. Auffallend ist der geringe Gas- und der hohe Aschen- und Karbonatgehalt bei einem relativ konstanten Schwefelgehalt. Die spezifischen Gewichte sind infolge der kalkigen, z. T. brecciösen Verunreinigungen sehr schwankend und erlauben keine Rückschlüsse auf das Alter und den Grad der Inkohlung. Das Gewicht nimmt von den am stärksten verunreinigten schweren Brackwasserkohlen über die Verwerfungskohle zu der Kluftkohle ab.

Die Entstehung der Kohle und ihrer Lagerstätte lässt sich in ihrem geologischen Ablauf folgendermassen interpretieren:

1. Entwicklung einer praetertiären, durch Karstphänomene ausgezeichneten Schrattenkalklandschaft.
2. Bildung jung-kretazischer oder alteocaener Verwerfungen (Bruchschollenbildung).
3. Alteocaene Festlandperiode (Festlandbildungen). Moor- und Torfbildungen liefern die Lösungen organischer Substanzen zur Migration in die z. T. brecciösen Füllmassen der Spalten und Klüfte der Tertiärunterlage und zur Infiltration des Nebengesteins.
4. Hauptentwicklung der brackisch-marinen Transgression. Einschwemmung und Anreicherung von Kohlenausgangsmaterial in den Brackwasserschichten. Abschluss dieser Anreicherung vor Ablagerung des Hohgantsandsteins.
5. Umformung der Lagerstätte durch die alpine Faltung, wodurch die primäre Natur der Kohle und ihrer Lagerungsverhältnisse weitgehend verwischt wird. Beginnende Abtragung. Weitere Zufuhr kalkhaltiger Lösungen (Um- und Sammelkristallisation im gross-spätigen Schrattenkalk).

Als Ursprungsort und Mobilisierungszentren des Kohlenausgangsmaterials könnten vegetationsbestandene, hügelige Gebiete mit lokal stagnierenden Wässern und Moorbildungen in der Nachbarschaft kalkiger Gesteine in Frage kommen. Die Verwesungs- und Zerfallprodukte (Häcksel, Bröckeltorf, Humus, Schwarzwässer usw.) wurden durch Wassertransport den beschriebenen Trägergesteinen zugeführt. In einer letzten Phase gelangten sie auch als Strandbildungen in küstennahen Gebieten (brackischen Lagunen) zur Ablagerung. —

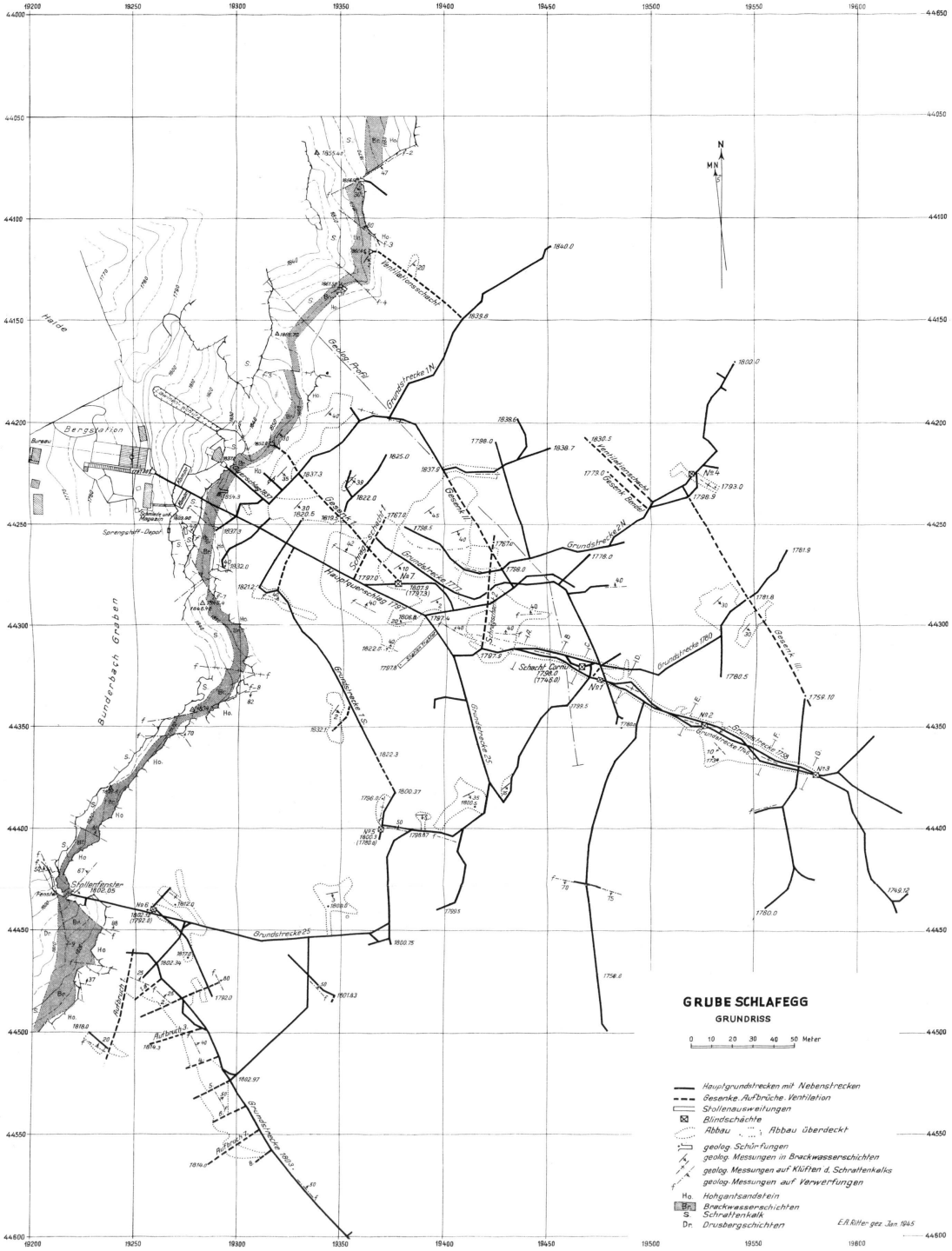
Unsere heutigen Kenntnisse der helvetischen Kohlenvorkommen und ihrer Genese sind zu dürftig, um Hinweise in bezug auf Zusammensetzung, Ausmass und örtliche Verbreitung dabei in Betracht kommender Pflanzengesellschaften zu erkennen. Im einzelnen sind auch die damaligen oro-hydrographischen Verhältnisse schwierig zu rekonstruieren, da sie durch die alpine Faltung verwischt und ihrer Zusammenhänge beraubt worden sind. Indessen erinnern die gemachten Beobachtungen teilweise an gewisse in der Jetztzeit sich abspielende Vorgänge, wobei sich Vergleiche mit Verhältnissen im Jura, insbesondere in den Freibergen, aufdrängen, wo neben Bewaldung und ausgedehnten Moorbildungen auch das

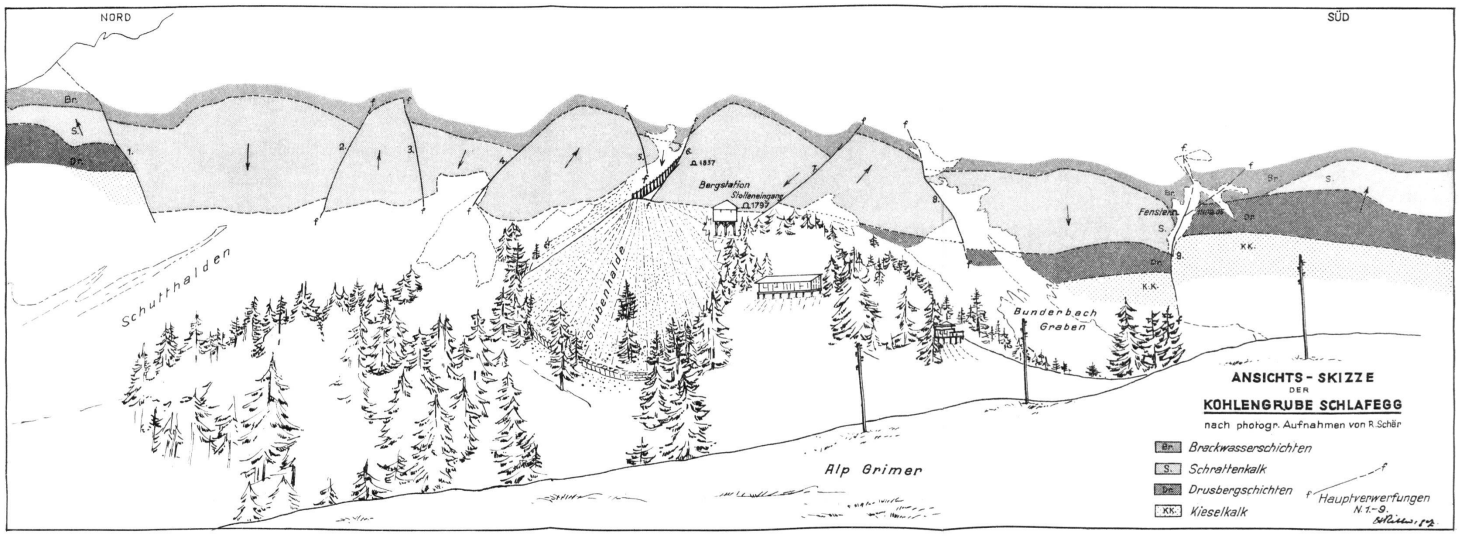
Karstphänomen stark in Erscheinung tritt. Die dort über grössere Gebiete bestehende, oberflächliche Abflusslosigkeit in Verband mit Karstentwässerung haben zur Folge, dass organische Lösungen (Schwarzwässer usw.) und feste organische Substanz durch Dolinen (Entonnoirs) abtransportiert und zu einem guten Teil in Klüften und Schloten der Jura- und Kreidekalke angereichert werden.

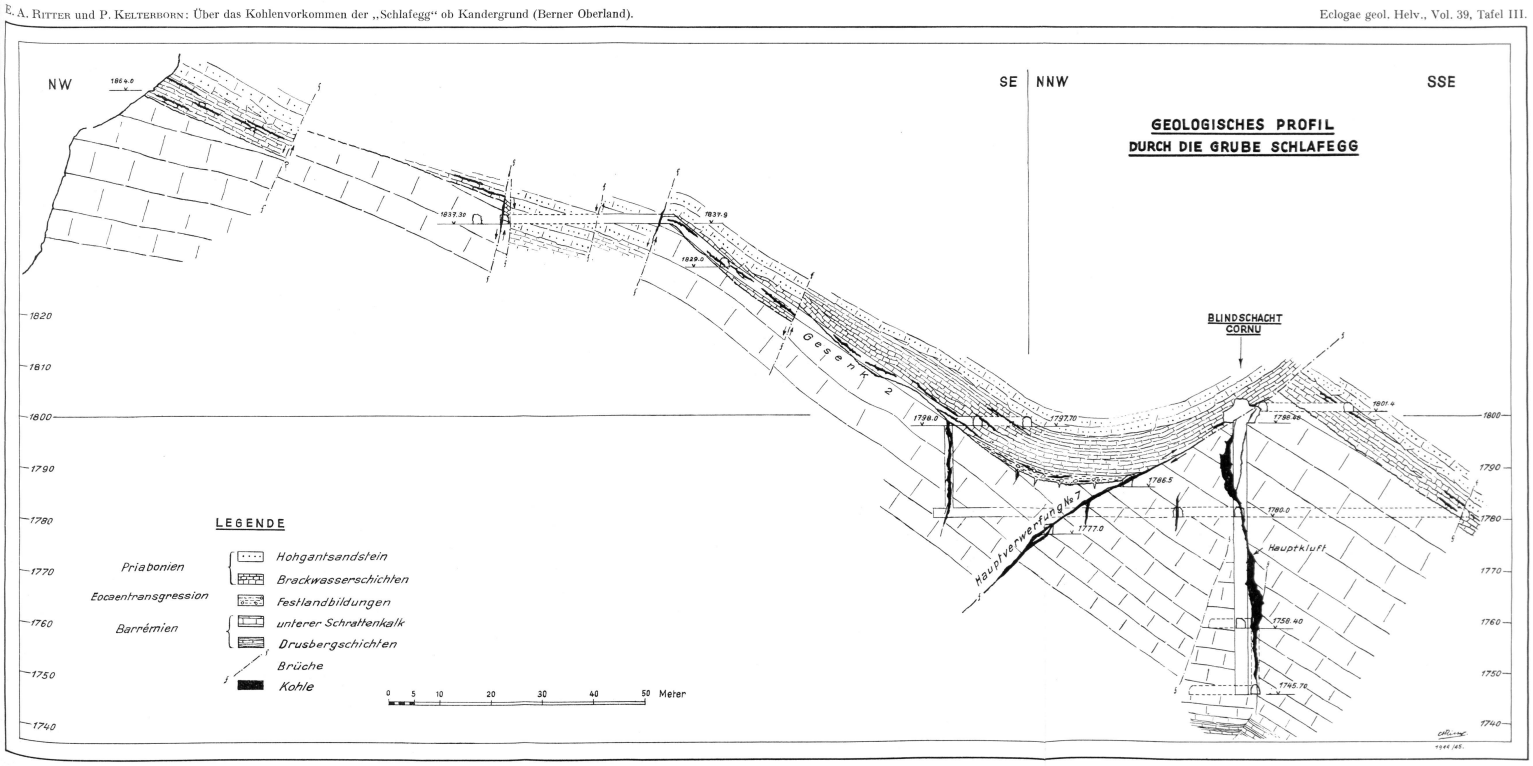
Die weitere Feststellung, dass auf Schlafegg eine fossile Schrattenkalk-Landschaft vorliegt, macht es wahrscheinlich, dass solche „alte" Formen auch anderswo im Bereich der helvetischen Kalkalpen zur Ausbildung gelangten. Manche bis jetzt als „jung" betrachtete Formen dieser Art dürften jung-kretazischen oder alt-eocaenen Alters sein, welche post-alpin neu belebt wurden.

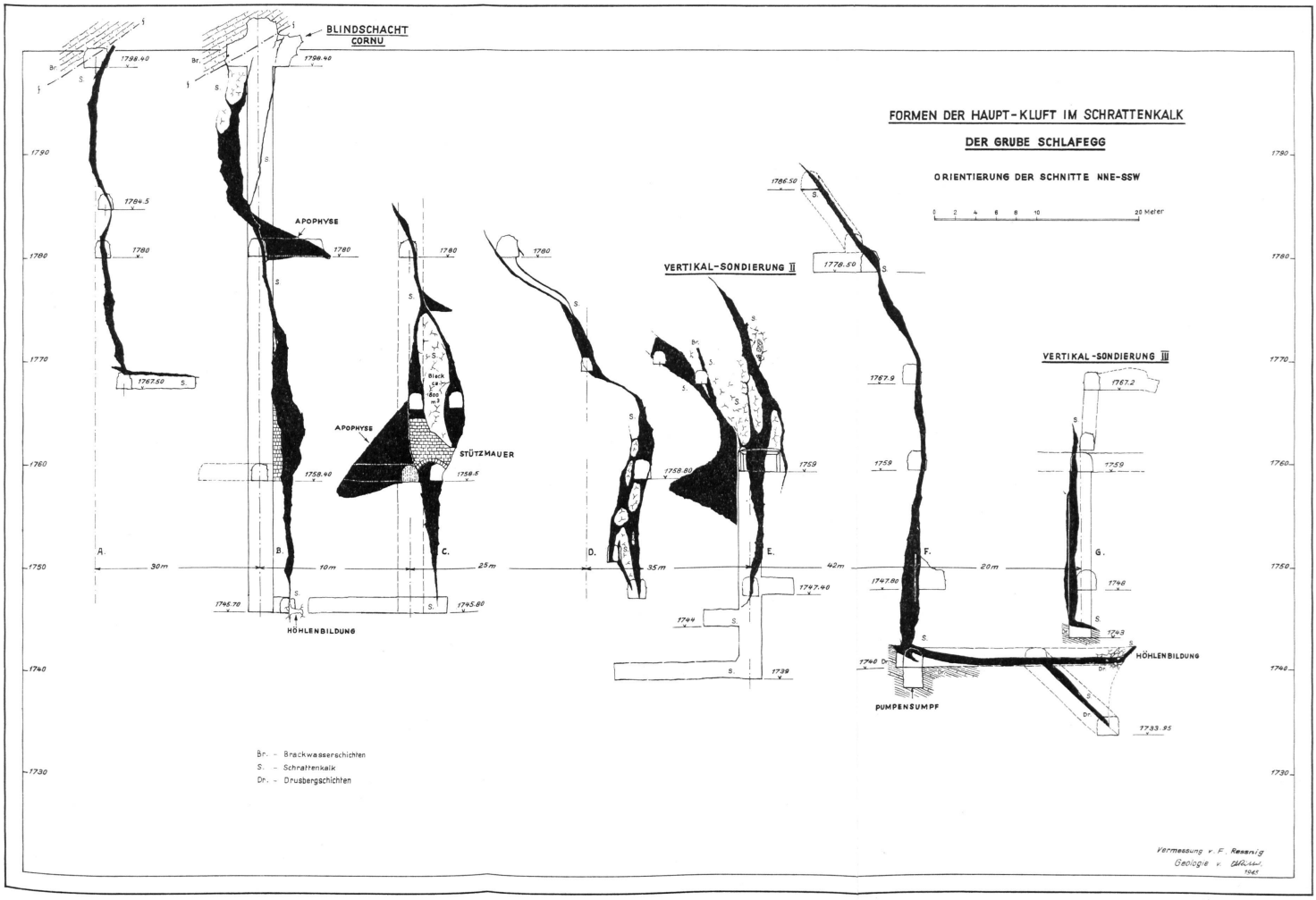
VIII. Literatur.

1. Adrian, H.: Geologische Untersuchung der beiden Seiten des Kandertales im Berner Oberland. — Ecl. geol. Helv., Vol. XIII, Nr. 3, 1915.
2. Buxtorf, A.: Über das mutmassliche Vorhandensein jung-cretazischer oder alt-eocaener Störungen (Verwerfungen) in den helvetischen Kalkalpen. — Ecl. geol. Helv., Vol. XIV, Nr. 5, 1918.
3. Kündig, E. und de Quervain, Fr.: Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz. — Herausg. v. d. Geotechn. Komm. Schweiz. Naturf. Ges., Verlag Kümmerly und Frey, Bern, 1941.
4. Ritter, E. A.: Beobachtungen am Kohlenvorkommen von Schlafegg ob Kandergrund und die Frage der Entstehung der dortigen Lagerstätte. — Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1945, Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau.
5. Schmidt, C.: Texte explicatif de la carte des gisements des matières premières minerales de la Suisse 1:500000. — Mat. p. l. Géol. d. l. Suisse, Comm. géotechn., chez A. Franke, Berne, 1920.
6. Wehrli, L.: Die postkarbonischen Kohlen der Schweizeralpen. — Beitr. Geol. der Schweiz, Geotechn. Serie, VII. Lfg., Verlag A. Franke, Bern, 1919.
7. Beck, R.: Einige Ergebnisse der petrographischen Untersuchung eocaener Kohlen des Kandertales. — Ecl. geol. Helv., Vol. 38, 1946. (Konnte inhaltlich nicht mehr berücksichtigt werden).


GRUBE SCHLAFEGG
GRUNDRISS
0 10 20 30 40 50 Meter
Hauptgrundstrecken mit Nebenstrecken
Gesenke. Aufbrüche. Ventilation
Stollenausweitungen
Blindschächte
Abbau
Abbau überdeckt
geolog. Schürfungen
geolog. Messungen in Brackwasserschichten
geolog. Messungen auf Klüften d. Schrattenkalks
geolog. Messungen auf Verwerfungen
Ho. Hohgantsandstein
Br. Brackwasserschichten
S. Schrattenkalk
Dr. Drusbergschichten
E.A. Ritter gez. Jan. 1945
Bergstation
Bunderbach Graben
Halde
Geolog. Profil
Grundstrecke 1N
Grundstrecke 2N
Grundstrecke 1S
Grundstrecke 2S
Grundstrecke 1780
Grundstrecke 1758
Grundstrecke 1803
Ventilationsschacht
Gesenk I
Gesenk II
Gesenk III
Gesenk Bandel
Hauptquerschlag 1757
Schacht Cornu
Stollenfenster
Aufbruch 1
Aufbruch 3
Aufbruch 7
Sprengstoff-Depot
Bureau
Schmiede und Magazin
Fenster
N
MN


NORD
SÜD
Br.
S.
Dr.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
Bergstation
Stolleneingang
Schutthalden
Grubenhalde
Bunderbach Graben
Fenstern
Alp Grimer
K.K.
ANSICHTS - SKIZZE
DER
KOHLENGRUBE SCHLAFEGG
nach photogr. Aufnahmen von R. Schär
Br. Brackwasserschichten
S. Schrattenkalk
Dr. Drusbergschichten
K.K. Kieselkalk
Hauptverwerfungen
N. 1.–9.


GEOLOGISCHES PROFIL
DURCH DIE GRUBE SCHLAFEGG
NW
SE
NNW
SSE
BLINDSCHACHT
CORNU
Gegenk 2
Hauptverwerfung No 7
Hauptkluft
1820
1810
1800
1790
1780
1770
1760
1750
1740
LEGENDE
Priabonien
Eocaentransgression
Barrémien
Hohgantsandstein
Brackwasserschichten
Festlandbildungen
unterer Schrattenkalk
Drusbergschichten
Brüche
Kohle
0 5 10 20 30 40 50 Meter


FORMEN DER HAUPT-KLUFT IM SCHRATTENKALK
DER GRUBE SCHLAFEGG
ORIENTIERUNG DER SCHNITTE NNE-SSW
BLINDSCHACHT CORNU
APOPHYSE
STÜTZMAUER
HÖHLENBILDUNG
VERTIKAL-SONDIERUNG II
VERTIKAL-SONDIERUNG III
PUMPENSUMPF
A.
B.
C.
D.
E.
F.
G.
30m
10m
25m
35m
42m
20m
Br. - Brackwasserschichten
S. - Schrattenkalk
Dr. - Drusbergschichten
Vermessung v. F. Ressnig
Geologie v.

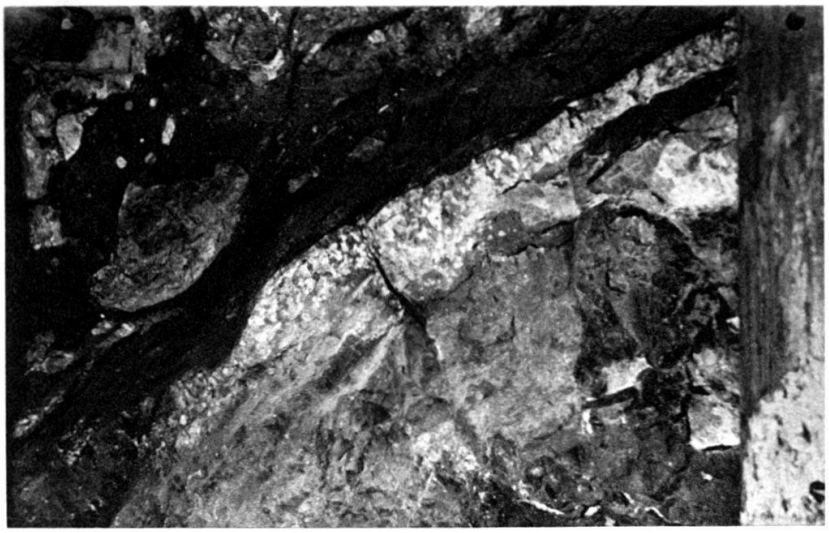


Fig. 1. Kohlenführende Verwerfung (Hauptverwerfung No. 7) zwischen zwei Schollen von Schrattenkalk mit Kalkspatisierung des letztern parallel zum Verwerfungskontakt. Kohlensubstanz erscheint auch als Füllmaterial von kleinern Rissen und Spalten im Schrattenkalk selbst. — Aufn. im Hauptquerschlag Kote 1797 bei 120 m ab Stollenmundloch. Phot. R. Schaer.

Fig. 2. Kohlenführende Verwerfung (Hauptverwerfung No. 9) zwischen Drusbergschichten (im Vordergrund) und Schrattenkalk. Aufnahme senkrecht zum Streichen der Verwerfung, welche mit 45° bis 50° nach NE einfällt und im obern Drittel des Bildes angeschnitten ist. Die beiden Einbauhölzer geben den Verlauf derselben, sowie der Kohle an, über welcher Schrattenkalk liegt (s. auch Fig. 3). — Aufn. in Grundstrecke 1803 bei Aufbruch 3. Phot. R. Schaer.

Fig. 3. Dieselbe Verwerfung wie Fig. 2. Links unten Drusbergschichten, darüber Kohle mit kleinen Brocken von Lehm. Rechts oben Schrattenkalk, Kalkspatisierung des letztern, sowie der Drusbergschichten parallel zum Verwerfungskontakt (s. auch Fig. 4 und 5). Phot. R. Schaer.

Repr. Birkhäuser, Basel.

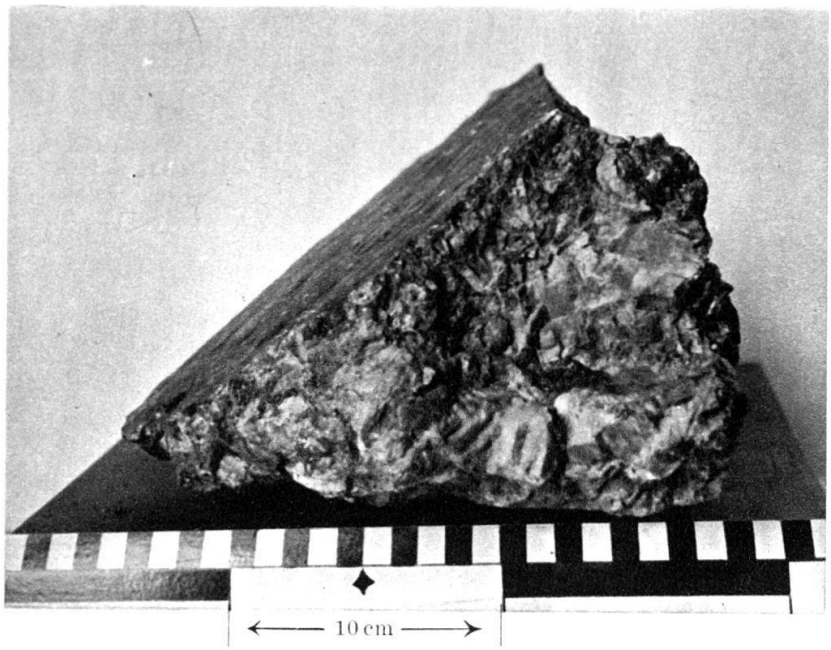


Fig. 4. Gross-spätiger Block von Schrattenkalk mit Rutschharnisch (Kohlenspiegel) aus Hauptverwerfung No. 9. Entnahmestelle siehe Fig. 3 (Bildmitte oben rechts, am Kontakt des Kalkes mit Kohle der Verwerfung). Die Korngrösse nimmt mit grösserer Entfernung vom Verwerfungskontakt zu.

Phot. E. Schneider.

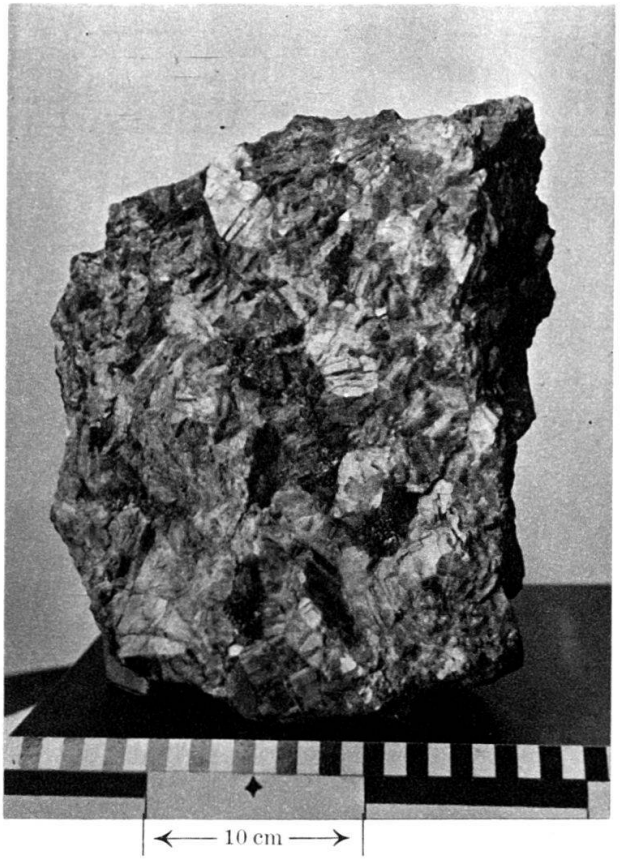


Fig. 5. Derselbe Block wie Fig. 4. Gross-spätiger Schrattenkalk mit bis 5 cm grossen Kalkspatkörnern. Dazwischen Nester und Infiltrationen von Kohle (schwarz bis dunkelgrau).

Phot. E. Schneider.

Repr. Birkhäuser, Basel.

Fig. 6. Kohlenführende Verwerfungskluft in Schrattenkalk. Kalkspatisierung tritt hier stark zurück. Aufn. Grundstrecke II Süd bei 60 m ab Stollenfenster Bunderbachgraben. Kote 1802.

Phot. R. Schaer.

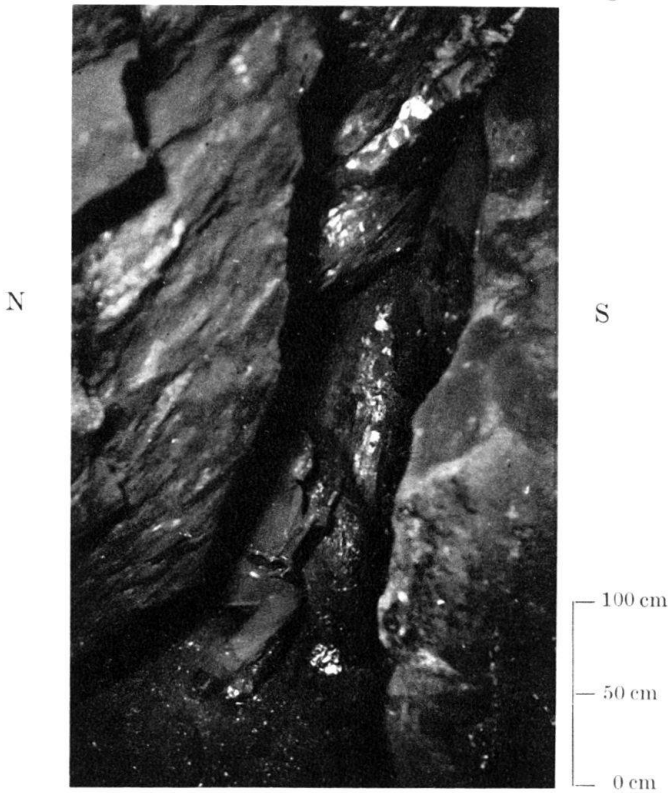


Fig. 7. Kohlenführende Verwerfungskluft (Hauptkluft) in Schrattenkalk. Kalkspatisierung gering. Aufn. Grundstrecke 1758 ca. 80 m ostsüdöstlich von Schacht Cornu.

Phot. R. Schaer.

Fig. 8. Gleiche Kluft wie in Fig. 7. Brocken von gelblich-braunem Lehm sind in mulmiger Kohle eingebettet. Aufn. aus Abbaustrecke 1780 ca. 115 m westnordwestlich von Schacht Cornu.

Phot. R. Schaer.

Repr. Birkhäuser, Basel.

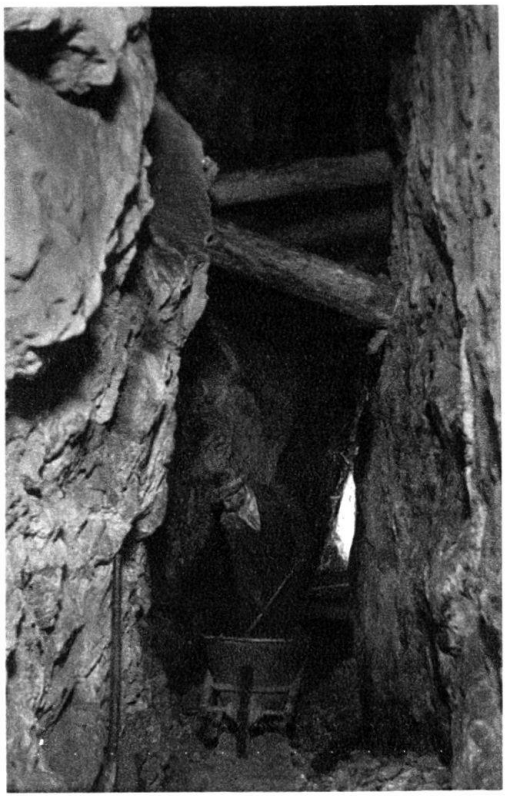


Fig. 9. Abgebaute Verwerfungskluft (Hauptkluft). Im Vordergrund künstlich nach links ausgeweitet. Kluftöffnung 0,80 bis 1,20 m. Aufn. aus Abbaustollen Kote 1790 ca. 80 m. westnordwestlich Schacht Cornu.

Phot. R. Schaer.

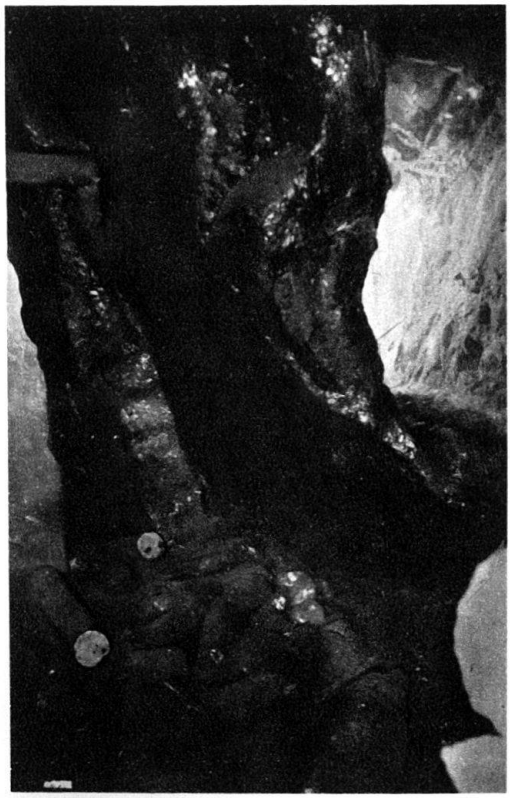


Fig. 10. Gleiche Kluft wie Fig. 9. Unterer Teil eines in Kohle eingelagerten Blockes von Schrattenkalk (ca. 800 Kubikmeter Inhalt). Siehe auch Taf. IV, Schnitt C. — Aufn. aus Abbaustrecke Kote 1763, ca. 10 m ostssüdöstlich Schacht Cornu.

Phot. R. Schaer.

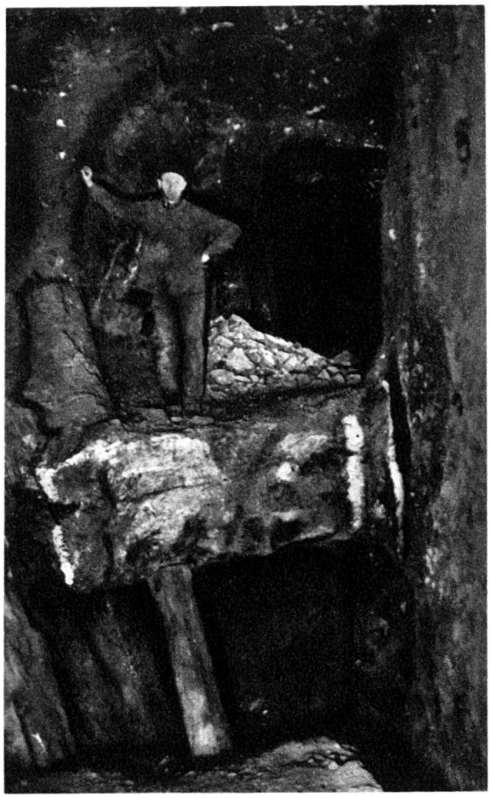


Fig. 11. Gleiche Kluft wie in Fig. 9. In Kohle eingelagerter Block von Schrattenkalk (ca. 4 Kubikmeter Inhalt). Die Grenzen des Blockes nach links und rechts sind mit Carbidmilch markiert. – Aufn. aus Abbaustrecke Kote 1778, ca. 20 m westsüdwestlich Schacht Cornu.

Phot. R. Schaer.

Repr. Birkhäuser, Basel.

Fig. 1. Dünnschl., 24:1. Brackwasserkalk, Grundstrecke II-N, Kote 1797. Calcitisch-kohlige, z. T. symmetrische Gänge; Kohle sowohl lateral als auch zentral. Unregelmässig verästelte Kohlen-Infiltrationen.

Fig. 2. Dünnschl., 10:1. Brackwasserkalk, Einschluss in der Kohle der Hauptkluft, Schacht Cornu, Kote 1755. Calcitgang von Kohle durchsetzt. Rissbildungen durch Kohle verheilt.

Fig. 3. Anschl., 14:1. Brackwasserkalk, Abbau-Feld Dx-10 über Grundstrecke II-S, Kote 1808. Kalkige, kohlig durchstäubte Grundsubstanz mit Nestern und tropfenartigen Einschlüssen von Kohle (Randreflexe).

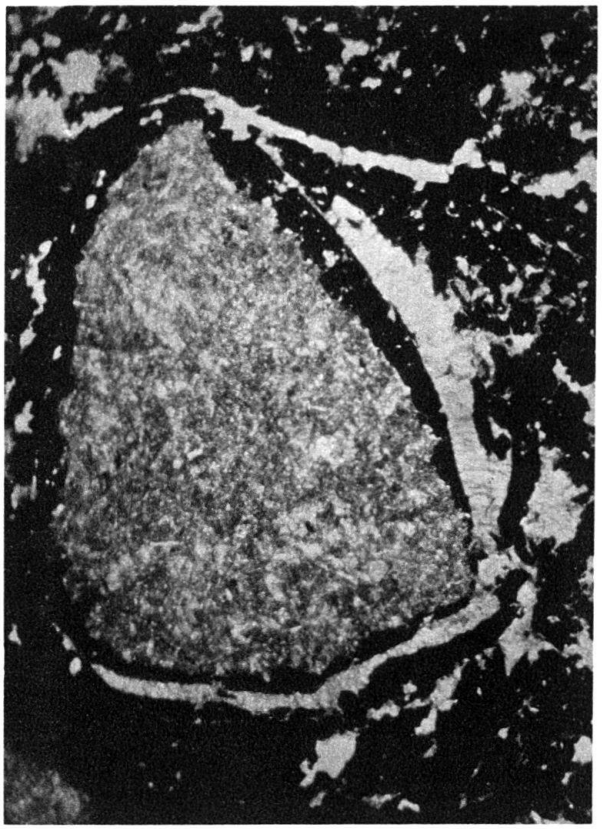


Fig. 4. Dünnschl., 46:1. Brackwasserkohle, Abbau-Feld 21-N über Grundstrecke II-N, Kote 1806. Einschluss von Brackwasserkalk, von Kohle und Calcit gangsymmetrisch umhüllt.

Repr. Birkhäuser, Basel.

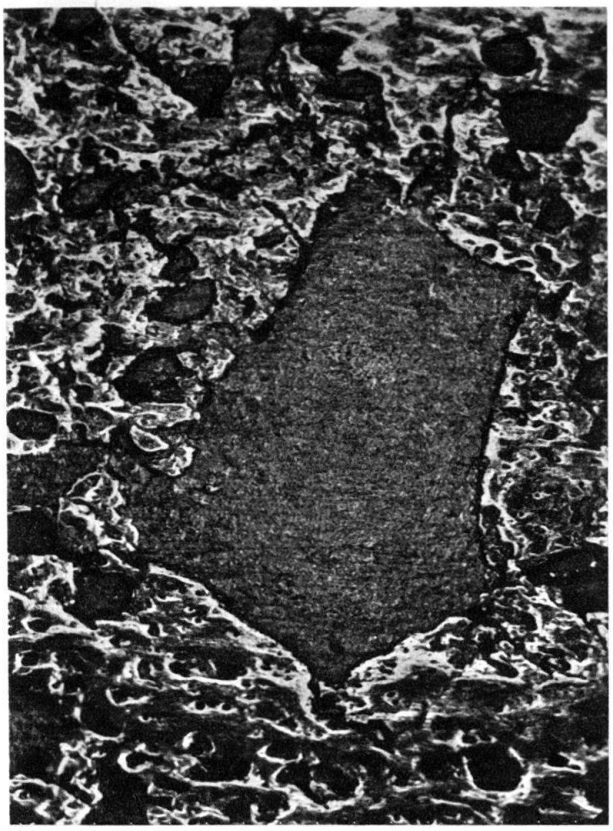


Fig. 5. Anschl., 21:1. Brackwasserkohle, Abbau-Feld 21-N, Kote 1806. Einschluss von Brackwasserkalk (dunkelgrau) mit beginnenden Korrosionserscheinungen; Kohle metallisch glänzend mit hellen Reflexionsrändern.

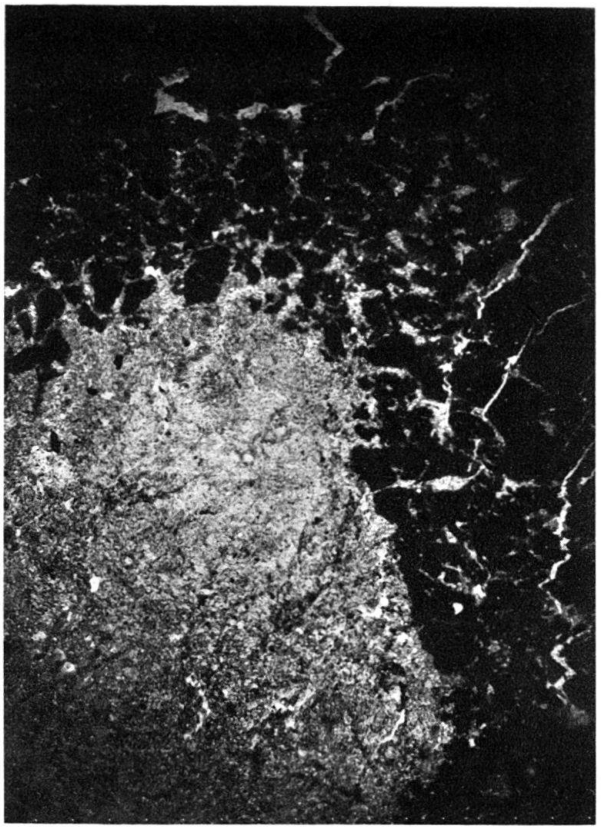


Fig. 6. Dünnschl., 24:1. Kohle aus der Hauptverwerfung (No. 7) im Schrattenkalk, Grundstrecke, Kote 1777. Einschluss von Brackwasserkalk, randl. aufgelöst in schwammiges Netzwerk. Rechter Bildrand: kalkige Substanz auf feinem Riss-System.

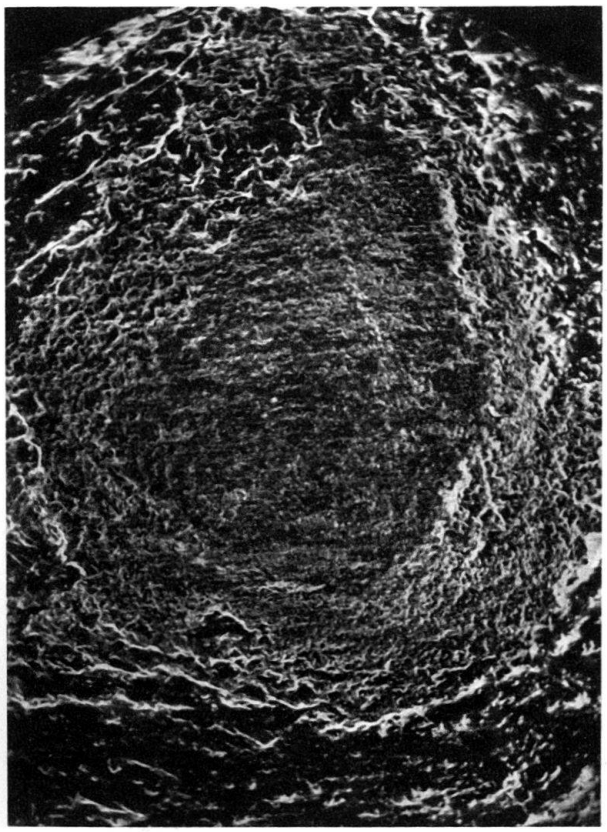


Fig. 7. Anschl., 14:1. Kohle aus der Hauptverwerfung (No. 7) im Schrattenkalk, Grundstrecke, Kote 1777. Brackwasserkalkeinschluss mit dunklerem, dichtem Kern und aufgelockerter Randzone mit Reaktionshof.

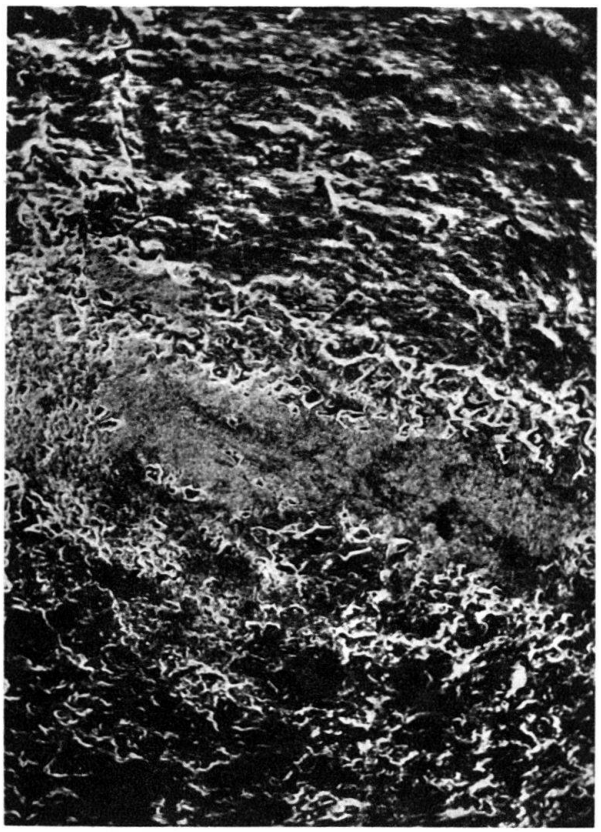


Fig. 8. Anschl., 14:1. Kohle aus der Hauptverwerfung (No. 7) im Schrattenkalk, Grundstrecke, Kote 1777. Brackwasserkalkeinschluss (grau), randl. in ein Netzwerk aufgelöst, das die Kohle (dunkel mit hellen Reflexionsrändern) durchsetzt.

Repr. Birkhäuser, Basel.

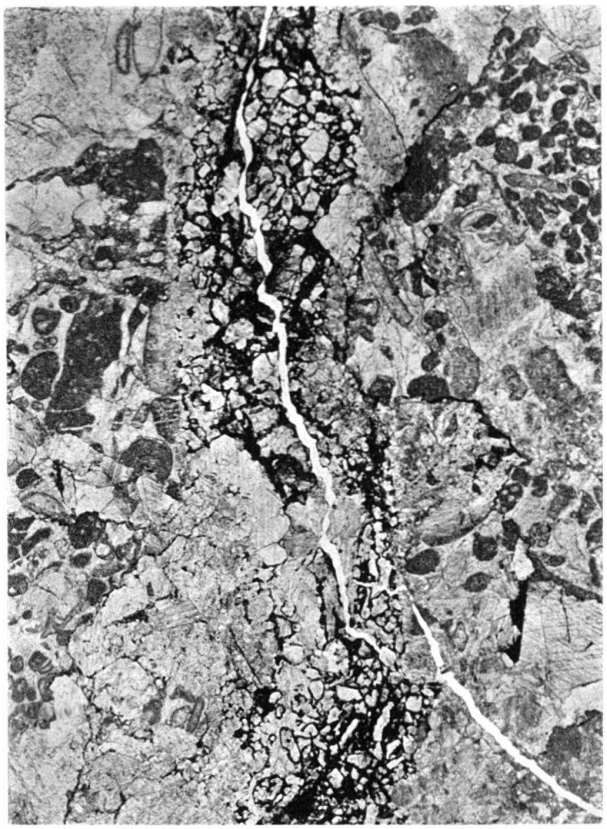


Fig. 10. Dünnschl., 10:1. Schrattenkalkblock aus der Kohle der Verwerfung (No. 9) im Kontakt mit Drusbergschichten, Abbau-Feld Gx-2. Breckziöse Kluftfüllung mit kohligem Zement; Kohle auch auf Rissen und fetzenförmig zwischen Calcitkörnern; Schrattenkalk z. T. tektonisiert.

Fig. 11. Dünnschl., 10:1. Gross-spätiger Kalk aus dem Kontakt des Schrattenkalkes mit Verwerfung, Grundstrecke I—N, Kote 1837, bei Abzweigung nach Gesenk II. Kohle randlich und auf den Interstizien der grossen Calcitkörner.

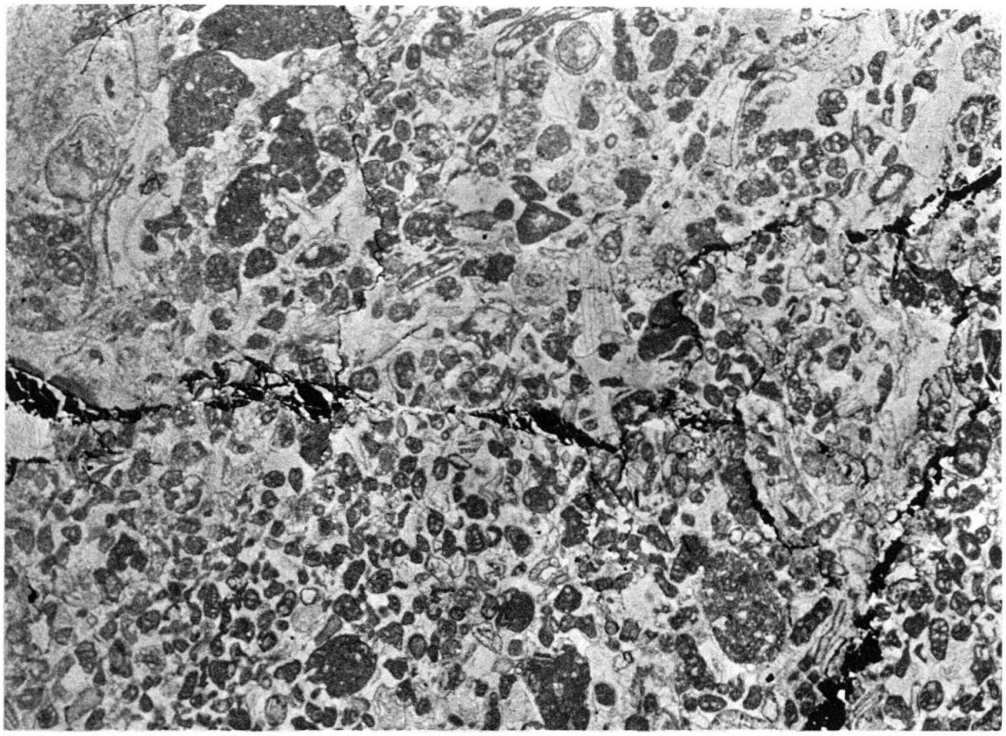


Fig. 9. Dünnschliff, 10:1 Schrattenkalk in der Nähe der Hauptverwerfung (No. 7), Grundstrecke, Kote 1777. Infiltration von Kohle und Calcit. Am linken Bildrand Risse in der Kohle calcitisch verheilt.

Repr. Birkhäuser, Basel.