

Kohle in Tirol: Eine historische, kohlenpetrologische und lagerstättenkundliche Betrachtung

Von OSKAR SCHULZ & HERBERT W. FUCHS*)

Mit 60 Abbildungen und 29 Tabellen

*Österreich
Tirol
Kohlenlagerstätten
Kohlevorkommen
Bergbaugeschichte
Kohlenpetrologie*

Österreichische Karte 1 : 50.000

Blätter 85, 89, 90, 91, 115, 116, 120, 121, 145, 148

Inhalt

Zusammenfassung	125
Abstract	126
1. Einleitung, Aufgabenstellung	127
2. Zur Methode	128
3. Steinkohle der Karbonzeit	128
3.1. Anthrazitlagerstätte Nöblachjoch	128
3.1.1. Bergbaugeschichte	130
3.1.2. Geologische Position	131
3.1.3. Stratigraphische und petrographische Kennzeichnung der Nebengesteine	131
3.1.4. Lagerstättenkörper, Kohlenflöze	131
3.1.4.1. Form, Mächtigkeit, Ausdehnung	131
3.1.4.2. Alterseinstufung	133
3.1.4.3. Makropetrographische Kennzeichnung der Kohle	134
3.1.4.4. Mikroskopische Kennzeichnung	134
3.1.4.4.1. Reflexionsverhalten, Vitrit-Reflexion	134
3.1.4.4.2. Maceralbestand	135
3.1.4.4.3. Mineralbeteiligung	138
3.1.4.4.4. Maceralgruppenanalyse	139
3.1.4.4.5. Mikrolithotypenanalyse	139
3.1.4.5. Deutung des Inkohlungsbildes	140
3.1.4.6. Geochemische Daten	142
3.1.5. Genese der Anthrazitlagerstätte	143
3.1.6. Wirtschaftliche Beurteilung der Lagerstätte	144
4. Kohleschmitzen in Grödener Schichten der Permzeit	145
5. Steinkohle der Triaszeit	147
5.1. Kohlen in Raibler Schichten	147
5.1.1. Reutte – Frauensee	147
5.1.1.1. Stratigraphische Lage des Flözes	147
5.1.1.2. Makropetrographische Beschreibung der Kohle	148
5.1.1.3. Mikroskopische Klassifizierung	148
5.1.2. Nassereith – Gafleintal	149
5.1.2.1. Stratigraphische Lage des Flözes	149
5.1.2.2. Makropetrographische Beschreibung der Kohle	149
5.1.2.3. Mikroskopische Klassifizierung	149
5.1.3. Genetische Bemerkungen	150
5.2. Kohlenfunde in Wengener Schichten Südtirols	150
6. Kohlenflöze der Kreidezeit	151
6.1. Geologische, stratigraphische Position und Verbreitung der Flöze in den Gosau-Schichten	151
6.1.1. Brandenberger Ache – Unterer Mühlbachgraben	151
6.1.2. Oberberg-Haidach	151
6.1.3. Krumbach-Alm	152
6.1.4. Nachberg-Alm	152
6.1.5. Thiersee	152
6.1.6. Zöttbach-Alm, Hochtal-Alm	152

*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. OSKAR SCHULZ, Dr. HERBERT W. FUCHS, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck, Abteilung Geochemie und Lagerstättenlehre, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

6.2.	Kohlenpetrologische Untersuchungen	153
6.2.1.	Brandenberg – Oberberg (Haidach-Prama)	153
6.2.1.1.	Makroskopische Flözkenzeichnung	153
6.2.1.2.	Mikroskopische Klassifizierung	154
6.2.2.	Krumbach-Alm	154
6.2.2.1.	Makroskopische Flözkenzeichnung	154
6.2.2.2.	Mikroskopische Klassifizierung	155
6.2.3.	Zöttbach-Alm	155
6.2.3.1.	Makroskopische Flözkenzeichnung	155
6.2.3.2.	Mikroskopische Klassifizierung	156
6.2.3.3.	Deutung des Inkohlungsbildes	158
6.2.3.4.	Geochemische Daten	160
6.3.	Genese der Brandenberger Gosau-Kohlen	160
6.4.	Wirtschaftliche Betrachtung	161
7.	Braunkohle der Tertiärzeit	161
7.1.	Überblick	161
7.2.	Glanzbraunkohlenlagerstätte Häring	161
7.2. 1.	Bergbaugeschichte	161
7.2. 2.	Geologische Position	163
7.2. 3.	Stratigraphie	164
7.2. 4.	Das Kohlenflöz (Verbreitung, Gestalt, Mächtigkeit, Verformung)	166
7.2.4.1.	Die „Fleckmulde“	167
7.2. 5.	Die pflanzlichen Grundlagen des Kohlenflözes	170
7.2. 6.	Makropetrographische Kennzeichnung	171
7.2. 7.	Mikroskopische Kennzeichnung	172
7.2.7.1.	Reflexionsverhalten, Vitrit-Reflexion	172
7.2.7.2.	Maceralbestand und Gefüge	172
7.2.7.3.	Der Mineralgehalt	173
7.2.7.4.	Maceralgruppenanalyse und Mikrolithotypenanalyse	173
7.2.7.5.	Ein makropetrographischer Flözschnitt mit mikroskopischer Flözanalyse	174
7.2. 8.	Geochemische Daten	182
7.2. 9.	Auswertung des Inkohlungsbildes für die Kohlengeneese	183
7.2.10.	Verbreitung des Flözes, Kohlenvorräte, Wirtschaftliche Beurteilung	185
7.2.11.	Der Bitumenmergel als Ölschiefervorkommen	187
7.3.	Weitere Kohlefunde im Tertiär des Raumes Wörgl – Kufstein	188
7.3.1.	Duxer Köpfl-Schurfbergbau (Franz Liszt-Denkmal)	188
7.4.	Glanzbraunkohlevorkommen im Tertiärbecken Walchsee – Kössen – Reit im Winkl	189
7.4.1.	Bergbaugeschichte	189
7.4.2.	Geologische Position	190
7.4.3.	Die Kohlenflöze, bzw. die Suche nach ihnen	191
7.4.4.	Kohlenpetrologische Untersuchungen	194
7.4.4.1.	Makropetrographische Kennzeichnung	194
7.4.4.2.	Mikroskopische Kennzeichnung	194
7.4.4.2.1.	Reflexionsverhalten, Rang	194
7.4.4.2.2.	Macerale, Minerale, Microlithotypen	194
7.4.5.	Chemische Daten	195
7.4.6.	Deutung des Inkohlungsbildes und der Flözbildung	196
7.4.7.	Die Kössener Glanzbraunkohle in bergwirtschaftlicher Sicht	197
8.	Pleistozäne, interglaziale Weichbraunkohlevorkommen	197
8.1.	Apfeldorf bei St. Johann i.T.	198
8.1.1.	Geologische Situation	198
8.1.2.	Die Kohleanreicherungen	199
8.1.3.	Makropetrographische Klassifizierung	199
8.1.4.	Mikroskopische Kennzeichnung	199
8.1.4.1.	Reflexionsverhalten	199
8.1.4.2.	Maceral- und Maceralgruppen-Analyse	199
8.1.4.3.	Gefüge	202
8.1.5.	Chemische Daten	203
8.1.6.	Zur Genese der St. Johanner Weichbraunkohle	203
8.1.7.	Bergwirtschaftliche Beurteilung	203
8.2.	Windautal bei Hopfgarten im Brixental	204
8.2.1.	Geologische Situation	205
8.2.2.	Die Kohleanreicherungen	205
8.2.3.	Makropetrographische Klassifizierung	205
8.2.4.	Mikroskopische Kennzeichnung	207
8.2.4.1.	Reflexionsverhalten	207
8.2.4.2.	Maceral- und Maceralgruppen-Analyse	207
8.2.4.3.	Gefüge	207
8.2.5.	Chemische Daten	207
8.2.6.	Zur Genese der Hopfgartener Weichbraunkohle	207
8.2.7.	Bergwirtschaftliche Beurteilung	208
9.	Schlußbetrachtung der Tiroler Kohlenbildungen	208
	Dank	209
	Literatur	209

Zusammenfassung

Der Energieträger Kohle ist in Tirol, und zwar fast ausnahmslos in Nordtirol, an zahlreichen Lokalitäten zu nützen versucht oder auch tatsächlich bergwirtschaftlich genützt worden. Die Flöze gehören sehr verschiedenen alten Sedimenten an: des Oberkarbons, Perms, der mittleren Trias, der Oberkreide, des Alttertiärs und des Pleistozäns. Dementsprechend verschieden sind auch die Inkohlungsgrade. Es handelt sich teils um Anthrazit, Gasflam- und Flammkohle, teils um Glanzbraunkohle und Weichbraunkohle.

Aus der Bergbaugeschichte des Landes sind zwei Lagerstätten besser bekannt geworden: die Anthrazitlagerstätte Nöblachjoch bei Steinach am Brenner und die Glanzbraunkohlenlagerstätte Häring im Unterinntal bei Wörgl. Die beiden wurden in der Nachkriegszeit bis 1951 bzw. 1954 noch genutzt.

Die Anthrazitlagerstätte Nöblachjoch besteht aus 3–5 eingelagerten Flözen mit Mächtigkeiten von 0,5–2,50 m, die in einer 150–300 m mächtigen Oberkarbonabfolge der Steinacher Decke mit sehr schwach metamorphen Quarz-Glimmer-Areniten als Erosionsrest erhalten sind. Die pflanzlichen Ausgangsstoffe bildete eine Florengemeinschaft aus Lepidodendren, Sigillarien, Cordaiten, Calamiten und Farnpflanzen. Wahrscheinlich lag eine Baum- und Schilfregion mit räumlicher Verflechtung vor. Der Hauptanteil des Anthrazits ist aus Stämmen mit Rinden und Wurzeln im Bereich eines weit ausgedehnten Waldmoorsumpfes autochthon in einem spätherzynischen kontinentalen Relief entstanden. Überlagerungshöhen von 4.000–5.000 m verursachten wahrscheinlich noch voralpidisch eine Karbonifikation bis in das Anthrazitstadium. Der heutige Erosionsrest der Oberkarbonserie im Gebiet Nöblach – Eggerjoch bedeckt noch eine Grundrißfläche von etwa 10 km². Während die Flözausbisse bis in eine Höhe von 2.200 m reichen, fand der einstige Bergbau unter Tage zwischen 1.580 und 1.815 m ü.d.M. statt.

Der vitrinitreiche, anisotrope Nöblacher Anthrazit weist eine Vitrinitreflexion in $\bar{R}_{\max} = 2,41\text{--}2,54\%$ auf und enthält nur sehr wenig Pyrit. Aber die Beteiligung von detritischen Mineralen führt mit Übergängen bis zu kohligem Phyllit. Die alpidische mechanische Durchbewegung des Flözes war enorm und bewirkte Verschieferung, Phyllonitisierung und Mylonitisierung des Anthrazits. Daraus ist im Gefüge die vordeformative Karbonifikation erkennbar.

In permischen Grödnere Sandsteinen Südtirols gibt es nieder inkohlte Steinkohle in Form von dezimetermächtigen Linsen.

Die bescheidenen Steinkohlenflöze von Reutte (Frauensee, Zwieselbachgraben), Nassereith (Gafleintal), Imst (Brennbichl, Salvesental) und bei Karres sind in den Raibler Schichten der mittleren Trias enthalten. Die \bar{R} -Werte der Vitrinitsubstanz spärlicher Kohlenreste auf Halden im Kuhbachgraben beim Frauensee weisen mit 0,61–0,69 % auf einen Rang im Grenzbereich Glanzbraunkohle zu Flammkohle, während die Vitrainkohle von Nassereith mit $\bar{R} = 0,46\text{--}0,48\%$ als Glanzbraunkohle zu bezeichnen ist. Diese sehr vitrinitreiche Kohle enthält aber bis über 5 % Pyrit. Die nur dezimetermächtigen Kohlelinsen scheinen allochthon, in küstennahen lokalen Becken durch zusammengeschwemmtes Holz entstanden zu sein.

Die Gosaukohle der Oberkreidezeit ist in Form von Erosionsresten an mehreren Lokalitäten des Großraumes Brandenberg im Unterinntal (Oberberg-Haidach, Krumbachalm, Nachbergalm, Zöttbachalm-Kaiserhaus) erhalten, reicht aber auch im Westen bis zur Pletzachalm bei Brixlegg und im Osten bis Thiersee. Allenfalls handelt es sich um flächig nur mehr wenig ausgedehnte Restvorkommen mit höchstens 0,40 m dicken Grund-, bzw. eingelagerten Flözen, die im Verbands von bituminösen Mergeln und Sandsteinen das vorgosauische Erosionsrelief füllen. Auf Grund der \bar{R} -Werte = 0,52–0,72 % sind diese vitritreichen und claritischen Kohlen rangmäßig zwischen Glanzbraunkohle und Flammkohle zu reihen. Die mit höchstens 1 % offenbar pyritarme Kohle weist allerdings Übergänge zu kohligem Mergeln und Areniten auf. Sämtliche Brandenberger Kohlen sind allochthoner Entstehung, nämlich ursprünglich auf eingedriftete Hölzer in E–W-gerichtete flache tektonische und Erosionsmulden mit Brackwasser zurückzuführen. Die vielen Einzelvorkommen sind weit verstreut in einem 16×7 km großen Grundrißareal zu finden.

Ganz anderer Genese hingegen ist die bestbekannt gewordene, 200 Jahre lang abgebaute Lagerstätte Tirols, nämlich das alttertiäre Glanzbraunkohlenflöz von Häring bei Wörgl. Die durchschnittliche Mächtigkeit wird mit 4 m, die maximale mit 12 m angegeben. Das Flöz tritt in ca. 800 m ü.d.M. südlich oberhalb von Häring zu Tage und verläuft als kompliziert geformte Mulde mit 35° geneigter Achse nach NNW in die Tiefe, wo es offenbar in +5 m ü.d.M. auskeilt.

Eine für subtropisches Klima kennzeichnende Flora mit Nadel- und Laubhölzern war der Grundbaustoff der Häringer Kohle, die an der Wende Obereozän/Unteroligozän in einem limnischen, noch nicht marin beeinflussten Waldmoorsumpf gedeihen konnte. Für die Verbreitung des Flözes scheint ein tektonisch vorgezeichnetes Gefügerelief mit einer NNW–SSE verlaufenden Einmuldung maßgeblich gewesen zu sein, in welchem sich ein mindestens 1.400 m langes und 500–700 m breites Flachmoor auf einer abdichtenden mergelig-tonigen Basisschicht entwickelt hat. Der Rang der vorliegenden Kohle mit $\bar{R} = 0,43\text{--}0,58\%$ entspricht der Glanzbraunkohle. Das Flöz beinhaltet sowohl typische homogene Vitrainkohle, als auch claritische und mineralreiche Kohle bis zu kohligem Ton. Am auffallendsten an der Häringer Kohle ist, und wirtschaftlich gesehen sehr unangenehm war, der enorme Schwefelgehalt; verursacht durch viel Pyrit, bis über 10 %, vor allem im kohligem Ton.

Nach dem mikroskopischen Inkohlungsbild entstand der Hauptanteil der Kohle aus authigenem Holz von umgestürzten Bäumen und Sträuchern. Alginitbeteiligung und Schalenreste von Mollusken sprechen für zeitweise sehr nasses Milieu, der detritische Ton für vielfach eingeschwemmten Feindetritus und der viele Pyrit für stark reduzierende Fazies. Diese war auch bei der nachfolgenden Sapropelbildung des Bitumenmergels maßgebend, der nach Überschwemmung des Torfes abgelagert wurde. Das Flöz und seine Begleitsedimente wurden nach abgelaufener Inkohlung von jüngeren alpidischen Verformungen durch Falten und Zerschering betroffen. Mit Fortsetzungen der Lagerstätte ist nicht zu rechnen. Erst am Stadtrand von Kufstein ist ein altersmäßig äquivalentes Flöz am Duxer Köpfl bekannt.

Vor allem aber sind in der östlich anschließenden Tertiärmulde von Walchsee – Kössen – Reit im Winkl jüngere, wenig ausgedehnte Flöze und Linsen in den Angerberg-Schichten entwickelt. Im Bereich südlich von Kössen hat man deren Mächtigkeiten zwischen 0,30 und 2,30 m festgesteuert. Die kohlenpetrologische Untersuchung ergab den Rang einer Glanzbraunkohle. Die Lagerstätte wurde wiederholt aufzuschließen versucht. Sie ist aber nicht bauwürdig.

Die geologisch jüngste Kohle Tirols liegt in Form einer geringmächtigen Flözgruppe mit Flözmächtigkeiten bis zu 1,80 m in pleistozänen Terrassenschottern im Raume Apfeldorf bei St. Johann i. T. und im Windautal südwestlich von Hopfgarten vor. Es handelt sich um eine Abfolge von Lockersedimenten des Diluviums, u.zw. der Rib–Würm-Interglazialzeit. In beiden Vorkommen liegt die kohlige Substanz teils in Form von xylitischer, teils humodetritischer Weichbraunkohle vor. Mitunter starke Beteiligung von detritischer Mineralsubstanz sandig-toniger Kornfraktion macht die Kohle zum kohligem Ton. Der niedrige Inkohlungsgrad kommt auch im Reflexionsgrad mit R_r zwischen 0,39 und 0,18 % zum Ausdruck.

Keines der Vorkommen und keine der Lagerstätten ist heute wirtschaftlich nutzbar. Das liegt entweder in zu geringer Mächtigkeit und Ausdehnung der Flöze oder wegen starker Mineralbeteiligung in zu schlechter Qualität der Kohle begründet. Den verschiedenen Kohlen Tirols, die immerhin eine große Auswahl zwischen Anthrazit und Weichbraunkohle bieten, kommt also nur mehr kohlenpetrologisches, paläobotanisches und paläogeographisches Interesse zu.

Coal in the Tyrol: A Historical, Coal-Petrological and Deposit-Related Examination

Abstract

The energy raw material coal was mined in several localities in the Tyrol, and here especially in the North Tyrol. The seams are part of sediments of various ages: of the Upper Carboniferous, the Permian, Middle Triassic, Upper Cretaceous, the Palaeogene and the Pleistocene. The ranks vary accordingly from anthracite, high-volatile bituminous coal (stages A, B, C) to subbituminous coal (stages A, B) and lignite.

Two deposits are better known from the province's mining history: the anthracite deposit of Nöblachjoch near Steinach am Brenner and the subbituminous coal deposit of Häring in the Lower Inn Valley near Wörgl. Both were exploited in the post-war years until 1951 and 1954, respectively.

The anthracite deposit of Nöblachjoch consists of 3–5 embedded seams with a thickness of 0.50 to 2.50 m, which are preserved in an Upper Carboniferous sequence of the Steinach Nappe with a thickness of 150–300 m and weakly metamorphic quartz-mica-arenites as erosional remnants. The initial floral matter was made up of a plant association of lepidodendra, sigillaria, cordaitae, calamites, and pteridophytes. A tree and reed region with spacial interlacing appears likely. The majority of the anthracite developed autochthonously from trunks with barks and roots in an extensive forest bog in a Late Hercynian continental relief. Overlying heights of 4.000–5.000 m probably caused an even pre-Alpidian carbonisation as far as the anthracite stage. The present erosional remnant of the Upper Carboniferous series in the area of Nöblachjoch – Eggerjoch still covers an area of some 10 km². While the seam outcrops reach an altitude of 2,200 m, the former underground mining activities were carried out between 1.580 and 1.815 m above sea level.

The vitrinite-rich anisotropic Nöblach Anthracite has a vitrinite reflectance in oil of $\bar{R}_{\max} = 2.41\text{--}2.54\%$ and contains only very little pyrite. However, the participation of detrital minerals leads with transitions as far as carbonaceous phyllite. The Alpidian mechanical penetrative movement of the seam was very strong and caused the schistification, phyllonitisation and mylonitisation of the anthracite. From this we can recognise the predeformative Carbonisation in the fabric.

In Permian Gröden Sandstones in the South Tyrol low-rank bituminous coal can be found in the shape of lenses with a thickness of 0.10 m.

The poor bituminous coal seams of Reutte (Lake Frauensee, Zwieselbachgraben), Nassereith (Gafleintal), Imst (Brennbichl, Salvesental), and near Karres are contained in the Raibl Beds of the Middle Triassic. With 0.61–0.69 %, the \bar{R}_r -values of the vitrinite matter of poor coal remnants on dumps in the Kuhbachgraben near Lake Frauensee indicate a rank between subbituminous coal and high volatile bituminous coal (stage B), while the vitrain coal of Nassereith, with $\bar{R}_r = 0.46\text{--}0.48\%$, has to be classified as subbituminous coal. This vitrinite-rich coal, however, contains up to 5 % and more of pyrite. The coal lenses with a thickness of only 0.10 m seem to have developed allochthonously in local coastal basins from wood washed together.

The Gosau Coal of the Upper Cretaceous is preserved as erosional remnants in several localities in the area of Brandenburg in the Lower Inn Valley (Oberberg-Haidach, Krumbachalm, Nachbergalm, Zöttbachalm-Kaiserhaus), but also reaches west as far as Pletzachalm near Brixlegg and east as far as Thiersee. These are at best residual occurrences with little extension and ground seams and embedded seams with a thickness of no more than 0.40 m, which fill the pre-Gosau erosional relief together with bituminous marls and sandstones. Due to the \bar{R}_r -values = 0.52–0.72 %, these vitrite-rich and claritic coals have to be ranked between subbituminous coal and high-volatile bituminous coal (stage B). However, the, with no more than 1 %, obviously pyrite-poor coal shows transitions to carbonaceous marls and arenites. All Brandenburg Coals are of allochthonous origin and derived from woods drifted into E–W-oriented shallow tectonic and erosional hollows with brackish water. The numerous individual occurrences can be found widely scattered in an area of 16x7 km.

Of a completely different genesis is the best-known Tyrolean deposit, the Palaeogene subbituminous coal seam of Häring near Wörgl, which was mined for 200 years. Its average thickness is 4 m, the maximum thickness 12 m. The seam crops out approx. 800 m above sea level to the south above Häring and trends to the NNW as a complicated hollow with an axis angle of 35° where it seems to crop out in +5 m above sea level.

The basic initial material of the Häring Coal was a flora with conifers and deciduous trees, which is typical of a subtropical climate and grew in a limnal forest bog with still missing marine influence at the transition of the Upper Eocene to the Lower Oligocene. A tectonically pre-designed fabric relief with a NNW–SSE-trending hollow where a flat bog with a length of at least 1.400 m and a width of 500–700 m developed on an insulating marly-clayey basic layer seems to have been responsible for the distribution of the seam. With $\bar{R}_r = 0.43\text{--}0.58\%$, the rank of this coal corresponds to subbituminous coal. The seam contains both typical homogeneous vitrain coal and claritic and mineral-rich coal to carbonaceous clay. The most striking feature of the Häring Coal, which was not very welcome from the economic point of view, is its high sulphur content, which was caused by much pyrite, up to more than 10 %, mainly in the carbonaceous clay.

According to the microscopic rank determination, the majority of the coal developed from authigenous wood of fallen down trees and shrubs. The participation of alginite and shell remains of molluscs point to a very wet environment at times; the detrital clay points to often washed in fine detritus and the large amount of pyrite to a strongly reducing facies. This facies was also important during the following sapropel formation of the bituminous marl, which was deposited after the flooding of the peat. The seam and its accompanying sediments underwent younger Alpidian deformations through folding and shearing after the coalification was completed. There are no continuations of the deposit to be expected. On the outskirts of Kufstein a seam of the same age is known on Duxer Köpfl.

However, in the Tertiary hollow of Walchsee – Kössen – Reit im Winkl, which borders on the deposit in the east, younger, less extensive seams and lenses are developed in the Angerberg Beds. In the area to the south of Kössen thicknesses of 0.30 to 2.30 m were found. The coal-petrological examination shows the rank of subbituminous coal. Several attempts were made to open up the deposit, but it is not exploitable.

The geologically speaking youngest Tyrolean coal lies in Pleistocene terrace gravels in the area of Apfeldorf near St. Johann in Tirol and in the Windau Valley to the southwest of Hopfgarten in the shape of a thin seam cluster with thicknesses of up to 1.80 m. These constitute a sequence of loose sediments of the Pleistocene, and more strictly speaking of the Riß-Würm Interglacial Age. In both occurrences the carbonaceous matter is present as partly xylitic, partly humodetrital lignite. The partly strong participation of detrital mineral substances of sandy-clayey grain fraction turns the coal into carbonaceous clay. The low rank is also expressed in the reflectance of $R_r = 0,39-0,18\%$.

None of the occurrences and deposits is exploitable today, the reason being either the limited thickness and extension of the seams or the poor quality of the coal due to the strong participation of minerals. Thus, although they provide a wide selection between anthracite and lignite, the various Tyrolean coals are important only from the coal-petrological, palaeobotanic and palaeogeographic points of view.

1. Einleitung, Aufgabenstellung

Der bis über die Mitte der Sechzigerjahre unseres Jahrhunderts weltweit gesehen wichtigste Energieträger „Kohle“ war auch in Tirol wahrscheinlich schon seit dem ausgehenden Mittelalter in natürlichen Anreicherungen bekannt und fand in verschiedenen Regionen des Landes als heimischer Rohstoff Verwendung. Wenngleich in Tirol nur lokal beschränkte Vorkommen von Kohlen gefunden wurden, so gibt es doch recht viele Lokalitäten stratigraphisch sehr verschiedener Zu-

gehörigkeit. Sie gehören zum Teil in die Karbonzeit, ein wenig in das Perm, weiters in die Triaszeit, in die Kreide- und Tertiärzeit, ja sogar in das Quartär (Abb. 1).

Aus der Bergbaugeschichte des Landes sind zwei Lagerstätten besser bekannt: nämlich der karbonische Anthrazit vom Nöflachjoch und die tertiäre Glanzbraunkohle von Häring.

Wir hatten die Absicht, die Kohlevorkommen im gesamten Tirol stratigraphisch und sedimentologisch zur

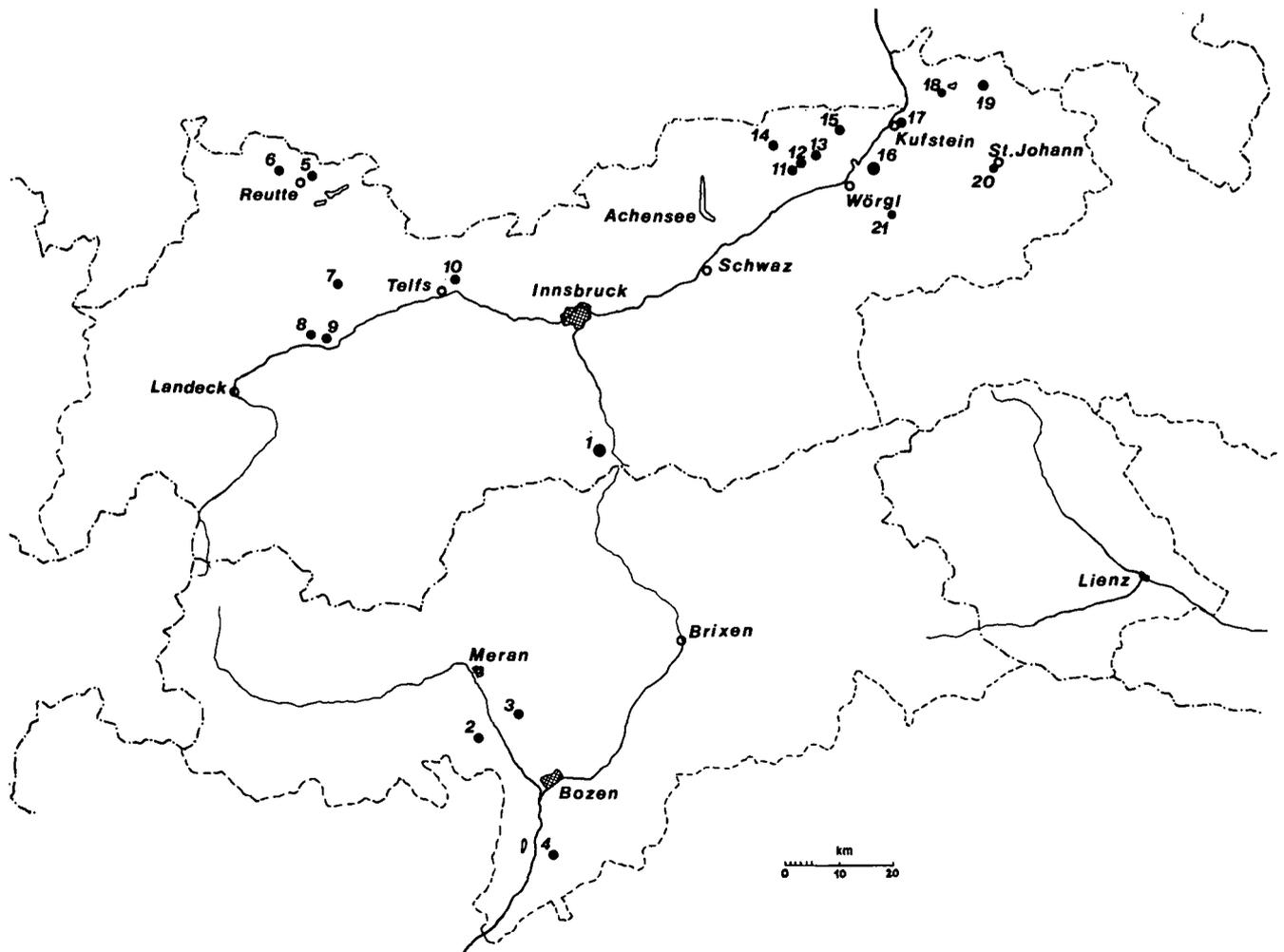


Abb. 1.
Übersicht der Kohlenlagerstätten und -vorkommen in Tirol.

1 = Nöflachjoch; 2 = Prissian/Tisens; 3 = Mölten; 4 = Aldein; 5 = Zwieselbachgraben; 6 = Kuhbachgraben/Frauensee; 7 = Gafleintal; 8 = Brennbiel; 9 = Karres; 10 = Kochental; 11 = Oberberg/Brandenberg; 12 = Krumbach-Alm; 13 = Nachberg-Alm; 14 = Zöttbach-Alm; 15 = Thiersee; 16 = Häring; 17 = Duxerköpfl/Kufstein; 18 = Durchholzen/Walchsee; 19 = Kössen; 20 = Apfeldorf/St. Johann; 21 = Windautal/Hopfgarten.

Übersicht zu bringen sowie die Produkte zu untersuchen und kohlenpetrologisch zu klassifizieren. Im Falle genügender Merkmale sollten Aussagen über den Ablagerungsraum der Kaustobiolithe, die Qualität und Herkunft des organischen Materials sowie Beziehungen

zwischen Inkohlung und Nebengesteinsdiagenese und -metamorphose angestrebt werden. Praktisch bergbauliche Erkenntnisse konnten natürlich nur für die beiden Lagerstätten Nöblachjoch und Häring mitverwertet werden.

2. Zur Methode

In jedem Fall wurde versucht, die aus der Literatur bekannten Lokalitäten bergbaulicher Unternehmungen auf Kohle im Gelände wiederzufinden und nach Kohleaufschlüssen, bzw. nach Resten alten Haufwerks zu suchen. Sodann standen, soweit nicht schon bergbaulich genauer bekannt, die stratigraphische Lage der Flöze und des Begleitsediments in der Abfolge, die Petrologie und die tektonischen Verformungen zur Diskussion, welche eventuell die Kohlengenese beeinflusst und allenfalls zur heutigen tektonischen Lage des Kohlenvorkommens geführt haben.

Im Mittelpunkt des Interesses standen kohlenpetrologische Untersuchungen nach den bewährten optischen Methoden im reflektierten, polarisierten Auflicht, in Luft und mit Ölimmersion: Maceral- und Mineralbestand, Maceralgruppenanalyse, Mikrolithotypenanalyse, Ranganalyse durch mikrospektralphotometrische Ermittlung der Vitritreflexion, die als Inkohlungsparameter weitgehend zur Rangbestimmung ausgewertet werden kann, spektrale Fluoreszenzanalyse im Blaulicht sowie gegebenenfalls Ätzverfahren und Dünnschliffuntersuchungen. Fallweise stehen auch geochemische Daten zur Verfügung.

Reflexionsmessungen

wurden mit dem Mikrospektralphotometer in Verbindung mit einem REICHERT-Univar-Mikroskop und Ölimmersionsobjektiv 50× durchgeführt. Die Vitritreflexion wurde entsprechend den internationalen Normen mit der Wellenlänge 546 nm und Ölimmersion ermittelt. Um aus den verschiedenen Kohlestücken repräsentative Durchschnittswerte zu erhalten, wurden, obwohl bei Stückschliffen nicht notwendig, meist 100

Messungen durchgeführt und der Mittelwert errechnet. Nur bei der Bewertung von Phytoklasten wurden weniger Messungen zugrunde gelegt. Im Normalfall, d.h. bei den Kohlen ohne merklicher Bireflexion, handelt es sich bei den Angaben um \bar{R} -Werte, d.h. um die %-Reflektanz als arithmetisches Mittel aus vielen Messungen zufälliger Vitritschnittlagen (random reflectance). Aber in den anisotropen Anthraziten wurde die Höchstreflexion des Vitrits als \bar{R}_{\max} statistisch ermittelt, was infolge des meist deutlichen Feinlagenbaues und dem Kohlenrang entsprechender Einregelung der C-Netze in die s-Flächen des Gefüges im Schliffbereich kein außergewöhnlicher Zeitaufwand war. Als Eichstandard dienten Leukosaphire mit $R_{\text{gl}} = 0,522\%$ und $= 0,516\%$.

Maceralgruppenanalysen, Maceralanalysen und Mikrolithotypenanalysen

Diesen Analysen liegen die Richtlinien der Internationalen Kommission für Kohlenpetrologie zugrunde. Dementsprechend wurden im polierten Anschliff mittels Point-Counter 1000 Zählpunkte (Fadenkreuzokular) für die Maceralstatistik und 500 Meßstellen (20-Punkte-Okular LEITZ für die Analyse der Mikrolithotypen herangezogen. Allenfalls wurden nur zusammenhängende Areale und nicht Körnerpräparate untersucht. In sämtlichen Fällen wurde vor der Auszählung zur Kenntnisnahme der Liptinit-(Exinit-)Macerale eine Fluoreszenzbeurteilung vorgenommen und wenn es sinnvoll erschien, also bei den Braunkohlen, die normale Auszählung (mit Glycerin und Immersionsobjektiv 32×) durch eine zusätzliche spektrale Fluoreszenzanalyse statistisch ergänzt.

3. Steinkohle der Karbonzeit

In den Ostalpen ist allgemein gesehen eine relativ große Anzahl von Steinkohlen- und Anthrazitvorkommen bekannt: Oberkarbon: Stangalm; Turracher Höhe; Karnische Alpen: Tomritsch, Kronalm-Naßfeld, Watschnig, Straninger Alm; Steinach am Brenner; unter der Molassezone von Oberösterreich und Salzburg (unter 2.000 m Teufe); Perm: Grödner Schichten; Trias (Karn): Lunzer Schichten in NÖ; Raibler Schichten: Reutte – Lechtal, Nassereith, Telfs; Jura: Lias in Grestener Fazies, Niederösterreich; Kreidezeit: Gosau-Schichten von Grünbach – Neue Welt, NÖ. Davon ragen aus der Bergbaugeschichte die größte Steinkohlenlagerstätte Österreichs, Grünbach – Neue Welt am Alpenostrand Niederösterreichs, weiters die durch ganz Niederöster-

reich verlaufenden Flöze der Lunzer Schichten von Kaltenleutgeben über Lilienfeld bis Gaming, Lunz und die karbonzeitliche Tiroler Lagerstätte am Nöblachjoch SSW Steinach bzw. NW Gries am Brenner hervor.

3.1. Anthrazitlagerstätte Nöblachjoch

Die Steinkohlenlagerstätte Nöblachjoch besteht aus Anthrazitkohlenflözen im Verbände von schwach metamorphen Oberkarbonschichten der Steinacher Decke. Das Vorkommen liegt mit dem ehemaligen Bergbauzentrum am SE-Abhang des Nöblachjoches (= Stein-

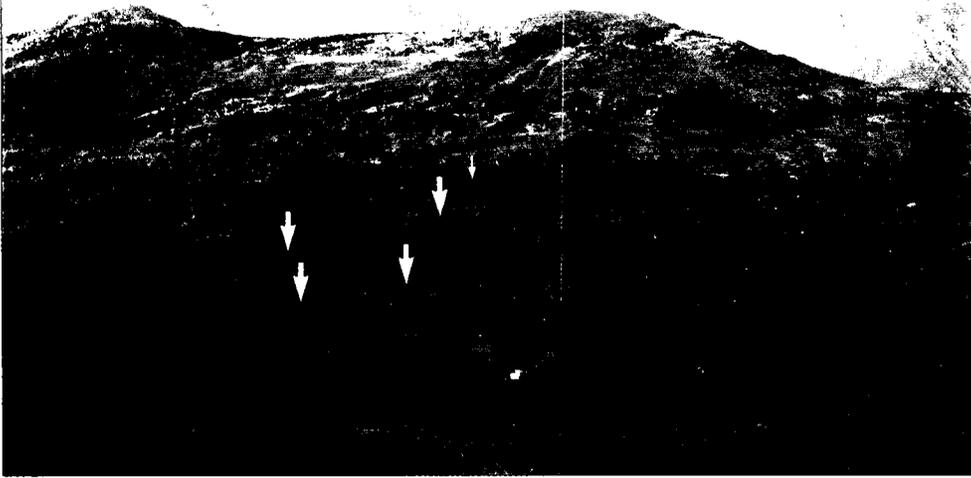
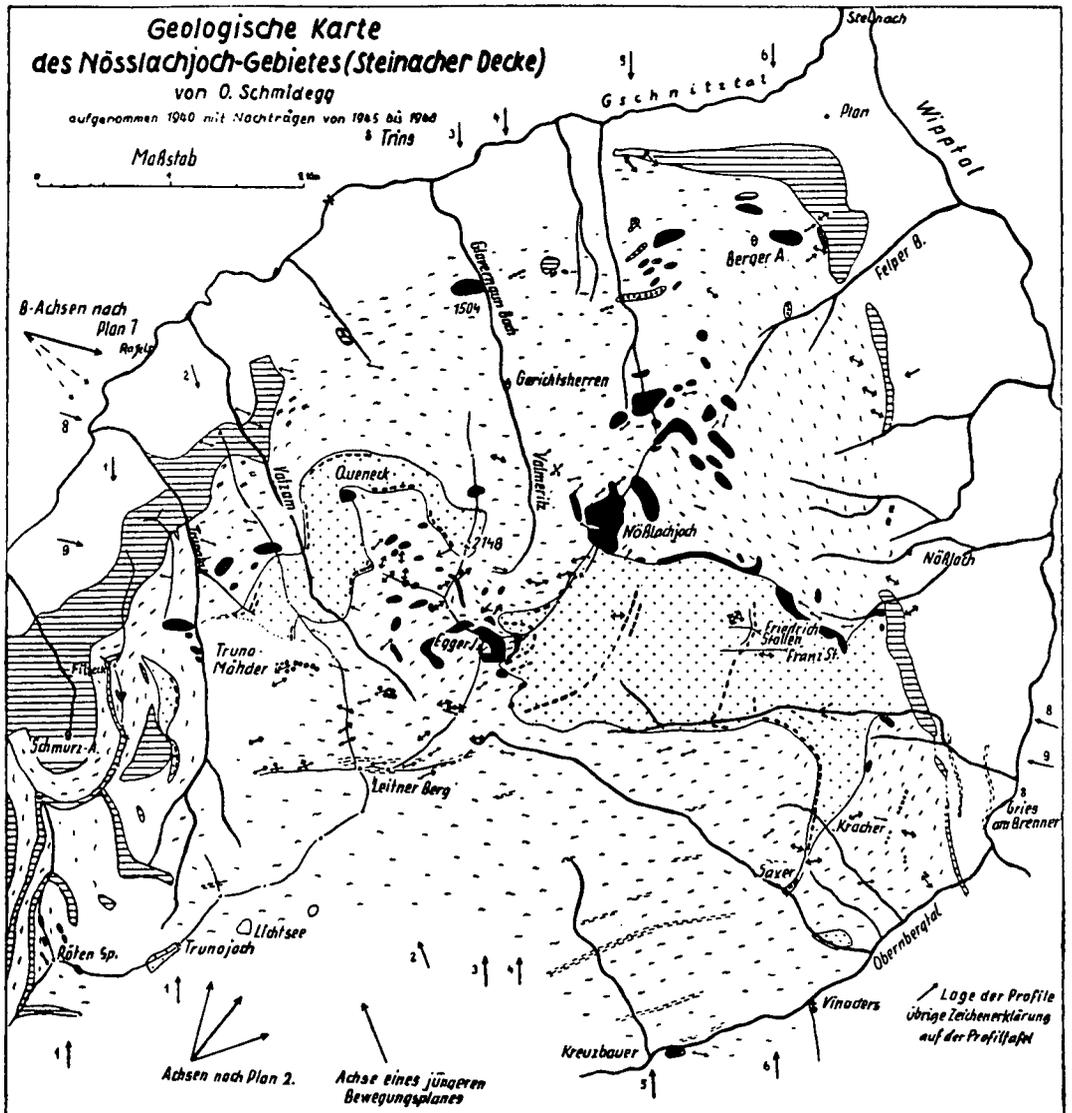


Abb. 2.
 Blick von SE auf das Nöblach-Joch = Steinacher Jöchl (2.231 m ü.d.M., Mitte rechts) und das Egger Joch (2.282 m, Mitte links).
 Am rechten Bildrand (Mitte) die Bergeralm und die Trasse des Hochsonn-Schleppliftes (Nöblacher Mahder). Im Hintergrund der Kamm Kirchdach-Spitze (2.840 m, links) – Hammerspitze – Peilspitze (2.393 m, rechts). Das alte Bergbauegebiet am Südabhang des Nöblach-Jochs mit den vier Halden (Pfeile): Friedrichstollen (1.815 m), Rudolfstollen (1.772 m), Franzstollen (1.716 m), Ochsengartenstollen (1.715 m), und einem Kohlenausbiß in ca. 1.860 m Höhe.

Abb.3.
 Geologischer Grundriß.
 Aus SCHMIDEGG
 (1949, S. 3).



acher Jöchel 2.231 m ü.d.M.) zwischen Gschnitztal, Wipptal und Oberbergtal. Die Stollenmundlächer befinden sich in 1715 m, 1716 m, 1772 m und 1815 m Höhe ca. 5 km SSW von Steinach am Brenner (Abb. 2,3,4,5).

3.1.1. Bergbaugeschichte

Verwitterte Kohlenausbisse im Großbereich Nöblachjoch – Eggerjoch waren offenbar schon lange bekannt und auch A. PICHLER berichtet 1859 (S. 219) über die „Nöblacher Erde“, die damals als Farbe in Tabaktrafiken geliefert wurde. 1924 ist mit der Aufschließung der Lagerstätte begonnen worden. Besonders von 1934 bis 1937 wurden unter der Planung und Leitung von Dipl.-Ing. WURZINGER zahlreiche Schurfgräben, kleine Stollen und Schächte in dem aufschlußarmen Gebiet angelegt,

um das Nöblacher Karbon lagerstättenmäßig beurteilen zu können. NW oberhalb von Gries am Brenner bzw. SE Nöblachjoch wurden im Raume oberhalb der Nöblachjochhütte auch längere Stollen vorgetrieben.

Durch diese Aufschließungen sowohl auf der Grieser Seite als auch auf der Trinser Seite des Nöblachjochs wurde an vielen Stellen die Existenz von Kohlenflözen mit Mächtigkeiten von 1–2 m festgestellt. Auf Grund solcher vielversprechender Ergebnisse – man interpretierte das bergwärts Einfallen der Flöze auf beiden Seiten des Berges zunächst als geologische Mulde – wurde im Jahre 1939 der Schurfbergbau intensiviert. Am SE-Hang des Nöblachjoches wurde 1.716 m ü.d.M. ein Unterbaustollen begonnen. Insgesamt wurden 5 Stollen mit einem Gesamtstreckennetz von ca. 1300 m angelegt. Aber schon 1941 während des 2. Weltkrieges wurde der Bergbau geschlossen. Nach Kriegsende dann wurde von 1945 bis 1951 Kohle abgebaut. Als Ur-

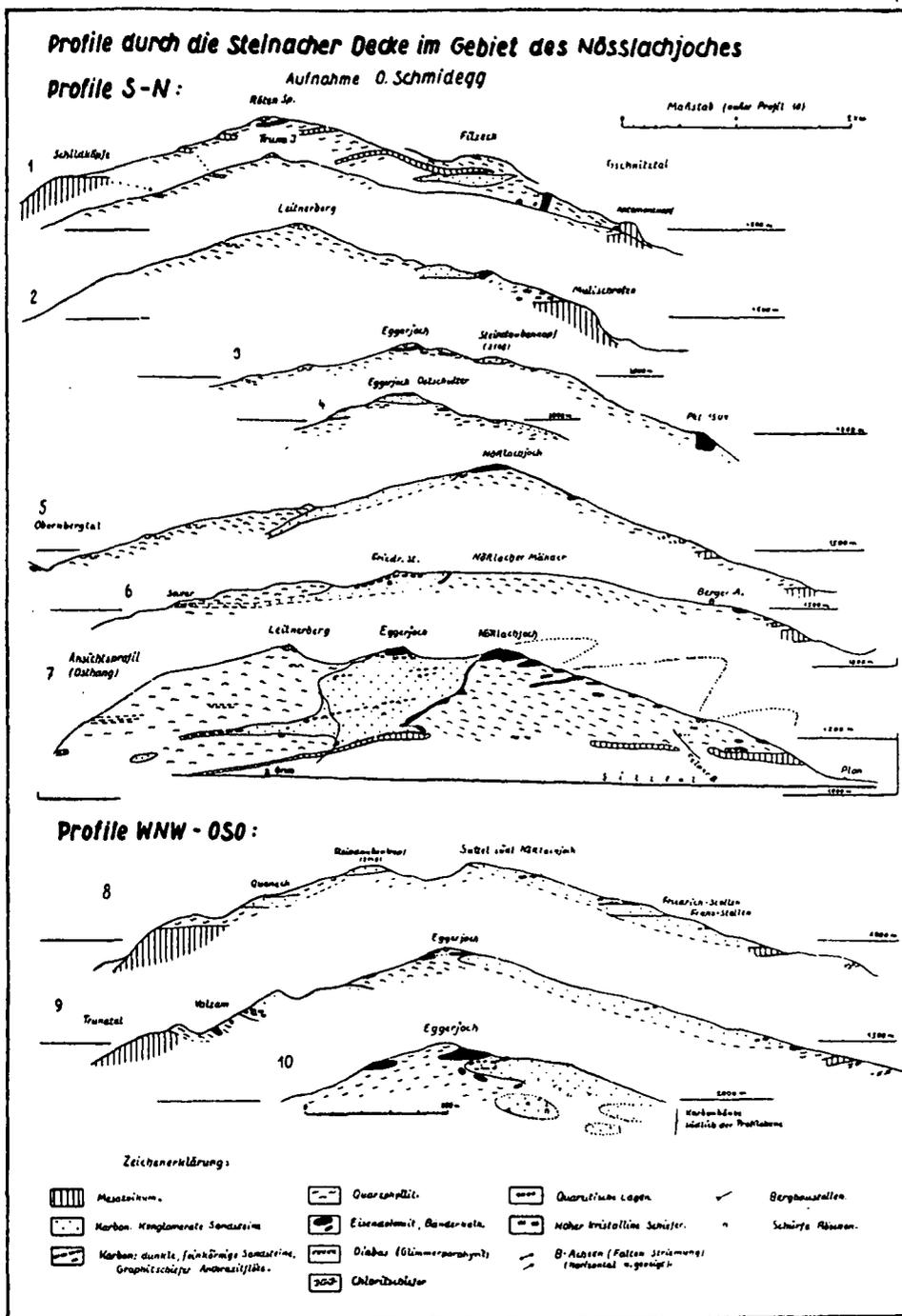


Abb. 4.
Geologische Profile.
Aus SCHMIDEGG (1949, S. 9).

sache der Einstellung Ende Mai 1953 (Schließungsverhandlung 12. 11. 1954) werden der bergtechnisch schwierige Abbau infolge tektonischer Verformung der Flöze, schwachende Flözmächtigkeit bis zum Auskeilen und die schlechte Verwertbarkeit des Anthrazits sowie ungenügende Vorräte angegeben.

3.1.2. Geologische Position

SCHMIDEGG hat die Aufschlüsse des Kohlenschurfbergbaues in den Jahren 1941/42 genützt und die Befunde unter Tage mit der Kartierung über Tage im Großraum zwischen Gschnitztal, Wipptal, Obernbergtal, im W etwa bis zur Röten-Spitze in Verbindung gebracht. Die heutige Verbreitung der Steinacher Decke im gesamten beträgt etwa 100 km². Sie reicht in den Brennerbergen zum Sattelberg und Portjoch, im S über die Grenze in das Pflerschtal und zum Sterzinger Roßkopf, wo nach SCHMIDEGG (1949a), die Aussage von SANDER (1921 a, 1929) bestätigend, die Quarzphyllite in die Granat-führenden Phyllite des Schneeberger Zuges übergehen. Die nördlichsten Schubfetzen der Decke sind am S-Hang des Blaser bei Matrei bekannt geworden. Die Steinacher Decke mit einer Gesamtmächtigkeit von schätzungsweise 1000 m liegt von S her aufgeschoben auf Tribulaun-Mesozoikum, welches seinerseits auf dem mittelostalpinen Altkristallin lagert. Das kohleführende Karbon ist allerdings auf Nordtiroler Seite auf zwei streifenförmige Areale beschränkt. Das eine beginnt etwa 2 km westlich vom Egger-Joch im Bereich der Trunna-Mähder und zieht sich halbkreisförmig um den NW- bis N-Abhang des Leitnerberges im Grundriß mit etwa 0,5 km Breite und 2,5 km Länge herum. Der größere Streifen beginnt mit der NW-Grenze etwa in der Kammregion zwischen Egger-Joch (2.282 m) und Nöblachjoch (2.231 m) und erstreckt sich mit etwa 1,3 bis 0,6 km Grundrißbreite über den Südabhang des Nöblach-Joches ca. 3 km lang nach E in das Wipptal abwärts fast bis an das Plateau von Nöblach (Abb. 3).

3.1.3. Stratigraphische und petrographische Kennzeichnung der Nebengesteine

Das dominierende Gestein der Steinacher Decke ist der Quarzphyllit, sowohl an Mächtigkeit als auch an regionaler Verbreitung. In diesem sind nach SCHMIDEGG (1949a) Lagen von Chlorit- und Graphitphyllit, Quarzitlager sowie Glimmerporphyrite enthalten, wie man sie auch im Innsbrucker Quarzphyllit kennt. Wichtig für die Beurteilung der Abfolge in dem aufschlußarmen Gebiet ist seine Feststellung, daß als Obergrenze der Quarzphyllitserie Eisendolomit- und Bänderkalkgesteine entwickelt sind: besonders auf der N-Seite und im Gipfelbereich des Nöblach-Joches und am Eggerjoch. Vom NE-Kamm des Nöblach-Joches stammt etwa aus 1900 m Höhe der offenbar schon von SCHWINNER (1925) erwähnte und von SCHMIDEGG (1949a) bestätigte Fund von Magnesit im Verbands der Dolomitgesteine. Eine durch Pflanzenabdrücke als Oberkarbon (Westfal D) eingestufte schwach metamorphe Sedimentabfolge (JONGMANS, 1938a,b) überlagert transgressiv den Quarzphyllit oder gegebenenfalls die gebänderten Kalk- und Fe-Dolomitgesteine.

Über die Mächtigkeit dieser klastischen Reste aus der Karbonzeit liegen keine exakten Angaben vor. SCHMIDEGG (1949) kommt aber auf Grund seiner Spezialkartierung und der Kenntnisnahme der Grubenaufschlüsse zur Überzeugung, daß es sich, verglichen mit der flächigen Ausdehnung, nur um eine sehr bescheidene Mächtigkeit mit etwa 150 m handeln kann. Vielleicht könnte man aber aus SCHMIDEGG's Profilen doch eine etwas stärkere Karbonauflage, zumindest lokal mit etwa um 300 m herauslesen (Abb. 4).

In der Transgressionsabfolge nehmen kaum geschichtete Quarzkonglomerate und grobkörnige Quarzarenite den größten Raum ein. Als Zwischenschaltungen gibt es nach SCHMIDEGG bis zu 10 m mächtige feinkörnige Sandsteine, in denen durch Wechsel im Detritus und in den Korngrößen Schichtung und Schieferung besser ausgeprägt sind. Hier bewirkt vor allem der Glimmergehalt eine hohe Teilbeweglichkeit. Der unterschiedliche C-Gehalt der Gesteine wirkt sich als Pigment in der Grau- bis Dunkelgraufärbung aus. KERNER wählte schon 1897 die richtige Bezeichnung Anthrazitschiefer. Die dann von SCHMIDEGG (1949a) und KARL (1956) verwendeten Wortkombinationen mit Grafit entsprechen nach unseren Untersuchungen nämlich nicht den Tatsachen. Die grafitähnlichen Komponenten erweisen sich u.d.M. auf Grund der Reflexionsintensität als Anthrazit und Metaanthrazit.

Nach Mineralbestand und Gefüge liegen in den Karbonsedimenten folgende Gesteinstypen vor: Polymikte Meta-Quarzkonglomerate und Quarzsandsteine, Glimmer-Quarzsandsteine, Quarzite, Sericitquarzite, Quarzitschiefer, Anthrazit-Glimmerschiefer und -phyllite. Schon SCHMIDEGG (1949) erwähnt, daß die phyllitischen Gesteine eigentlich Phyllonite im Sinne der Gefügekunde SANDER's (1948, 1950) sind. In den feinkörnigen dunklen, also anthrazitischen Sandsteinen und Anthrazitphylliten sind als Zwischenschichten Kohlenflöze entwickelt. Entsprechend den Ausbissen wußte man schon vor den bergmännischen Eingriffen, daß es deren mehrere geben muß.

KARL (1956) untersuchte die Gesteine mit Ausnahme der Kohlenanteile petrographisch. Demnach bestehen die Konglomerat- und Sandsteinkomponenten aus Mineral- und Gesteinsdetritus wie Quarz, Muskovit, Quarzit, Biotit-Muskovit-Plagioklasgneis, Granit, Granitgneis, Arkosen, Kieselschiefer, Keratophyr, Chloritgestein, Sericitphyllit, Mikrofelsit. In der Matrix herrschen Sericit und Chlorit vor, dazu Muskovit, chloritisierter Biotit und feinsandiger Detritus aus dem Material der Komponenten. Natürlich müssen noch ergänzt werden der anthrazitisierte Phytodetritus und authigener Pyrit. Dieser ist durch die Limonitisierung im Verwitterungsbereich für die Rostbildung auf den Gesteinen maßgeblich. Dazu nennt KARL als alpidische Neukristallisation: Mikroklin, Pistazit-Klinozoisit, Sericit, Chlorit sowie Rekrystallisate von Quarz, Albit, Granat, Biotit und Muskovit. Sedimentologische Untersuchungen kleiner Profilausschnitte liegen von KRAINER (1990) vor.

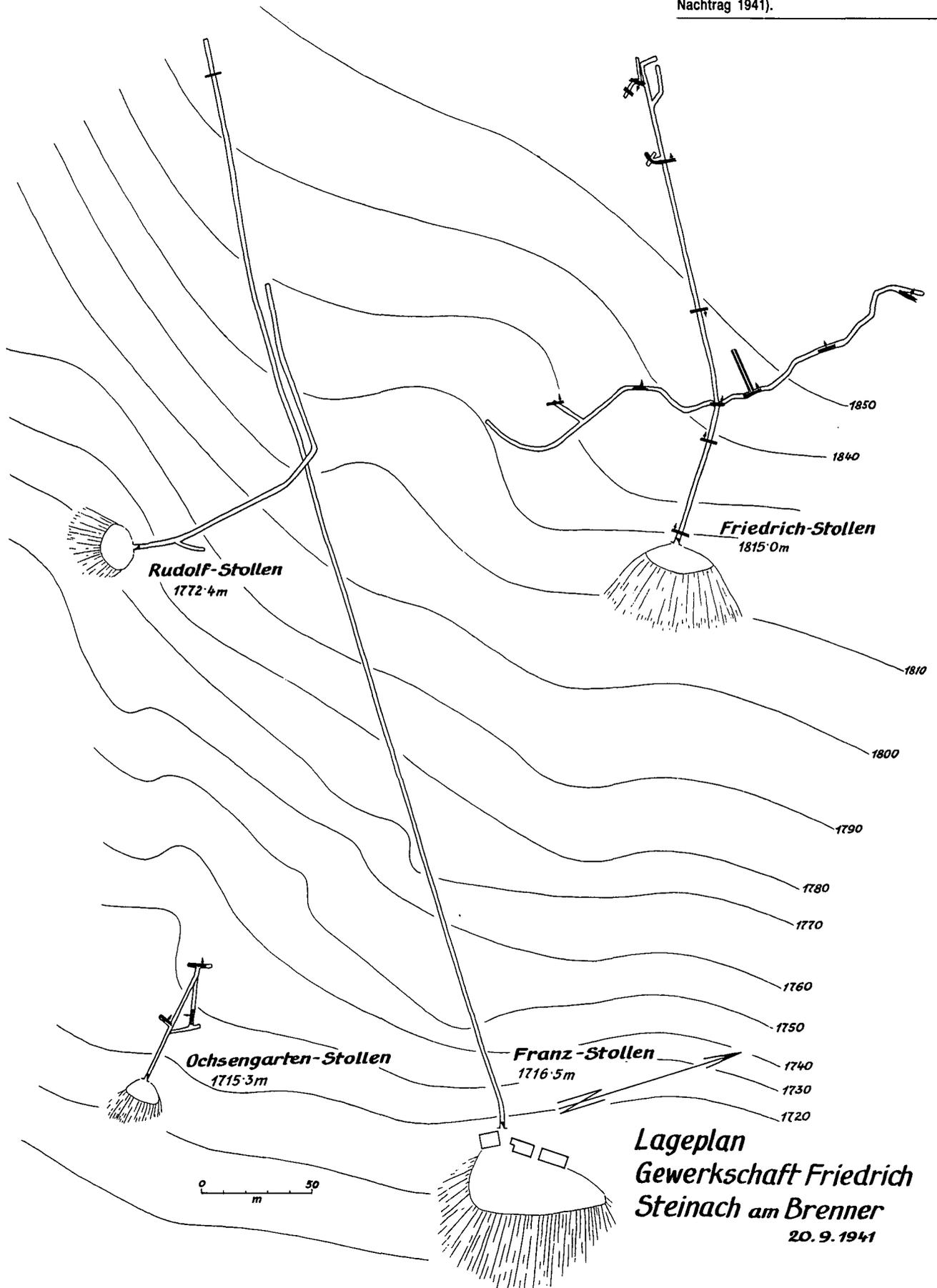
3.1.4. Lagerstättenkörper, Kohlenflöze

3.1.4.1. Form, Mächtigkeit, Ausdehnung

Klarerweise liegen Kohlen in Lagerform, als Flöze oder als Linsen vor. Zwar konnte man bei der Kartierung über Tage die beiläufige Mächtigkeit zerfallener

Ausbit
1860m

Abb. 5.
Die Stollen des Anthrazitbergbaues nach
Grundrißskizzen von WURZINGER (mit letztem
Nachtrag 1941).



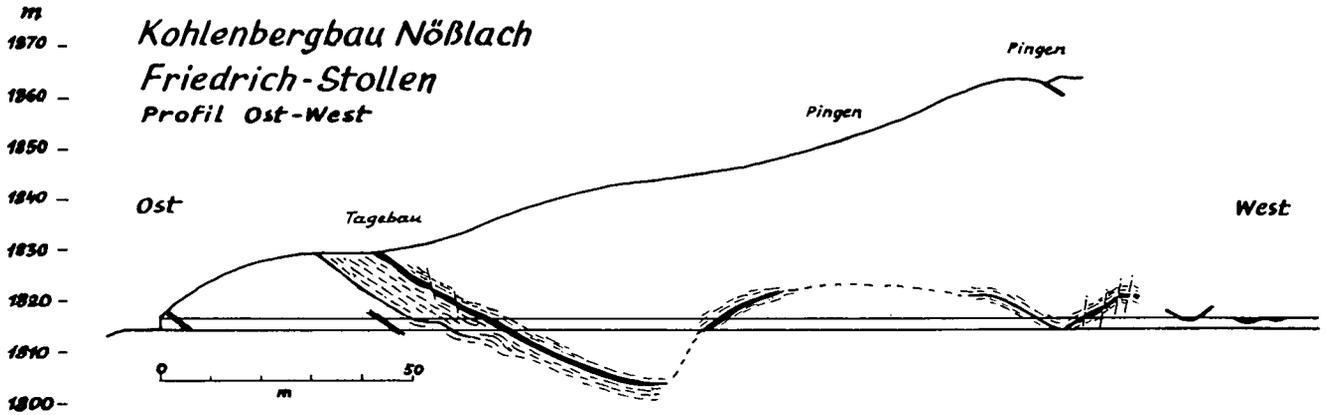


Abb. 6.
 Profil durch den Friedrichstollen mit Flözverlauf.
 Nach einer Skizze von SCHMIDEGG im Jänner 1950 (Kohlenflöze schwarz, zwei Flöze nahe dem Mundloch nach WURZINGER, 1941).

Kohle in der aufschlußarmen Verwitterungszone feststellen und fallweise eine Präzisierung der Angaben durch Schurfversuche herbeiführen, aber die Beurteilung der flächigen Ausdehnung und damit die Grundlage für eine wirtschaftliche Gestaltung eines Abbaues war erst durch bergmännische Aufschließungen unter Tage möglich.

Die Erkenntnisse waren, es sei vorweggenommen, so negativ, daß sich kein erfolgreicher Betrieb entwickeln konnte und nach Überbrückung der Notzeiten nach dem 2. Weltkrieg der Schurfbergbau 1953 geschlossen wurde.

Am SE- und S-Abhang des Nöblachjoches sowie am S- und N-Hang des Eggerjoches gibt es eine Vielzahl von Flözausbissen mit verwitterter Kohle. Diese gaben für WURZINGER (1935) Anlaß dazu, auf Grund des beidseitigen Bergwärtsfallens von Schichten eine tektonische Großmulde zu vermuten und einen weitflächigen Zusammenhang der Flöze im Rahmen einer Verbindung anzunehmen. In WURZINGER'S Skizze (1935) sind Mächtigkeiten wie 0,50 m, 0,80, 0,90, 1,20, 1,30, 1,50, 1,60, 1,80, 2,00, 2,50 m eingezeichnet und im Rahmen des Schurfbergbaues wurden von SCHMIDEGG (1949a) auch entsprechende Angaben bestätigt.

Die Mächtigkeit der Flöze ist außerordentlich verschieden. Das ist schon einmal auf die primäre Anlage, bzw. Anreicherung pflanzlichen Materials zurückzuführen sowie auf die starke tektonische Durchbewegung, die besonders in den Schicht- = Schieferungsflächen (s) zur Auswirkung kam. Dies gilt natürlich auch für die Schwankungen innerhalb eines bestimmten Flözes und für unterschiedliche Qualitäten der Kohle.

So wurde von den Bergleuten von über 2 m mächtigen, so gut wie reinen Kohleflözen, mit flächiger Ausdehnung z.B. des Friedrichflözes an die 200 m berichtet. Freilich sind auch Übergänge zu unreinen Kohlen, z.B. durch Zunahme von Quarz- und Glimmerdetritus entwickelt, was in Extremfällen im Flöz in der schichtigen Fortsetzung zu gänzlicher Verstaubung überleiten kann. SCHMIDEGG (1949, S. 6) berichtet von der Beobachtung, daß ein Flöz auch ohne vermittelnden minderwertigen Kohlen

„... mit nur wenig graphitischen Schiefern zwischen den hellen größeren Sandsteinen ...“

liegen kann. Der Wechsel in den Begleitgesteinen soll demnach oft recht stark und für ein bestimmtes Flöz nicht kennzeichnend sein.

In einer Profilskizze von WURZINGER aus dem Jahre 1935 sind auf der SE-Seite des Eggerjoches zwischen 1600 m und 2200 m ü.d.M. 10 Flöze vermerkt. Aber SCHMIDEGG hält die aus kohleführenden Schiefern und Sandsteinen bestehenden Flözonen, die im Gelände verfolgt werden können, wenigstens teilweise für tektonische Wiederholungen. Die mangelhaften Aufschlüsse über Tage erlauben es nicht, die tektonische Schollenbildung zu überblicken, so daß auch noch kein geschlossenes Profil durch die Karbonserie erstellt werden konnte.

Im Bereich des Franz-Stollens, Ochsen Garten-Stollens, des Rudolf-Stollens und des Friedrich-Stollens stehen nach den bescheidenen Grubenkarten zusammen fünf Flöze an, von denen zwei, nämlich eines im Ochsen Garten-Stollen und eines im Friedrich-Stollen zum Abbau kamen (Abb. 5). Die räumlich ausgedehntesten Abbaue, auch in Gesenken, wurden im Friedrich-Stollen durchgeführt. Das Flöz fällt dort vom Tagebau mit etwa 20–30° nach W ein und wurde entsprechend im Stollen bei 70 m angefahren. In einem Profil (Abb. 6) skizziert SCHMIDEGG (1950) einen sanften Faltenbau und erklärt so glaubhaft das abermalige Vorkommen desselben Flözes bei Stollen-m 110, 180, 205 und 215. Diese Grubenbaue in 1815 m Höhe ü.d.M. brachten Anhaltspunkte über die flächige Ausdehnung des „Friedrichflözes“: nach SCHMIDEGG (1949a) 300 m streichende Länge N–S und über 200 m Breite. N–S- bis NE–SW-verlaufende Zergleitungen verwerfen und schleppen das Flöz, so daß auch Ausquetschungen und ein Verstauben zustande kamen.

3.1.4.2. Alterseinstufung

Die berühmt gewordenen Pflanzenreste und -abdrücke aus dem Großbereich Eggerjoch – Nöblachjoch waren schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts den Naturforschern aufgefallen und zum Teil bestimmt worden (STUR, 1871; STACHE, 1872; FRECH, 1905; auch Adolf PICHLER, 1876–1880). Eine erste systematische Zusammenstellung des bis Ende des 20. Jahrhunderts gesammelten Materials lieferte KERNER (1897), später FRECH (1905). Erst 1938 gab JONGMANS Ergänzungen und Verbesserungen bekannt.

Bei den Pflanzenresten handelt es sich um Farne, wie *Neuropterides*, *Alethopterides*, *Pecopterides*, *Schizopterides*, und zwar um Fiedern, Blattgebilde und Wedelbruch-

stücke. Weiters gibt es baumförmige Bärlappe, nämlich Lepidodendren (Schuppenbaumpflanzen), wenig Sigillarien (Siegelbaumpflanzen) sowie Stigmarien (Wurzelstöcke, Appendices). Auch Stamm- und Zweigreste, Blätter und Fruchtstände von Schachtelhalmen, u.zw. Calamiten und Sphenophyllaceen (Keilblattpflanzen) sind unter den häufigen Funden. Schließlich sind auch bandförmige Blätter von Cordaiten-Bäumen gefunden worden.

Die bislang in das Oberkarbon gestellte Flora vom Nöblachjoch stellt JONGMANS (1938a, S. 1289) noch genauer in das Westfal D. Demnach ist die Nöblacher Kohle altersgleich mit den Anthrazitvorkommen auf der Stangalpe (Gurktaler Alpen) (JONGMANS, 1938a, b) und der Turracher Höhe. Ähnliches Alter haben die in den Auernigsschichten liegenden Anthrazite am Tomritsch und bei der Naßfeldhütte (Pramollo) in den Karnischen Alpen. Kohleführendes Oberkarbon ist auch im Molasseuntergrund in Oberösterreich und Salzburg durch Ölbohrungen bekanntgeworden (HEINRICH, 1980).

3.1.4.3. Makropetrographische Kennzeichnung der Kohle

Zur Beurteilung der Nöblacher Kohle steht zwar noch reichlich minderwertiges Haldenmaterial aus der Nachkriegszeit vor einigen Stollenmundlöchern zur Verfügung, doch sind dort hochwertige Kohlenstücke, wie sie noch in Sammlungen aufbewahrt sind, recht selten.

Die reinen Stücke fallen durch tiefschwarzen Hochglanz, meist mit gelblichem Farbstich auf. Sie brechen nach den ausgeprägten Schieferungsflächen oder auch quer dazu, in diesem Fall meist muschelrig. Mechanische Durchbewegung oft bis zur Mylonitisierung scheint charakteristisch zu sein, was einen meist kleinstückigen Zerfall zu nur cm-großem Grus verursacht. Stücke mit Dezimetergröße sollen selten gewesen sein.

Das stückige und blockige Haufwerk der alten Halden erweist sich als verunreinigt mit Mineralen, vor allem mit Glimmer und Quarz. Es verhält sich damit kompakter, wenngleich die Verschieferung in jedem Fall ausgeprägt ist. Mit der Zunahme des Mineralgehaltes nehmen die Stücke allerdings mattschwarze bis graue Färbung an.

Von der reinen Kohle angefangen bis zu feinkörnigen kohleführenden Quarzit-Glimmerschiefern und Phylloniten bieten sich alle Übergänge an.

Auf den s-Flächen vieler Kohlestücke und Gesteine sind B-Lineationen, manchmal auch mehrere sich kreuzende Fältelungsachsen entwickelt, andere Stücke hingegen zeigen Bewegungsrillen von Harnischflächen. Auch *ac*-Zerrfugen bis in den Kleinstbereich fallen auf. Aber es handelt sich durchwegs um Fallstücke, ohne Zusammenhang mit dem Anstehenden. Zur tektonischen Kennzeichnung des Großbereiches kann auf die gefügetektonischen Daten von A. FUCHS (1939) und SCHMIDEGG (1949a) zurückgegriffen werden.

Wüßte man nicht um die Kohlequalität seit der Zeit der Schurfversuche Bescheid, so würde schon auf Grund der makroskopischen Kennzeichnung eine hochinkohlte Steinkohle zu vermuten sein.

3.1.4.4. Mikroskopische Kennzeichnung

Analog den äußerlichen Kennzeichen für einen sehr hohen Rang der Kohle zeigt auch jeder Blick auf den polierten Anschliff unter dem Mikroskop Merkmale, die

bei Steinkohle etwa erst ab dem Magerkohlenstadium auftreten. Es fällt sofort ein relativ hohes Reflexionsvermögen mit geringer Bireflexion und meist deutlicher Anisotropie bei gekreuzten Polarisatoren auf. Dazu kommt das Fehlen der Liptinit-Maceralgruppe bei Beurteilung der Kohlenpolitur im parallel polarisierten Licht. Und weil auch die Inertinite meist nur gering beteiligt sind, wirkt das dominierende Bild bei schräg zueinander gestellten Polarisationsfiltern entweder als feinlaminiert-inhomogenes Parallelgefüge oder in Teilbereichen als homogenes Feld. Allerdings kommen über die Lage der Kohlebauzonen, die sich überwiegend mit der Schieferung (*s*-Flächen) decken, nie Zweifel auf, weil so gut wie immer auch Mineralpigmente, vor allem feinste Sericitblättchen, gelegentlich auch authigener Pyrit in lagiger Anordnung sowie formanisotrope Inertinite die Schichtung verdeutlichen.

Außer diesen Beobachtungen im Auflicht-Hellfeld in Luft und unter Ölimmersion liefern auch Fluoreszenzuntersuchungen im Blaulicht keine zusätzlichen diagnostischen Befunde. Sogar zeitlich ausgedehnte Ätzversuche an der Politur mit schwefelsaurer Lösung von Kaliumpermanganat sowie Flammenätzung blieben ohne Wirkung. Dünnschliffuntersuchungen im Durchlicht bringen wegen des opaken Verhaltens der Kohlesubstanzen in diesem Inkohlungsstadium lediglich dann zusätzliche Gefügemerkmale zur Geltung, wenn Glimmer-, Quarz- oder Karbonatbeteiligung den Lagenbau der Kohle mitgestalten.

3.1.4.4.1. Reflexionsverhalten, Vitrinit-Reflexion

Nach den zahlreichen makroskopischen und mikroskopischen Kennzeichen einer hochinkohnten Steinkohle interessiert nunmehr zuerst der nach internationaler Norm für den Rang ausschlaggebende Parameter: die Vitrinit-Reflexion in Öl.

Tabelle 1. Vitrinit-Reflexion der anthrazitischen Kohle vom Nöblachjoch.

R_{\max} % = Mittelwert des Reflexionsvermögens (in Öl) in ω -Stellung; Wellenlänge 546 nm; n = Anzahl der Meßpunkte; min., max. = minimaler und maximaler R_{\max} -Wert der ω -Stellung.

In den kohligen Gesteinen wurde der Vitrinit von Kohlepartikeln gemessen.

Nr.	Lithotyp	\bar{R}_{\max} %	n	min.-max.
1	Vitrain	2,41	100	2,36-2,51
3	Vitrain	2,52	100	2,48-2,58
13	Vitrain	2,48	100	2,34-2,70
20	Kohliger Schiefer	2,21	10	2,11-2,39
20	Kohliger Schiefer	2,29	10	2,19-2,40
20	Kohliger Schiefer	2,21	10	2,18-2,26
20	Kohliger Schiefer	2,36	10	2,26-2,43
20	Kohliger Schiefer	2,39	10	2,36-2,42
21	Vitrain-Mylonit	2,28	50	2,21-2,37
22	Vitrain	2,54	100	2,46-2,60
23	Vitrain	2,41	100	2,37-2,50
24	Vitrain	2,21	100	2,04-2,32
25	Vitrain	2,41	100	2,25-2,80
7/71	Kohliger Schiefer	2,36	15	2,10-2,56
11/71	Vitrain	2,50	100	2,39-2,70

Als Reflexionsfarbe zeigt sich in Luft und unter Anwendung von Ölimmersion grau, mit deutlichem Stich nach braun. Zu berücksichtigen ist selbstverständlich die Bireflexion, wobei an jedem Meßpunkt der allein repräsentative Maximalwert gemessen wurde.

Zur Messung wurden Mikropräparate von mehreren nach Mineralanteil und Gefüge hier vertretenen Kohlentypen herangezogen. Die RV-Werte sind in Tabelle 1 mitgeteilt.

Das Ergebnis zeigt mit Durchschnittswerten über 2,30 % an den maßgeblichen Kohlestücken an, daß Anthrazit vorliegt. Entsprechend der Streuung in offensichtlich besseren Proben zwischen $\bar{R}_{\max} = 2,40$ und 2,54 % handelt es sich nach den gebräuchlichen Tabellen um einen Anthrazit-Rang nahe der Grenze zur Magerkohle (in USA: Semi-Anthracite). Dieser Kohle sollte ein Gehalt an flüchtigen Bestandteilen mit rund 9–8% entsprechen.

Die niedrigen \bar{R}_{\max} -Werte unter 2,30 % sind weniger auf einen niedrigeren Inkohlungsgrad gewisser Kohlestücke zurückzuführen als vielmehr auf gestörte Messungen infolge Mikrolitheneinschlüsse von Mineralien, insbesondere von „Tonstaub“ (Sericit). In den unreinen Kohlen vom Typ der sericitreichen, z.T. quarzitischen Anthrazitphyllite ist auch die, durch feinste Mineraleinschlüsse beim Polieren beschädigte, und somit unzulängliche Oberfläche beim Meßvorgang störend. Soweit die zur Verfügung stehenden Kohleproben für das oder die Flöze repräsentant sind, kann festgestellt werden, daß die großen und isometrischen kleinen Phytoklasten der Carbominerite mit ihrem Reflexionsvermögen weitgehend den \bar{R}_{\max} -Werten des Flöz-Anthrazits entsprechen. Aber manche formanisotrope Pflanzenhäcksel, wie Blättchen und Fetzen, fallen durch höhere Reflexionswerte, sowie durch größere Bireflexion bzw. Anisotropie auf; besonders in Kleinbereichen starker Durchbewegung. In solchen Fällen wurden an Vitrinit \bar{R}_{\max} -Werte von 3–4 %, höchstens auch 4,31 % gemessen. Das entspricht schon einer für Meta-Anthrazit bekannten Reflektanz. Der \bar{R}_{\max} -Reflexion dieser sonderbaren Phytoklasten steht ein recht niedriger \bar{R}_{\min} -Wert mit ca. 0,51 % gegenüber: ein Maß für die sichtbare Bireflexion. Daß es sich dabei nicht um Inertinitmacerale handelt, die entsprechend hoch reflektieren, kann

auf Grund der Fragmentgestalt ausgeschlossen werden.

3.1.4.4.2. Maceralbestand

Vitrinit

Die weitaus häufigsten Macerale des vorliegenden Anthrazits gehören der Vitrinitgruppe an. Im parallel polarisierten Licht erscheint meistens ein homogenes Feld, in welchem allerdings oft zarte Einstreuungen von Sericit in rhythmischen oder arhythmischen Feinstlagen die Schichtung markieren. Diese kommt oft auch durch subtile Reflexionsunterschiede zur Geltung, die gewöhnlich parallel oder subparallel ausgerichtet sind und in diesen Fällen als reilichte Telinitstrukturen aufzufassen sind. Die häufig extrem feine Lamination liegt im μm -Bereich und wird bei Kreuz- oder Schrägstellung der Polarisatoren sehr deutlich (Abb. 7).

Aber es gibt auch völlig strukturlose, homogen wirkende Lagen, welche man demnach als Collinit einzustufen hat. Diese Collinitanteile fallen in mylonitiserten Bereichen durch Spannungsanisotropie mit undulöser Auslöschung auf (Abb. 8).

Als weitere Rarität sind Teilbereiche mit schiefer Auslöschung erwähnenswert. Während nämlich im weit vorherrschenden Normalfall die parallel- und schrägschichteten Lamina gerade auslöschen, zeigt sich ausnahmsweise auch schiefe Auslöschung. Das hatte bereits W. PETRASCHECK (1947) bemerkt und hat W.E. PETRASCHECK (1954) weiter bekanntgemacht.

Wir deuten dieses optische Bild aber anders. W.E. PETRASCHECK (1954) gelangt nach Untersuchung zahlreicher anisotroper Kohlen zur Ansicht, daß dieses Phänomen durch Spannungsdoppelbrechung zustande kommt und die Grundlagen hiezu in einem frühen, unreifen Inkohlungsstadium geschaffen worden seien. Er sieht den Belastungsdruck als maßgeblich an: bei vertikal wirkender Belastung eines horizontalen Flözes wird demnach gerade Auslöschung bezogen auf die Kohlen-s-Fläche entstehen. Im Falle des Druckes auf schräg gestellte Flöze während der Inkohlung aber würde demnach schiefe Auslöschung erzeugt.

Wir möchten die Erklärung aber in anderer Form geben: Die Anisotropie der Steinkohlen kommt im Rah-

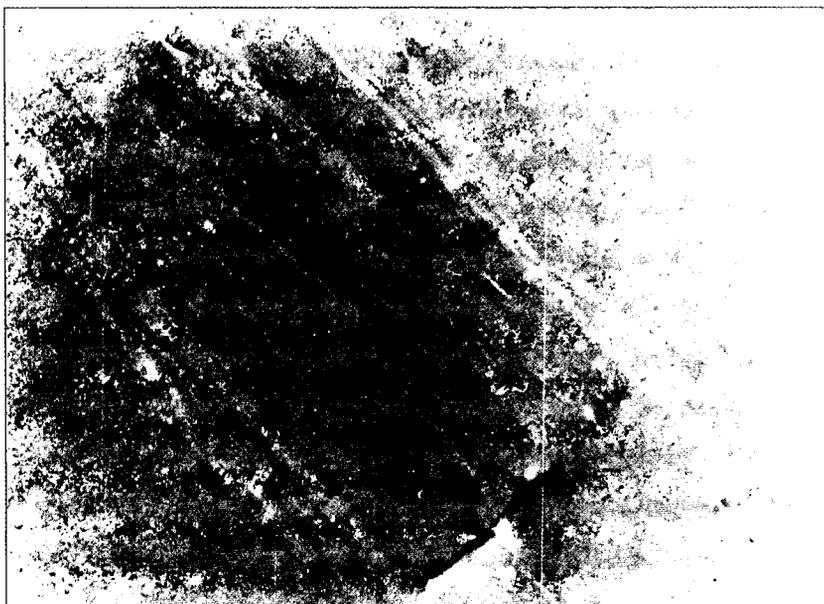


Abb. 7.
Telinit-Gefüge im Nöblacher Anthrazit, erkenntlich an unterschiedlichen Anisotropieeffekten bei x Nicols.
Polierter Anschliff, Ausschnitt 0,15x0,10 mm.

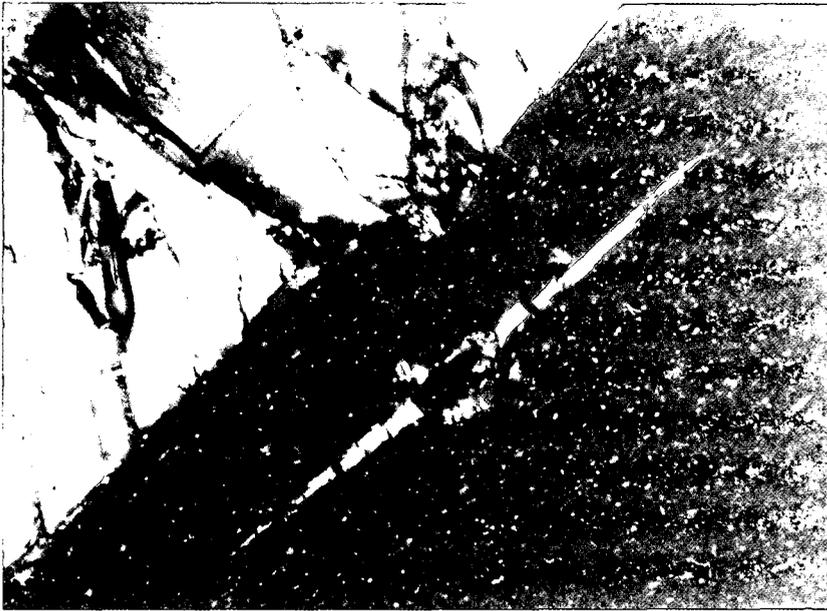


Abb. 8.
Rupturell deformierter Collinit mit undulöser Auslöschung im Anthrazit-Quarz-Sericit-Schiefer.
Polierter Anschliff, Nicols x, Ausschnitt 0,25x0,17 mm.

men des Ausbaues einer Strukturvariante des Grafitgitters durch die mit dem Inkohlungsgrad zunehmende Ordnung der hexagonalen C-Netze zustande. Die Auslöschung bezieht sich schließlich auf die (0001)-Flächen des Grafits. Durch mechanische Beeinflussung des normalerweise in die s-(=ss)-Flächen mit (0001) eingeregeltten Schichtgitters kann durch einscharige oder auch durch mehrscharige Mikrozerscherung schräg zur Hauptschieferungsfläche s eine Gefügestörung mit Verschwenkung der C-Netze verursacht werden. Analoge Gefügebefunde sind nämlich auch in Teilbereichen mit Sericitschüppchen zu beobachten. Dadurch also entsteht die schiefe Auslöschung bezogen auf die Feinschichtung der Kohle.

Der Phytodetritus in den unterschiedlich kohleführenden Gesteinen besteht vorwiegend aus Collinit. Auffallend ist das von der Größe der Lagen und Fragmente abhängige mechanische Verhalten dieses Detritus in den kohleführenden metamorphen Sedimenten.

Auch das Reflexionsvermögen und der Reflexionpleochroismus hängen damit zusammen: Größere Kohlelagen und Klasten, aber auch kleine Bruchstücke mit iso-

metrischer Gestalt zeigen das R_{\max} des im Flöz gemessenen Anthrazits. Doch im Gestein isolierte Blättchen, dünne Linsen und Häute fallen durch höhere Bireflexion und stärkere Anisotropieeffekte auf. Die R_{\max} -Messungen bestätigen auch den bisweilen subjektiven Eindruck einer Abweichung vom Flöz-Anthrazit. Zum Vergleich dienen folgende Werte: Nöblachkohle durchschnittlich $R_{\max} = 2,54$, Höchstwert 2,80 %; in feinem Phytodetritus z.T. gemessen 3–4 %, vereinzelt sogar $R_{\max} = 4,31$ % und $R_{\min} = 0,51$ %. Eine derartige Vitritreflexion entspricht dem Meta-Anthrazit-Stadium. Dem Gefügebefund nach ist für diese R-Steigerung starke Druckbeeinflussung durch tektonische Durchbewegung gefalteter Teilbereiche verursachend. Anthrazitpartikel, die nur durch undulöse Auslöschung auffallen und ungestört gelagert sind, zeigen diese Steigerung des Reflexionsgrades nicht.

Inertinit

Macerale der Inertinitgruppe sind zwar auch in so hoch inkohlttem Material identifizierbar, aber sie sind in den zur Verfügung stehenden Flözproben mit rund 0,4–8,5 % nur spärlich enthalten.

Abb. 9.
Fusinit, erkenntlich an der hohen Reflektanz und bogenförmigen Konturen, in homogener, schwach mit Sericit verunreinigter Collinit-Matrix.
Polierter Anschliff, Nicols ||, Ausschnitt 0,64x0,42 mm.

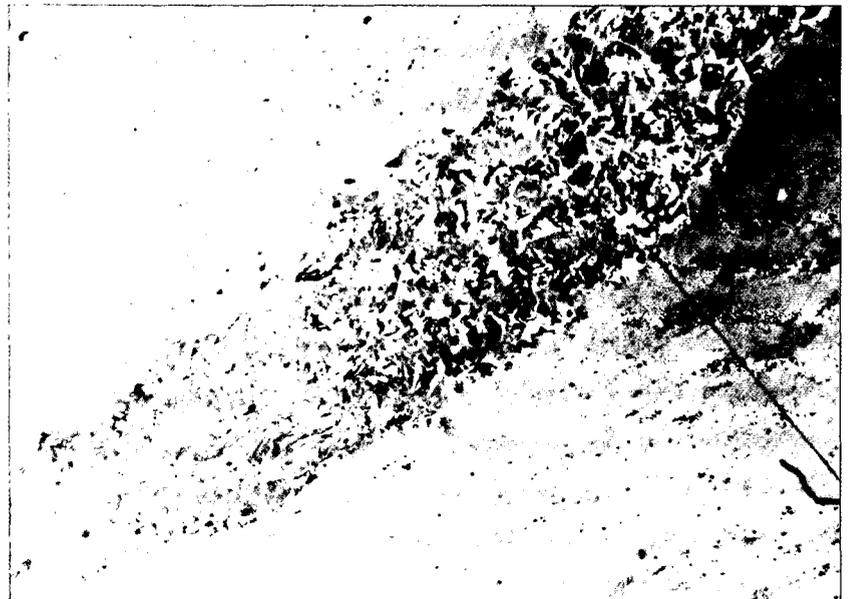


Abb. 10.
Semifusinit, mit deutlichen Anisotropieeffekten infolge starker Inkohlung und tektonischer Beanspruchung, als s-parallele Einlagerung in Collinit-Telinit-Lagenbau im Anthrazit des NöBlachjochs.
Polierter Anschliff, Nicols x, Ausschnitt 0,64x0,42 mm.



Die Existenz von Fusinit, Semifusinit, Makrinit und Mikrinit ist sichergestellt, aber Sklerotinit ist nicht sicher identifiziert. Das Erkennen der Inertinite gelingt durch die über Vitrinit liegende hohe Reflexionsintensität, die typisch gelblich-weiße Reflexionsfarbe, durch deutlichen Reflexionspleochroismus und hohe Anisotropieeffekte. Auch der Härteunterschied zum Vitrinit kann genutzt werden.

Unter den Inertinitmaceralen ist entsprechend der starken Verschiebung bis Mylonitisierung der Flöze hier häufig Inertodetrinit vertreten. Vielfach sind nämlich zerquetschte Zellgerüste und die an typischen Bogenformen erkennbaren Fragmente von Fusinit zu finden, während Fusinit mit typischer Gerüststruktur selten erhalten zu sein scheint (Abb. 9). In solchen Fällen weisen dann die Zellumina nicht nur Maceralfüllung auf, sondern können auch mit Quarz oder Sericit zementiert sein.

Das Reflexionsvermögen des Semifusinit (Abb. 10) liegt nur gering über dem des Vitrinit. Deutliche Anisotropie aber kennzeichnet die stark aneinandergepreßten Pflanzengerüste. Starke Gefügeüberprä-

gung, wie Mikrozerscherungen, machen exakte Unterscheidungen von Plectenchym unsicher.

Ob es sich bei den Fusinitpartikeln um durch Blitzschlag verursachten Waldbrandfusinit oder um Zersetzungsfusinit handelt, kann bei diesem Erhaltungszustand nicht mehr kontrolliert werden.

Auch in den anthrazitischen Schiefen ist Inertinit manchmal gut erkennbar: zwar nicht durch das im Meta-Anthrazit-Stadium mit Vitrinit $R_{max} = 3.5\%$ an Inertinit angeglichene R-Vermögen, aber durch fallweise typische gestaltliche Kennzeichen, z.B. bei Fusinitsplittern.

Liptinit (Exinit)

Die Frage nach Exiniten in anthrazitischen Kohlen erübrigt sich normalerweise, weil im parallelpolarisierten Licht gegenüber Vitrinit keine Unterschiede existieren. Bekanntlich wird die Reflexionsintensität dieser Protobitumina bei zunehmender Inkohlung ab etwa 29 % flüchtige Bestandteile, d.h. ab dem Inkohlungsprung dem Reflexionsvermögen des entsprechenden Vitrinit allmählich angeglichen. Schon bei Esskohlen ist die Identifizierung von Exiniten schwierig.

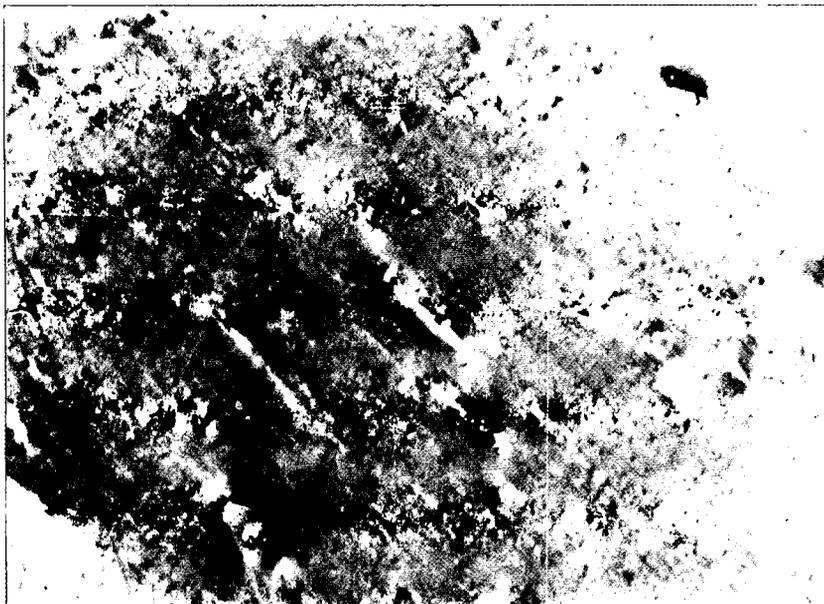


Abb. 11.
Wahrscheinlicher Sporinit als Relikt im telinitischen Anthrazit-Lagenbau, erkennbar gemacht durch Anisotropieeffekte bei x Nicols.
Polierter Anschliff, Ausschnitt 0,25x0,17 mm.



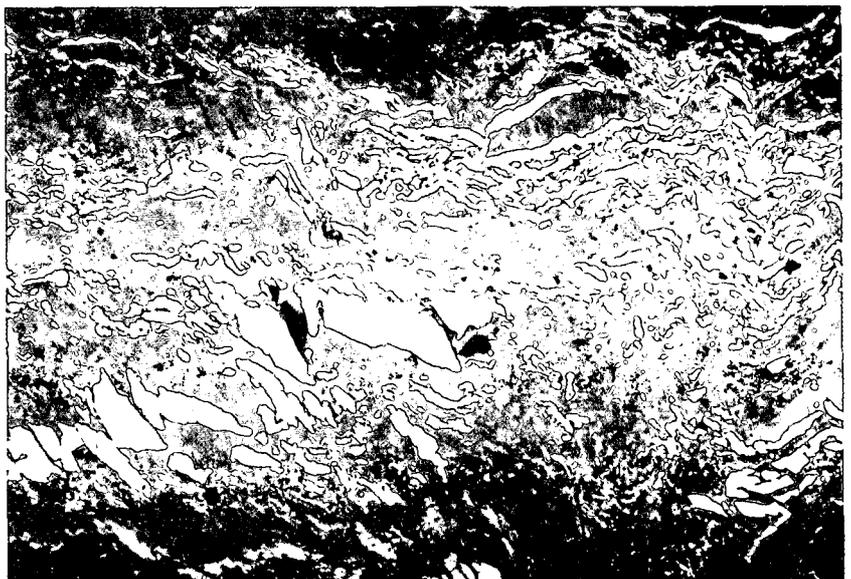
Abb. 12.
 Vermutlicher Resinit und Sporinit als Relikte im Sericit-verunreinigten Collinit, sichtbar gemacht durch Anisotropieeffekte und Härteunterschiede im polierten Anschliff bei x Nicols.
 Ausschnitt 0,25x0,17 mm.

Im polierten Anthrazit lassen sich allerdings bei schräg zueinander gekreuzten Polarisationsfiltern durch die Anisotropieerscheinungen einige ansonsten verborgene Macerale sichtbar machen. Vor allem wenn zusätzlich gestaltliche Merkmale wie Größe, Form und Konturen genützt werden, können mit einiger Sicherheit Cutinit, Sporinit und Resinit vermutet werden (Abb. 11,12).

Allerdings sind derartige Kennzeichen in den häufig deformierten Gefügen nicht häufig, weil zu oft verwischt. Aber langgezogene dünne Querschnitte durch offenbar Blatthäute haben doch Aussagekraft, sie sprechen für Kutikulen. Und linsenförmige Querschnitte, in Einzelfällen mit angedeuteter Mittelnaht, sind für Mikrosporen verdächtig. Ovale knöllchenförmige Gebilde erinnern an Harzreste.

In den kohligen Schiefen sind wohl eingeschwemmte und eingewehte Protobitumina zu erwarten, aber mangels optischer Erkennungsmerkmale und wegen der meist starken Verschieferung gelang eine Identifizierung nicht.

Abb. 13.
 Anthrazit-Sericit-Phyllonit mit feingefaltelten und zu parametermetamorpher Inhomogenitätsbreccie zerstückelten Anthrazitlagen in hochteilbeweglichem Sericitgefüge.
 Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,25x0,17 mm.



3.1.4.4.3. Mineralbeteiligung

Neben der Maceralzusammensetzung interessiert natürlich auch die Mineralführung der Kohlen, die ja als Verunreinigung den Hauptaschenanteil verschuldet und zusätzlich für den Gehalt an Spurenelementen maßgeblich ist. Zudem gibt der Mineralbestand auch Hinweise auf den faziellen Zustand des Ablagerungsraumes und erlaubt somit oft eine Ergänzung von genetischen Aussagen. Allenfalls sind authigene Mineralneubildungen und allothigene Mineral- bzw. Gesteinskomponenten, also mechanisch antransportierter Detritus zu unterscheiden.

Glimmer

Heller Glimmer in Form des feinschuppigen Sericits (z.B. $0,007 \times 0,0007$; $0,0025 \times 0,0003$ mm) ist so gut wie immer im Nöblacher Anthrazit enthalten. In den sogenannten „guten Kohlen“ ist diese Tonsubstanz nach dem mikroskopischen Befund immerhin bis zu 2 % vertreten. Doch bringen stärkere Beteiligungen die Übergänge zu den Anthrazitschiefern, -phylliten und anthra-

zithältigen Glimmer-Quarz-Sandsteinen und -Schiefern. In diesen Gesteinen ergänzt grobtafeliger Muskovit den Glimmergehalt bemerkenswert. Nach dem Gefügebau bilden die Sericitblättchen entweder ausgerichtet in die s-Flächen homogene Parallelgefüge oder, was noch häufiger vorkommt, rhythmische und nicht-rhythmische Feinlagen, sogar bis in den μm -Kleinbereich.

Die Glimmer erhöhen sowohl durch die Regelungsmöglichkeit nach der Gestalt, als auch nach dem Kornfeinbau in die Haupt-s-Flächen des Gefüges sowie in ein- und mehrscharige Scherflächen die mechanische Inhomogenität im Anthrazit beträchtlich. Sie bewirken somit im ohnehin schon sehr teilbeweglichen Anthrazitgefüge die Gleitungsbereitschaft, was das Zustandekommen nicht nur typischer Schiefer, sondern auch von Phylloniten und Anthrazittektoniten erklärt (Abb. 13).

Karbonate

Die in dieser Kohle enthaltenen Karbonatminerale sind durchwegs authigene Internkristallisate in Haarrissen, in Form von kleinen Konkretionen und Einzelrhomboederchen, mit einer maximalen Beteiligung von etwa 3 %. In mineralreicheren Anthraziten mit höheren Karbonatgehalten fällt auch schichtige Anordnung auf.

Da die Körner nur mikrokristalline Ausmaße haben, wurde die Identifizierung auf die R_{Ω} -Werte der Kristallite bezogen. Die auf diese Weise recht genaue Bestimmung zeigt Mischkristalle mit verschiedenen Fegehalten, wobei aber Aggregate aus gleichen Körnern zusammengesetzt sind. Die Vertretung reicht von Ankerit über Mesitinspat bis zu Pistomesit.

Quarz

Detritischer Quarz ist natürlich in Quarzareniten und kohligen Schiefern Hauptbestandteil. In den guten Anthrazitflözen tritt authigener Quarz weitgehend zurück. In diesen Fällen handelt es sich analog den Karbonaten um Zementation von Mikrofugen und sehr kleinen Hohlräumen, z.B. in Zellumina von inkohlten Holzrelikten.

Erzminerale

Die Frage nach Sulfiden in Kohlen ist immer wichtig. Pyrit ist naturgemäß der Hauptvertreter. Die unter-

suchten Anthrazite weisen mit 0–5,2 % sehr unterschiedliche Beteiligung auf, wobei es sich durchwegs um authigene Bildungen handelt, die in Form sehr feiner Kristallisate (0,0005–0,005 mm) bis zu 0,015 mm kleinen Kriställchen vorliegen. Bei schwacher Beteiligung sind die Kriställchen separiert gelagert, aber im Falle einer Anreicherung fällt schichtige Lagerung auf (Abb. 14). Gelegentlich sind Globulite von nur etwa 0,01 mm Größe zu finden, die wohl Framboidherkunft verraten. Pyrit bildet zusammen mit Quarz auch selektiv-belteropore Lumenfüllungen von Zellhohlräumen.

Markasit spielt im Mikrofugennetz eine ganz untergeordnete Rolle. Auch Kupferkies ist nur äußerst selten zu finden. Allenfalls sind die Sulfidminerale prädeformativ: das bezeugen so manche Fugenkristallisate, die deutliche Zerschering im Mikrobereich aufweisen.

3.1.4.4.4. Maceralgruppenanalyse

An einigen typischen Nöblacher Anthrazitstücken wurden Maceralgruppenanalysen durchgeführt. Es wurden nur zusammenhängende Areale und nicht Kornpräparate untersucht (Tab. 2). Durch Nutzung der Anisotropieeffekte bei gekreuzten Polarisatoren wurde versucht, zusätzlich auch Liptinite (Exinite) in die Analyse miteinzubeziehen (Tab. 3), was bei Kohlen dieses hohen Ranges nicht allgemein üblich ist. Den Analysen liegen jeweils 1000 Zählpunkte zugrunde.

Die Daten geben zu erkennen, daß alle analysierten Proben mit ca. 88–97 % Anteil aus sehr viel Vitrinit bestehen. Damit ist der äußere Eindruck der Kohlestücke von Vitrain-Typen bestätigt. Der Inertinitgehalt hingegen, mit nur 0,4–8,5 % Anteil ist bemerkenswert niedrig. Die nicht mit völliger Sicherheit identifizierten Liptinite (Tab. 3) sind mit rund 3–10 % vertreten. In diesem Fall gehen die Anteile auf Kosten des Vitrinites.

3.1.4.4.5. Mikrolithotypenanalyse

Die mikroskopische Analyse nach Streifenarten bringt die Maceralvergesellschaftungen in Streifenbreiten von mindestens 50 μm zur Geltung. Ein Vergleich der Maceralanalyse mit der Mikrolithotypenanalyse läßt auch Rückschlüsse auf die Verteilung der Macerale

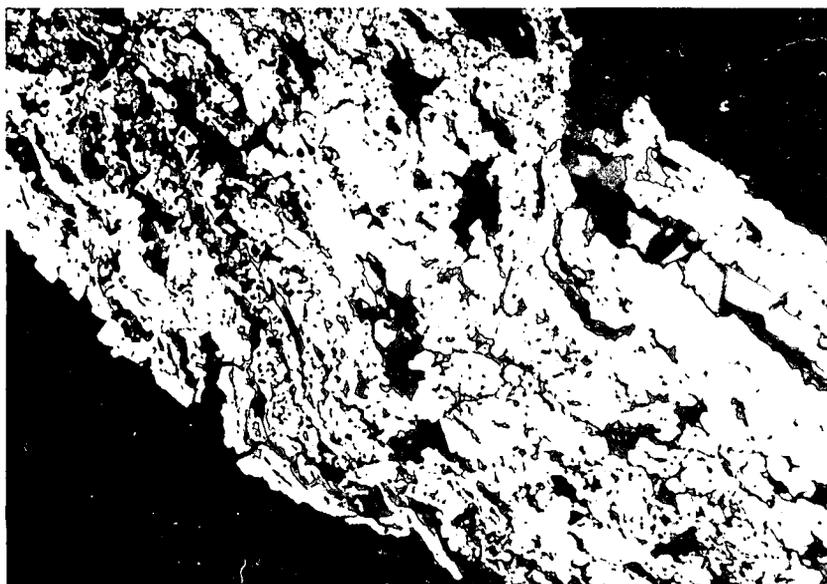


Abb. 14.
Schieferungs-(= schicht-)paralleler, relikter kolloformer Pyrit in Anthrazit-Sericit-Schiefer.
Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,15×0,10 mm.

Tabelle 2.

Mikroskopische Analysen nach Maceralgruppen und Mikrolithotypen.
Angaben in Vol.-%.

V = Vitrit; I = Inertinit; Py = Pyrit; T = „Ton“, Serizit, Cb = Karbonate; Vi = Vitrit, In = Inertit, Vt = Vitrinertit; Cpy = Carbopyrit, Cag = Cabargillit, Cca = Carbocarbonat.

Nr.	Lithotyp	Maceralgruppe			Minerale			Macerit			Carbominerit			Minerit		
		V	I		Py	T	Cb	Vi	In	Vt	Cpy	Cag	Cca	Py	T	Cb
1	Vitrain	94,3	2,6	—	2,6	0,5	83,6	0,2	12,6	—	3,2	0,4	—	—	—	
3	Vitrain	92,6	6,4	—	0,9	0,1	87,4	0,6	11,6	—	0,4	—	—	—	—	
13	Vitrain	88,3	8,5	—	2,8	0,4	72,6	0,8	23,0	—	3,3	0,3	—	—	—	
21	Vitrain	97,1	0,9	—	2,0	—	91,4	—	6,4	—	2,2	—	—	—	—	
22	Vitrain	92,5	5,2	0,3	1,3	0,7	78,6	1,4	16,0	2,8	0,7	0,5	—	—	—	
23	Vitrain	95,2	3,9	0,1	0,4	0,5	88,1	0,8	9,8	0,4	0,4	0,5	—	—	—	
24	Vitrain	92,0	4,0	—	3,2	0,8	90,4	—	5,6	—	3,4	0,6	—	—	—	
25	Vitrain	94,4	0,4	5,2	—	—	85,4	—	0,2	13,8	—	—	0,6	—	—	
11/71	Vitrain	92,6	1,7	—	2,6	3,1	89,2	0,6	6,4	—	0,9	2,9	—	—	—	

und Minerale als homogene oder inhomogene Parallelgefüge zu.

Die Mitverwertung der Exinite (Tab. 3) bleibt dabei aus schon dargelegten Gründen von Unsicherheit behaftet, was im Hinblick auf die Mikrolithotypen Clarit und Trimacerit zu beachten wäre. Aber vorherrschend bleibt, dem hohen Vitritgehalt entsprechend, wie zu erwarten der Vitrit-Typ. Die Inertinite wirken sich in der Gemeinschaft des Vitrinertits und Trimacerits und selbstverständlich in der monomaceralischen Inertit-Streifenart aus. Zur Analyse der Mikrolithotypen wurden je 500 Meßstellen am Stückschliff berücksichtigt.

3.1.4.5. Deutung des Inkohlungsbildes

Auf Grund der mikrophotometrisch ermittelten R-Daten von Vitrit in mehreren typischen Kohlestücken von Nöblacher Flözen handelt es sich mit meistens $R_{max}O_1 = 2,41-2,54\%$ um Material, welchem nach den Normtabellen etwa 92,2–92,7 % C und 9–8 % flüchtige Bestandteile entsprechen sollten. Als Bestätigung können ehemals von VOGT (1947) chemisch analytisch ermittelte Werte zwischen 89,97 und 94,11 % C herangezogen werden.

Die Maceralvergesellschaftung derartiger Kohle zeigt sehr hohe Vitrit- (88–97 %) bzw. Vitritbeteiligung

(72–91%). Da versucht wurde, für die Maceralgruppenanalyse und Mikrolithotypenanalyse an Flächenschliffen unter Nutzung von Anisotropieeffekten auch Liptinite sichtbar zu machen und in die Statistik miteinzubeziehen, kann festgehalten werden, daß ein ehemaliger Anteil mit 4–10% etwa dem von höher inkohlten Steinkohlen entspricht, aber ein Inertinitgehalt von nur 0,4–8,5 % als bemerkenswert nieder zu beurteilen ist. Das bedingt in der Statistik der Mikrolithotypen das Aufscheinen von Clarit (4,2–21,8 %), wenig Vitrinertit (0,2–18,8 %) und sehr wenig Trimacerit (0,4–4,2 %). Die Berücksichtigung von Exiniten in Anthrazitanalysen ist allerdings außergewöhnlich, weil für die technische Beurteilung der Kohlen mangels an Unterscheidungsmerkmalen im parallel-polarisierten Licht eine Exinit/Vitrit-Trennung nicht üblich ist.

Das Vorherrschen von vitritischem Anthrazit erklärt somit auch die auffallenden äußeren Kennzeichen der Kohle mit sehr hohem schwarzen Glanz. Diese Eigenschaft wird noch gefördert durch die enorme tektonische Durchbewegung, was zu intensiver Verschieferung bis Mylonitisierung mit Neigung zu starkem Zerfall bis in den Zentimeterbereich führt.

Nicht minder aussage-reich im Hinblick auf das Gefüge und die Auswirkung der mechanischen Beanspruchung sind die unreinen, aus viel Carbominerit beste-

Tabelle 3.

Mikroskopische Analysen nach Maceralgruppen und Mikrolithotypen.
Angaben in Vol.-%.

Abkürzungen wie in Tab. 2, dazu: E = Liptinit (Exinit); Cl = Clarit; Du = Durit; Tr = Trimacerit.

Die außergewöhnliche Miteinbeziehung der Liptinite erfolgte durch Identifizierung aufgrund von Anisotropieeffekten.

Nr.	Lithotyp	Maceralgruppe			Minerale			Macerit					Carbominerit			Minerit			
		V	I	E	Py	T	Cb	Vi	In	Vt	Cl	Du	Tr	Cpy	Cag	Cca	Py	T	Cb
1	Vitrain	92,2	2,6	3,1	—	2,6	0,5	60,8	0,2	9,6	21,8	—	3,0	—	3,2	0,4	—	—	—
3	Vitrain	88,9	6,4	3,7	—	0,9	0,1	82,0	0,6	11,6	5,0	—	0,4	—	0,4	—	—	—	—
13	Vitrain	84,0	8,5	4,3	—	2,8	0,4	62,7	0,6	18,8	10,0	—	4,2	—	3,3	0,3	—	—	—
21	Vitrain	92,9	0,9	4,2	—	2,0	—	73,8	—	3,8	17,6	—	2,6	—	2,2	—	—	—	—
22	Vitrain	87,7	5,2	4,8	0,3	1,3	0,7	74,4	1,4	16,0	4,2	—	—	2,8	0,7	0,5	—	—	—
23	Vitrain	87,4	3,9	7,8	0,1	0,4	0,5	81,1	0,8	9,8	7,0	—	—	0,4	0,4	0,5	—	—	—
24	Vitrain	81,6	4,0	10,4	—	3,2	0,8	81,6	—	5,6	8,8	—	—	—	3,4	0,6	—	—	—
25	Vitrain	90,2	0,4	4,2	5,2	—	—	79,6	—	0,2	5,8	—	—	13,8	—	—	0,6	—	—
11/71	Vitrain	83,5	1,7	9,1	—	2,6	3,1	80,6	0,6	5,4	8,6	—	1,0	—	0,9	2,9	—	—	—

henden Anthrazite: nämlich wegen der unterschiedlichen Teilbeweglichkeit der von Maceral- und Mineralaggregaten gemeinsam zusammengesetzten kohligen Gesteine. Das mechanische Verhalten der Anthrazitfeinlagen, -linsen und -blättchen und die Sericitschuppen als heterometrische, gestaltlich und nach dem Kornfeinbau in alle Scherflächen des Gefüges einregelbare Komponenten bestimmt ganz wesentlich den Verformungstyp dieser Kohlegesteine, Biege- und Scherfalten sowie rupturale Beschädigungen mit Bildung von Inhomogenitätsbreccien.

Die Gefügebefunde zeigen an, daß die stetigen und rupturrellen Deformationen bereits fertig inkohlte Substanz betroffen haben. Nur in Teilbereichen von anthrazitführenden Phylloniten scheint die mechanische Beanspruchung des bereits anthrazitischen Phytodetritus noch eine weitere Reifung zu Meta-Anthrazit erzwungen zu haben, wie aus R-Werten zu schließen ist. Der Pyritgehalt erweist sich in den untersuchten Proben als sehr nieder. Auch sammelkristallisierte Sulfidaggregate sind z.T. prädeformativ in bezug auf jüngste tektonische Bewegungen.

Die mechanische Beanspruchung der Oberkarbon-Gesteine samt Kohle durch Faltungs- und Scherungstektonik kann nur durch die alpidischen Orogenesen verursacht worden sein, die schließlich auch den Dekkentransport des Paläozoikums nach N auf die mesozoischen Sedimente verursacht haben.

Die Kristallinität der Tonminerale ist zwar so weit gediehen, daß die staubförmigen Verunreinigungen im Flöz nur aus Sericit bestehen, aber es handelt sich wohl von vorneherein bereits um Sericidetritus. Nach KARL (1956) war der Karbonkomplex nur von einer geringen Metamorphose beeinflusst. Als Neubildungen werden Mikroklin, Pistazit-Klinozoisit, Sericit, Chlorit, und Rekristallisate von Quarz, Albit, Granat, Biotit und Muskovit angegeben.

Zur Frage nach der Herkunft des Mineraldetritus im Anthrazit wird man natürlich an das Liefergebiet des allothigenen Materials der Konglomerate, Sandsteine und Schiefer denken müssen. Nach den von KARL (1956) festgestellten Gesteins- und Mineralkomponenten in den klastischen Nöblacher Karbongesteinen kann unseres Erachtens als Einzugsgebiet der Bereich des herzynischen Brixner Granodiorit-Plutons und der altpaläozoischen Brixner Quarzphyllitzone mit ihren Gneis- und Phyllitserien in Betracht kommen. Wie auch TOLLMANN (1977) feststellt, wird es sich hauptsächlich um Abtragungsprodukte aus dem damaligen, in der Oberkarbonzeit freiliegenden unmittelbaren Umgebungsrelief handeln. Im Gegensatz dazu steht allerdings die Diskussion von KRÄINER (1990). Nachdem in den eigentlichen Anthrazitflözen als nicht brennbare Mineralsubstanz vorwiegend Sericit vorliegt, wird es sich in diesem Fall um, durch Wasser- und Windtransport in das einstige Waldmoor gelangten Staub aus bevorzugt Phyllitgebieten handeln. Von den authigen kristallisierten Mineralen wie Fe-Karbonate, Quarz und Sulfiden interessieren am meisten Pyrit und Markasit im Hinblick auf den Schwefelgehalt der Kohle. Die Beteiligung von Pyrit ist mit 0–5,2 % im Anthrazit recht unterschiedlich, doch scheinen auf Grund der vorliegenden Proben eher niedere Gehalte häufiger zu sein. Vereinzelt Globulite bestätigen den eigentlich logischen Verdacht, daß primär Framboidpyrit gebildet war.

Die Deutung der Maceralvergesellschaftung kann nicht auf ein vollständiges Flözbild Bezug nehmen, weil ja nur Einzelproben aus dem früheren Bergbau vorliegen. Aber der immer weit überwiegende Vitrit läßt auf sehr starke Beteiligung von Holzsubstanz mit vollkommener Vergelung schließen. In Betracht zu ziehen sind Stämme, Rinden, Wurzeln, von den in der Abfolge nachgewiesenen Bärlapp-Pflanzen wie Lepidodendren (10–20 m hohe Schuppenbäume) und Sigillarien, den entsprechenden Wurzelstöcken (Stigmarien), weiters von Cordaiten (bis 10 m hohe bandblättrige Nacktsamer); ein Waldmoorsumpf also als Lieferant von Lignin-, Zellulose- und Tannin-substanz der Pflanzen. Möglicherweise gab es auch Übergänge zu wasserreicheren Zonen mit einem Calamitenschilf mit Schachtelhalmen und Farnen. Letztgenannte sind ja zahlreich gefunden worden.

Da sich die Oberkarbonsedimente mit einer heute noch erhaltenen Mächtigkeit von etwa 150–300 m in Form von grob- bis feinklastischen Ablagerungen zu erkennen geben, in denen offensichtlich Zoofossilien fehlen, sollte das ursprüngliche Bildungsmilieu als limnisches Flachmoor in einer Landdepression, vielleicht in einem intramontanen Becken vermutet werden. Marine Unterwasserablagerungen wurden in der Abfolge nicht gefunden.

Unter der Annahme, daß Steinkohlenflöze auf ein Viertel der ursprünglichen Torflager komprimiert worden sind, würde für das Friedrichflöz mit rund 2,50 m Mächtigkeit eine ursprünglich 10 m dicke Torfschicht in Frage kommen. Als Ursache von Detrituseinstreuungen, Anlagerung von Zwischenmittel bzw. regelrechten Vertaubungen im Streichen der Flöze sind Schwankungen des Grundwasserspiegels durch Bodenbewegungen oder Überschwemmungen und verstärkte Erosion im umgebenden Gebiet zu vermuten.

Zur vorliegenden Steinkohle mit Anthrazitrang und dem entsprechenden optischen Verhalten des Maceralbestandes drängt sich die Frage nach der Inkohlungs-temperatur auf. Sie ist nach heutigen Kenntnissen wesentlich für die Zunahme der Kohlereifung mit der Tiefe (stratigraphische und vertikale Teufe) maßgeblich.

Nach der Hilt'schen Regel bewirkt die Zunahme der überlagernden Gesteine eine Abnahme der flüchtigen Bestandteile. Der diesbezügliche Zusammenhang wurde von PATTEISKY (1953) am Beispiel von Ruhrkohleflözen mit der Erstellung einer Tiefen-Inkohlungskurve gezeigt.

Der Nöblacher Anthrazit sollte nach den Erkenntnissen von DIESEL & OFFLER (1975) und OFFLER & DIESEL (1976) über die Aussagekraft von inkohlten Phytoklasten im Rahmen der Metamorphose in einer Prehnit-Pumpellyit-Fazies entstanden sein. In der Übersicht von KISCH (1974) über Beziehungen zwischen Inkohlung und Metamorphosestufe fällt unser Anthrazit zweifellos in die Anchimetamorphe Zone („frühe Metagenese“), bzw. in die Prehnit-Pumpellyit-Metagrauwacken-Fazies (TURNER, 1968), bzw. Laumontit-Prehnit-Quarz-Fazies (WINKLER, 1967) und Very-low-stage (WINKLER 1979).

Vergleichsweise kann man noch nach einer empirischen Formel

$$T = \frac{\ln R_m + 1,2}{0,0078}$$

von BARKER & PAWLEWICZ (1986) auf Grund der Vitrit-Reflexion die maximale Inkohlungstemperatur errech-

nen, allerdings unter Vernachlässigung des Zeitfaktors. Hieraus ergäbe sich mit rund 270°C allerdings ein wahrscheinlich zu hoher Wert. Hingegen käme man nach dem Diagramm von TEICHMÜLLER (1979) auf etwa 190° C und nach BOSTICK et al. (1979) (in TEICHMÜLLER, 1987) auf rund 170–180°C.

3.1.4.6. Geochemische Daten

Zur Zeit der Bergbauaktivitäten wurde eine chemische Beurteilung der Nöblacher Kohle veranlaßt. VOGT gab 1947 nach Analysen am Chemischen Institut der Universität Innsbruck nach sehr genauer Probennahme aus dem damals unter Tage aufgeschlossenen Flöz eine Reihe von Daten bekannt: Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, Heizwert, Aschengehalt, Hygroskopische Feuchtigkeit, Schwelwasser und Schwelgase, Grafitisierungsgrad, Oxidationsgeschwindigkeit und Spezifischer Widerstand.

Von unmittelbarem Interesse ist der C-Gehalt und der Heizwert. Die C-Bestimmung an vier Proben der Kornfraktion <0,1 mm brachte Werte zwischen 90,01 und 93,78 %. Verglichen mit der Vitrinit-Reflexion unserer optischen Untersuchungen $R_{\max} = 2,3\text{--}2,54\%$ lassen sich die Werte gut parallelisieren, denn dies entspräche nach den international gebräuchlichen Tabellen 92,2–92,7 C und 9–8 % Flüchtige Bestandteile. Mit diesen Ergebnissen ist die Nöblacher Kohle in den Anthrazitgrenzbereich zu Magerkohle zu stellen. Die einstige Auffassung von VOGT (1947) einer Mittelstellung der Nöblach-Kohle zwischen Graphit und normalem Anthrazit ist nach heutiger Auffassung nicht haltbar.

Schon vor den Untersuchungen von VOGT lagen Heizwertbestimmungen mit großen Schwankungen (3200–7200 kcal/kg) vor und erschienen deshalb zweifelhaft. VOGT ermittelte an 10 Rohkohlen Verbrennungswärmen experimentell auf kalorischem Wege und erzielte Mittelwerte zwischen 5162 cal/g (bei 34,6 % Aschengehalt) und 8154 cal/g (bei 1,64 % Aschengehalt).

Mit Spurenelement-Bestimmungen und Interpretation der Gehalte im Hinblick auf die Fazies des Bildungsmilieus, paralisch oder limnisch, Salinität, Herkunft der Elemente, Gehalte in Kohlen verschiedenen Ranges, Verhalten der Elementparagenesen bei der Kohlenmetamorphose u.ä. befaßte sich SCHROLL schon in den späten fünfziger Jahren (BRANDENSTEIN, JANDA & SCHROLL, 1960; JANDA & SCHROLL 1960).

Nunmehr ergibt sich im Rahmen eines Proben-, Erfahrungs- und Datenaustausches mit Forschern der BVFA-Arsenal Wien, Geotechnisches Institut (Hofrat Univ.-Prof. Dr. E. SCHROLL, Frau Dr. K. AUGUSTIN-GYURITS) die Möglichkeit, aus deren Projekt „Geochemische Charakterisierung von heimischen und importierten Kohlen und ihre Verbrennungsprodukte“ einige Daten zu beziehen, soweit sie für unsere Themenstellung interessant erscheinen.

Von der Halde Nord beim Friedrichstollen haben wir 8,5 kg Kohlenmaterial für die Analyse zur Verfügung gestellt. Dieses Haldenmaterial ist allerdings trotz Auswahl guter Stücke nicht identisch mit dem seinerzeit aus den hochwertigen Flözabschnitten geförderten Anthrazit. Bei den ausgewählten Stücken handelt es sich doch um mineralisch verunreinigten Anthrazit, was im geringen Glühverlust bei 550°C zur Geltung kommt.

Somit korrespondieren auch die Hauptelementgehalte wie Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, P und Mn weitge-

hend mit dem allothigenen Mineraldetritus, der sich nach der optischen Untersuchung hauptsächlich aus Glimmer und Quarz zusammensetzt. Bei dem in Kohlen wichtigen, immer interessierenden Element S handelt es sich bei den Analysenangaben nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989) immer um den Gesamtschwefel. Aber der Nöblach-Anthrazit ist sehr arm an Schwefel, was am nur spärlichen authigenen Pyritgehalt und an nur Spuren anderer Sulfidminerale im mikroskopischen Auflichtbild bestätigt wird.

Allgemein gesehen bezeichnen AUGUSTIN & SCHROLL den Nöblacher Anthrazit auf Grund dieser Analyseergebnisse als an Spurenelementen extrem verarmt. Diese Feststellung, sowie ein Ergebnis über den Borgehalt mit nur 3 ppm (JANDA & SCHROLL, 1960) bestätigen nach den genannten Autoren die bisherige Auffassung, daß es sich bei der Lagerstätte Nöblachjoch um eine limnische Kohlenbildung handle.

Tabelle 4.
Haupt- und Spurenelemente im Anthrazit von Nöblach.
Nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989).

Hauptelemente [%]		Spurenelemente [ppm]					
SiO ₂	47,1	Ag	·	Eu	·	Sn	·
Al ₂ O ₃	13,8	As	12	Ge	3	Sr	104
Fe ₂ O ₃	4,3	Ba	651	Hf	·	Ta	·
MgO	1,8	Be	6,0	I	·	Tb	·
CaO	0,2	Bi	·	La	27	Th	23,0
Na ₂ O	0,68	Br	·	Li	·	Tl	1,0
K ₂ O	4,4	Cd	0,3	Mo	·	U	8
TiO ₂	3,0	Ce	52	Nb	17	V	132
P ₂ O ₅	0,25	Cl	·	Ni	49	Y	12
MnO	0,03	Co	9	Pb	32	Yb	·
S _{tot.}	0,09	Cr	100	Rb	244	Zn	61
GV*)	21,88	Cs	·	Sb	1,0	Zr	153
		Cu	38	Sc	10,0		
		Dy	·	Se	·		

*) Glühverlust bei 550°C.

Bei den Spurenelementen wird im allgemeinen doch auch eine zusätzliche Bezugnahme auf die inkohlte Pflanzensubstanz möglich sein. Da fällt einmal ein hoher Rb-Gehalt mit 244 ppm auf, wenn man den USA-Kohlendurchschnitt mit 2,9 und den Weltdurchschnitt mit 100 ppm (AUGUSTIN & SCHROLL, bzw. Literaturzusammenstellung von VALKOVIĆ, 1983) zum Vergleich heranzieht. Mit 6 ppm liegt auch ein überhöhter Be-Gehalt vor. Dasselbe gilt für Th mit 23 ppm (US-Durchschnitt 1,9), für U mit 8 ppm (US-Durchschnitt 1,6) und besonders für Nb mit 17 ppm (US-Durchschnitt 4,5) sowie für Zr mit 153 ppm (US-Durchschnitt 30 ppm). Bei solchen relativ hohen Werten im Nöblach-Anthrazit kann als Ursache allgemein an Glimmer-Verunreinigung bzw. an Schwermineralgehalte gedacht werden. Schließlich sind noch Cr 100 ppm (US-Durchschnitt 15, Welt-Kohlendurchschnitt 10), Cu 38 (19, 15), La 27 ppm (6,1, 10), Ni 49, (15, 15), Pb 32 ppm (16, 25), Sc 10 ppm (3, 5), und V 132 ppm (20, 25) (nach AUGUSTIN & SCHROLL, 1989) als etwas überhöhte Gehalte im Anthrazit zu erwähnen.

Die Analyseergebnisse lassen sich gut mit den mineralogischen Befunden korrelieren, wonach auf ein

granitisch-gneisiges Liefergebiet geschlossen werden kann (vgl. 3.1.3. und 3.1.4.5.).

3.1.5. Genese der Anthrazitlagerstätte

Auf Grund der in den kohligten Ablagerungen im Bereich Nöblachjoch – Eggerjoch gefundenen, zuletzt von JONGMANS (1938) bestimmten, und dem „Westfal D“ zugeordneten Flora nahm die Lagerstättenbildung im Oberkarbon ihren Anfang. Damit ist die heute vorliegende anthrazitische Steinkohle in dem erdgeschichtlich als erster Schwerpunkt der Kohlebildung bekannten Zeitalter entstanden, in welchem im Ostalpenraum sonst nur noch vereinzelte, ganz bescheidene Beispiele zu nennen sind.

Den Pflanzenfunden und den Begleitgesteinen entsprechend ist mit einem Waldmoorsumpf zu rechnen, der sich in einem Festlandrelief durch Grundwasserstau auf einem tonigen Untergrund bilden konnte. Mehrere Flöze mit Zehnermeter-Abständen liegen in der unmittelbaren Abfolge mit feinkörnigen Glimmer-Quarz-Sandsteinen, -Schiefern und -Phylliten. Bei maximaler Flözmächtigkeit um 2,50 m dürfte an ein ursprünglich um 10 m dickes Torflager mit beträchtlicher flächiger Verbreitung gedacht werden. Immerhin beträgt die heute durch Kohlenausbisse markierte Fläche im Grundriß ca. 10 km². Die Florengemeinschaft bestand aus bärlappartigen Pflanzen wie Schuppenbäume (Lepidodendren) und Siegelbäume (Sigillarien), von denen auch Wurzelteile (Stigmarien) gefunden wurden, weiters weisen die Funde auf Cordaiten (bandblättrige Nacktsamenpflanzen), Schachtelhalmgewächse (Calamiten) und Farnpflanzen. Demnach hat eine Baum- und Schilfregion wahrscheinlich mit räumlicher Verflechtung bestanden. Als Hauptanteil des später inkohlten Materials sind Stämme, Rinden und Wurzeln zu vermuten, die zweifellos im Bereich des Sumpfes gewachsen waren; also autochthoner bis hypautochthoner Phytodetritus. Diese Holzanteile waren die Ausgangsstoffe der in so großer Menge vorhandenen Vitrinite bzw. des Lithotyps Vitrain.

In dieser Grundmasse sind Inertinitmacerale, darunter wohl auch Fusinite als Zeugen ursprünglicher Waldbrände, eher spärlich vertreten.

Mit Nützung der Anisotropieeffekte lassen sich sogar noch Macerale der Exinitgruppe identifizieren. Gestaltliche Merkmale sprechen für Cutinit, Sporinit und Resinit.

Auch der in den Anthrazitschiefern und -phylliten enthaltene Phytodetritus besteht fast nur aus Vitrinit, selten ist Inertodetrinit in Form von Fusinitfragmenten sichergestellt.

Das alles ist für die Kohle nicht außergewöhnlich, aber zusammenfassend ist im Maceral- und Mineralbestand reiner Flözanteile allenfalls der hohe Vitritanteil und nur wenig Pyrit als Schwefelträger zur Kennzeichnung hervorzuheben.

Alle Gefügekennezeichen sprechen für Deformationen nach der Inkohlung. Es ist damit zu rechnen, daß nach Zuschüttung des, in einer spätrogenen herzynischen Phase durch Versumpfung eines Reliefs entstandenen Waldmoors und weiterer Sedimentbedeckung das anfänglich nur durch biochemische Inkohlung veränderte Torfmaterial nach Durchlaufen des Weichbraunkohlens Stadiums und durch weitere Tiefverlegung von geochemischer Inkohlung erfaßt wurde. Da nicht mit einer

thermischen Beeinflussung, etwa durch den, in das Unterkarbon datierten Brixner Granodiorit-Pluton gerechnet werden kann, ist zunächst mit einer normalen geothermischen Tiefenstufe und einem normalen Inkohlungsgradienten zu rechnen. Das heißt, daß bis zum Einsetzen der alpidischen Orogenese in der Unteren Kreidezeit nur eine Versenkungsmetamorphose auf die Kohle eingewirkt haben kann. In dieser sehr langen Zeitspanne der Erdgeschichte wird vor allem die Temperatur von wesentlichem Einfluß auf die Reifung des Kohlenlagers gewesen sein. In der Ausbildung einiger Flöze spiegelt sich ein gewisser Großraumrhythmus der Absenkung des Untergrundes und die Wiederkehr gleicher, für die Torfmoorbildung günstiger Bedingungen wieder.

Die seit dem Oberkarbon als Typ „eingelagerte Flöze“ in einem Sedimentstapel zunächst verweilenden, und später orogen verfrachteten Kohlenlager waren auf Grund ihrer stratigraphischen und tektonischen Position im Zuge der alt- und jungalpidischen Orogenese und Metamorphose allerdings nicht jener Umwandlung unterworfen, welche die heute im Umkreis der Steinacher Decke liegenden und von ihr überfahrenen Gesteine des mittelostalpinen Brennermesozoikums kennzeichnet. Unter der vielfach vertretenen Ansicht (SCHMIDEGG, 1956; TOLLMANN, 1977; OBERHAUSER, 1980; PIRKL, 1980), daß die Steinacher Decke beim tangentialen N- oder NW-Transport von ihrer einstigen Sedimentauflage entblößt wurde – die weiter nördlich existierende Blaserdecke (SCHMIDEGG, 1956), bestehend aus Altkristallin- und Karbonresten samt dem heute noch fast 2.000 m mächtigen Trias-Jura-Kreide-Stapel in der Fazies des kalkalpinen Mesozoikums zeigt noch die Zusammenhänge – ist mit einer einstigen Überlagerung der Kohlenflöze im ursächlichen Ablagerungsraum von 4.000–5.000 m zu rechnen. Dies kann durchaus zu einer Kohlereifung bis nahe an das Anthrazitstadium geführt haben. Schließlich war auch eine Zeitspanne von etwa 150–170 Mio Jahren für die Karbonifikation zur Verfügung.

Somit ist eine Diskussion über Auswirkungen der im mittelostalpinen Brennermesozoikum wirksam gewesenen Metamorphose im Hinblick auf die Steinacher Decke überflüssig und sind diesbezügliche Vergleiche mit dem Äquivalent Nördliche Grauwackenzone statthalt (PREY, 1980). Anhaltspunkte über die Metamorphoseauswirkungen in den Oberkarbongesteinen gibt KARL (1956). Demnach sind in den Konglomeraten, Areniten, Schiefern und Phylliten der Karbonserie im oberostalpinen Deckenrest der Steinacher Decke nur Einflüsse einer sehr nieder temperierten Metamorphosestufe nachzuweisen.

Mit dem Einsetzen der alpidischen Gebirgsbildung und dem Beginn des altalpidischen Deckentransportes in der jüngeren Unterkreidezeit (OBERHAUSER, 1980) aber begann für den altpaläozoischen Kristallinuntergrund und die Oberkarbonsedimente, deren genaue Herkunftsregion im Süden oder Südosten von geologischer Seite nicht bekannt ist (KRÄINER, 1990), auch ein Wärmetransfer von der Überschiebungsbahn in die benachbarten Gesteine. Nach dem Inkohlungsstadium der als Metamorphoseindikatoren sehr empfindlichen Pflanzensubstanzen kann nur auf eine sehr schwache Metamorphosestufe, etwa auf die Laumonit-Prehnit-Quarz-Fazies geschlossen werden. Auf Grund der R_{\max} -Werte um 2,5 % könnte nach den Diagrammen von

TEICHMÜLLER (1979) bzw. von BOSTICK et al. (1979) (in TEICHMÜLLER, 1987) mit 190°–170°C Inkohlungstemperatur und daraus, nach Abzug von 20° Oberflächentemperatur, bei normalem geothermischem Gradienten einer Überlagerungshöhe zwischen 5.700 und 5.000 m gerechnet werden.

Auf die nun spätestens zu dieser Zeit zum Anthrazit gereiften Flöze hat eine intensive mechanische Durchbewegung mitunter bis in das Kleingefüge eingewirkt: Die Gefügemerkmale sprechen für prädeformative Inkohlung. Die Begleitgesteine reagierten entsprechend ihrer Bereitschaft zur Teilbeweglichkeit verschieden. Das kommt ja auch in den begleitenden Anthrazitphylliten mit geradezu diskreten Einzelheiten im mikroskopischen Verteilungsbereich zur Auswirkung. Daß diese Durchbewegung von wenigen Sammelkristallisationen, z.B. von Pyrit, Quarz, überdauert wurde und lokal an gefaltetem Phytodetritus im Anthrazitphyllit eine Steigerung der C-Gitterordnung zu subgraphitischem Rang geführt hat, vervollständigt zwar die genetische Erkenntnis, hat aber auf die grundsätzliche Entwicklung der Flöze zu ihrem heutigen Zustand und zur topologischen Gestaltung der Lagerstättenkörper keinen Einfluß. Im Zuge des wohl mehraktigen tangentialen Transportes der Steinacher Decke ist es wahrscheinlich nicht nur zur Entblößung durch Abscherung permischer und mesozoischer Schichtfolgen gekommen, sondern auch zu den von A. FUCHS (1939) und SCHMIDEGG (1949a, 1956) beschriebenen Aufspaltung in Teilschollen. Schließlich darf auch an einen tektonisch und zusätzlich erosiv verursachten Verlust von Karbongesteinen samt Flözen gedacht werden.

3.1.6. Wirtschaftliche Beurteilung der Lagerstätte

Den bergbaulichen Unternehmungen in der Lagerstätte Nöblachjoch waren wohl nur wenige erfreuliche Tage beschieden, obwohl seit der Entdeckung der Vorkommen um die Mitte des 19. Jahrhunderts mehrmals ernsthafte Unternehmungen angesetzt waren. FRITZ (1971, S. 27) berichtet von einem Abbau von Kohle in „... Waldrast bei Steinach am Brenner ...“, wo „... Serviten in nächster Nähe ihres Klosters 1757 einen Kohlenausbiß ...“ entdeckt haben sollen. Es muß sich wohl um Maria Waldrast westlich von Matriei handeln, wo SCHMIDEGG (1956) Schubfetzen karboner Herkunft an der Basis der Blaser Decke beschrieben hat. Der über Tage an den Ausbissen zerfallene Anthrazit im Gebiet Eggerjoch – Nöblachjoch wurde laut A. PICHLER (1859, S. 219) als „Nöblacher Erde“, u.zw. als Farbe in Tabaktrafiken genutzt.

Die bergbaulichen Absichten auf Kohle förderte besonders WURZINGER in der Zeit 1934–1937. Er kartierte und skizzierte Serien von Flözausbissen im höheren Bereich des Nöblachjoches und konstruierte auf Grund der Flözverteilung auf der Trinser-Seite im Norden und auf der Grieser Seite im Süden eine geologische Großmulde. Es bestand daher damals die hoffnungsvolle Vermutung, daß sich die zahlreich durch Schürfe aufgeschlossenen Flöze mit bis über 2 m Mächtigkeit z.T. über 2 km weit im Streichen und Fallen ausrichten lassen.

Aber die Intensivierung des Schurfbergbaues in der Zeit 1939–1941 (vgl. Bergbaugeschichte, Abschn. 3.1.1.) mit der Ausfahrung mehrerer Stollen am SE-Ab-

hang des Nöblachjoches in Höhen zwischen 1580 und 1800 m ü.d.M. brachten bereits beträchtliche Schwierigkeiten und die Schließung des Betriebes 1941. Die Not an Brennstoffen nach dem 2. Weltkrieg brachte 1945 eine abermalige Eröffnung eines Schurfbergbaues mit der Förderung geringer Kohlenmengen. Speziell in dieser Zeit legte SCHMIDEGG auf Grund einer detaillierten Kartierung über Tage und Mitverwertung der Grubenaufschlüsse seine Erkenntnisse in Skizzen und Berichten in den Jahren 1949 und 1950 dar (Abb. 3,4,6). Diese waren im Hinblick auf einen anhaltenden Verlauf der Flöze, die Anzahl der Flöze, und überhaupt auf die Mächtigkeit der Karbonabfolge deprimierend. Demnach besteht die Konstruktion einer Großmulde im Sinne von WURZINGER zu Unrecht, und es handelt sich bei den vielen Flözausbissen anscheinend wenigstens teilweise um Wiederholungen ein und derselben Abfolge, geprägt durch Faltungen und Zerschörungen einer, nach SCHMIDEGG (1949a) nur 150–200 m mächtigen, Karbonserie, die dem altpaläozoischen Phyllituntergrund transgressiv aufliegt.

Besonders aufschlußreich war eine Kartierung im Friedrichstollen (Mundloch 1815 m ü.d.M.), wo das „Friedrichflöz“ nach SCHMIDEGG (Abb. 6) auf eine Länge von 200 m im Stollen infolge Faltung mit N–S-Achse sowie durch Verwürfe an N–S und NE–SW verlaufenden Scherklüften vier- bis fünfmal wiederkehrt. Hierbei waren auch Mächtigkeitsschwankungen bis zur Vertaubung und tektonisch verursachtes Auskeilen des Flözes festgestellt worden (Abb. 6). Und diese Situationschilderung ist kein Einzelfall. Man stelle sich die abbautechnischen Schwierigkeiten und den Kostenaufwand beim Abbau derart verformter Flöze vor. Abgesehen davon gibt es im Falle von Verwürfen so gut wie keine Anhaltspunkte für eine Wiederauffindung abgesehener Flözteile.

Eine Skizze von WURZINGER aus dem Jahre 1941 zeigt eine 1.340 m lange Stollenaufschließung, eine 267 m weite Flözausrichtung ein damals nur 11 m tief reichendes Gesenke. In diesem Niveau fanden die wichtigsten Aufschließungen und Abbau statt (Abb. 5).

Im Franzstollen (1716 m) wurde auf die bemerkenswerte Länge von 490 m nach SCHMIDEGG (1949) zwar eine sehr mächtige Abfolge von dunklen schieferigen Sandsteinen durchörtert, aber ein nur sehr geringmächtiges Anthrazitflöz. Nach Erreichen von Liegendgesteinen wie Eisendolomit und Quarzphyllit hat man den Vortrieb abgebrochen.

Der Ochsengartenstollen liegt in 1715 m Höhe, ist 118 m lang und erreichte ein unterschiedlich orientiertes Flöz an drei Orten.

Auch im Rudolfstollen, der in 1772 m Höhe auf eine Länge von 171 m ausgefahren war, erreichte man ein Flöz. Die Ausrichtung scheint erfolglos geblieben zu sein.

Im Schlierbachgraben, der von den Egger Mähdern nach Gries a. Br. hinunterzieht, scheint nach SCHMIDEGG-Skizzen (1949) in 1580 m Höhe der Eggerbachstollen existiert zu haben. SCHMIDEGG vermutet eine Zusammengehörigkeit des hier angefahrenen Flözes mit der im Friedrichstollen aufgeschlossenen Flözzone.

Nach diesen wenig gelungenen Aufschließungen haben sich schließlich auch die schon von HOCHSTÄTTER im Jahre 1941 in einem Gutachten geäußerten Bedenken bewahrheitet. Sie betrafen im wesentlichen die

fehlende Abbauwürdigkeit infolge der sehr unregelmäßigen Gestaltung der Flöze und der fehlenden Ausdehnung derselben.

In den österreichischen Montanhandbüchern findet man Betriebsberichte aus den Jahren 1934 und 1937. Demnach wurden bei den damaligen Aufschließungen 3 t bzw. 3000 t abgebaut. Der Schurfbergbau nach dem 2. Weltkrieg, der von 1941–1952 eine Belegschaft von 43–52 Arbeitern und 4 Angestellten aufwies, brachte folgende Anthrazit-Produktion zustande:

1947: 6.293 t
1948: 5.262 t
1949: 4.552 t
1950: 5.397 t

Der Betrieb wurde unter sehr schwierigen Abbaubedingungen geführt. So wurde die Kohlegewinnung zumindest an einigen Abbauorten mit geringmächtigen Flözen von den auf der Sohle liegenden Hauern durch selektives Schrämen mittels Abbauhammer in Gang gehalten.

Aus heutiger Sicht ist die Bonität und Qualität (FETTWEIS, 1976) der Lagerstätte Nöblachjoch folgendermaßen zusammenzufassen: Es handelt sich um hochin Kohlte Steinkohle im Range eines nieder inkohlten Anthrazits, mit ca. 90–93 % C und 9–8 % fl. Best.. Der Heizwert wurde mit 7000–8000 kcal/kg (= 29.300–33.500 kJ/kg), für reine Substanz mit 8307 kcal/kg (= 34.780 kJ/kg) ermittelt. Aber solcher Anthrazit ist schwer entflammbar und daher für den Hausbrand nicht geeignet.

Der sehr vitrinreiche Anthrazit ist tektonisch derart stark beansprucht, daß er meist zu Grus und Staub zerfällt. Beim Nachkriegsbetrieb war daher eine Brikettieranlage eingerichtet worden, in welcher 10×4×3 cm große Briketts gepreßt wurden.

Die Mächtigkeit der Flöze mit anscheinend doch oft 0,80–2,50 m wäre bei entsprechender flächiger Verbreitung zum Teil akzeptabel, aber sowohl primäre Mächtigkeitsschwankungen bis zur Vertaubung, als auch sekundäre Formveränderungen infolge Faltung und Zerschering machen einen maschinellen Abbau ganz unmöglich. Die zu oft variablen Flözlagen konnten nicht einmal in der Notzeit nach dem 2. Weltkrieg durch händisch-selektive Hereingewinnung der Kohle einen wirtschaftlich befriedigenden Betrieb gewährleisten.

So gesehen bringt auch eine eventuelle Klärung der Frage nach der Anzahl von Flözen keine Wendung in der negativen Beurteilung der Lagerstätte. Unter der teilweise gestützten Annahme, daß es sich bei der flözführenden Formation nur um Erosionsreste handelt, die mit höchstens 150 m stratigraphischer Mächtigkeit transgressiv dem altpaläozoischen Phyllit mit unterschiedlicher Dicke auflagern, und daß tektonisch verursachte Flözwiederholungen vorliegen, könnte man bei vorsichtiger Beurteilung mit 3 bis 5 Flözen in der primären Schichtabfolge rechnen. Um aber solche Fragen zu klären, würde man heute einige Bohrungen niederbringen und geophysikalische Untersuchungen ansetzen. Aber derartige Aufschließungen waren offenbar in der damaligen Bergbauperiode nicht möglich. Infolge der zahlreichen Unsicherheiten über die Lage, Dicke und Verbreitung von Kohlenkörpern scheint auch in keinem der früheren Gutachten eine Berechnung auch nur der möglichen Vorräte auf. Wir wollen uns daher hiezu auch nicht äußern. Aber die dargelegten Umstände reichen aus, um das Anthrazitvorkommen am Nöblachjoch als nicht bauwürdige Lagerstätte zu bewerten. Solange der Anthrazit als Rohstoff nicht für andere Zwecke Verwendung finden kann, wird das wirtschaftliche Desinteresse an diesem Vorkommen also anhalten.

4. Kohleschmitzen in Grödener Schichten der Permzeit

Im Zusammenhang mit der Besprechung der Grödner Schichten erwähnt KLEBELSBERG (1935, S. 312) die Beobachtung von Kohleschmitzen,

„ ... meist Lignit ... in der Naif (auf der 'Röten') bei Meran, am Kreuzjoch, auf den Höhen von Hafling-Mölten, im 'Mittelgebirge' von Völlen – Tisens – Prissian – Gaid – Perdonig, bei Altenburg südlich Kaltern, bei Ums ober Völs, in Tiers, zwischen Deutschnofen und Weißenstein, bei Mazzon und Tramin, bei Pausa an der Fleimsbahn ... ”

Erste Nachrichten über diese Vorkommen und Schurfversuche dürften auf die handschriftlichen Aufzeichnungen vom k.k. Verwalter TRINKER (1854) zurückgehen.

Vom Vorkommen Prissianer Graben, Gemeinde Tisens zwischen Meran und Bozen, überbrachte uns freundlicherweise Herr stud. rer. nat. Volkmar MAIR Kohlenproben. Bei diesen Stücken handelt es sich um makroskopisch schwarz glänzende, ungeschichtete, Pyrit-haltige Kohleschmitzen. Die mikroskopische Klassifizierung ergibt mit dem Reflexionsgrad $R_r = 0,44\text{--}0,48\%$ eine nieder inkohlte Glanzbraunkohle. Fleckenweise aber beträgt $R_r = 0,64\%$, was der Grenze zur Flammkohle entspricht. Allenfalls liegt Telocol-

linit vor, mit teils stärkerer, teils schwächerer Vergelung von Holzgeweben. Das Zellgerüst erscheint durch Kompaktion zusammengedrückt und nur durch selektive diagenetische Pyritisierung sind die Zellhohlräume gut erhalten (Abb. 15). Zwischen der Reflexion des inkohlten Zellgerüsts und der inkohlten Lumenfüllung bestehen geringe Unterschiede zwischen etwa 0,05 und 0,1 %. Zur Rangermittlung wurden die Gerüstteile mit der helleren Vitrinit-Reflexion ausgewertet. Unter dem Mikroskop erweist sich der Gehalt an Erzmineralen noch durch Zinkblende und etwas Bleiglanz erweitert. Es kann sich bei diesen Kohleschmitzen und dünnen Flözchen nur um ehemals zusammengeschwemmte Hölzer von Landpflanzen handeln.

Ausführliche Angaben über Kohle im Grödner Sandstein liegen von WOPFNER und Mitarbeitern (Geologisches Institut der Universität Köln) vor. Für die über die Veröffentlichungen hinausgehenden freundlichen Mitteilungen danken wir Herrn Prof. Dr. H. WOPFNER. Demnach sind die höchstens 20 cm mächtigen, im Streichen selten über 3–4 m anhaltenden Kohlelinsen in einem Gürtel des Grödner Sandsteins von der Gegend bei Mölten (SE oberhalb von Meran) bis in das Butter-

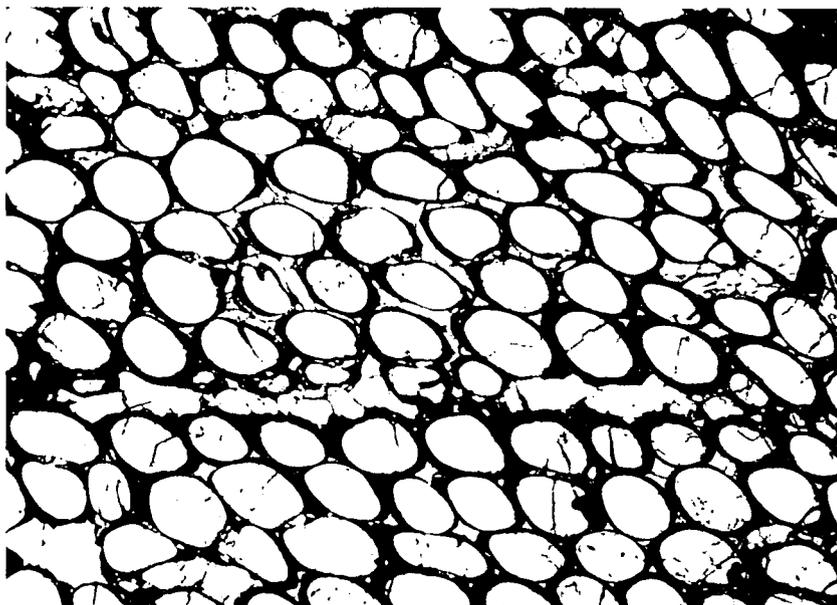


Abb. 15.
 Selektiv pyritisierte Holzstruktur in der Perm-Kohle
 vom Prissianer Graben bei Tisens (Südtirol).
 Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ölimmersion, Ausschnitt
 0,32×0,21 mm.

loch bei Adlein (NE von Auer) zu verfolgen. Die letzten Schmitzen kommen an der Staatsstraße SS 48 an der Kurve oberhalb des Brückenwirtes vor. Die nördlichsten Vorkommen liegen oberhalb von St. Ulrich (Grödner Tal) im Val Anna.

WOPFNER findet die Kohlen im mittleren Teil der Grödner Sandstein-Abfolge im wesentlichen an die feinkörnigen Endphasen von Mäanderzyklen oder Gerinnesander gebunden. Das Auftreten der Kohlen in dieser vorwiegend rot gefärbten Abfolge von Siliciklastika (Red beds) wird als ausschließlich allochthon bezeichnet und durch Zusammenschwemmung von Pflanzenmaterial erklärt, welches aus Galeriewäldern entstammte.

Nach WARTMANN & KNATZ (1977) bestehen die Kohlenproben aus dem Butterloch, aus der Umgebung von Aldein, und von St. Ulrich fast ausschließlich aus Vitrinit, wobei Telinit und Collinit etwa gleich stark vertreten sind. Nur sehr untergeordnet wurden dünne Lagen von Inertinit gefunden. Das fast ausschließliche Vorkommen von Vitrinit und das Fehlen von Liptinit, besonders von Cutinit, zeigen nach WARTMANN & KNATZ an, daß es sich um Kohlen handelt, die aus eingeschwemmten Hölzern hervorgegangen sind. Die Holzstrukturen wurden vor allem bei vererzten Stücken deutlich erkannt. Neben den Kohlen wurden verschiedentlich ganze Hölzer entweder durch Pyritisierung oder Karbonatisierung erhalten. WOPFNER erwähnt außer der selektiven Pyritkristallisation in Zellumina auch die Platznahme von Covellin, bevor die Zellwände durch Kompaktion deformiert wurden.

Nach BUGGISCH (1978) liegen die mittleren Vitrinit-R-Werte zwischen 0,36 und 1,8%. WOPFNER betrachtet

vor allem die niedrigen Werte, wie sie für Kohle aus dem Butterloch angegeben sind mit Skepsis, zumal seine Proben bei der Mikrophotometermessung durch die BERGBAUFORSCHUNG GmbH in Essen einen mittleren Rr-Wert = 0,88% ergaben. Das entspricht einer Gasflammkohle. WOPFNER gibt den Inkohlungsgrad der Kohlen aus dem Grödner Sandstein im Durchschnitt zwischen Gas- und Fettkohle an, und leitet daraus eine Temperaturbelastung etwa zwischen 70 und 110°C ab. Nach der Formel von BARKER & PAWLEWICZ (1986) errechnet man etwas höhere Werte. Nach dieser Berechnung würde die von uns untersuchte Kohle von Prissian-Tisens einer Temperatur von ca. 60–97°C unterliegen sein, nach dem Diagramm von TEICHMÜLLER (1979) ergäben sich 80–120° C.

Diese Kohlen der Permzeit bilden nach WOPFNER et al. (1983), DRAKE-BROKMAN & WOPFNER (1990) gemeinsam mit dem Pflanzenhäcksel das kontrollierende Element in der Formation von schichtgebundenen Sulfidlagerstätten. Demnach sind solche Vorkommen, u.a. von Fahlerz, Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit, Covellin und von U-Mineralen eindeutig an das Vorhandensein von kohligem Substrat gebunden. Die häufige Elementparagenese U und Cu führt in manchen Vorkommen zu Gamma-Emissionen bis zur 30–40-fachen Background-Strahlung (WOPFNER et al., 1983). Im Falle von Uranmineralführung zeigen die Kohlen vielfach lichte Reaktionshöfe um einzelne Uraninitkörner (WARTMANN & KNATZ 1977).

Die Kohlenlinsen im spätpermischen Grödner Sandstein haben wegen ihrer nur bescheidenen Ausdehnung mit Ausnahme gelegentlicher, kurzfristiger lokaler Nutzung nie wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

5. Steinkohle der Triaszeit

Zur Triaszeit entstanden einige wichtige Kohlenreviere auf der Erde; in Europa etwa in Württemberg, Franken, Sachsen und Polen. Auch im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen sind im Verbands der Lunzer Schichten, also in der Karnischen Stufe der alpinen Trias, zahlreiche Lokalitäten mit hochwertiger Steinkohle bekanntgeworden. Und die „Lunzer Steinkohle“ war ja lange Zeit in einem Streifen vom Alpenostrand bei Kaltenleutgeben bis in den Westen Niederösterreichs bergbaulich genützt worden. Es wird von mehreren Flözen bis zu 7 m Mächtigkeit berichtet, die in der Schiefer-tonabfolge der hangenden Lunzer Schichten enthalten sind. Der letzte, im Jahre 1962 geschlossene Bergbau war Gaming nordöstlich von Lunz.

Auch in der Oberen Trias und im Grestener Lias der Klippenzone sind Steinkohlen im Großraum Gresten – Waidhofen a.d. Ybbs – Großraming kurzzeitig abgebaut worden.

HEINRICH (1980) gibt eine zusammenfassende Übersicht der österreichischen Kohlenlagerstätten. Durch kohlenpetrologische Untersuchungen von SACHSENHOFER (1987) sind auch wissenschaftliche Einzelheiten über diese Triaskohlen bekannt geworden.

5.1. Kohlen in Raibler Schichten

In der Literatur werden seit langem bescheidene Daten über mehrere Fundorte mitgetragen, an denen nach Kohle geschürft oder sogar kurzfristig abgebaut wurde. Aber es handelte sich meist nur um höchstens dezimetermächtige Flöze, die einst in den Gegenden um Reutte, Nassereith, Imst und Telfs Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Eine ausführliche Angabe von Fundorten und Unternehmungen macht FRITZ (1971), aus denen wir nachfolgende kurze Bemerkungen entnommen haben.

Reutte

Im Zwieselbachgraben E Reutte soll 1794 ein Kohlenbergbau bestanden haben, der nach einem Erdbeben nicht mehr gewältigt wurde. Nach KLEBELSBERG (1935) gab es auch NE Reutte am Kamm NW des Säuling Aktivitäten auf Kohle: FRITZ berichtet, daß seit 1790 nur erfolglose Schurfversuche auf die zu geringmächtigen Kohlenlagen stattfanden.

Bei Lechaschau NW Reutte soll (nach FRITZ 1971) in der Halla Riepen (= Hahlenkopf) im Jahre 1793 Steinkohle entdeckt worden sein. Eine Wiederentdeckung wird mit dem Jahre 1837 datiert und von 1919 bis 1921 sollen Schurfarbeiten ein nur ungünstiges Ergebnis gebracht haben. Unseres Erachtens handelt es sich bei diesem Vorkommen um den Kuhbachgraben W des Frauensees, wo wir nach den Angaben von SCHMIDEGG (1955) Reste bergbaulicher Tätigkeit in Form von einer kleinen Stollenhalde und kohliges Material gefunden haben.

SCHMIDEGG erwähnt auch ein während des 1. Weltkrieges genütztes Kohlevorkommen im Ammerwald (Erztal, N vom Plansee).

Nassereith

Im Gafleintal W Nassereith, auch am Taleingang (Gafleinsack), sollen ab 1870 zu verschiedenen Zeiten Schurfunternehmungen durchgeführt worden sein, zu-

letzt noch um 1945/46: alle ohne praktischen Erfolg, weil die Kohlenlager zu geringmächtig sind. Aber es ließen sich noch folgende Erhebungen durchführen: 1945/46 soll das Mundloch des Olgastollens (980 m ü.d.M.) freigelegt worden sein. Dieser Stollen war etwa 60 m im Streichen eines durchschnittlich 20 cm dünnen Flözes aufgefahren worden. Er ist heute verbrochen. Aber es gelang hier von einer alten Halde einige Kohleproben sicherzustellen.

Ebenfalls verbrochen ist das Mundloch des Bernhardstollens (in 935 m Höhe), unter dem ein Kohlenausbiß vorhanden war. Dieser Stollen wurde in der Nachkriegszeit ebenfalls gewältigt, wobei die ersten 18 Laufmeter in alluvialen Schottern stark verzimmert werden mußten.

Schließlich wurde damals auch versucht, vom tiefsten Stollen des ehemaligen Pb-Zn-Bergwerkes, dem Wendelinstollen (920 m) aus, das in den Raibler Schichten enthaltene Kohlenflöz aufzuschließen. Dieser Versuch mißlang insofern, als vom Flöz nur Spuren zu finden waren und somit eine Ausrichtung desselben nicht sinnvoll erschien.

Imst

FRITZ (1971) notiert einen angeblichen Kohlenbergbau im 19. Jahrhundert am Brennbißl und 1875 den Abbau eines 36 cm mächtigen Flözes in einem schwarzen Schiefer-ton bei Karres. Nach Aussagen von Einheimischen war der Kohlenausbiß ca. 600 m NE der Kirche von Karres in der Wiese nahe dem Waldrand. Hier soll im und knapp nach dem 1. Weltkrieg noch nach Bedarf Kohle abgebaut worden sein. Heute sind keine Bergbauspuren mehr zu sehen. Weiters gab es einen Kohlenbetrieb im Salvesental NW Tarrenz im Jahr 1870, Kohlenausbisse sind nicht bekannt.

Telfs

Im Kochental NE Telfs soll nach FRITZ eine aschenarme, blättrig zerfallende Kohle in bituminösem Mergel am Anfang des 19. Jh. bekannt gewesen sein. Nach Absaufen alter Grubenbaue um 1843 soll hier noch 1872 ein Bergbau bestanden haben. MUTSCHLECHNER (1988) brachte in Erfahrung, daß 1838 eine Mutung für einen Steinkohlenfund im Rofental (alte Bezeichnung für das Kochental) registriert worden war. Ein am linken Ufer des Rofenbaches am sog. Rofentaler Steinkohlenbergel soll in einer Abfolge von bituminösem Kalkstein und Schiefer-ton ein Kohlenflöz mit 11,5 Fuß (= 3,80 m) bekannt gewesen sein. Im 81 m langen Barbarastollen soll das Flöz mit max. 0,63 m, in einem tiefer gelegenen Stollen mit 0,24 m aufgeschlossen gewesen sein. Zudem war noch ein Unterbaustollen vorgetrieben worden. 1844/45 war kein Betrieb mehr registriert. 1848 soll nochmals ein Bergbauversuch eingeleitet worden sein.

5.1.1. Reutte – Frauensee

5.1.1.1. Stratigraphische Lage des Flözes

Reste von kohligem Haufwerk haben wir im Wald am Südhang des Kuhbachgrabens in etwa 1.500 m ü.d.M. gefunden. Der Graben stellt ein Gefügerelief dar, das den Verlauf der unterschiedlich weichen und harten

Schichtbänke der Raibler Schichten abbildet. Sedimentologische Untersuchungen dieser karnischen Serie liegen von JERZ (1966) vor. Demnach weist die ungefähr 250 m mächtige Schichtfolge im Liegenden, also über dem Wettersteinkalk, eine etwa 30 m mächtige Schiefer-ton-Sandstein-Bank auf, die reichlich Pflanzenreste führt. Wir haben den Eindruck gewonnen, daß ein Kohlenflöz in diese feinklastischen Sedimente eingelagert ist. Für eine genauere Einstufung aber fehlen die Aufschlüsse. SCHMIDEGG (1955, S. 58) konnte allerdings noch ermitteln, daß die Kohle in

„ ... braun anwitternden sandigen Mergeln ... “

liegt. Die Schichtorientierung ist mit E-W-Streichen und ca. 45° N-Fallen angegeben. In einer stratigraphisch anschließenden Karbonatgesteinsserie mit über 100 m mächtigen Dolomit- und Kalkgesteinen sind nochmals sandige Schiefertone und Mergel zwischen-gelagert und das Hangende wird von Rauhwacken gebildet, welche die Raibler Schichten beenden und zum norischen Hauptdolomit überleiten.

5.1.1.2. Makropetrographische Beschreibung der Kohle

Die aus alten Halden vor verbrochenen Stollen – SCHMIDEGG (1955) hat drei Stollen entdeckt – stam-menden mattschwarzen Stücke sind teils erdig weich und zerfallen, teils kompakt, mit deutlicher Feinschich-tung in der Kohle, die auch kleine stark glänzende Ein-schlüsse und mergelige Zwischenlagen sowie bis nuß-große Klumpen aufweist. Der Eindruck bei freisichtiger Beurteilung ist der eines kohleführenden Mergels mit viel Carbominerit-Anteil. SCHMIDEGG hat aber auch bröckelig zerfallene, glänzend tiefschwarze Kohle ge-funden. Nach seinen Ermittlungen soll während des Schurfversuches 1920–1922 ein 47 m langer Stollen angelegt gewesen sein. Die sehr wechselnde Flöz-mächtigkeit ist mit 0,30–1,50 m beschrieben.

5.1.1.3. Mikroskopische Klassifizierung

Wenn hier eine Beschreibung und Beurteilung der Kohle versucht wird, so ist diese natürlich nicht für das ganze Vorkommen repräsentativ, denn die festgestell-ten Werte beziehen sich nur auf die von uns gefunde-nen Stücke aus dem Verwitterungsbereich der alten Halden.

Die Stücke erweisen sich als kohlige Mergel mit wechselndem Ton-, Karbonat- und Quarzgehalt. Doch konnte SCHMIDEGG auch noch schwarz glänzende Kohle sehen, die zweifellos eine gerechtere Klassifizierung dieses Vorkommens zugelassen hätte. Großenteils ver-deutlichen die Minerale durch ihre Anordnung in der Kohle, bzw. umgekehrt die Kohle im mergeligen Sand-stein die schichtige Inhomogenität. Der Pyritgehalt ist offenbar sehr unterschiedlich. Berücksichtigt man auch das Gefüge, so wäre die Bezeichnung „Kohlenmergel-Tektonit“ kennzeichnend, weil durchwegs starke fäl-telnde und rupturale Verformung auffällt. Dadurch lie-gen im Kleinbereich auch Kohle-Deformationsbreccien bis Mylonit vor.

Vitrinitreflexion

Die R-Messungen wurden an Kohlefeinlagen und Fragmenten durchgeführt. Auf Grund dieser Reflexions-werte sind die hier vertretenen Kohlenanteile zwischen

Tabelle 5.

Vitrinit-Reflexion der Kohlen in Raibler Schichten von Reutte – Kuhbachgraben (Frauensee) und Nassereith – Gafleintal. \bar{R}_r = mittlerer Reflexionsgrad aus n Messungen; n = Anzahl der Messungen; min.–max. = Minimal- und Maximalwert von R aus n Messungen.

Lokalität	Nr	Lithotyp	\bar{R}_r [%]	n	min.–max.
Reutte	RT 1	Kohlenmergel	0,62	100	0,60–0,67
	RT 2	Kohliger Mergel	0,69	100	0,59–0,74
	RT 3	Kohliger Quarzarenit	0,61	120	0,60–0,79
Nassereith	Na 1	Vitrain	0,47	100	0,45–0,49
	Na 2	Vitrain	0,48	100	0,47–0,50
	Na 4	Vitrain	0,46	100	0,45–0,49

höchst inkohlter Glanzbraunkohle und einer Steinkohle vom Rang Flammkohle einzustufen.

An der Identifizierung der Macerale kann kein Zweifel bestehen, weil zum Vergleich auch Liptinit unter den Phytoklasten, und zwar Cutinit mit Querschnitten blatt-förmiger Gebilde, möglicherweise auch Resinitknöll-chen, sicher aber Semifusinit als Inertinitvertreter mit deutlich höherem Reflexionsvermögen und Anisotropieeffekten bestimmbar sind. So ergibt sich für Semi-fusinit im Durchschnitt aus 20 Messungen $\bar{R}_{max} = 0,967$ %. Die Bireflexion ist schwach. Die mikrophoto-metrische Messung an Inertodetrinit zeigt z.B. $R_{max/min} = 1,03/1,01$ % oder 0,85/0,78%. Die Anisotropieeffekte bei gekreuzten Polarisatoren sind auffallender. An sel-tenen Harzknöllchen hingegen wurde typischerweise niederes R_r um 0,55 festgestellt.

Pyrit ist in Form von Einzelkristalliten, Sammelkristal-lisaten (z.B. 0,5 mm), Framboïdkolonien und Einzelkü-gelchen enthalten, die oft an die Tonsubstanz im Koh-lendetrinit gebunden erscheinen.

Als Mineraldetrinit, der ja schließlich auch die Be-gleitgesteine kennzeichnet, fallen die Tonsubstanz, re-präsentiert durch Illit, Sericit, Nontronit, Chlorit, nach JERZ (1966) auch etwas Kaolinit, sowie Quarz am mei-sten auf. Zersetzte Feldspäte, Glimmer und natürlich Schwerminerale sind seltener zu sehen. Aber auch Kar-bonate wie Calcit und Dolomit in Form von Fein-schlammdestritus und authigenen Kristalliten sowie authigener Glaukonit fallen mit unterschiedlicher Betei-ligung als Begleiter der inkohlten Pflanzenteile auf. Selbstverständlich sind die Pyrit-führenden Gesteine im Verwitterungsbereich durch Limonitisierung und Schwefel ausblühungen gekennzeichnet.

Im Gefüge zeigen sich, eben der heterogenen Zu-sammensetzung entsprechend, interessante Bilder über das unterschiedliche mechanische Verhalten or-ganischer und anorganischer Bestandteile, was sich schließlich im Gesamtgefüge als Maß für die Teilbe-weglichkeit auswirkt. Alle gefundenen Stücke machen eine prädeformative Karbonifikation deutlich. Am häu-figsten kommt die rupturale Verformung von feinlagig angeordneter Kohle mit allen Stadien der Inhomogeni-tätsbreccien in Ton-Quarz-Matrix zur Auswirkung. An-dererseits sind auch engständige Fältelungen von vit-ritreichen Kohlesubstanzen abgebildet. Die Vitrinit-substanz erscheint auch im polarisierten Durchlicht homo-gen, ist rotbraun transparent und isotrop.

Maceralgruppenanalyse und Microlithotypenanalyse

Entsprechend dem zufälligen Fund von ausgegrabe-nen Kohlenstücken sind natürlich auch die Ergebnisse

Tabelle 6.

Petrographische Zusammensetzung von Kohlegesteinen der Vorkommen Reutte – Kuhbachgraben und Nassereith – Gafleintal.

Maceralgruppenanalyse, je 1000 Meßpunkte, Angaben in Vol.-%. V = Vitrit, E = Liptinit (Exinit), I = Inertinit, Py = Pyrit, T = Tonminerale, Q = Quarz, Cb = Carbonate.

Mikrolithotypenanalyse, je 500 Zählpunkte, Angaben in Vol.-%. Vi = Vitrit, Cl = Clarit, Vt = Vitritinit, Cpy = Carbopyrit, Cag = Cabargillit, Csi = Carbosilicite, Cca = Carbocarbonat.

Lokalität	Nr.	Lithotyp	Maceralgruppe			Minerale				Macerit			Carbominerit				Minerit	
			V	E	I	Py	T	Q	Cb	Vi	Cl	Vt	Cpy	Cag	Csi	Cca	Py	Q
Reutte	RT 1	Kohlenmergel	50,0	0,3	0,1	2,6	31,8	1,5	13,7	20,6	0,2	—	4,6	63,6	0,2	10,2	0,6	—
	RT 2	Kohliger Mergelton	27,3	—	—	6,7	55,0	—	11,0	7,4	—	—	9,2	76,4	—	7,0	—	—
	RT 3	Kohliger Quarzarenit	12,5	—	0,8	0,7	1,8	84,2	—	0,6	—	—	3,1	0,6	31,4	—	—	64,3
Nassereith	Na 1	Vitrain	87,8	—	—	3,3	8,9	—	—	86,0	—	—	9,8	—	—	—	4,2	—
	Na 2	Vitrain	93,0	0,5	—	5,2	1,3	—	—	84,2	0,2	—	11,4	—	—	—	4,2	—
	Na 4	Vitrain	99,3	—	—	0,7	—	—	—	96,6	—	—	3,4	—	—	—	—	—

dieser Analysen mit Vorbehalt zu beurteilen. Zur Charakterisierung des entdeckten Kohlenaufwerks aber werden die Meßergebnisse mitgeteilt. (Tab. 6).

Der Pflanzendetritus besteht, wie zu erwarten, natürlich überwiegend aus Vitritmatrix, aber andere Macerale treten überhaupt stark zurück oder gar nicht in Erscheinung. Somit herrschen unter den Mikrolithotypen die Carbominerite weitaus vor.

5.1.2. Nassereith – Gafleintal

5.1.2.1. Stratigraphische Lage des Flözes

In den nach JERZ (1966) für den Raum südlich der Heiterwand mit rund 300 m angegebenen Raibler Schichten, deren Erosionsrelief NW Nassereith das nach W hochziehende Gafleintal bildet, bestehen vier Schiefertonsandstein-Serien zwischen den Karbonatgesteinsbänken. Die Sandsteinlagen führen allgemein Phytoklasten. Als Träger der hier immer wieder gesuchten Kohle scheint der mit 30 m Mächtigkeit hervortretende „1. Schiefer“ gleich über dem Wettersteinkalk der flözführende zu sein.

Von den für jede Verwertungsabsicht offensichtlich zu geringmächtigen Flözchen waren aus der alten Halde des Olgastollens und des Bernhardstollens einige Reststücke zu finden.

5.1.2.2. Makropetrographische Beschreibung der Kohle

Die gesammelten Stücke stellen schwarze, intensiv glänzende Kohle mit muscheligen Bruch dar, die etwa bis 5 cm dicke reine Partien aufweist. Im übrigen kennzeichnen mm- bis cm-dünne Feinlagen die Schichtung. Natürlich sind auch unreine Kohlestücke vom Typ kohliger Mergel und Tone zu finden. Nach HOFFMANN (1945) ist im Verlaufe der Ausrichtung des Flözes im Olgastollen (980 m ü.d.M.) eine durchschnittliche Mächtigkeit des Kohlenlagers mit 20 cm beobachtet worden.

5.1.2.3. Mikroskopische Klassifizierung

Bei der mikroskopischen Diagnose fällt ein hoher Vitritgehalt auf, der der Kohle das makroskopisch glanzkohlenartige Aussehen verleiht.

Vitrit-Reflexion

Die Reflexionsstatistik der an zwei verschiedenen Stücken gemessenen Rr-Werte zeigt 0,46 und 0,48 und weist damit die Kohle in den niederen Rang einer Glanzbraunkohle (nach Tabellen in HOLLERBACH, 1985, und nach TEICHMÜLLER et al., 1979). Sie sollte auf Grund dieses optischen Parameters ca. 74 % C und 47 % fl. B. enthalten. Kontrollanalysen liegen nicht vor.

Die vitritreiche Kohle erweist sich in den vorliegenden, vermutlich nicht für das gesamte Flöz repräsentativen Daten als Inertinit-, z.T. auch Liptinit-frei. Aber Tonminerale verursachen unterschiedliche Verunreinigungen. Die Gefügeanordnung der Tonblättchen ist teils homogen, aber mit deutlicher gestaltlicher Einregelung in die s-Flächen der Kohle, teils auch inhomogen-feinschichtig. Mitunter gibt es auch Karbonatbeteiligung durch dicht gepackte detritische Kalksteinkörner (0,05–0,16 mm), die ihrerseits aus einem xenomorph-körnigen Calcit-Pflastergefüge bestehen. Restlumina sind teils mit Tonsubstanz, teils mit Dolomithomboederchen zementiert. Als Nebengestein der Kohle ist auch hypidiomorphkörniger Dolomitspatit mit s-parallelen, suturartigen Kohlehäuten und Mergellinsen zu finden. Im kohligen Sediment sind zusammen mit den Arenitkörnern auch oft Phosphoritteilchen enthalten, die auf Grund ihrer tafeligen Form als Bruchstücke von Fischschuppen stammen dürften. Sie sind am besten im Dünnschliff zu identifizieren. Die Vitritmatrix zeigt auch im Durchlicht bei rotbrauner Transparenz infolge vollkommener Vergelung homogenes Gefüge. Pyrit liegt in verschiedener primärer und sekundärer Ausbildung vor: in 0,001–0,005 mm – kleinen Einzelkriställchen, in sammelkristallisierten idiomorphen Individuen (etwa 0,01–0,25 mm), als Einzelframboide und Framboidekolonien, z.T. in s ausgewalzt, sowie auch in Form selektiver Platznahme in Zellhohlräumen von Holzstrukturen. Nach dem vorliegenden Material scheint der Pyritgehalt eher hoch zu sein.

Im an sich strukturlos vertretenen Vitrit, also Collinit, ist die Lage der Bauzonen durch die Toneinstreuung exakt markiert. Auch Pyrit erscheint z.T. in feinschichtiger Anordnung.

Entsprechend der primitiven Maceral- und Mineralzusammensetzung bietet auch die Kennzeichnung der Kohle durch Mikrolithotypen ein einfaches Bild: hauptsächlich monomaceralische Kohle mit Carbominerit-Streifen.

Bezüglich des Tektonitgefüges sind analoge Beobachtungen wie im Kohlenmaterial von Reutte zu machen.

5.1.3. Genetische Bemerkungen

Die beiden hier behandelten Vorkommen gehören nach den sedimentpetrographischen Untersuchungen über die Raibler Schichten von JERZ (1966) verschiedenen Faziesräumen an. Die Reuttener Kohlenvorkommen liegen demnach in der Nord-Fazies, das Gebiet Nasserreith wäre zur Süd-Fazies zu zählen.

Die Kohlenbildungen, die infolge gelegentlicher schwacher Flözentwicklung verschiedentlich zu Schurfversuchen Anlaß gaben, gehören ziemlich sicher in die mächtige untere Schiefer-ton-Sandstein-Serie. JERZ gelangt zur Auffassung, daß relative Anhäufungen mit teilweiser Flözentwicklung häufig in nördlichen und südlichen Randgebieten des Ablagerungsraumes vorkommen. Dort waren offenbar die Festlandseinflüsse auf Transport und Schüttung stärker zur Auswirkung gekommen.

Da es sich ja meist nur um Pflanzenhäcksel und nur gelegentlich um höchstens dm-mächtige, wahrscheinlich linsenförmige Flözkörper handelt, kann als Ausgangssituation für die Pflanzenansammlung nicht eine Moorbildung, sondern nur eingeschwemmter Pflanzendetritus vorgelegen haben. Die überwiegende Vitritin-substanz läßt hauptsächlich auf stark vergeltes Holz schließen, das in lokalen Becken im küstennahen Flachwasser abgesunken war.

Auf Grund der Pflanzenfunde gedeihten damals Cykadeen, Farne, Palmenfarne und Schachtelhalme. JERZ leitet aus seinen Untersuchungen und der Florengesellschaft für die unteren Raibler Schichten ein warmes humides Klima ab. Die „Raibler Kohlen“ der Nordtiroler Kalkalpen sind als allochthone paralische Bildungen in küstennahen Sedimenten anzusehen. Wegen der maximalen Mächtigkeit von nur wenigen Dezimetern und nur geringer flächiger Verbreitung der Kohle kann nicht von Lagerstätten, sondern nur von Vorkommen die Rede sein, denen keinerlei wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

Auffällig ist der Inkohlungsunterschied der in gleicher stratigraphischer Position gelegenen Kohlen verschiedener Fundstellen. Wenn auch nur wenige Kohlesstücke für die Untersuchung vorliegen, so fällt immerhin der höhere Rang der Reuttener Kohle ($\bar{R}_r = 0,61-0,69\%$) gegenüber der Nasserreith Kohle ($R_r = 0,47-0,48\%$) auf. Kontrollmessungen an inkohltem Phytodetritus eines kohligen Tones im Flöz des Bernhardstollens ergaben Mittelwerte um $0,52-0,54\%$. Zudem scheint ein Vergleich zu den Lunzer Kohlen im Osten der Nördlichen Kalkalpen angebracht. Die dort in mehreren Lagerstätten einst gewonnenen Kohlen wurden von SACHSENHOFER (1987) kohlenpetrologisch untersucht. Dabei kamen in den zahlreichen Daten über die Vitritinreflexion beträchtliche Schwankungen im Inkohlungsgrad mit $\bar{R}_r\%$ -Werten zwischen 1,14 (Gaskohle) und 0,43 (Glanzbraunkohle) zur Geltung. SACHSENHOFER (1987, S. 21) vermutet für sein Beispiel der Lunzer Kohle in der Lunzer Decke als Ursache für unterschiedliche geothermische Gradienten in vordeckentektonischer Zeit am ehesten eine Krustenausdünnung während der Oberjura- und untersten Kreide-Zeit. In unserem Fall ist zunächst ein Hinweis auf unterschied-

liche Deckenzugehörigkeit zu geben. Das Reuttener Vorkommen liegt in der Lechtaldecke, das Nasserreith Vorkommen aber in der Inntaldecke nahe der Deckengrenze. Unsere Raibler Kohlen sind nach dem Gefügebefund vordeformativ inkohlt, und zwar war die Inkohlung wohl schon vor dem Cenoman weit gediehen. Wie stark im Zuge der Deckentransporte die Inkohlung noch weiter gesteigert wurde, muß dahingestellt bleiben.

Nach den \bar{R}_r -Werten der Reuttener Kohlen und Anwendung der Formel von BARKER & PAWLEWICZ (1986) läßt sich eine Inkohlungstemperatur von rund 105°C errechnen. Das entspräche bei normalem geothermischen Gradienten einer Überlagerungshöhe von etwa 2.800 m

Für die Kohle von Nasserreith bringt diese Berechnung auf der Grundlage der Vitritin-Reflexion nur 60°C Inkohlungstemperatur bzw. 1.300 m Überlagerung. Bei dieser Berechnungsgrundlage ist allerdings der Zeitfaktor nicht berücksichtigt. Demnach macht sich in der Lechtaldecke als tiefere Einheit des oberostalpinen Deckengebüdes (Bajuvarikum) eine offenbar stärkere T-Zunahme bemerkbar als in der höheren Inntaldecke des Tirolikums. Diese geringeren Temperaturen hatten selbstverständlich mit Ausnahme des Phytodetritus und der Illit-Kristallinität keine Metamorphose der Begleitgesteine zur Folge, wie aus den Untersuchungen von KRALIK, KRUMM & SCHRAMM (1987) hervorgeht. Bemerkenswert aber erscheint uns das Ergebnis von SACHSENHOFER (1987), der in Kohlen der karnischen Stufe des Tirolikums ebenfalls schwächere Inkohlung feststellte als in der Kohle der bajuvarischen Lunzer Decke.

Erwähnenswerte Ergebnisse über Inkohlungsgrade von Phytodetritus und Illitkristallinität in mesozoischen Gesteinen verschiedener Decken der Nördlichen Kalkalpen liegen von KRUMM, PETSCHIK & WOLF (1988) vor. Demnach ist in jeder tektonischen Einheit vom Liegenden in das Hangende ein Abfallen der Vitritin-Reflexion, also des Inkohlungsgrades festzustellen. Somit ist der präorogen erreichte Maturitätsgrad entsprechend der stratigraphischen Lage noch nachweisbar, und nur ausnahmsweise scheint eine synorogene Überprägung darauf Einfluß genommen zu haben. Übrigens decken sich unsere für die „Raibler-Kohle“ von Reutte ermittelten \bar{R}_r -Werte mit den von KRUMM et al. bekanntgegebenen Daten (1988, Fig.4). Für die Kohle der Inntaldecke bei Nasserreith gibt es allerdings Differenzen in den Reflektanz-Werten.

5.2. Kohlenfunde in Wengener Schichten Südtirols

Nach einer Notiz von KLEBELSBERG (1935, S. 352) wurde bei Spessa ESE Wengen (Gadertal) nach Kohle geschürft. Und eben dort wird eine Mitteilung von HUMMEL (1932) zitiert, wonach am Monte Coldai östlich von Alleghe (Val Cordévole) und östlich der Pala-Gruppe im Valle di San Lucano (WNW Agordo) wahrscheinlich in

„... Wengener Schichten zentimeterdicke Gänge vanadiumreicher Sekundärkohle, deren Ausgangsstoff er im Bitumengehalt der (von ihm zum Muschelkalk genommenen) Unteren Buchensteiner Schichten vermutet ...“

gefunden worden seien. Derartige Proben liegen uns nicht vor.

6. Kohlenflöze der Kreidezeit

6.1. Geologisch-stratigraphische Position und Verbreitung der Flöze in den Gosau-Schichten

Das Brandenberger Tal im Sonnwendgebirge, als eines der Hauptverbreitungsgebiete von Sedimenten der Oberen Kreidezeit, den sogenannten Gosau-Schichten, bot in der Vergangenheit an einigen Lokalitäten mit kleineren, nur bis zu 40 cm mächtigen Kohleflözen Anlaß zu Schurfversuchen. Zudem ist diese Kohle auch meist mit stark bituminösen, dunklen Kalksteinen vergesellschaftet, die ihrerseits als „Ölstein“ die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Einige dieser Vorkommen liegen im Verbands von transgredierenden Basisschichten, zum Teil sogar nahe der Basis.

Die Gosau-Serie ist in Buchten eines vorgosauisch angelegten und erodierten Gebirges eingelagert und zusammen mit diesem während der tertiären Gebirgsbildungsphasen schwach gefaltet worden. Der erodierte Untergrund besteht aus Trias- und Jura-Sedimenten. Die Transgression des Gosau-Meeres hat mit fortschreitender Zeit größere Gebiete erfaßt (Abb. 16).

6.1.1. Brandenberger Ache – Unterer Mühlbachgraben

Bereits in den unteren Gosau-Schichten (Unter-Santon nach KATSCHTHALER, 1935, SCHULZ, 1952, OBERHAUSER, 1963, bzw. Coniac-Santon nach HERM, KAUFMAN & WIEDMANN, 1979), die an der Brandenberger Ache bei Mösl, Stegen, Rohrbach und im Mühlbachgraben mit grobklastischen Basisschichten und polymikten Areniten anstehen, findet man auffallend viele Kohlespuren in Form von Schmitzen und Häcksel. Eine etwa 200 m mächtige, im Mühlbach sowie im Brandenberger Becken unter den glazialen und interglazialen Ablagerungen weit verbreitete Mergelserie (Santon-Campan, OBERHAUSER, 1963; HERM et al., 1979) überlagert diese untersten Schichten. Auch in den Mergeln findet man reichlich inkohlten Pflanzendetritus. Die auffallendste Kohleführung dieser Serie war an der Brandenberger Ache nördlich von Rohrbach zu sehen (AMPFERER 1921, 1922, SCHULZ 1952), wo in stark bituminösen Mergeln mit viel weißem Schalendetritus beim Aufgraben schwarz glänzende Kohle zu finden war.

Im Jahre 1963 fand SCHULZ im unteren Teil des Mühlbachgrabens in drei Seitengräben des Südgehanges im dort verrutschten Letten kohlige, fossilreiche Mergel sowie Fragmente von Kohlenflözen und Bauxit. Wegen des auf über 50 m horizontal nachweisbaren Befundes ist auch auf Anstehendes in der Nähe zu schließen.

6.1.2. Oberberg, Haidach

Im Zuge des transgressiven Übergreifens des Gosau-meeres in regional weiter Verbreitung, repräsentiert durch Konglomerate und Sandsteine, treten im Bereich Oberberg bei Atzl – Haidach – Widmoos – Arzberg – Prama oft Kohleschmitzen, und stellenweise sogar geringmächtige Flöze in Erscheinung. Die Mächtigkeit der klastischen Serie wird von SCHULZ (1952) mit rund 100 m angegeben.

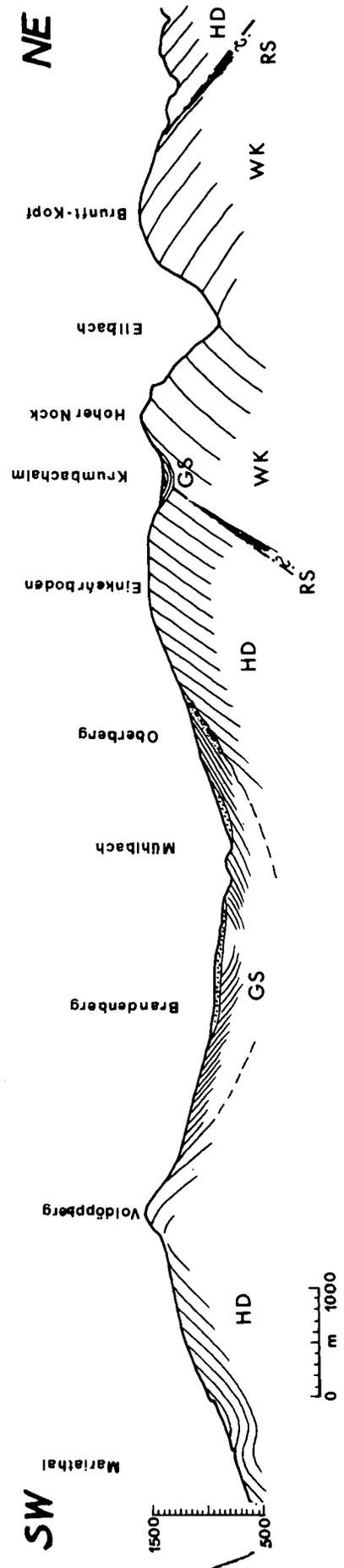


Abb. 16.
SW-NE-Idealprofil durch die Hauptdolomit-(HD-)Mulde von Brandenberg und das Wettersteinkalk-(WK-)Gewölbe Hoher Nock – Brunftkopf, die Gosau-Schichten (GS) im Brandenberger Becken und in der Mulde der Krumbach-Alm.
RS = Raibler Schichten, nicht aufgeschlossen.

Bauxit- und Kohlenlager in der Basisabfolge

Die Sedimentfolge ist in dieser Region nicht nur wegen der Kohle, sondern auch wegen eines, wenn auch örtlich eng begrenzten Bauxitlagers bekanntgeworden. Während aber der Bauxit nur mehr als Erosionsrest in einer oberhalb des Haidachhofes nach N hochziehenden, im Hauptdolomit verlaufenden Erosionsrinne erhalten ist, scheint hier ein Kohlenflöz auch östlich anschließend verbreitet zu sein, wo es seicht unter Tage liegend in einem 18 m kurzen Stollen angefahren und dann auf 15 m Länge im Streichen ausgerichtet wurde. Die Schichtung liegt hier $84^\circ 52'S$. Das 1,5 m mächtige Flöz erweist sich allerdings nur zum sehr geringen Anteil als reine Kohle. Die Lokalität liegt etwa 500 m östlich des Haidach-Hofes. Die Schurfversuche dürften im oder nach dem 1. Weltkrieg stattgefunden haben.

Anlässlich der Bohrungen auf das vom Kufsteiner Kaufmann Hans Lechner entdeckte Bauxitlager oberhalb Haidach und der darauf ausgerichteten Schurfgräben kam dieses Flöz über dem auf Hauptdolomit transgredierenden Bauxitlager mit durchschnittlich 1 m Mächtigkeit zum Vorschein (SCHULZ 1960). Bei nachfolgenden Bohrungen wurden in einer N-S-verlaufenden, etwa 40 m breiten Rinne lokal auch einige Meter Mächtigkeit nachgewiesen. Etwa 1,7 km weiter nordwestlich waren in den sechziger Jahren beim Wegebau nahe Prama im Sandstein Linsen von glänzender „Pechkohle“ aufgeschlossen.

Die Abfolge der Gosau-Schichten beginnt in der Rinne im Wald oberhalb Haidach (mit $s = E-W, 55S$) diskordant auf Hauptdolomit bzw. auf Hauptdolomit-Transgressionsbreccie mit durchschnittlich 3 m mächtigem Bauxit. Im untersten Anteil sind stellenweise einige Zentimeter „Pyrit-Bauxit“ entwickelt, ein mittelgrauer, feinstoolithischer, Pyrit- und Markasit-führender Bauxit. Das sonst hellziegelfarbige, bräunlich-rote, bräunliche bis gelbliche Bauxitgestein besteht im Gefügebau teils aus feinooidischen Anteilen, mit maximalen Ooidgrößen um 1 mm, teils aus dicht erscheinendem Bauxit. Unter dem Mikroskop erweist sich allerdings auch dieser Bauxit als oolithisch, mit zahlreichen Kügelchen um 0,03 mm, bis maximal 2 mm. Mineralogisch gesehen handelt es sich um Boehmit-Bauxit. Die chemischen Analysen ergaben hohen Al_2O_3 -Gehalt (62,50–71,02 %) und niedere SiO_2 -Werte (5,14–1,19 %) (SCHULZ 1960). Die zur Bewertung des Vorkommens angesetzten Bohrungen bestätigten den schon durch die tektonische Situation angezeigten Befund zu geringer Vorräte. Auch unter Berücksichtigung von Bauxitfunden bei Prama, zwischen Ober-Rieder und Arzberg sowie im Mühlbachgraben kann nicht von einer bauwürdigen Lagerstätte die Rede sein.

Das hier schon im engeren Umkreis unterschiedlich mächtige Kohlenflöz überlagert den Bauxit unmittelbar. Andernorts wurden bei der Bauxitaufschließung nach 1960 in einem Schurfgraben 40 cm Kohle und in der weiteren Überlagerung Mergel und Kalkmergel, z.T. mit weißen Fossilschalen festgestellt. Das Hangende in der Umgebung besteht aus bituminösem Kalkstein und Mergel, Kalksandstein und polymiktem Sandstein. Am auffallendsten aber sind zwischengeschaltete Kalksteinbänke mit den für die Gosauzeit typischen, gut erhaltenen großen Actaeonellen und Nerineen.

6.1.3. Krumbach-Alm

Ein anderes Kohlevorkommen der Südlichen Gosau-Mulde liegt SE der Krumbach-Alm im Verbände mit Konglomeraten, Sandsteinen und bituminösen Mergeln. Die Schichten sind sehr fossilreich und zum Teil als Lumachellenzwischenschichten entwickelt. In einem der vom Kienberg herunterziehenden Erosionsgräben (AMPFERER, 1921; SCHULZ, 1952) kann man zumindest nach oberflächlichem Schürfen ein 30 cm mächtiges Flöz mit Glanzbraunkohle freilegen (Abb. 17). Diese Schichtfolge gehört nach HERM et al. (1979) dem Coniac an.

6.1.4. Nachberg-Alm

Etwa 3–4 km von der Krumbachalm entfernt liegen in der Talfortsetzung nach Osten Reste von Gosau-Sedimenten zwischen dem Larcheck und Nachberg bei der Nachberg-Alm. Schon AMPFERER hatte 1921 in dieser von 1330 auf 1470 m hochziehenden Gosau-Bucht im westwärts der Alm herabziehenden Graben fünf geringmächtige Kohlenflözchen im Verbände von grüngrauen Sandsteinen festgestellt, die durch viele exotische Gerölle und weißen Schalendetritus von meist Gastropoden auffallen.

Nach SCHULZ (1952) handelt es sich petrographisch und stratigraphisch um die analogen Brackwassersedimente wie bei der Krumbachalm, mit fossilreichen Mergeln und Sandsteinen, wobei der Bitumengehalt der Mergel, viel Kohleschmitzen sowie unreine Kohlelagen mit cm-dünnen Flözchen, einem 5 cm- und einem 10 cm- mächtigen sandig-mergeligen Flöz auffallen.

6.1.5. Thiersee

Im Raume Vorder- und Hinter-Thiersee und Sixengraben gibt es in der Abfolge von grob- bis feinklastischen Sedimenten bituminöse Kalksteine und kohlige Zwischenschichten besonders in grünen Sandsteinen. AMPFERER berichtet 1921 von einem unteren Flöz, 20 cm mächtig und einer oberen Kohlschicht mit ca. 2 cm.

6.1.6. Zöttbach-Alm, Hochtal-Alm

Eine petrographisch und zeitlich sehr ähnliche kohleführende Sandstein- und Mergel-Serie ist in der Nördlichen Gosau-Mulde des Kaiserhauses zu sehen. Die Kohlenflöze sind den bituminösen mergelig-arenitischen Sedimenten zwischengeschaltet, die in den Gräben ca. 500 m Luftlinie WSW der Zöttbach-Alm mit $30-50^\circ$ N-fallender Schichtung anstehen. Während die grobklastischen Transgressionsbildungen hier in der nördlichen Gosau-Bucht sich doch beträchtlich von den Basissedimenten der südlichen Oberkreidemulde unterscheiden, zeigen die petrographische Zusammensetzung und das Gefüge dieser nach HERM et al. (1979) der Coniac-Schichtfolge zugeordneten Sedimente regional weit verbreitet große Ähnlichkeit. Vor allem grünlich-graue polymikte Arenite mit hohem Gehalt an Serpentin- und Magnetitkörnern findet man in mehreren Niveaus der Abfolge.

Viele der Mergelbänke, teils sandig, teils auch reich an Schalendetritus, meist bituminös, enthalten makroskopisch sichtbar inkohlten Pflanzenhäcksel.

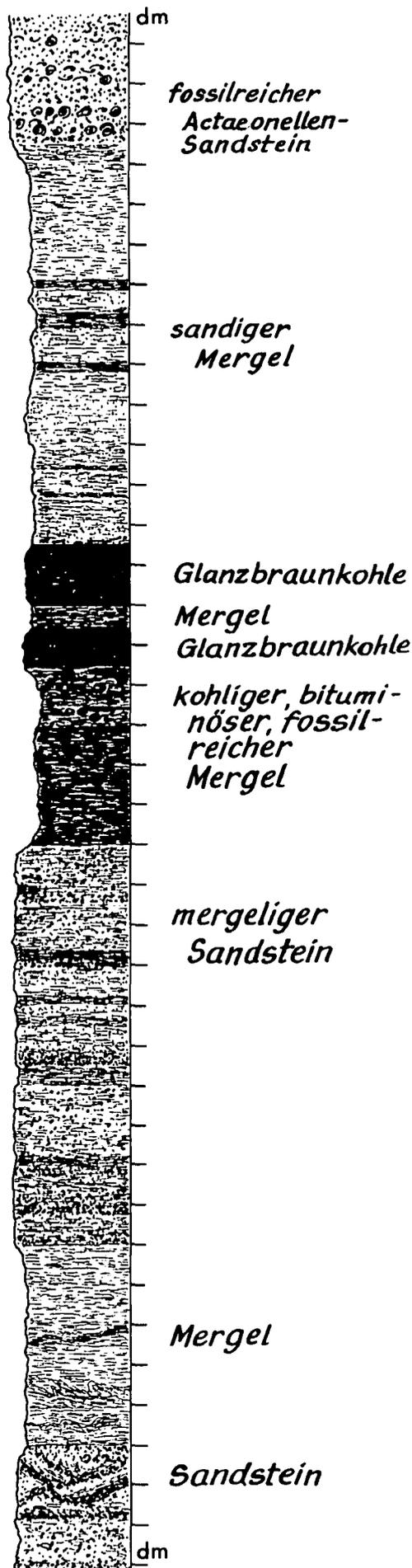


Abb. 17.
Säulenprofil-Ausschnitt aus der kohleführenden Sandstein-Mergel-Serie bei der Krumbach-Alm.
Markierung: dm.

Ergänzend zu früheren Beobachtungen (AMPFERER, 1921; SCHULZ, 1952) fiel uns in der südlichen Begrenzung der Serie, offenbar an der Transgressionsfläche zum Hauptdolomit, ein grobklastischer schwarzer Kohlenton mit hellgrauen Karbonatgesteinsbruchstücken auf. Im übrigen sind die beiden Kohlenflöze zwischen grünlich-grauem Arenit z.T. mit exotischen Geröllen und bituminösem, teilweise fossilreichem Mergel eingelagert. Ein Flöz mit 40 cm Mächtigkeit und eines mit nur 10 cm, wie dies in früheren Jahrzehnten kartiert werden konnte (SCHULZ, 1952), standen bei der diesmaligen Beprobung nur mangelhaft aufgeschlossen zur Verfügung.

In Ergänzung der Fossilliste bei SCHULZ (1952, S. 39, 40) wird die nachträgliche Bestimmung (1952) von zwei Rudisten aus dem grüngrauen Sandstein von Prof. KÜHN (Paläontologisches Institut, Wien) als „*Radiolites conicus* nov. spec.“ mitgeteilt.

Auch in einem von der Hochtal-Alm-Schlucht nach W abzweigenden Graben enthält ein Sandstein-Mergel-Komplex mehrere geringmächtige Kohlenlagen, z.B. mit 3 cm, 10 cm, 2 cm, 2 cm und 3 cm Dicke.

Alle diese erwähnten, eigentlich nur bescheidenen Kohlevorkommen in der Nördlichen und Südlichen Gosau-Mulde wurden von AMPFERER (1921) nach ihrer Mächtigkeit und Abbauwürdigkeit beurteilt und Vorräte berechnet. Kohlenpetrographische Untersuchungen und qualitative Bewertungen aber lagen nicht vor.

6.2. Kohlenpetrologische Untersuchungen

Allen Brandenberger Kohlen möchte man schon auf Grund der äußeren Kennzeichen die Rangbezeichnung Glanzbraunkohle („Pechkohle“) geben. Meist tief-schwarze Farbe, starker Glanz, muscheliger Bruch und starke Zerklüftung haben schon vor Jahrzehnten AMPFERER (1921) zu dieser Bezeichnung bewogen.

Die mikroskopische Diagnose bestätigt diese Voraussage des Inkohlungsgrades im wesentlichen, denn um es vorwegzunehmen, die Vitrinit-Reflexion ($R_r = 0,49-0,63\%$) spricht für Glanzbraunkohle bis Flammkohle, also bis zum niedrigst inkohlten Steinkohlentyp. Auch die pauschale Gefügebeurteilung ergibt mit der Erkenntnis starker Gewebevergelungen und demnach viel Vitrinsubstanzen die Bestätigung des äußeren Eindrucks. Im einzelnen freilich werden gewisse Unterschiede in der Flözcharakteristik verschiedener Lokaltäten deutlich, so daß hier eine regional geordnete Beschreibung gegeben wird.

6.2.1. Brandenberg – Oberberg (Haidach-Prama)

6.2.1.1. Makroskopische Flözkenzeichnung

Soweit es die heute nur mehr sehr bescheidenen Aufschlüsse erlauben, handelt es sich vorwiegend um isotrop aussehende, glänzend schwarze Kohle mit muscheligem Bruch, verhältnismäßig leicht im Gewicht.

Diese ist offenbar aber nur als Einlagerung in mattschwarzer geschichteter, porös aussehender Kohle zu finden. Schwarzgraue, auch bituminöse Stücke lassen den Verdacht auf kohleführende Mergel und mergelige Sandsteine aufkommen. Die häufige Fossilführung in Form weißer Schalenfragmente und sehr dünner Lumachellenlagen, auch in der Kohle, ist bemerkenswert.

6.2.1.2. Mikroskopische Klassifizierung

Vitrinit-Reflexion

Nach dem Inkohlungsparameter Vitrinit-Reflexion handelt es sich um hoch inkohlte Mattbraunkohle bis mittlere Glanzbraunkohle.

Maceralvergesellschaftung

Makroskopisch hochglänzende Vitrain-Lagen bringen u.d.M. naturgemäß Macerale der Vitrinitgruppe zur Geltung. Auch in über 2 cm dünnen Kohlenlagen handelt es sich hauptsächlich um Collinit, in dem auch mit Fluoreszenzbeobachtung keine Gefügedetails sichtbar werden. Zusätzlich gibt es aber auch Telinit zu sehen, was sich in äußerst diskretem feinschichtigen Wechsel der Reflexionsintensität zeigt, und auf flächig zusammengedrückte Zellgewebe zurückzuführen ist.

Lagenweise (z.B. 0,1–0,004 mm Feinlagen) stellen sich mitunter viel Liptinit, Pyrit und Spuren von Inertinit ein, was lokal zu claritischer Kohle führt. An Liptinit ist unterschiedlich viel Cutinit identifizierbar, wobei diese (etwa 1 µm dünnen) Häute die Mikroschichtung hervorheben. Auch stark zusammengepreßte Mikrosporen und Resinit, dieser gelegentlich als Zellumenfüllung in eher seltenem Textinit (Telinit) sind zu beobachten; ein Befund, der bei Nutzung der Fluoreszenzeigenschaften deutlich wird. Als weiteres Maceral der Liptinitgruppe ist Liptodetrinit erkennbar.

Die hier eher seltenen Inertinit-Macerale sind hauptsächlich Inertodetrinit mit etwa bis 0,012 mm klei-

nen Gebilden und Micrinit (0,0012–0,007 mm). Damit ergibt sich aber nur selten in Feinlagen von z.B. nur 0,04–0,25 mm Dünne ein trimaceraler Streifentyp. Manchmal verraten Inertodetrinite Fusinit- und Semi-fusinit-Herkunft. Sclerotinit und Plectenchym sind seltener.

Mineralbeteiligung

Die Beteiligung von Mineralen an der Kohle ist naturgemäß sehr verschieden, und muß die Nomenklatur daher in gewissen Fällen auf Carbominerit ausgedehnt werden. An authigenen Bildungen gibt es mitunter Pyrit mit allen Formvarianten von Framboiden, sammelkristallisierten Aggregaten und in s angeordneten Girlanden feinsten Kriställchen zu beobachten. Aber in dem zur Untersuchung vorliegenden Material fällt insgesamt eine nur schwache Pyritbeteiligung auf.

Selbstverständlich spielen Ton-Einstreuungen, vor allem in den Randpartien der Kohlen eine Rolle, wo auch allothigene Gesteins- und Mineralkomponenten wie Quarz, Karbonate und die in den Gosau-Sandsteinen bekannte reiche Auswahl von exotischem Detritus enthalten sein kann. Derartige unreine, mineralreiche Kohle wirkt äußerlich im Stück entsprechend rau mit schwarzgrauer Farbe.

Gefüge

Im Zusammenwirken von Phytodetritus und Mineralen ergeben sich vielfältige Gefügebefunde. Hervorzuheben ist die vordeformative Inkohlung der Pflanzsubstanz und eine teilweise nachdeformative Kalkspatiation. Denn so manche Mikrorupturen in der Kohle weisen Calcitzementation auf. Spatitareale enthalten manchmal Phytodetritus als Interngefüge.

6.2.2. Krumbach-Alm

6.2.2.1. Makroskopische Flözkenzeichnung

Die sehr fossilreiche, vor allem Bivalen- und Gastropoden-führende klastische Serie besteht unmittelbar im Liegenden des Glanzkohlenflözes aus kohleführenden Kalkmergeln, polymikten, hauptsächlich quarzsandigen, sericitreichen Mergeln sowie bituminösen Mergeln mit allgemein grauer, grüngrauer bis dunkelgrauer Farbe.

Auf einer 1 m mächtigen grauen, mergeligen Sandsteinbank lagert zunächst 30 cm dunkelgrauer, schwach kohlig Mergel. Darüber stellen sich 15 cm dunkelgraue bis mattschwarze bituminöse, aber reichlich weißen Schalendetritus führende Kohlenmergel ein. Mit scharfer Grenze folgt dann das scheinbar 30 cm mächtige eigentliche Glanzkohlenflöz. Nach Ausräumen des Verwitterungsschuttes erweist sich dieses Kohlenlager allerdings zweigeteilt: ein nur 9 cm dünnes Liegendflöz wird durch ein 6 cm-Mergel-Zwischenmittel von einem 15 cm mächtigen Hangendflöz getrennt (Abb. 17). Dieses ist mit ebenfalls deutlicher Grenze von 1 m sandigem Mergel überlagert. In der weiteren Folge ist ein fossilreicher Actaeonellen-Sandstein aufgeschlossen.

Die weiche, oberflächlich zum Zerfall neigende, z.T. lebhaft glänzende schwarze Kohle ist vergesellschaftet mit zwischengeschalteten mattschwarzen Lagen, die ihrerseits aber auch mehrere mm-dünne Glanzkohle-Feinlagen enthalten. Rechnet man die matt-grauschwarzen Lumachellen-reichen Kohlenmergel im Lie-

Tabelle 7.

Vitrinit-Reflexion der Kohlen in Gosau-Schichten im Bereich Brandenberg – Haidach, Krumbach-Alm und Zöttbach-Alm. n = Anzahl der Messungen; min.–max. = Minimal- und Maximalwert von Rr.

Lokalität	Nr.	Lithotyp	Rr [%]	n	min.–max.	Bemerkungen
Haidach	BH 1	Vitrain	0,40	50	0,39–0,42	mm-Lagen
	BH 2	Clarain	0,41	50	0,40–0,42	mm-Lagen
	BH 2a	Vitrain	0,56	100	0,53–0,61	cm-Lagen
	BH 3	Clarain	0,42	30	0,40–0,45	Schmitzen
	BH 4	Vitrain	0,45	100	0,41–0,50	mm-Lagen
	BH 4b	Vitrain	0,46	100	0,44–0,47	mm-Lagen
Krumbach	KR 5	Clarain	0,47	100	0,45–0,49	Flöz
	KR 6a	Vitrain	0,48	100	0,47–0,51	cm-Lagen
	KR 6b	Vitrain	0,41	100	0,43–0,49	mm-Lagen
	KR 6c	Clarain	0,49	100	0,47–0,50	cm-Lagen
	KR 11	Vitrain	0,48	100	0,47–0,51	Flöz
Zöttbach	ZB 1a	Vitrain	0,55	100	0,52–0,60	Flöz
	ZB 1b	Clarain	0,54	100	0,51–0,59	Flöz
	ZB 1c	Clarain	0,53	100	0,50–0,64	Flöz
	ZB 2	Clarain _{biodetr.}	0,63	100	0,60–0,70	Flöz
	ZB 3b	Vitrain	0,49	100	0,47–0,53	Schmitzen
	ZB 6	Vitrain	0,47	100	0,45–0,49	Schmitzen

genden noch zum Flöz, so ergibt sich für dieses 45 cm Mächtigkeit. Im Aufschluß fällt das Vorherrschen des Lithotyps Vitrain auf: intensiv schwarz glänzend, jedoch nicht schwarz abfärbend, blockig-grusiger Zerfall nach mehr oder weniger bankrechten Fugen und muscheliger Bruch. Die unscheinbaren matt wirkenden Kohlenanteile sind makroskopisch nicht einwandfrei identifizierbar. Da limonitische Verwitterungsprodukte fehlen, kann auf allgemein Pyrit-arme Hartbraunkohle in dieser Oberkreide-Sedimentfolge geschlossen werden.

Beim Verfolgen des Flözes in der streichenden Fortsetzung erweist sich nach Entfernung des Schuttmaterials die Kohle nur mehr als mattschwarz und durch Sand und Ton verunreinigt. Nur viele Vitrain-Feinlagen und Schmitzen erinnern an die bessere Qualität in der Nachbarschaft.

6.2.2.2. Mikroskopische Klassifizierung

Die glänzenden Vitrain-Anteile erweisen sich bei der mikroskopischen Diagnose erwartungsgemäß überwiegend aus Vitrit bestehend und häufig als monomaceralisch. Dieser Mikrolithotyp tritt häufig in vollkommener Vergelung als Collinit auf. Mit lagiger Inhomogenität ist auch Telinit identifizierbar, in welchem durch Fluoreszenzunterschiede subtile Gewebeeinheiten sichtbar werden.

Vitrinit-Reflexion

In Tabelle 7 sind auch die \bar{R}_r -Werte der Krumbach-Kohle enthalten. Die Ranganalyse weist auf eine nieder inkohlte Glanzbraunkohle.

Macerale der Liptinitgruppe nehmen am Kohlenaufbau entweder nur ganz sporadisch teil, oder bilden feinlagig konzentriert zusammen mit Vitrinit den bimaceralischen Clarit-Typ. Ein Teil der makroskopisch mattschwarz erscheinenden Kohle besteht aus Clarit. Der Liptinitanteil bleibt mit meist nur knapp über 5 % offenbar aber immer sehr bescheiden. Sporinit in Form von Mikrosporen, ovale und ellipsenförmige Querschnitte durch deformierte Harzkörper als Resinit, weiters Cutinit mit meist zerrissenen Häuten sowie mit bemerkenswerter Häufigkeit Liptodetrinit. Ausnahmsweise sind Claritlagen mit etwa 6–8 % Resinitkörperchen zu finden, welche im Gefüge mit telinitischem Zellgerüst als deformierte Zellhohlraumfüllung erklärbar sind. Alginite wurden nur sehr vereinzelt, mit starker gelber Fluoreszenzerscheinung gefunden.

In der Krumbach-Kohle scheinen Macerale der Inertinitgruppe nur als Seltenheit auf; jedenfalls nie in einer Menge, daß etwa trimaceralische Feinlagen zustandekämen. Am ehesten ist Inertodetrinit zu finden, der auf Grund manchmal kennzeichnender Konturen von Fusinit abstammen dürfte. Ausnahmsweise scheint Fusinit mit den typischen bogenförmigen Zellhohlraumstrukturen auf, wobei allerdings immer Kataklase durch Kompaktion oder mechanische Durchbewegung zur Auswirkung kam.

Wenn man von detritischen Mineralverunreinigungen der Kohle absieht, die zu kohligem bzw. sandigen Mergel überleiten, so ist nur Pyrit zu erwähnen. Pyrit als ausschließlich allothigene Bildung erscheint zwar mit allen Gefügeschönheiten von Framboiden, punktförmigen Kolonien bis zu winzigen idiomorphen Kriställchen und Kristallaggregaten, spielt aber offenbar nur eine untergeordnete Rolle. Neben ideal feinstschichti-

ger Anordnung des Eisenbisulfides sind als Besonderheit Pseudomorphosen nach Fossilfragmenten erwähnenswert. Limonitierung des Pyrits durch Lepidokrokit und Samtblende ist im aufgesammelten Material nur selten erkennbar.

Hingegen bietet die allothigene Mineraleinstreuung in das „Kohlenmoor“ größte Auswahl an Qualität und Quantität. Die Verunreinigungen werden noch durch Schalendetritus, vorwiegend von Muscheln und Schnecken, aber auch von Foraminiferen bereichert und so kann so manche der hier entwickelten Kohle im Detail als Kohlenlumachelle oder Lumachellenkohle bezeichnet werden. Der Mineral- bzw. Gesteinsdetritus besteht logischerweise aus der Vielfalt, welche auch die polymikten Arenite in der Gosau-Abfolge kennzeichnet: Quarz und Quarzite, Karbonatkörnchen, Felsit, Serpentin, Feldspäte, Glimmer, oft viel Tonsubstanz, und akzessorisch Granat, Epidot, Turmalin, Titanit, Rutil, Zirkon, Magnetit, Chromit u.a. Schwerminerale.

Interessanter als der polymikte, meist „exotische“ Mineralbestand aber ist das Mikrogefüge dieser unreinen Kohlengesteine. Der qualitative Maceralbestand zeigt zwar keine Unterschiede zu dem der reinen Lithotypen, aber die Anordnung von Maceralen und Mineralen sowie die Verformungsunterschiede erweisen sich als lehrreich.

Kohlenmergel, kohlige und sandig-kohlige Mergel

Die inkohnten Pflanzenrelikte liegen entweder als Fein- bzw. Feinstschichten und Suturen vor, oder als Phytoklasten mit Linsen-, Schollen- und Kornform. Die gestaltliche Einregelung in die Schichtfläche ist immer deutlich. Sofern es sich um typisch klastische, durch korrespondierende Fragmengrenzen gekennzeichnete Kohlekomponenten handelt, steht einer sicheren Erklärung nichts im Wege: denn auch Fältelungen von Kohlefeinlagen samt dem normalen Sedimentverband können nur eine vordeformative Karbonifikation bezeugen. Zum Teil wird diese genetische Erklärung noch erhärtet durch analoge rupturale Beschädigungen von mitenthaltenem Schalendetritus. Es handelt sich um postdiagenetisch-tektonische Deformation.

Aber diese Erklärung kann nicht für alle aus Kohle bestehenden Fragmente gelten. Manche plattig-schollenförmigen und isometrisch-körnigen Kohleteilchen müssen schon vor der allgemeinen Inkohlung als Phytoklasten existent gewesen sein, z.B. als Holz-, Rinden- oder Korkpartikel. Als Merkmal für die Sedimentation von ursprünglich pflanzlichen Fragmenten ist die Einbettung in ungestört erhaltener Sedimentfeinschichtung zu nennen.

6.2.3. Zöttbach-Alm

6.2.3.1. Makroskopische Flözzeichnung

Die beim Schürfen anfallenden Kohlenstücke wirken nach den äußeren Kennzeichen entweder als homogene, stark glänzende schwarze Vitrain-Glanzbraunkohle mit dem typischen muscheligen Bruch oder als geschichtete schieferige mattschwarze Kohle, kleinstückig-würfelig zerbrechend, und schließlich als dunkelgraue bis mattschwarze, tonig und sandig verunreinigte Kohle bis kohlig-toniger Arenit. Auf Grund der am auffallendsten hervortretenden Vitrain-Stücke wird man mit der Einstufung als Glanzbraunkohle dem tatsächlichen Rang recht nahe kommen.

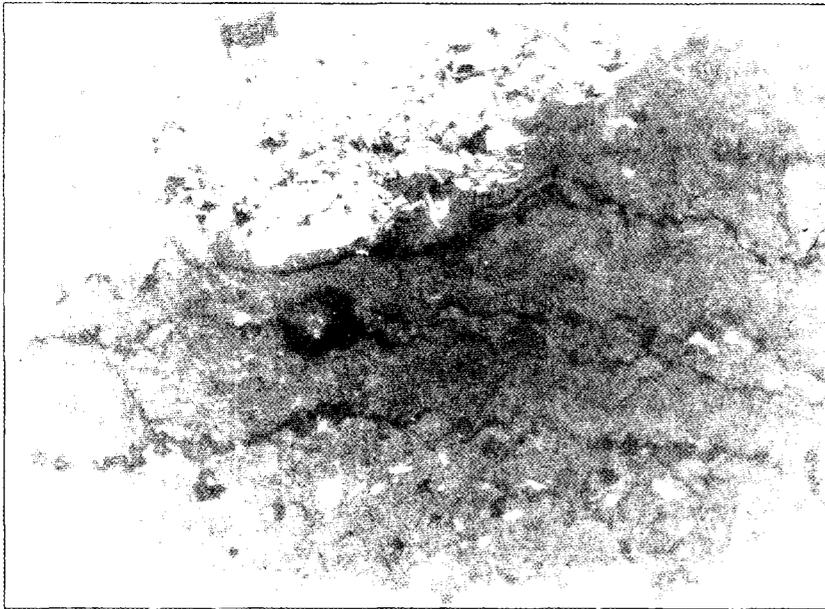


Abb. 18.
Semifusinit (mit relativ hoher Reflektanz, weißgrau) als Fragment in Vitrinitmatrix (grau), in welcher Kutikulen (schwarzgrau) schichtparallel eingelagert sind. Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,25×0,17 mm.

6.2.3.2. Mikroskopische Klassifizierung

Die äußerlich durch intensiv schwarzen Glanz auffallenden Kohlen erweisen sich, wie zu erwarten, bei mikroskopischer Diagnose als Vitrinit-reiche, vorwiegend monomaceralische, allerdings subtil feingeschichtete Kohle. Die Reflexionswerte des Vitrinit mit $R_{r_{01}} = 0,50-0,63\%$ weisen auf eine hoch inkohlte Glanzbraunkohle bis zum Grenzbereich der Flammkohle.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen über die Kohlen des Brandenberger Beckens und der Krumbach-Alm, weisen die „Zöttbach-Kohlen“ eine größere Vielfalt an Maceralen, vor allem durch die, wenn auch nur sporadische Mitbeteiligung von Inertinit auf. Denn nur selten findet man Trimacerit-Feinstlagen.

Die Liptinitgruppe ist mit allen Maceralvarietäten vertreten und der Vitrinit als vergelte Holzsubstanz gibt so manches Gefügerelikt aus dem Pflanzenstadium preis. Das mikroskopische Bild wird schließlich durch die Mineralbeteiligung von authigenem Pyrit in vielfältigen Kristall- und Aggregatvarietäten bereichert.

Weitere interessante Gefügeeinheiten bieten sich in den Carbominerit-Feinlagen mit der Mineralbeteiligung von Ton, von Calcit als Schalendetritus und von Gesteinskörnern aus nah und fern an, die mit weniger oder mehr pflanzlichen Resten vom ersten Anlageungsakt über die diagenetischen Stadien bis zu den tektonischen mechanischen Durchbewegungen zu gemeinsamen Teilbewegungen gezwungen wurden.

Kohlenpetrologisch faszinierende Mikrobefunde dokumentieren die Abbildungen 19–22. Sie geben Auskunft über die alternierende Belieferung der Bauzonen mit pflanzlichen Substanzen, Mineraleinstreuungen und Schalendetritus im Moorstadium, über Kristallisationen und eventuelle stoffliche Veränderungen.

Der willkürlich gewählte Beginn der Beschreibung fällt z.B. auf eine 0,4 mm dünne Vitrinitlage, in der nur Spuren von Cutinit und Liptodetrinit enthalten sind. Die Vitrinitmaceralen sind teils homogener Collinit, teils mit sehr geringen Reflexionsunterschieden lagig identifizierbarer Telinit.

Abb. 19.
Trimacerit in der Glanzbraunkohle der Brandenberger Gosau-Schichten, mit den Inertinitmaceralen Semifusinit, Macrinit und Inertodetrinit (weißgrau) sowie Sporinit und Liptodetrinit (schwarzgrau) in Vitrinit-Grundmasse (grau); Pyrit-Kriställchen weiß. Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,40×0,27 mm.

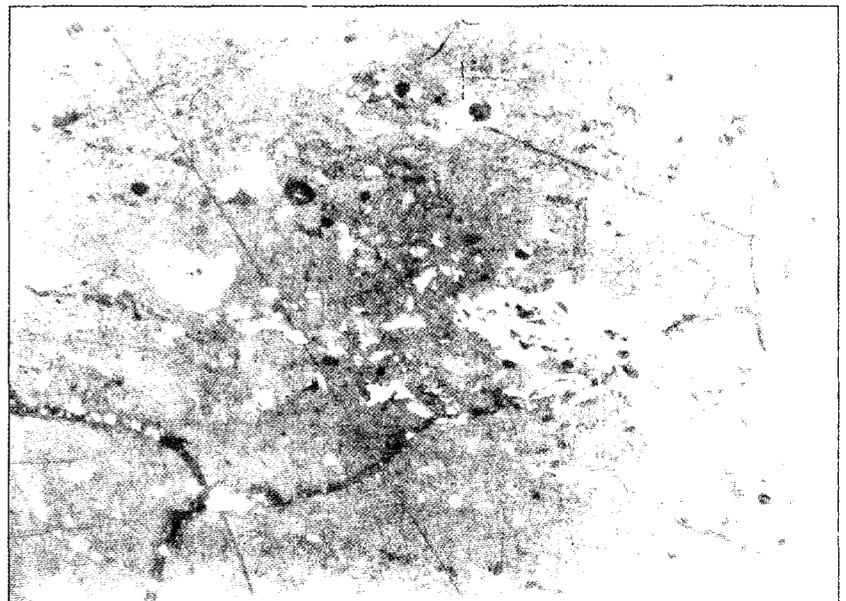




Abb. 20.
Fusinit (mit auffallender Reflektanz, weißgrau) in mit Ton (grauschwarz) und Pyrit (weiß) verunreinigter Vitrinit-Matrix (grau). Mitte oben: Karbonatkorn.
Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,40x0,27 mm.

Es folgt eine 1,7 mm umfassende Duroclarit-Feinlage; der trimaceralische Aufbau ist abwechslungsreich. Der Vitrinit-Anteil besteht meist aus Telinit, der somit den Hauptbestand bildet. Manchmal sind Partikel von bekanntlich gut erhaltbarem Korkgewebe auffallend, die sich durch die schwach reflektierenden Harzfüllungen in den Zellumina zwischen Telinitgerüst zu erkennen geben. Die Liptinite sind durch Cutinit, Sporinit, Resinit und Liptodetrinit vertreten, die auch alle durch starke Fluoreszenz gut identifizierbar sind. Inertinit mit über 5 %, ja zum Teil bis 10 % Anteil, ist repräsentiert durch die Macerale Inertodetrinit, Mikrinit und Makrinit, Semifusinit und Fusinit. Fusinitteilchen wurden mit Querschnittsgrößen bis 0,75 x 0,38 mm gefunden.

Pyrit als authigener Mineralzusatz spielt eine unterschiedliche Rolle. Abgesehen von einer Feinlage am Beginn der erwähnten Vitrinitzone ist das Fe-Bisulfid hier immer nur unter 1 % vertreten, z.T. fehlt dieses Mineral überhaupt. Über die Formschönheit von Fram-

boiden, hier sind die Kügelchen bis zu 0,02 mm groß, bis zu den Globuliten und anderen Sammelkristalliten wurde schon berichtet.

In der weiteren räumlichen Folge geht die Duroclarit-Einschaltung durch Ausbleiben des Inertinit allmählich in eine 1,5 mm dünne Clarit-Feinlage über. In diesem bimaceralischen Mikrolithotyp stellt Telinit als Vitrinitvertreter und stellen Cutinit, Sporinit sowie Liptodetrinit als Liptinitmacerale den Hauptanteil der Pflanzenrelikte.

Schließlich setzen auch die Liptinite aus, und mit scharfer Grenze schließt eine 0,3 mm dünne Vitrinit-Lage an. Mit Ölimmersion und besonders unter Blaulichtanregung zeigen sich meist feinste telinitische Holzgewebestrukturen, nur ein Mittelabschnitt liegt in vollkommener Vergelung als strukturloser Collinit vor.

Eine Feinlage aus Pyrit-Framboiden beschließt die bis hierher pyritfreie Clarit-Vitrit-Laminierung nach oben.



Abb. 21.
Schälchenfragmente in tonig verunreinigter Vitrinit-Grundmasse (grau), Inertodetrinit (weißgrau). Pyrit (weiß). Glanzbraunkohle Zöttbachalm.
Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,40x0,27 mm.

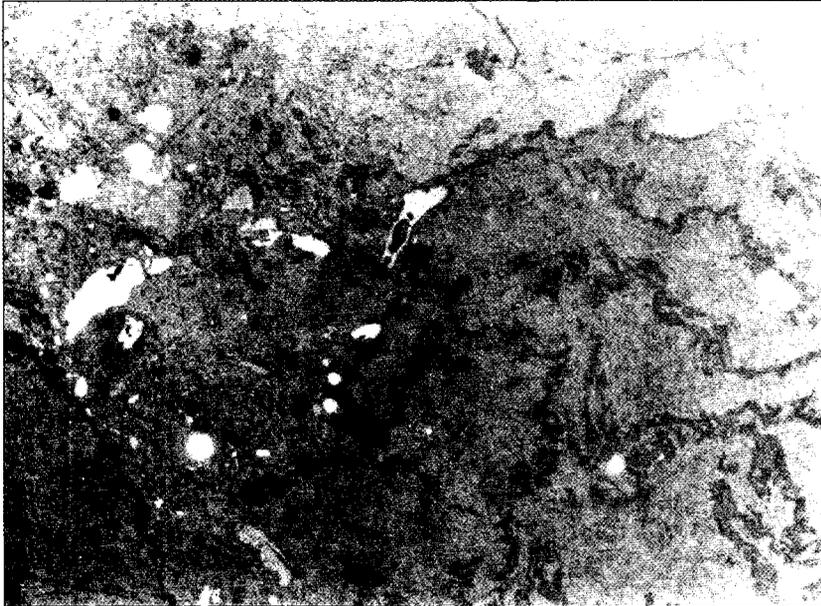


Abb. 22.
Trimacerit-Ausschnitt einer Glanzbraunkohle bei der Zöttbachalm, mit Vitrinit-Matrix (grau), verknietem Cutinit und Liptodetrinit (schwarzgrau), Macrinit und Inertodetrinit (weißgrau), framboidähnlicher Pyrit (weiß).
Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,40x0,27 mm.

Nun folgt neuerlich Clarit, bestehend aus einer Telinitgrundmasse und mit 15–20 % auffallend viel Liptinit: Es handelt sich um Cutinit, Sporinit und Liptodetrinit. Die Telinitstruktur kommt vor allem durch zarte Fluoreszenzunterschiede zur Geltung. Zum Teil handelt es sich um relikte Zellgewebe in Form von Suberinit, mit Füllungen durch Corpocollinit (bzw. nach der Braunkohlen-Nomenklatur um Corpohuminit bzw. Textinit). Pyrit fehlt.

Aber in der nächstfolgenden 0,18 mm dünnen, völlig strukturlosen und reinen Vitrinit-Feinlage, bestehend aus Collinit, ist eine einfache, einzeilige Ansammlung von Pyrit-Framboiden entwickelt, wobei die Größe der Kügelchen mit max. 0,025 mm der Lagenfeinheit entspricht.

Die folgende 0,15 mm dünne Clarit-Lage beinhaltet als Grundmasse Telinit und relativ viel eingestreute Mikrosporen und Liptodetrinit sowie spurenhafte Inertodetrinit. Diese scharfkantigen, nur bis 0,007 mm kleinen Splitter verraten sich durch charakteristische bogenförmige Konturen als Fusinitabkömmlige. Spärliche, auch nur bis 0,007 mm feine Pyrit-Kügelchen vom Framboidtyp verunreinigen die Kohle.

In der nun alternierenden Folge von Clarit und Vitrinit sieht man zunächst eine 0,075 mm dünne, völlig strukturlose Collinit-Auflage mit Spuren von Liptodetrinit, und dann eine Claritpartie mit 0,15 mm Ausmaß. Diese setzt sich aus Corpocollinit mit deutlicher Zellstruktur, oft gut figuriertem Sporinit (häufig Querschnitte 0,03 x 0,0075 mm) und viel Liptodetrinit zusammen.

Dieser mit Einzelheiten beschriebene, nur 6 mm umfassende Ausschnitt aus der Mikroflözfolge macht den extremen Feinlagenbau der Kohle deutlich und läßt auf die primären Ursachen in der Anlagerung der pflanzlichen Partikel schließen.

Maceralgruppenanalyse

Mikrolithotypenanalyse

Über die statistische Maceralzusammensetzung und die Zusammensetzung der Mikrolithotypen in den aufgesammelten Kohleproben des Gebietes Zöttbach gibt die Tabelle 8 Auskunft.

Gefüge von kohligen Sedimenten

In der Sedimentabfolge sind die spärlichen Flöze von kohligen Sedimenten und sehr feinen Kohlenlagen begleitet. Dabei fällt auf, daß die in den bituminösen Kalksteinen, Mergeln und Areniten enthaltenen Kohlenkörperchen von nur mm-Ausmaßen und ebenso dünnen, hautförmigen Kohlelagen, überwiegend aus stark vergelter Holzsubstanz in Form von Vitrinit bestehen. Allerdings ist auch in diesen Fällen trotz der Feinheit der Kohlenpartikel im Mikrobild zum Teil ein diskreter Feinstlagenbau als Telinit identifizierbar, oder sind eventuelle Liptinitmacerals z.T. auf den Lagenbau ausgerichtet. Zum anderen Teil kann auch ein homogenes Parallelgefüge entwickelt sein infolge der gestaltlich in die s-Flächen eingeregelteten formanisotropen Phytoklasten.

Aber auch Einzelmacerale können in sporadischer Beteiligung unter den Mineral- und Gesteinskomponenten z.B. der Arenite enthalten sein, so etwa eingewehte Sporen, Harzkörnchen, Fetzen von Blattkutikulen, ja auch Inertinite als Reste „fossiler Holzkohle“. Solche wurden als Detritus mit ca. 1 mm Länge und 0,13 mm Dünne (im Querschnitt) gefunden. Besonders polymikt wirken die Sandsteine, aber auch die Mergel und Kalksteine, wenn die Mineral- und Maceralgesellschaft durch Massen von Schalenbruchstücken, hauptsächlich von Muscheln und Schnecken, und dazu noch Mikrofossilien bereichert sind. Das mechanisch unterschiedliche Verhalten dieser qualitativ und morphologisch verschiedenen Teile bei der Anlagerung an die Bauzonen, bei der Kompaktion und eventuellen tektonischen Durchbewegungen bietet anschauliche Beispiele über die Teilbeweglichkeit.

6.2.3.3. Deutung des Inkohlungsbildes

Die aufgesammelten Kohlenproben der Brandenberger Gosau-Kohle von drei Lokalitäten, Haidach (Oberberg), Krumbach-Alm und Zöttbach-Alm, stellen auf Grund der Vitrinit-Reflexion generell Glanzbraunkohle dar. Der Inkohlungsgrad schwankt allerdings in weiten Grenzen, nämlich zwischen $R_m = 0,40\%$ und $0,63\%$, was immerhin einem Rang zwischen Matt-

Tabelle 8.

Petrographische Zusammensetzung von Gosau-Kohlen von Oberberg – Haidach, der Krumbach-Alm und Zöttbach-Alm.

Maceralgruppenanalyse: je 1.000 Meßpunkte, Angaben in Vol.-%.

V = Vitrinit, E = Liptinit (Exinit), I = Inertinit; Py = Pyrit, T = Tonminerale, Cb = Carbonate (meist Schalendetritus), Q = Quarz und „exotischer“ Detritus.

Microlithypenanalyse: je 500 Zählpunkte, Angaben in Vol.-%. Vi = Vitrit, Lt = Liptit, In = Inertit, Cl = Clarit, Vt = Vitrinertit, Du = Durit, Tr = Trimacerit, Cpy = Carbopyrit, Cm = Cabargillit, Carboconat und Carboasilicit.

Lokalität	Nr.	Lithotyp	Maceralgruppe			Minerale				Macerit						Carbominerit		Minerit			
			V	E	I	Py	T	Cb	Q	Vi	Lt	It	Cl	Vt	Du	Tr	Cpy	Cm	Py	Q	Cb
Haidach	BH 1	Clarain _{ton.aren.}	48,1	17,6	0,5	0,2	21,8	6,2	4,5	14,2	—	—	40,6	1,6	—	2,6	0,8	35,8	—	4,4	—
	BH 2a	Vitrain	100,0	—	—	—	—	—	—	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	BH 3	Clarain _{ton.}	74,0	6,6	1,4	2,8	11,0	0,4	—	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	BH 4	Vitrain	88,3	11,0	—	0,1	0,5	—	—	85,5	—	—	14,0	—	—	—	0,5	—	—	—	—
	BH 5	Clarain	78,4	13,1	2,4	0,9	3,5	1,7	—	49,9	—	—	33,6	4,2	—	7,0	4,5	0,8	—	—	—
Krumbach	KR 5	Vitrain	93,1	4,7	—	0,1	2,1	—	—	83,5	—	—	15,2	—	—	—	1,0	—	—	—	—
	KR 6a	Vitrain	97,4	—	—	0,1	2,5	—	—	99,5	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—
	KR 6b	Vitrain	92,2	5,9	—	0,7	1,2	—	—	85,0	—	—	13,2	—	—	—	1,8	—	—	—	—
	KR 6c	Vitrain	93,3	5,3	—	0,2	1,2	—	—	74,2	—	—	24,8	—	—	—	1,0	—	—	—	—
	KR 11	Vitrain	93,0	5,4	—	0,6	1,0	—	—	78,0	2,2	—	17,4	—	—	—	2,4	—	—	—	—
Zöttbach	ZB 1a	Vitrain	88,3	1,7	5,0	1,1	3,1	—	0,8	67,1	—	1,2	6,4	17,2	0,4	2,2	5,5	—	—	—	—
	ZB 1b	Clarain	76,1	8,7	5,4	0,9	6,6	—	0,2	31,4	—	1,0	29,6	5,2	0,8	25,4	6,2	0,2	—	—	—
	ZB 1c	Clarain	78,2	8,0	5,9	0,9	6,6	—	0,4	45,1	—	1,9	24,7	5,0	0,5	13,6	4,7	0,5	—	—	—
	ZB 2	Clarain _{lum.}	55,5	3,9	0,5	0,7	12,5	26,9	—	42,8	—	—	15,6	0,6	1,2	1,6	1,8	30,2	—	—	6,2
	ZB 3b	Vitrain	88,7	9,4	—	—	—	—	—	79,8	—	—	20,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	ZB 5	Vitrain	84,1	4,9	7,1	1,4	2,1	—	0,4	57,2	—	3,6	12,8	11,2	—	8,0	7,2	6,0	—	—	—
	ZB 6	Vitrain	80,6	7,4	5,2	0,7	5,5	—	0,6	61,8	—	1,2	16,5	9,6	—	7,4	3,5	—	—	—	—

braunkohle und der Glanzbraunkohle/Flammkohle entspricht. Eine Beurteilung regionaler oder stratigraphischer Unterschiede ist wegen der zu uneinheitlichen Werte an jeder Lokalität und wegen zu geringer Probenzahl nicht statthaft. Aber es fallen höhere Rr-Werte, also offenbar ein etwas höherer Inkohlungsgrad im Gebiet der Zöttbach-Alm auf.

Sowohl die geringmächtigen, nur dm- bis cm-Lagen, als auch die Kohlefeinlagen und -schmitzen bestehen überwiegend aus hochglänzendem Vitrain, was sich in der Maceralgruppenanalyse mit 80–100% Vitrinitgehalt bestätigt. Somit muß als Hauptlieferant der inkohlten Substanz an Holzbestandteile gedacht werden. Die auch maximal nur geringen Flözmächtigkeiten mit rund 0,40 m, das Fehlen jeglicher Wurzelstöcke und die oft feinschichtig mit Arenit und Tonlutit wechsellagernde Kohle spricht für parautochthone oder allochthone Hölzer, wahrscheinlich eingedriftete Holzstämmen und Zweige. Eine Reihe von Fossilien, wie z.B. die Actaeonellen, Nerineen, weisen auf Brackwassermilieu, die häufig bituminösen Begleitgesteine auf Sapropelfazies.

Nur untergeordnet scheint der Claraintyp vorzukommen, wobei der Claritanteil der Mikrolithotypen bis zu 40 % festgestellt wurde. Eine gewisse Betonung von Harzklümpchen und Kutikulen ist bemerkenswert. Für einige Typen war auch ein Bituminithalt auffallend.

Von den höchstens mit 7% vertretenen Inertinitmaceralen sind Makrinit und Mikrinit sowie Semifusinit in der Überzahl, dagegen Fusinit selten und Sklerotinit noch seltener. Die wenigen Beispiele sprechen für Pyrofusinit.

Auffallend nieder ist der Gehalt an Pyrit. Immer handelt es sich um den authigenen Framboidpyrit mit gut erhaltener typischer Gefügeform. Sammelkristallisation ist seltener.

Außergewöhnlich sind feinlagige Anreicherungen von Kalkschalenfragmenten, hauptsächlich von Lamellibranchiaten und Bivalven, so daß dann „Kohlelumachelle“ oder „Lumachellenkohle“ vorliegt. Der Farbgegensatz, weiße Schalen in glänzend schwarzer Kohle, liefert ein bewundernswertes organogenes Gestein.

Nicht außergewöhnlich hingegen sind Tonverunreinigungen der Kohle sowie Sandeinstreuungen, wodurch äußerlich mattschwarze bis dunkelgraue Gesteine vorliegen. Es handelt sich grundsätzlich um die aus den arenitischen und mergeligen Begleitgesteinen bekannten allothigenen Mineral- und Gesteinskörner.

Wollte man rechnerisch wenigstens annähernd eine Information über die Inkohlungstemperatur erhalten, so ergäbe sich nach der Formel von BARKER & PAWLEWICZ (1986) unter Vernachlässigung der Zeitdauer des Wärmeeinflusses für das Gebiet Haidach/Oberberg im Brandenberger Becken 80°C, für die Kohle der Krumbach-Alm 62°, für die der Zöttbach-Alm 95°C. Daraus könnte auf Überlagerungsmächtigkeiten von etwa 2.000 m, bzw. 1.400 m und 2.400 m geschlossen werden. Dieser Berechnung liegt der Abzug von 20° angenommener Oberflächentemperatur und ein normaler geothermischer Gradient zu Grunde. Nach BOSTICK et al. (1979) käme man entsprechend auf 70°, 60° bzw. 80°C.

Die untersuchten Stücke geben im Gefüge zu erkennen, daß die Karbonifikation prädeformativ bezogen auf die tertiäre Orogenese stattgefunden haben muß.

6.2.3.4. Geochemische Daten

Da vom 1,5 m mächtigen unreinen Flöz bei Haidach am Oberberg 4,5 kg Probenmaterial für die Untersuchungen am Geotechnischen Institut der BVFA Arsenal zur Verfügung gestellt wurden, sind wir in der Lage, die von AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989) erzielten Analyseergebnisse mitzuteilen.

Der ungefähr 50 %-ige Glühverlust (bei 550°C) gibt Auskunft über den Anteil von Kohlen- und Mineralsubstanz in der zur Verfügung gestellten Kohle. Demnach spricht das Ergebnis im Gesamtdurchschnitt entsprechend den $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-K}_2\text{O}$ -Verhältnissen für tonige bis kalkmergelig verunreinigte Kohle, die mit einem Gesamt-S-Gehalt von 4,13 % auch einen beträchtlichen Sulfidgehalt aufweisen muß.

Unter den Spurenelementen fallen 13 ppm Br, 126 ppm Cr, 9,8 ppm Cs, 3 ppm Ge, 121 ppm Ni, 6 ppm Th, 9 ppm U, 74 ppm V und 83 ppm Zr als relativ hoch, bezogen auf Kohlen im Weltdurchschnitt (VALKOVIĆ, 1983) und den US-Durchschnitt (nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL, 1989) auf. Davon sind die hohen Cr-, Ni- und V-Gehalte im Zusammenhang mit dem Gosau-Milieu von Brandenburg zu sehen, für welches ultrabasischer Gesteins- und Mineraldetritus typisch ist. Ebenso wird Zr auf das allothogene Schwermineralspektrum zurückzuführen sein. Nachdem aber unter den arenitischen und konglomeratischen Komponenten der Gosau-Sedimente auch saure Vulkanite starken Anteil haben, könnte man darin einen Hinweis auf Spurenelement-Anreicherungen wie U und Th in der Kohle sehen.

Tabelle 9.
Haupt- und Spurenelemente in der Glanzbraunkohle von Haidach (Brandenburg) nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989).

Hauptelemente [%]		Spurenelemente [ppm]					
SiO_2	22,34	Ag	0,06	Eu	0,5	Se	·
Al_2O_3	7,13	As	9	Ga	11,0	Sn	1,0
FeO	2,63	Ba	133	Ge	3	Sr	308
MgO	1,54	Be	2,2	Hf	1,9	Ta	0,5
CaO	4,77	Bi	0,7	J	·	Tb	·
Na_2O	0,07	Br	13	La	14	Th	6
K_2O	2,70	Cd	0,6	Li	24	Tl	·
TiO_2	0,19	Ce	30	Mo	6,7	U	9
P_2O_5	0,07	Cl	71	Nb	7	V	74
MnO	0,013	Co	11	Ni	121	Y	13
S_{tot}	4,13	Cr	126	Pb	13	Yb	1,6
GV *)	49,1	Cs	9,8	Rb	98	Zn	53
		Cu	18	Sb	0,8	Zr	83
		Dy	3	Sc	7,8		

*) Glühverlust bei 550°C.

6.3. Genese der Brandenberger Gosau-Kohlen

Über die Entwicklung der Brandenberger Gosau-Kohlen, die heute als Relikte in einem Grundrißareal von 16x7 km verstreut erhalten sind, lassen sich nach geologischen, stratigraphischen, tektonischen und koh-

lenpetrologischen Befunden folgende Vorstellungen mitteilen.

Die Brandenberger Gosau-Schichten i.w.S. lagern im tektonischen Komplex der Nordtiroler Kalkalpen auf der Lechtaldecke, die zum Hochbajuvarikum gerechnet wird. Nach der vorgosauischen Gebirgsbildungsphase und den im Turon zum Stillstand gekommenen Dekentransporten wurde die Oberflächengestaltung durch Erosion und die Transgression des Gosau-Meeres geprägt. Die Gosau-Schichten des Großraumes Brandenburg werden nach der neuesten Einstufung (HERM, KAUFMAN & WIEDMANN, 1979) in die Zeit Coniac-Santon-Untercampan datiert. Die weit verbreiteten und mehrfachen Ansätze zur Inkohlung pflanzlicher Substanz blieben in diesem Gebiet allerdings bei bescheidenen Ergebnissen mit Flözen, die kaum 0,5 m mit reiner Kohle übersteigen.

Es handelt sich teils um basisnahe Bildungen, teils um eingelagerte schwache Flöze in seichten Brackwassersedimenten. Nach dem Inkohlungsbild waren aus nah und fern, zusammen mit klastischem Gesteins- und Mineraldetritus eingeschwemmte, durch Wassertransport gedriftete Hölzer die vorwiegende Ausgangssubstanz der Kohle. Die heute weit verstreuten Vorkommen stellen Erosionsreste einst wohl weit ausgebreiteter, sehr geringmächtiger Kohlenlager dar, die zum Teil miteinander stratigraphisch parallelisierbar zu sein scheinen. Die drei hier beschriebenen Vorkommen von Haidach (Oberberg), von der Krumbach-Alm und der Zöttbach-Alm dürften ungefähr altersgleich sein und sollten nach HERM, KAUFMAN & WIEDMANN (1979) ebenso wie die Kohlenlokalitäten Nachberg-Alm und Thiersee in die Coniac-Stufe einzuordnen sein.

Die Inkohlung des vorwiegend allochthonen, also nicht über eine Moorbildung autochthoner Art angereicherten Phytodetritus durchlief nach mächtiger Sedimentüberlagerung von wahrscheinlich über 2.000 m das biochemische Stadium bis in das geochemische Stadium und erreichte somit einen generellen Reifegrad der Glanzbraunkohle. Allerdings wurde im einzelnen einerseits auch nur Mattbraunkohle, andererseits aber die Grenze zur Steinkohle (Flammkohle) identifiziert.

Nimmt man die Transgressionsbildungen vom Oberberg und die noch mit Hunderten von Metern erhaltene Mergelserie der Südfazies, die auch Santon bis Untercampan umfaßt (HERM, KAUFMAN & WIEDMANN, 1979), als Grundlage, so ergibt sich konstruktiv eine noch mit rund 600 m Mächtigkeit erhaltene Abfolge. Aber es ist mit einer ehemals weit größeren Sedimentüberlagerung zu rechnen: fehlen doch die Massen der Campan- und Maastricht-Sedimente. Außerdem transgredierte im Tertiär abermals sehr mächtige Abfolgen, wie das nahe Beispiel des Eiberger Gosaubeckens und des Häringer Tertiärbeckens beweisen. Damit erweisen sich die rechnerisch ermittelten Überlagerungshöhen von rund 2.000 m durchaus als glaubhaft.

Daß die Gosau-Kohlen durchwegs vordeformative Karbonifikation aufweisen erscheint logisch, wenn man an die bedeutenden nachgosauischen Gebirgsbildungsphasen denkt. Hiefür bietet die tertiäre Schichtfolge mit der Häringer Kohle anschauliche Beispiele. Die Brandenberger Kohlevorkommen unterlagen den orogenen mechanischen Beeinflussungen noch der intragosauischen und der tertiären Phasen, wurden also syntektonisch mit dem Kohlenränergestein in die heu-

tige Stellung verlagert und dabei auch im Kleingefüge durch Fältelung und Zerschering mechanisch durchbewegt.

Im Vergleich zu den zahlreichen Kohlebildungen in Oberkreidebecken zwischen Brandenburg und Alpenostrand der Nördlichen Kalkalpen fallen gewisse Gemeinsamkeiten auf. Altersmäßig und stratigraphisch vergleichbar ist die Brandenberger Kohle mit der Basisabfolge der Gosau in der Laussa (Oberösterreich), wo die Coniac-Serie mit der bekannten Bauxitlagerstätte beginnt und mit bituminösen und kohleführenden Kalksteinen und Mergeln fortgesetzt ist (RUTTNER & WOLLETZ, 1957). Der Raum Oberberg nördlich von Brandenburg bietet hierzu mit dem basalen Bauxitlager und dem Kohlenflöz ein vergleichbares, aber nur bescheidenes Beispiel. Auch das Ablagerungs- und Bildungsmilieu als reduzierend subaquatisch-brackisch scheint, so wie die allochthone Kohlenherkunft ähnlich gewesen zu sein.

Wenn auch in der Brandenberger Gosau keine auffälligen Gagatteinlagerungen bekannt sind, wie z.B. in Unterlaussa (SACHSENHOFER, 1987), so sind doch petrographische Ähnlichkeiten hinsichtlich der vorherrschenden Vitritkohlen gegeben. Vergleichbar sind allgemein auch die R_r -Werte der Vitritreflexion. Der Inkohlungsgrad der Glanzbraunkohle entspricht übrigens auch ungefähr dem der einst bedeutenden österreichischen Kohlenlagerstätten in der Gosau-Mulde Grünbach-Neue Welt am Alpenostrand westlich von Wiener Neustadt, wo allerdings die Kohle etwas jünger ist, nämlich in das Campan eingestuft wird. Diese Kohle erreicht ebenso wie die Brandenberger Kohle den Rang einer hochinkohlten Glanzbraunkohle bis zur Grenze zu Flammkohle.

6.4. Wirtschaftliche Betrachtung

Nach der Beschreibung von Kohlenmergeln, Brandschiefern, Schmitzen und Flözen von Zentimeter-Dünne

bis höchstens 0,40 m Mächtigkeit könnte eine Erörterung der Abbauwürdigkeit gleich als uninteressant abgetan werden.

Nach heutigen Anforderungen sind die zahlreichen und auf dem weiten Raum zwischen Pletzsch-Alm (NW Brixlegg) und Thiersee, Brandenburg und Zöttbach-Alm (Weißachtal) verteilten, zerstückelten Kohlenschichten nur als Vorkommen, aber nicht als Lagerstätten zu bezeichnen.

Nach FRITZ (1971) wurde schon im Jahr 1757 in Brandenburg (Standort unbekannt) Kohlenbergbau betrieben. In den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts sollen demnach an zahlreichen Lokalitäten Schurfunternehmungen durchgeführt, doch alle mangels Bauwürdigkeit eingestellt worden sein. Daher fügt auch AMPFERER (1921) seinen Berechnungen der Kohlenvorräte die Bemerkungen hinzu, daß die einst ausgedehnten Kohlefelder wegen viel zu dünnen Flözen und deren Trennung durch taube Zwischenmittel nicht ausgebeutet werden können. Einer der letzten Schurfversuche dürfte am Oberberg etwa 500 m östlich des Haidachhofes mit der Ausfahrung eines kurzen Stollens und der versuchsweisen Ausrichtung des dort anstehenden unreinen Flözes durchgeführt worden sein.

Immerhin sind bei AMPFERER (1921, S. 153,155,156) für drei Lokalitäten Vorratsberechnungen zu finden, deren Wiedergabe zumindest interessant erscheint. Es handelt sich nach heute üblichen Klassifizierungen nur um „vermutete potentielle (c2-) Vorräte“:

Zöttbach-Alm:	250.000 m ³	375.000 t Kohle
Krumbach-Alm:	25.000 m ³	37.000 t Kohle
Nachberg-Alm:	20.000 m ³	30.000 t Kohle

Es ist aber sicher anzunehmen, daß diese Kohlen auch in Notzeiten keine Abbauwürdigkeit erlangen werden.

7. Braunkohle der Tertiärzeit

7.1. Überblick

Weltweit gesehen bilden Oberkreide-Tertiär-Kohlen das zweite Maximum von Kohlebildungen. Der paläogeographische Zusammenhang zwischen Orogenesen und Flözbildungen ist klar erkennbar (PETRASCHECK & POHL, 1982). Dementsprechend bietet auch der Ostalpenraum zahlreiche Beispiele mit zum Teil bemerkenswerten Lagerstätten. Die größte Flözmächtigkeit wurde im Köflacher Revier in der Steiermark mit 72 m „Stückiger Weichbraunkohle“ (Lignit) im Bergbau Karlschacht 1 bekannt.

Wenn auch die Zeit im Inkohlungsprozeß nachrangigen Einfluß hat, so weist die Statistik tertiäre Kohlen hauptsächlich nur als Braunkohlen aus, was auf mangelnde, bzw. zu kurzzeitige erdgeschichtliche „Erlebnisse“ zurückzuführen ist, die keinen höheren Kohlenrang zuließen. Auch in Nordtirol gibt es im Rahmen des Unterinntaler Tertiärbeckens Häring-Kössen Kohlebil-

dungen, darunter die sogar sehr bekannt gewordene, über 200 Jahre bergbaulich genutzte Pechkohlenlagerstätte Häring (Abb. 23).

7.2. Die Glanzbraunkohlenlagerstätte Häring

7.2.1. Bergbaugeschichte

Das Rauchen des Berges am Fuß des Pölvén bei Häring muß schon im Mittelalter beobachtet worden sein, denn im „Tiroler Landreim“ von RÖSCH v. GEROLDSHAUSEN aus dem Jahre 1558 (laut TIROLER LANDREIM, herausgeg. von Konrad FISCHNALLER, 1898 bzw. KIRNBAUER, 1964) heißt es:

*„Bey Kufstein ein berg prinnen thuet
Am Pelchen genannt on sonder Huet
Gybt kalch, darff kainer ferren gluet“.*



Abb. 23.
Blick nach Süden auf die Häringer Tertiärmulde am NW-Fuße des Pölvén-Massivs (mit Wettersteinkalk-Steinbruch der P.A.G.), Bad Häring und das Kohlenrevier (umgrenzt) im Bereich des Lengerer Grabens.
An die Oberfläche projizierte Achse des Erbstollens mit Neuschacht und Tiefbauschacht. Punkt außerhalb = Bohrung Niederholz. Am Nordabhang des Beiselberges der Mergelsteinbruch der P.A.G. (rechter Bildrand) in den Häringer Schichten. Im Hintergrund links die Hohe Salve.

Die Ursache des Rauches durch Selbstentzündung der unterirdisch lagernden Kohle erkannte man freilich erst viel später. Nach einer Volkssage soll die Häringer Kohle im Jahre 1735 von einem Hirten entdeckt worden sein. Eine erste Beschürfung ist mit 1760 datiert. Nach einer anderen Überlieferung soll ein gewisser Jakob WEINDL in diesem Jahr auf alte Baue gestoßen sein. Demnach wäre das nur eine Wiederentdeckung gewesen. Eine von Kaiserin Maria Theresia ausgesetzte Prämie zur Auffindung von Kohlevorkommen erhielten Häringer Gewerken und 1766 erfolgte eine erste bergrechtliche Belehnung.

Mit dem Beginn eines geregelten Abbaues 1776 wurden nacheinander Stollen, zunächst auf der NE-Seite des Lengerer Grabens aufgeföhren, wo in der Nähe des Kohlenflöz mit 40–50° NW-Einfallen ausbeißt. In der Folgezeit wurde das Gebiet auf der SW-Seite des Lengerer Grabens unter Tage aufgeschlossen und noch im selben Jahrhundert mehrere Grubenfelder in Abbau genommen. Nachdem Weindl ursprünglich in etwa 800 m ü.d.M. abgebaut und dann die Gewerkschaft Wallpach-Baldrioni den Theresiastollen (vor 1780) und den Johannesstollen (1780) angelegt hatte, wurden dann nach Übernahme des Bergwerkes in den Staatsbesitz noch eine Reihe von Stollen angeschlagen: 1783 der Josefistollen, 1784 der Franciscistollen, 1785 der Elisabethstollen, 1792 der Barbarastollen, 1810 der Ferdinandstollen (ursprünglich Max-Josef-Stollen bezeichnet) und der Erbstollen im Jahre 1839, Dieser ist der längste Stollen des Häringer Bergbaues. Das Mundloch liegt im Bereich der Werkseinfahrt des Zementwerkes Kirchbichl der PERLMOOSER ZEMENTWERKE AG, südöstlich des Bahnhofes Kirchbichl in 495 m ü.d.M.. Der nach SE in die Lagerstätte führende Stollen wurde 2.820 m lang. Durch diese lange Unterföhren der damals im Abbau befindlichen Grubenabschnitte war der Bergbau in der Lage, die abgebaute Kohle ohne besondere Schwierigkeiten auszuföhren. In die erste lange Periode des Grubenbetriebes, vom Anfang bis zum Beginn der Erbstollenföhren 1870, fällt ein großer Grubenbrand im Jahr 1836 mit entsprechenden Folgen. 1868

wurden erstmals über 10.000 t Kohle geföhrt, 1871 bereits über 20.000 t.

Die zweite Periode von 1870–1890 wird als Glanzzeit des Werkes bezeichnet (LÖHMER, 1953). Der Abbau lag damals günstig zwischen dem Barbarahorizont und dem Erbstollenniveau. An vertikalen Verbindungen vom Tag in die Grube bestand seit dem Jahre 1854 nur der sogenannte Tagschacht im Barbarafeld nördlich des Längerer Grabens.

In der dritten Periode des Bergbaues Häring von 1890 bis zum Betriebsende (LÖHMER 1953) im Jahre 1952 wurde die Lagerstätte bis in das Niveau 51 m ü.d.M. aufgeschlossen und in zahlreichen Horizonten in Abbau genommen, das entspricht einem Höhenunterschied von 451 m zum Erbstollen-Horizont, bzw. 540 m zur Geländeoberfläche und rund 750 m Gesamttiefe der Lagerstätte. In den Tiefbau wurden auch zwei Schächte abgeteuft: der Tiefbauschacht (662,5 m bis 335,4 m ü.d.M.): in der Bauzeit 1893 bis 1895 und der Neuschacht als Blindschacht ab 1911 vom Erbstollenniveau (502 m) bis zum XVII. Horizont (51,1 m), also 452 m tief. Diese Schachtanlage ging 1913 in Betrieb, doch wurde die Endteufe erst im Jahre 1937 erreicht. Die Bergbaugeschichte dieser Zeit berichtet von vielen unerfreulichen Ereignissen und großen Schwierigkeiten der Betriebsföhren. Dennoch stiegen die geföhrteten Tonnagen in mehreren Jahren wieder über 30.000 t: 1903, 1904, 1910, 1911 im Jahr 1912 wurden sogar 38.080 t und 1913: 36.580 t Kohle abgebaut.

Störten schon bisher immer wieder kleinere Brandherde und größere Grubenbrände den Bergwerksbetrieb, so wirkte sich ein 1905 im 1. Tiefbaufeld erneut ausgebrochener Brand verheerend aus. Alle Gegenmaßnahmen wie Berieseln mit Wasser, Schlämmen, Verschlämmen, Anlegen von Dämmen verliefen erfolglos und auf Grund zusätzlich starker Rauch- und Gasentwicklung wurde dieses ganze Tiefbaufeld durch natürlich zufließende und künstlich eingeleitete Wässer ersüft. Nach LÖHMER soll der Barbaraschacht ganz mit Dampf erfüllt gewesen sein und die Wassertemperatur

dort 40°C, die Lufttemperatur sogar 60°C erreicht haben.

1907 wurden schon wieder neue Brandherde gemeldet, ebenso im Jahr 1909. Das hatte Betriebsstörungen und ein Absinken der Produktionsziffern zur Folge.

Während des 1. Weltkrieges kam im Jahre 1916 erstmals eine Förderung über 40.000 t zustande: mit 43.570 t war dieses Jahr, verglichen mit nachfolgenden Ergebnissen, sehr erfolgreich. Lediglich 1918: 47.115 t, 1922: 44.470 t, 1937: 44.440 t, 1938: 43.880 t und 1939 mit 48.161 t brachten noch solche Spitzenwerte.

Die Zwischenkriegszeit ist mit jährlichen Förderleistungen über 35.000 t trotz „Interesselosigkeit der Staatsführung an ihren Montanbetrieben“ (WEBER & WEISS, 1983, S. 167) immerhin gut ausgewiesen. Nur 1926 war wiedereinmal durch einen der zahlreichen Grubenbrände negativ beeinflusst. Nachdem der Neubauschacht mit dem 17. Horizont in einer Tiefe von 51,1 m ü.d.M. seine Endteufe erreicht hatte, wurden noch Untersuchungsarbeiten bis Niveau 19. Horizont (Höhe +5 m ü.d.M.) durchgeführt.

Seit einer selbständigen Werksverwaltung ab 1869 unterstand das Bergwerk verschiedenen Ministerien: Bis 1908 dem Ackerbauministerium, 1908–1920 dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, dann bis 1924 dem Ministerium für Handel, Gewerbe, Industrie und Bauten, 1925–1937 dem Ministerium für Handel und Verkehr, und während der Zugehörigkeit zum Großdeutschen Reich 1938–1939 dem Ministerium für Wirtschaft und Arbeit bzw. 1940–1942 dem Reichswirtschaftsministerium in Berlin. Aber der damals staatliche „Glanzkohlenbergbau Kirchbichl“ wurde 1941 als stark defizitärer Betrieb aufgelöst.

Die Verknappung am Kohlenmarkt zum Ende des 2. Weltkrieges brachten von Februar bis Mai 1945 einen kurzen Wiedereröffnungsversuch, doch konnte sich der Schurfbetrieb beim Franciscostollen mit ca. 20 Mann infolge der niederen Kohlenpreise nicht entwickeln. Aber noch Ende 1945 nahm die Tiroler Landesregierung den Betrieb unter Obhut und brachte mit einem Darlehen von RM 60.000 für den Bau einer Seilbahn den Bergbaubetrieb unter schwierigsten Bedingungen wieder in Gang. Mit Unterstützung der Gemeinde Häring wurde nun von 1946 bis 1954 von der „Kohlenbergbau Häring registrierte Genossenschaft m.b.H.“ aus den obersten Horizonten der Lagerstätte im Bereich des Franciscostollens und am Berggrübel neuerdings Kohle gewonnen und mit einer an die Perlmooser Zementwerke AG-Seilbahn angeschlossenen neuen Anschlußseilbahn abtransportiert. 1947 konnte die neue Genossenschaft den ersten positiven Geschäftsbericht vorlegen.

Der Barbarahorizont und der Josefistollen wurden wieder eröffnet und die gewonnene Kohle für Hausbrand und für die Holzfaserplattenfabrik in Wörgl verwendet. Im Frühjahr 1948 brachte ein plötzlich am Barbarahorizont ausgebrochener Grubenbrand eine große Belastungsprobe. Aus Sicherheitsgründen wurde die Verbindung der Grube mit dem Erbstollen wiederhergestellt und diesbezüglich mit der PAG ein Vertrag geschlossen, der ihr das Recht einräumte, den Stollen zur Ausförderung von Mergel aus dem Steinbruch Bergpeterl zu benutzen als Gegenleistung für Instandsetzungsarbeiten im Stollen.

1948 wurde am Bahnhof Kirchbichl eine Sortier-, Bunker- und Verladeanlage in Betrieb genommen, seit 1949 wieder aus dem Erbstollen Kohle gefördert. Der

Abbau wurde auf Restpfeiler vom 3. Horizont gegen den Erbstollen geführt, der 1950 abbaumäßig erreicht wurde. Dann wurde 1951 der sogenannte Erbstollenpfeiler im Südfeld in Angriff genommen und war 1954 im wesentlichen ausgekohlt. Ein Ausweiten des Abbaues oberhalb des Erbstollens gegen Nord wurde immer wieder durch auflebende Grubenbrände vereitelt. Lediglich zwischen Erbstollen und 1. Tiefbau-Wetterstrecke konnte im Nordfeld kurzfristig abgebaut werden.

Die Nachkriegsjahre brachten Kohleförderung zwischen 6.037 t (1945) und 27.610 t (1949), insgesamt in dieser Schlußperiode 1945–1954: 175.533 t, womit der Bergbau Häring immerhin eine volkswirtschaftlich wichtige Aufgabe erfüllt hat.

Die Genossenschaft war rechtzeitig bemüht, in den bestehenden Freischurfgebieten Fortsetzungen der Lagerstätte zu finden. Einige positive geologische Gutachten, über die noch in Teil 7.2.10 zu diskutieren sein wird, bildeten die Grundlage für eine Tiefbohrung im Niederholz zwischen Häring und Kirchbichl. Sie ergab zwar im Hinblick auf eine Fortsetzung des Kohlenflözes im März 1951 ein negatives Ergebnis, dafür wurde aber bei dieser Aktion eine Schwefelquelle angebohrt, die zwei Jahre später zur Heilquelle erklärt wurde und seither der Gemeinde Häring großen Aufschwung im Fremdenverkehr und als Kurort gebracht hat.

Eine ausführliche Darstellung der „Geschichte des Häringer Kohlenbergbaues, Werk und Menschen“ verfaßte Alfred LÖHMER 1953 mit einem Nachtrag von Otto SYKORA. Eine Zusammenfassung dieser Daten brachten WEBER & WEISS (1983). Über die Geschichte des Häringer Bergbaues berichten auch KIRCHMAIR (1988) und EXENBERGER (1989a,b).

7.2.2. Geologische Position

Die Häringer Braunkohlenlagerstätte besteht aus einem Flöz mit maximaler Mächtigkeit von 12 m, ja sogar von 20 m wird berichtet. Es liegt als Grundflöz in einem Teilbereich des Unterinntaler Tertiärbeckens und ist als rinnenförmiger geologischer Körper entwickelt, der am Fuße des Pölven südöstlich von Häring ausbeißt und in NW-Richtung in die Tiefe zieht. Die der Molasse des Unterinntales zugerechneten Sedimente der Alttertiärzeit sind heute, von W nach E gereiht, noch vom Reinthaler See – Oberangerberg (N Rattenberg), Unterangerberg (NW Wörgl), über Kirchbichl – Häring, Auing, Peppenau bis nahe an den Hintersteinersee, sowie mit kleinen Resten NW und E von Kufstein, bzw. S Oberaudorf (W Ebbs) und in großer Verbreitung von Ebbs über Walchsee, Kössen bis Reit i.W. erhalten. Die Altersstellung der in diesem rund 53 km langen Raum lagernden Tertiärreste ist Obereozän (Priabon) bis Oligozän (Lattorf, Rupel, Chatt). Zusammenstellungen der reichen Spezialliteratur bringen TOLLMANN (1976) und W. FUCHS (1980, S. 152–155).

Für die Besprechung der Kohlenlagerstätte sind die Häringer Schichten, die über dem kalkalpinen Relief mit limnisch-fluviatilen und marinen Sedimenten transgredieren wichtig, die in der Überlagerung von den limnisch-fluviatilen Angerbergsschichten abgelöst werden.

Die tektonische Situation des flözführenden Komplexes behandelte A. FUCHS (1950) in einem Gutachten. Die Beurteilung der tektonischen Verformungen leidet

vor allem für die Liegendabschnitte durch die relieffüllende Funktion dieser Sedimentserie. Die Übersicht und Auswertung der Grubenkarten lehrt, daß nämlich eine vortertiär tektonisch bedingte Erosionsrinne mit NW-SE-Verlauf vorgelegen haben mußte. Mulden und Kuppen der Erosionsformen waren somit für die s-Lage der untersten Schichten, wozu auch das Flöz gehört, maßgeblich.

Nach der tektonischen Analyse von A. FUCHS der immerhin im Erbstollen eine beträchtliche nicht verzimmerte Strecke zur Begutachtung zur Verfügung hatte, ergaben sich z.T. durch Zehnermeterfalten Anzeichen für Einengungen mit Faltenachsen = E-W, NE-SW, ENE-WSW, und WNW-ESE.

Betrachtet man die tektonische Formung des Pölvenmassivs und das generelle Einfallen des Kohlenflözes, so scheint den NE-SW und ENE-WSW streichenden Faltenachsen morphologisch große Bedeutung zuzukommen.

7.2.3. Stratigraphie

Von der alttertiären Sedimentabfolge sind im Häringer Tertiärbecken die dem Priabonien (Obereozän) zugerechneten Oberaudorfer Schichten nicht vertreten.

Die Häringer Schichten gehören einer etwas jüngeren Ingressionsphase des aus dem Norden in Buchten der kalkalpinen Deckenlandschaft vordringenden Molassemeeres an. Die Alterstellung der Basisserie, zu der auch das Flöz gehört, wird von verschiedenen Bearbeitern etwas unterschiedlich beurteilt. Schon ETTINGHAUSEN (1853) hatte auf Grund des Fundes von *Sequoia sternbergi* (GÖPP.) die Basissedimente einschließlich Kohle und Bitumenmergel in das Priabonien (Obereozän) gestellt. Dieser Einstufung hatten sich eine Reihe von Autoren angeschlossen. Zuletzt kommt LÜHR (1962) auf Grund von Faunenuntersuchungen zum Ergebnis, daß die Grenze Eozän/Oligozän in den Grenzbereich Bitumenmergel/Zementmergel fällt. Demnach liegt das Kohlenflöz im obersten Eozän, an der Grenze zum Oligozän. Aber auch für eine oligozäne Einstufung der gesamten Häringer Schichten liegen Befunde vor. So parallelisierte GÜMBEL (1894) die Häringer Serie mit oligozänen Sedimenten bei Reit im Winkel. Und dazu lieferte DREGER (1892, 1902, 1904) Molluskenbefunde. Schließlich liefern dafür auch LINDENBERG (1965) und HAGN (1967) paläontologische Befunde. Diesem Ergebnis schließen sich neuerdings auch TOLLMANN (1976) und W. FUCHS (1980) an.

Die Häringer Schichten (der Name geht auf FLURL, 1813, zurück) wurden gewöhnlich in drei Abschnitte unterteilt: eine Basisserie, das Kohlenflöz mit dem Bitumenmergel und die Zementmergelserie mit Zwischenschichten aus Lithothamnienkalk. Das von den Tertiärschichten überlagerte Erosionsrelief im weiten Becken Häring – Schwoich besteht aus sehr verschiedenen alten kalkalpinen Gesteinen angefangen von Permsandstein bis zu Gosau-Schichten. Die Unterlage der Kohlenlagerstätte aber besteht aus permisch-skythischen bis norischen Gesteinen.

Die Basisserie mit ca. 25–35 m Mächtigkeit (LÜHR, 1962) umfaßt überwiegend grobklastische Gesteine und ist offenbar nur am Südrand der Lagerstätte, am Fuße des Pölven ausgebildet, nicht aber im zentralen Bereich der Kohlenmulde, was aus Schilderungen der Bergleute und aus Bohrerergebnissen hervorgeht.

LÜHR beschreibt einen eigentlichen Transgressionshorizont mit 2–3 m, eine Sandsteinbank, ca. 0,8 m, z.T. mit Tonmergellage (0,3 m) und Übergang in ein 20–25 m mächtiges Konglomerat. Einen Überblick gibt das Säulenprofil Abb. 24. Nach den unterschiedlichen Auffassungen von HEISSEL (1951), LÜHR (1962) und OEXLE (1978) ist noch nicht klargelegt, ob es sich um Flußwasserschüttungen, um eine Mur handelt, ob mariner Einfluß vorliegt oder nicht.

Das Kohlenflöz mit unterschiedlicher Mächtigkeit 1–10 m und eine 6–8 m mächtige Bank aus Bitumenmergel stehen im Mittelpunkt der Betrachtung und sind als Hauptthema gesondert behandelt. Das Flöz entwickelt sich aus einem kohligem Tonhorizont, der aber bisher schon immer zum Kohlenflöz (im weiteren Sinne) gerechnet wurde. Unmittelbar unter diesem Flöz wurde oft eine Lettenbank festgestellt. Es wird sich dabei um die von LÜHR (1962) beschriebenen Tonigen Sande oder Sandmergel mit 3–5 m Mächtigkeit im Lengerergraben handeln: demnach besteht der Mineralbestand aus Kalksand, Tonmineralen, Quarz, etwas Pyrit, Bitumen und Pflanzenhäcksel.

HEISSEL (1956, S. 51) hat in mehreren Aufschlüssen unter Tage dunkelblaugrauen Ton im Liegenden des Flözes beobachtet und bestätigt die von den Bergleuten gemachten Aussagen.

Das Flöz wird von 6–8 m (12–15 m) mächtigem bituminösem Mergelkalk, dem sog. Bitumenmergel, überlagert. Nach HEISSEL (1951) erreichen diese dort, wo das Kohlenflöz fehlt, sogar 20 m Dicke. Es handelt sich um einen harten, feingeschichteten bituminösen Mergelkalk mit Phyto- und Schalendetritus. Das über Tage hellbraungrau anwitternde Gestein entspricht in Aussehen und Zusammensetzung etwa der im Kohlenflöz meist ausgebildeten Zwischenschichte, die demnach als Zwischenmittel bezeichnet wird. Seit ETTINGHAUSEN (1853) hält man diese Kohlen-Bitumenmergelabfolge auf Grund eingeschwemmter Landschnecken, aber auch Süß- und Brackwasserformen und der reich vertretenen Pflanzenreste für limnische Bildungen, nämlich für Moor- und Seenablagerungen. Die Flora dieser Schichten wurde, als „Hangendflora“ (ETTINGHAUSEN) bezeichnet und wurde wegen ihres Reichtums als „Häringer Flora“ bekannt. Nach LÜHR entspricht die lithologische Grenze Bitumenmergel/Unterer Zementmergel der zeitlichen Wende Obereozän/Unteroligozän.

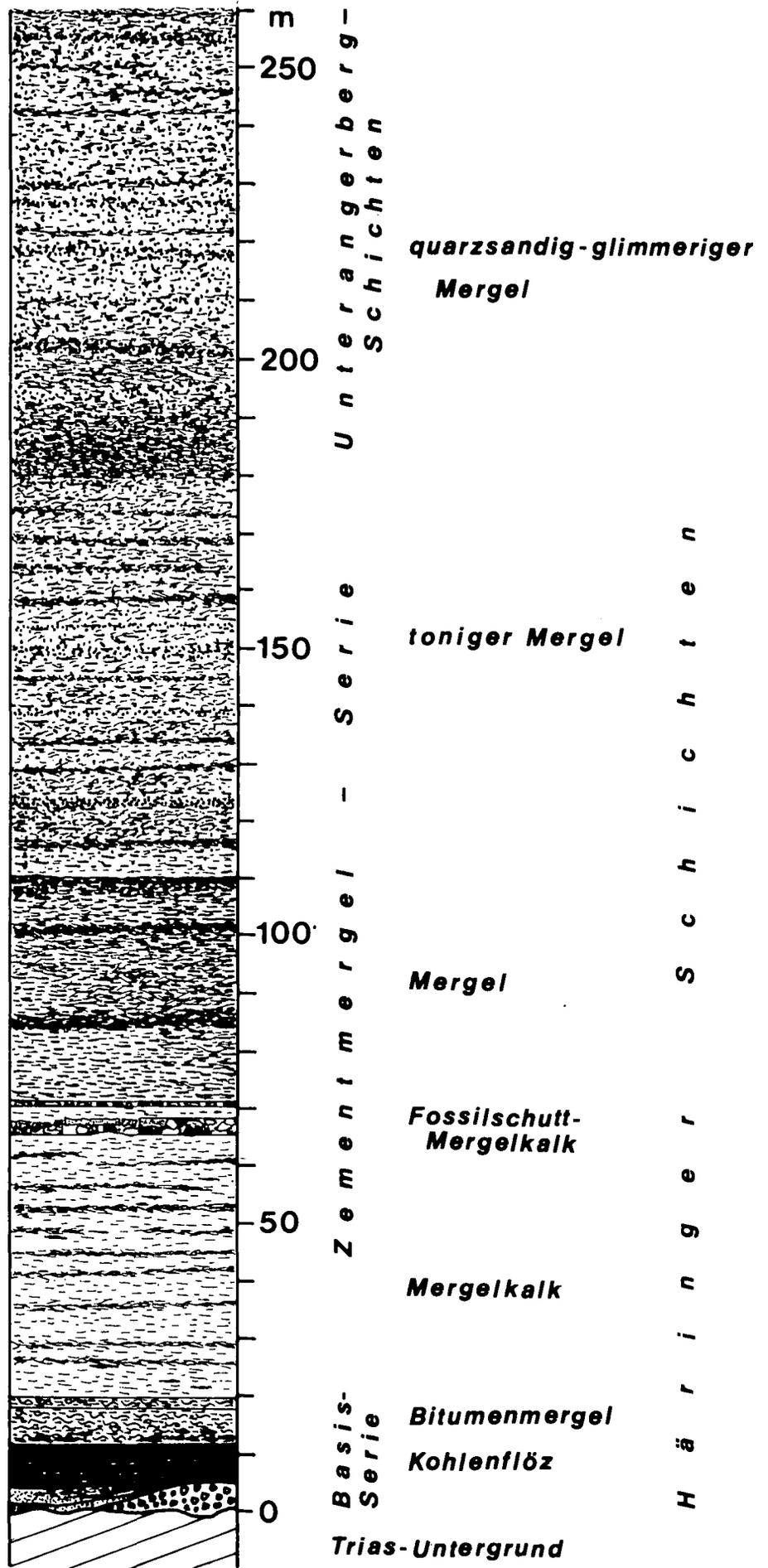
Schon AMPFERER (1922b) kommt auf Grund von Feldbeobachtungen zu einer detaillierten Unterteilung der „Zementmergelserie“. Dieser Name nimmt auf den Verwendungszweck Bezug.

Die Entdeckung des Gesteins für die Zementindustrie geht auf das Jahr 1836 zurück. (Über die Entwicklung der Zementindustrie berichtet KIRCHMAIR 1988). Damals wurde eine bestimmte Mergelbank zu sog. Romanzement gebrannt, in neuerer Zeit wird eine umfangreichere Mergelserie von der PERLMOOSER ZEMENTWERKE AG (PAG, Werk Kirchbichl) als Rohstoff für die genormte Herstellung von Portlandzement abgebaut.

Eine sehr genaue Beschreibung der Schichtfolge gibt schon AMPFERER 1922b, die dann von HEISSEL (1951, 1956) sowie von LÜHR (1962) und OEXLE (1978) ergänzt, bzw. verändert und mit anderen Namen versehen wurde.

Der Untere Zementmergel mit 20–30 m Mächtigkeit entwickelt sich aus dem Bitumenmergel durch

Abb. 24.
Die Alttertiär-Abfolge der Häringer Schichten und der Unterangerberger Schichten schematisiert im Säulenprofil.



Nachlassen des Bitumengehaltes. Es handelt sich um einen grauen bis bräunlichgrauen, muschelig brechenden Mergelkalk, der auch Makrofossilien enthält und in den untersten Metern noch deutlich bituminös ist.

In diesem unteren Zementmergel sind zwei, nur 2 m voneinander getrennte „Lithothamnienkalkbänke“ (LÜHR, 1962, S. 28) („Nummulitenbrekzie“ OEXLE, 1978, S.43) zwischengeschaltet. Zusammensetzung und Mächtigkeit wechseln. Petrographisch handelt es sich um einen „Fossil-schuttmergelkalk“, der durch Beteiligung grobklastischer Komponenten dann als Kalkbrekzie oder -konglomerat zu bezeichnen ist. Der Fossil-schutt beinhaltet hauptsächlich Lithothamnien-Kalkalgen und Bryozoen, auch große Nummuliten und anderen Biodetritus. Unter den z.T. „fremden“ Gesteinskomponenten hat LÜHR (S. 30)

„ ... stark dolomitisierten Raibler Kalk und Hauptdolomit ... “ identifiziert. Die Mächtigkeit dieser Resedimentzwischen-schichten wird von OEXLE (1978) nach Beobachtungen an der Transportstraße mit 10 m für die untere und 0,5 m für die obere Lage angegeben.

Der im Hangenden folgende Mergel wird sinngemäß als Oberer Zementmergel bezeichnet. Die Gesamtmächtigkeit wird

„ ... wegen der ungünstigen tektonischen Verhältnisse im obersten Teil ... “

von LÜHR (1962, S. 24)

„ ... mit ca. 150–180 m ... “

angegeben. Davon sollen 55–60 m im Bergpeterl-Steinbruch der PAG aufgeschlossen sein. Während das untere Drittel der Schichtfolge dem Unteren Zementmergel gleicht, zeigt sich darüber zunehmend Sanddetritus als Beimengung. LÜHR (S.31) konnte

„ ... im oberen Zementmergel ein Zurücktreten der benthonischen und eine deutliche Zunahme der pelagischen Foraminiferen ... “ feststellen.

Auf Grund der von LÜHR festgestellten Faunenzonen in den verschiedenen Faziesbereichen der Häring Schichten konnte er für den unteren Zementmergel eine litorale, pelitische Fazies, für den Lithothamnienkalk eine litorale, biogen-klastische Fazies und für den oberen Zementmergel eine pelagische, pelitische bis pelitisch-psammitische Fazies ergründen. In der oberen Mergelabfolge zeigt sich auch bald nach dem Einsetzen der Sandeinstreuungen eine 0,25 m mächtige harte Quarz-Quarzit-Glimmer-Arenitbank. Glimmer- und Quarzsand führende Mergel, in Wechsellagerung mit dünnen Arenitbänken sind typisch für diese obere Mergelabfolge.

Die lithologischen Kennzeichen waren im wesentlichen schon AMPFERER (1922) und HEISSEL (1951) bekannt. HEISSEL nützte die seinerzeit gemachten Beobachtungen an neuen Aufschlüssen zu einer Neudarstellung der Einteilung. Demnach (S.210) ist die gesamte Tertiärschichtfolge in eine

„ ... basale Schichtgruppe (Grundkonglomerat, Nummuliten- Korallen- Nulliporen-Lithothamnienkalke, und -Kalkbreccien bis Konglomerate, Kohle, Bitum-Mergel), die Zementmergelserie (einschließlich der tonreichen Hangendmergel), die Folge sandig-glimmeriger Mergel – hier als Unterangerberger Schichten bezeichnet, und die Gruppe der Konglomerate und Sandsteine – hier als Oberangerberger Schichten bezeichnet ... “ zu gliedern.

Somit entsprechen die im Areal der Kohlenlagerstätte erhaltenen jüngsten Tertiärschichten, also etwa der Abschnitt über der Sandsteinbank, nach HEISSEL (1951, 1956) den Unterangerberger Schichten.

7.2.4. Das Kohlenflöz (Verbreitung, Gestalt, Mächtigkeit, Verformung)

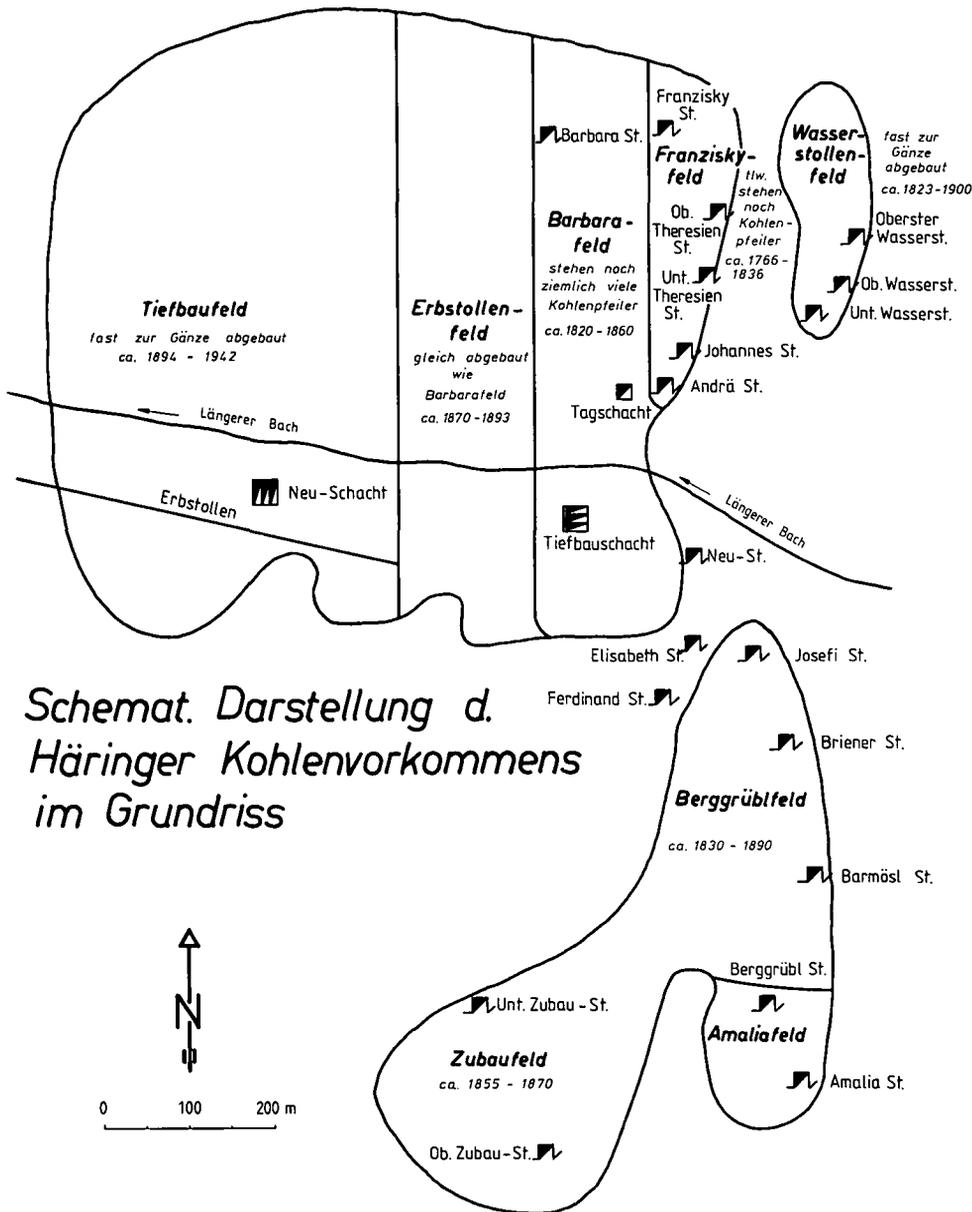
Die Häring Kohlenlagerstätte besteht aus einem Flöz mit unterschiedlicher Qualität, welches beiderseits des Lengerergrabens zwischen 760 m und 800 m ü.d.M. im Grundriß ca. 1.100–1.400 m SSE von der Kirche Häring infolge einer tektonischen Verstellung zweimal ausbeißt. Nach einer sehr alten Profilskizze (gezeichnet Dr. GADRINGER) liegt der höchste Ausbiß in 869 m Höhe.

Über die im Bergbau gemachten Beobachtungen über den Flözverlauf geben noch vorhandene Grubenkarten und Profilskizzen Auskunft. Beschreibungen einiger unter Tage gemachter Befunde sind bei AMPFERER (1922) und HEISSEL (1951) zu finden. Die dreidimensionale Betrachtung des Grubengebäudes läßt das Flöz vor allem im südlichen tagnahen Bereich auf dem Grundkonglomerat, in nördlichen, tieferen Abschnitten auf dem triadischen Untergrund erscheinen, wobei allerdings in jedem Falle eine zumindest geringmächtige Lettenbank, also eine Mergel- oder Tonmergelschichte das Flöz im Liegenden begleitet. Dieser Situation entsprechend kann man von einem Grundflöz sprechen.

Die Mächtigkeit der Kohlschichte wird von HEISSEL (1951) mit durchschnittlich 4 m beurteilt. Maximale Mächtigkeiten werden mit 12 m angegeben, noch größere Werte wie z.B. 20 m, von denen von Seiten früherer Bergleute erzählt wird, sind sonst nicht bestätigt.

Das im Grundriß etwa 1.200 m lange und 450–1.100 m breite Grubenfeld verläuft mit seiner Längsachse SE–NW, ungefähr entlang des Lengerer Grabens, und endet mit seiner NE-Ecke ca. 100 m südlich der Häring Kirche. Es liegt somit im wesentlichen unter dem südöstlichen Ortsteil von Häring. Das im S breite, sich nach N verschmälernde Feld enthält das Flöz in ungefähr rinnenförmiger Position und folgt einer noch heute im Geländere relief erkennbaren Erosionsfurche von der Lengerer Quelle in Richtung Häring. Die Ursache der Anlage ist zweifellos in einer vorobereozänen tektonischen Störungszone zu suchen. Diese Kohlenrinne verläuft generell mit 35° Gefälle nach NW in die Tiefe, sodaß das Flöz in 440 m Tiefe etwa 150 m WSW unter der Kirche zu liegen kommt (vgl. Abb. 25, 26).

Das Streichen des Flözes ist im Bereich der Rinnenform allerdings durch mehrere, aber konstante Verschwenkungen verkompliziert. Die beste Darstellung dieser Situation ist in Form von Grundrißskizzen des Flözes auf verschiedenen Horizonten überliefert und bringt eine konvexe Wölbung des jeweiligen Mittelteiles nach N zum Ausdruck. Eine randliche Drehung des Flözverlaufes in die NE–SW-Richtung, die vom Barbarahorizont bis zum 13. Horizont in der Tiefe nachgewiesen ist, deutet HEISSEL (1951) als tektonisch bedingt und lehnt aber eine Querstörung im Sinne AMPFERER'S (1922) ab. Auch A. FUCHS ist 1950 auf Grund seiner Gefügeanalyse davon überzeugt, daß die Verbiegungen des Flözes und auch das randliche Verschwenken an der NE- und SW-Begrenzung der Lagerstätte durch Faltung, insbesondere mit Achse (N)NE–(S)SW bedingt ist. Die Flözbegrenzung am S-(SW-)Rand der Lagerstätte erklärt HEISSEL rein sedimentär, d.h. durch primäres Auskeilen. Wie die Skizze (Abb. 27) zeigt, sind auf jedem Horizont starke Mächtigkeitschwankungen nachgewiesen worden. Inwieweit daran die primäre An-



Schemat. Darstellung d. Häringer Kohlenvorkommens im Grundriss

Abb. 25. Vereinfachte Grundrißdarstellung der Lagerstätte Häring. Nach einer Skizze von LÖHMER (1953); aus WEBER & WEISS (1983, S. 168).

lage der Torfansammlung und eine sekundäre tektonische Beeinflussung maßgeblich war, ist mangels von petrographischen Aufzeichnungen während des Betriebes nicht exakt zu beurteilen. Auf Grund der Skizzen gewinnt man den Eindruck, daß die seitliche Ausdünnung im Sinne von HEISSEL und FUCHS durch primäres Auskeilen, und die schwankende, aber doch ansehnliche Mächtigkeit der Kohle im Mittelteil der Mulde im wesentlichen primären Ursprungs, aber die stärkere Verbiegung des Flözes mit Anschoppung der Kohle in den Faltenscheiteln tektonisch durch Einengung mit Faltung, wie dies A. FUCHS sieht, zustande kam. Wenn also Verfaltungen am Flözverlauf wesentlichen Einfluß haben, so sind doch auch klufftektonische Ereignisse, vor allem im hochgelegenen S-Teil der Lagerstätte und im tiefen Grubenabschnitt im Norden unter dem 14. Horizont nicht zu übersehen.

Über das Aussehen und Auskeilen des Flözes in die Tiefe zu kann auf die Ergebnisse der Aufschließungen bis +5 m ü.d.M. bzw. Tiefbohrungen zurückgegriffen werden. Trotz klufftektonischer Beeinflussung des Flözes in der Tiefe und Verkippung auf steiles Einfallen kann kein Zweifel aufkommen, daß in diesem tiefen Ab-

schnitt mit dem Auskeilen der Kohlenansammlung das Nordende der Lagerstätte erreicht wurde.

Auch die von Häring nach ENE hochziehende, 1 km lange und von der Basisserie der Häringer Schichten eingenommene Erosionsrinne geht auf scherungstektonischen Einfluß zurück. Das am S-Rand dieser sogenannten Fleck-Mulde an der Grenze zum Wettersteinkalk bekanntgewordene Kohlenflöz ist als Ostfortsetzung des scheinbar nach N vorgeschobenen südlichen Lagerstättenareals zu deuten. Aber ganz so einfach ist die Anlage dieser Erosionsmulde nicht. Die nach zeitweisen Abbauversuchen zwischen 1800 und 1881 als vorwiegend unrein beschriebene Kohle ist dort mit 2-4 m Mächtigkeit, im reinen Zustand nur mit 0,75 m gefunden worden.

7.2.4.1. Die „Fleckmulde“

Unter dieser Bezeichnung versteht man eine, östlich der Häringer Kirche beginnende und nach ENE flach ansteigende, morphologisch hervortretende, 1 km lange und 200-400 m breite Mulde, benannt nach dem Bauernhof Fleck. Die Fleckmulde erweckt unser Inter-

Schematisches Profil durch den Braunkohlenbergbau Haring

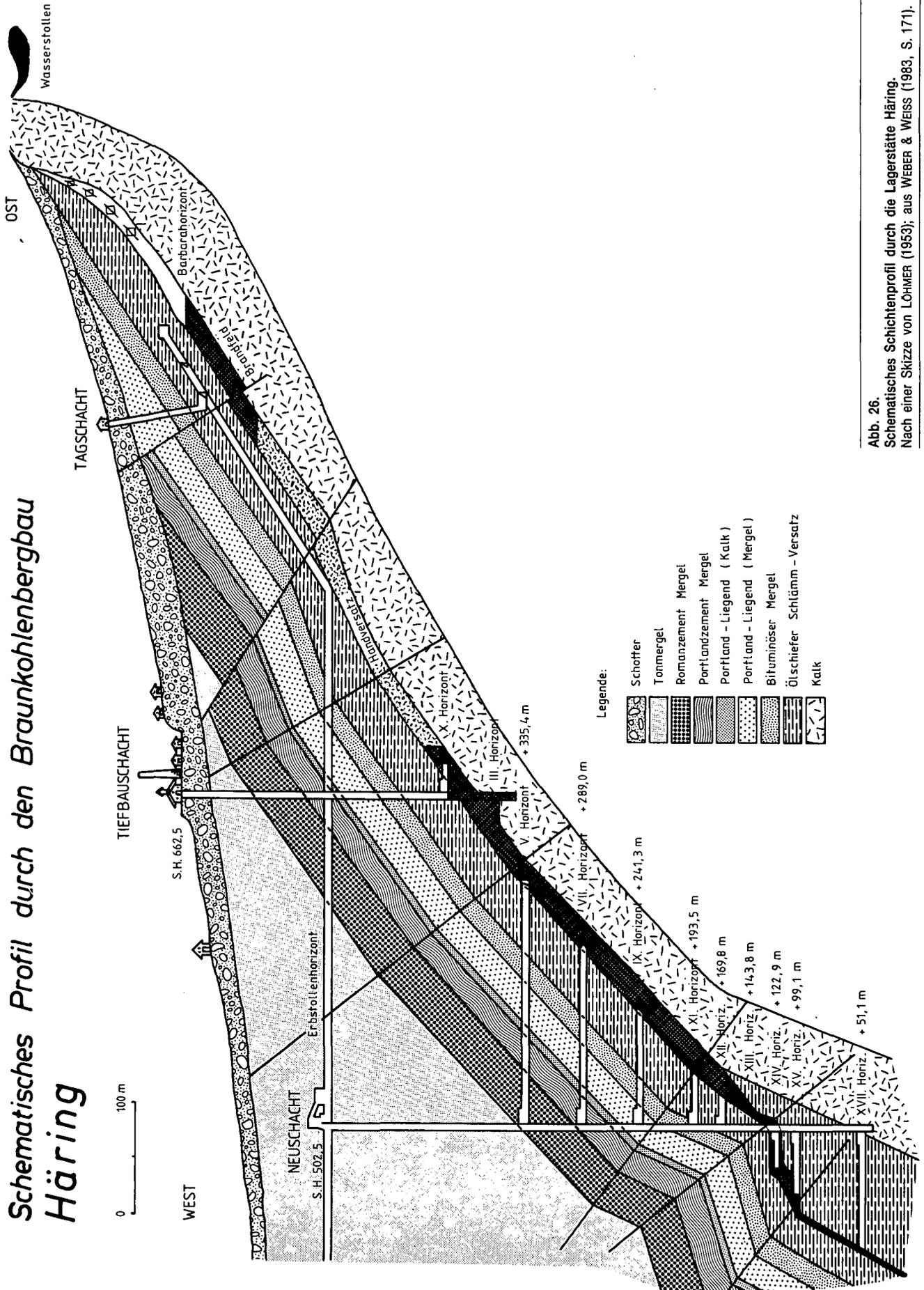


Abb. 26.
Schematisches Schichtenprofil durch die Lagerstätte Haring.
Nach einer Skizze von LÖHMER (1953); aus WEBER & WEISS (1983, S. 171).

Flözdurchschnitte :

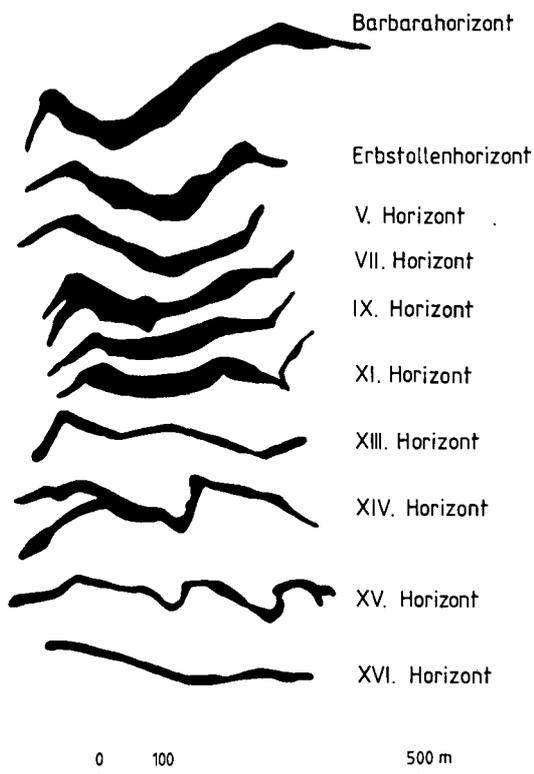


Abb. 27.
Die Flözkonfiguration im Grundriß verschiedener Grubenhorizonte.
Nach einer Skizze von LÖHMER (1953); aus WEBER & WEISS (1983, S. 171).

esse überhaupt nur wegen des Vorkommens von Tertiärschichten in Form von Zementmergel, Bitumenmergel und dem Kohlenflöz, welches am Fuß des Pölven unter Tage aufgeschlossen wurde. Ihre Anlage war bisher weitgehend ungeklärt.

Nach unserer Konstruktion handelt es sich um eine tektonogenetisch bedingte, und zwar zuerst durch Vertikalverwurf verursachte Abscherung des nordwestlichen Teiles des Großen Pölven, wodurch die nördlich davon gelegene, von E nach Osterndorf herabziehende Felsrippe des sogenannten Unterstein („Osterndorfer Finger“ bei OEXLE 1978) abgetrennt erscheint. Aber über Einzelheiten dieser tektonischen Anlage differieren die Ansichten der Geologen. Vor allem weicht die Auffassung von OEXLE insofern ab, als er im Felsrücken des Unterstein leicht gegen SE geneigte Schichten und außerdem im Wettersteinkalk des Pölven-Westhanges insgesamt eine Mulde sieht.

Entscheidend für eine wirklichkeitsnahe Erklärung sind mehrere Beobachtungen von HEISSEL (1951), der auf Ausbisse von Raibler Schichten am N-Rand der Fleckmulde bzw. am Fuße des Unterstein aufmerksam macht und dies auch (in seiner Skizze Abb. 2) darstellt. Nach der Angabe von HEISSEL hatte bereits im Jahre 1904 der Bergbaubeamte Dr. L. GADRINGER die Raibler Schichten dieser Region auf einer unveröffentlichten geologischen Karte der Umgebung von Häring vermerkt, was in der Folgezeit in Vergessenheit geraten war. Nachdem wir auch die freundliche Mitteilung von HEISSEL über die Fortsetzung der Raibler Schichten im Osten der Fleckmulde bestätigen können, und zudem auch noch anstehenden Raibler Schieferthon 300–400 m östlich des Wasserfalles südlich von Habring gefunden

haben, bieten wir unter Nutzung der bisher bekanntgewordenen geologischen und bergmännischen Notizen folgende Konstruktion (Profil Abb. 28) an.

Die Fleckmulde ist im N und S, wie bekannt, von steilen Scherklüften begrenzt. An der nördlichen, den Unterstein im S abschneidenden Störung, ergibt sich konstruktiv ein relatives Herausheben des Unterstein. Je nach Neigung der Störungsfläche sollte es sich um 200 bis 340 m Sprunghöhe handeln. Als Bezugsfläche bzw. Bezugskörper für diese Feststellung dienen die Raibler Schichten. Da wir entlang des Nordfußes des Pölven an mehreren Stellen kleine Vorkommen anstehender Raibler Schichten gefunden haben, ist damit zu rechnen, daß diese Serie mit allgemeinem ENE–WSW-Streichen zumindest auf 4 km Länge nördlich des Pölvenmassivs im Untergrund verborgen liegt. Sie bildet mit konstruktiv ermittelter Mächtigkeit von 200–300 m eine vortertiäre Erosionsmulde zwischen dem generell NNW-fallenden Wettersteinkalk der Pölven-N-Wand und dem generell NNW-fallenden Hauptdolomit des Wildschwenz-Aufinger Rückens. Heute nehmen oberflächennah die Häringer Schichten diese Erosionsrinne ein. Teile des Raibler Schicht-Paketes sind daher nach dem erwähnten Vertikalverwurf sowohl am N-Rand des Unterstein im Hangenden des Wettersteinkalkes, als auch in der Fleckmulde, ebenfalls im Hangenden des Wettersteinkalkes gefunden worden. Dasselbe gilt natürlich auch für die mit-verworfenen Häringer Schichten mit dem Kohlenflöz. Und schließlich interessiert diese tektonische Situation im Zusammenhang mit der Kohlenlagerstätte.

So berichtet LÖHMER (1953), daß hier schon um 1800 Kohle abgebaut wurde. Aber 1840–1848 wurde der Carl-Stollen zur bergmännischen Untersuchung des Flözes angelegt: Ein 0,80 m mächtiges Flöz mit Kohle und kohligem Schiefer wurde angefahren. Auch ein Gesenk wurde abgeteuft und man erreichte 1874 in 34 m Teufe das Flöz mit 2–4 m Mächtigkeit, doch bestand es aus wenig Kohle und viel Schieferthon.

Ab 1873–1881 versuchte man vom Unteren Zubau-Stollen aus eine Strecke in Richtung Flöz vorzutreiben: Aber man stieß nur auf bituminösen Mergel und keine Kohle. Sodann wurden zwei Hoffnungsschläge vom 2. Erbstollenhorizont aus im Jahre 1878 mit einigen hundert Metern Länge, und 1884 ein Schurfbau vom Egger- und Lüthiwerk aus vorgetrieben. Auch in diesem Fall wurde nur Ölschiefer und bituminöser Kalk, aber keine Kohle angefahren. Schließlich versuchte man die Flözsuche noch mit einem „Tagstollen“ vom Pölven aus ebenso vergeblich.

Lagerstättenkundlich kann zumindest der Schluß gezogen werden, daß das stark verunreinigte Flöz mit 45° Einfallen steiler als im Hauptrevier von Häring gelagert ist nach den Ausrichtungsversuchen nach Osten auskeilt und sich nach Westen zu verschmälert. Von einem nutzbaren Teilbereich der Häringer Lagerstätte kann nach solchen Ergebnissen nicht die Rede sein, obwohl mit der Fortsetzung des Flözes in geringe Tiefe zu rechnen ist. Eine bedeutende N- bzw. Teufenstreckung kann das Flöz aber nicht haben, da sonst die südlich von Habring abgeteuft Bohrung außer Bitumenmergel auch hätte das Flöz durchbohren müssen.

Somit ist das unreine Flöz der Fleckmulde als SE-Ausläufer der Hauptkohlenmulde, vermutlich durch parautochthon eingedriftetes Holz vermischt mit Mineral-

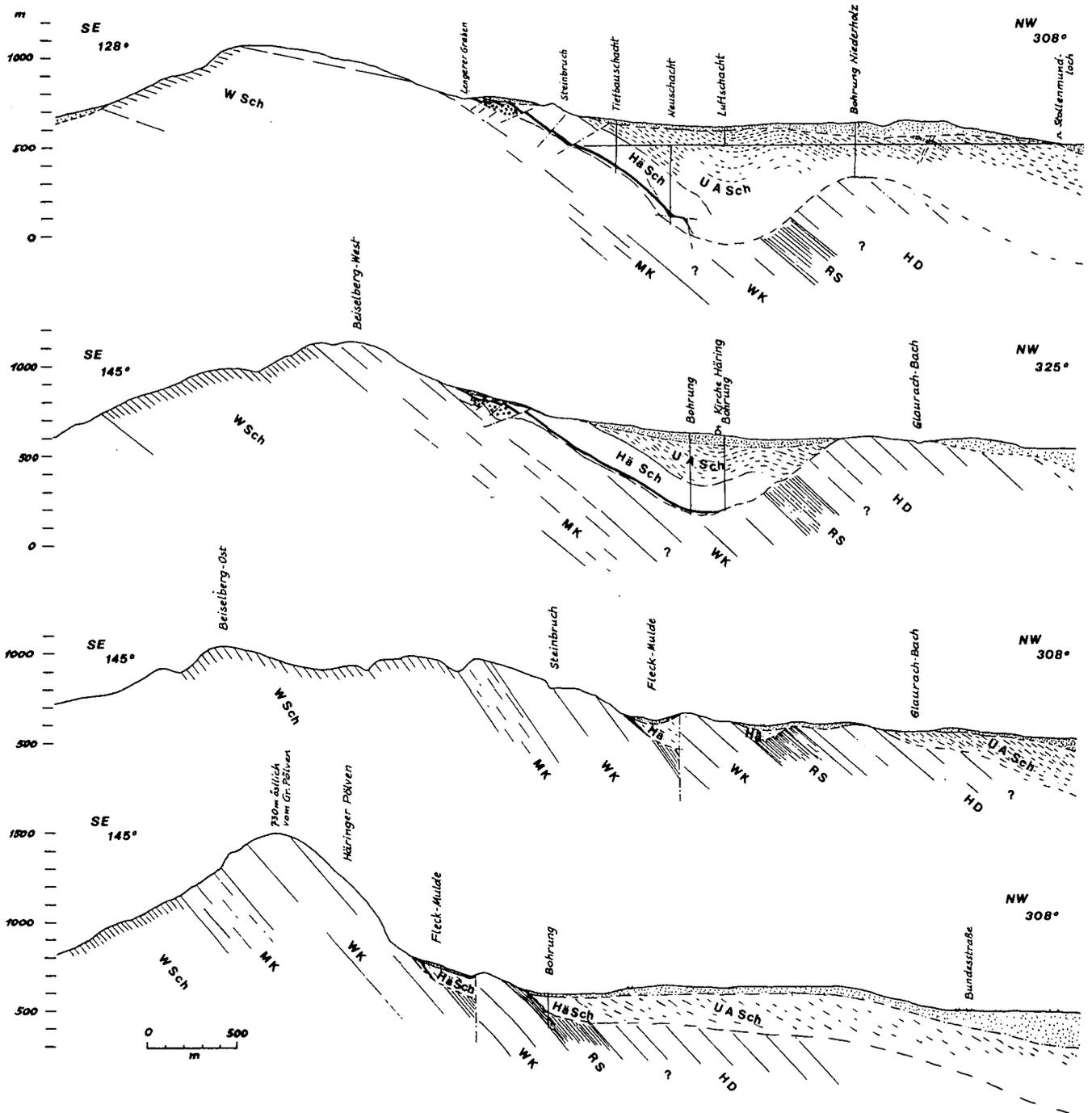


Abb. 28.
NW-SE-Profile durch die Häringer Tertiärmulde mit dem Glanzbraunkohlenflöz.

detritus entstanden. Im Vergleich mit der Hauptlagerstätte sollte dieses Flöz dem unreinen Liegendabschnitt des Häringer Flözes entsprechen.

7.2.5. Die pflanzliche Grundlage des Kohlenflözes

Nachdem die Kohlenbildung ursächlich auf mächtige Ansammlungen von pflanzlichen Stoffen zurückzuführen ist – für die vorliegende Kohle kann vielleicht mit Reduzierung auf $\frac{1}{2}$ durch Kompression gerechnet werden – erscheint es interessant und nützlich, einen Blick auf die paläobotanischen Funde zu machen. Die wesentlichen Pflanzenbestimmungen gehen auf ETTING-

HAUSEN (1853!) zurück und hat das Ergebnis die „Häringer Flora“ berühmt gemacht. In diesem Zusammenhang soll die das Flöz überlagernde bituminöse Mergelbank besonders viel Pflanzenreste geliefert haben. Diese alttertiäre Florengemeinschaft liefert eindeutige Hinweise auf ein tropisch-subtropisches Sumpfmilieu.

Abgesehen von entdeckten Laubmoosen, handelt es sich um Gymnospermen und Angiospermen. Reich vertreten sollen Coniferen sein, wobei vor allem der Mammutbaum *Sequoia Sternbergi* GÖPP. Berühmtheit erlangt hat.

Weiters handelt es sich um folgende Holzpflanzen: Kastanien, Eichen, Wolfsmilchgewächse, Lorbeer, Malpighiaceen, Zitrusarten, Celastraceen, Ramnaceen, Saxifragaceen, Mimosaceen, Schmetterlingsblütler, Thy-



Abb. 29.
Typ „Augenkohle“ (im Handstück) aus dem Vitrain-Abschnitt des Häring Flözes, durch schalenförmig-muscheligen Bruch.
Marke: mm-Papier.

melaeaceen, Myrtaceen wie z.B. Eucalyptus, Ebenholzbäume, Oleandergewächse. Eine besondere Rolle spielen Reste von Fächerpalmen (Sabal) als Klimaindikatoren.

Man wird sich also bei der kohlenpetrologischen Identifizierung der Macerale und Mikrolithotypen an diese Phytodetritus liefernden Pflanzenassoziationen erinnern.

7.2.6. Makropetrographische Kennzeichnung

Obwohl das Häring Flöz mehrere Typen von Kohlen aufweist, sollten die äußeren Kennzeichen zur Einstufung unter Glanzbraunkohle („Glanzkohle“, Pechkohle) ausreichen. Aber nur der sehr reine, bank- und linsenförmige Anteil weist als typischer Vitrain-Lithotyp (Glanzkohle) muscheligen Bruch mit sehr starkem Glanz und schwarzer Farbe auf. Auch Clarain, als Lithotyp Halbglanzkohle, ist fein- und dicklagig vertreten. Diese Kohle wirkt matt-schwarz und weist schieferiges Aussehen und Bruch nach den Schichtflächen auf.

In der Vitrain-Kohle von Häring gibt es stellenweise die Strukturvariante „Augenkohle“ zu sehen, wie sie Wilhelm PETRASCHECK (in W. & W.E. PETRASCHECK 1950,

S. 282,283) speziell auch von Häring beschreibt und abbildet. Die Bruchflächen weisen durch unregelmäßig nebeneinanderliegende kugelförmige Vertiefungen von etwa 5–10 mm Ausmaß einen stark kleinbuchtigen Verlauf auf Abb. 29. Als Entstehungsursache wird mit Wahrscheinlichkeit tektonischer Druck genannt. Die nur bei diesem Kohlentyp gemachte Beobachtung dürfte auch mit dem mechanisch so gut wie isotropen Verhalten zusammenhängen.

Neben der auch in größeren Stücken anfallenden, aber doch brüchigen, harten, qualitativ guten Kohle fallen auch schon makroskopisch mineralhaltige und mineralreiche Typen, vor allem mit Ton, Pyrit und Calcit-Schalenfragmenten auf. Während der weiße Biodetritus und der auf freien Flächen rasch zu gelblich-braunem Limonit rostende Pyrit leicht erkennbar sind, läßt sich der Tongehalt der, je nach Kohlenanteil schwarzgrau bis grau gefärbten kohligen, z.T. auch sandigen Tone durch den Primitivtest „Anhauchen gibt Tongeruch“ ganz beiläufig beurteilen.

Und wie die mikroskopische Analyse zeigen wird, enthält das Flöz ungünstigerweise viel nicht brennbare Aschenbestandteile, was der Häring Kohle schon frühzeitig den Ruf als „technisch minderwertig“ (so KLEBELSBERG 1935, S. 101) eingetragen hat.

Abb. 30.
Das Glanzbraunkohlenflöz im Grubenaufschluß des Bergbaues Häring.
Auffallend schwarz mit weiß reflektierenden Bruchflächen ist die Vitrain-Lage (Mitte links – Mitte rechts) im oberen Flözteil.



7.2.7. Mikroskopische Kennzeichnung

Die mikroskopische Durchsicht der Präparate im Auflicht-Hellfeld in Luft und unter Öl sowie mit Blaulicht-Fluoreszenz und z.T. auch im Dünnschliff ergänzt und präzisiert die Aussage über die Kohlenzusammensetzung ganz wesentlich, denn nur so können die überwiegend extrem feinen Anteile an Maceralen und Mineralen exakt erkannt werden.

7.2.7.1. Reflexionsverhalten, Vitrinit-Reflexion

Die Vitrinit-Reflexion wurde an Kohlenproben eines Flözschnittes im Stollen zum Sprengmittelmagazin der PAG im Niveau Sohle Mergelsteinbruch Bergpeterl sowie an Einzelstücken aus dem Maxstollen (= 5. Horizont) und aus dem Tiefbau mikrophotometrisch ermittelt. Die statistische Untersuchung bezieht sich auf Vitrinitanteile sowohl in verschiedenen Kohletypen als auch in kohligen Tonen. Die Werte sind in der Tabelle 10 zur Übersicht gebracht.

Die Reflexionsintensität mit \bar{R}_r zwischen 0,43 und 0,58 % in Öl streut nach der Tabelle von STACH et al. (1982) im Gesamtbereich der Glanzbraunkohle, bzw. fällt nach der in USA gebräuchlichen Klassifizierung unter die subbituminösen Kohlen B und A.

Die wenigen Daten für Vitrinit aus dem Phytodetritus kohligter Gesteine liegen anscheinend mit 0,43–0,49% etwas niedriger als die in der Clarain- und Vitrain-Kohle mit 0,46–0,53%. Bemerkenswert, aber mit Unsicherheit behaftet, sind Meßergebnisse von Kohlen, die angeblich aus dem Tiefbau stammen. In zwei Fällen besteht Unklarheit über die Teufe der Entnahmestellen. Diese Glanzkohlen liefern \bar{R}_r -Werte von 0,58 und 0,57 % und liegen demnach signifikant über den R-Werten der tagnahen Kohle unserer Entnahmestellen. Eine neuerdings

Tabelle 10.
Inkohlungsgrad der Tertiärkohlen von Häring und Duxer Köpfl.

Vitrinitreflexion: \bar{R}_r = mittlerer Reflexionsgrad aus n-Messungen, n = Anzahl der Messungen, min. – max. = Minimal- und Maximalwert von R aus n-Messungen.

Fundort	Nr.	Lithotyp	\bar{R}_r [%]	n	min.–max.
Bergbau Häring	0– 5	Kohliger Ton	0,47	50	0,44–0,49
	50– 55	Kohliger Ton	0,43	50	0,41–0,48
	80– 85	Kohliger Ton	0,49	50	0,46–0,51
	110–113	Toniger Clarain	0,53	100	0,50–0,56
	140–145	Toniger Vitrain	0,45	30	0,40–0,49
	192–195	Clarain	0,43	50	0,38–0,48
	208–210	Clarain	0,53	100	0,50–0,56
	210–214	Clarain	0,47	100	0,44–0,56
	216–220	Clarain	0,48	100	0,48–0,51
	220–222	Vitrain	0,46	100	0,44–0,51
	240–250	Vitrain	0,47	100	0,46–0,51
	255–260	Lum. Clarain	0,47	100	0,45–0,51
	277–280	Clar. Lum.	0,46	100	0,44–0,50
	Tiefbau A	Vitrain	0,58	100	0,54–0,61
Tiefbau B	Vitrain	0,57	100	0,51–0,60	
Tiefbau IX	Vitrain	0,54	100	0,58–0,50	
Duxer Köpfl	DK 1	Vitrain	0,46	100	0,41–0,49
	DK 3	Vitrain	0,46	100	0,44–0,48

von Herrn Bergmeister i.R. Hermann TROGER, Kirchbichl, zur Verfügung gestellte Vitrainkohle aus dem IX. Horizont (= 241 m ü.d.M. = ca. 440 m unter Tage) ergab $\bar{R}_r = 0,54$ % und bestätigt offenbar die Differenz der Reflektanz.

7.2.7.2. Maceralbestand und Gefüge

Vitrinit-Huminit

Der Inkohlungsgrad der Hartbraunkohle, insbesondere der in Häring vertretenen Glanzbraunkohle, berechtigt, die wegen der schon weitgehenden Angleichung an die Macerale und das Gefüge der Steinkohle anstelle der Braunkohlen-Huminite die Nomenklatur der Steinkohlen-Vitrinite zu gebrauchen.

Entsprechend der Korrelierung wird für Ulminit und Gelinit die Bezeichnung Telinit bzw. Collinit gewählt und weiter unterschieden zwischen Telocollinit (für Ulminit und Gelinit), Desmocollinit (statt Densinit und Detrogelinit) und Corpocollinit (für Corpohuminit einschließlich Phlobaphinit).

Die angeführten Maceraltypen dominieren allenfalls, nämlich in den Kohlen und kohligen Gesteinen. Sie bilden die großflächige Grundmasse mit vollkommener Vergelung als isotroper Collinit oder als inhomogenes Gefüge des Telinit mit diskreter Mikroschichtung. Sie stellen den Hauptbestand der Vitrainkohlen. Man findet auch bemerkenswert viel Desmocollinit in lockerer bis dichter Packung, aus humosem Detritus entstanden.

Die Corpocollinite zeigen durch diskrete R-Unterschiede Zellgerüst und ausgefüllte vergelte Hohlräume, oder auch die charakteristischen Korkgewebe mit tafelförmigen, z.T. deformierten Zellen: es sind die zarten Gewebsstrukturen mit dunkleren Zellwänden und helleren Phlobaphenen. Auch die oft, ja auch gehäuft vertretenen Coniferennadeln enthalten wesentliche Collinitanteile.

Offene Porenhohlräume sind keinesfalls mehr erhalten. Im Vitrinit sind manchmal kurze bankrechte Mikrozerfuge zu beobachten.

Liptinit

Im gesamten spielt die Beteiligung der Protobitumina in diesen Kohlen eine eher geringe Rolle, wenn auch sämtliche Macerale nachzuweisen sind. Am häufigsten fallen fossile Algen vom Pila-Typ sowie auch Harzknöllchen und deformierte Kleinlinsen als Resinit auf. Kutikulen sind zwar ebenfalls immer vertreten, bestehen aber meist nur aus kleinen Blattrelikten und Kleindetritus, in diesem Fall als Liptodetrinit. Als Sporinit wurden ausschließlich Mikrosporen festgestellt. Auffallend ist ein lagenweise relativ hoher Gehalt an Fluorinit, gelegentlich auch von etwas Chlorophyllinit. Aber Unsicherheit gibt es hinsichtlich der Beteiligung von Bituminit als nicht figurierte Substanz, da diese nur mit Blaulicht-Fluoreszenz bzw. im Durchlicht verlässlich identifizierbar ist, beim statistischen Auszählen aber schwer zu berücksichtigen ist. Sichergestellt ist die Beteiligung von Bituminit in den Kohlen-tonen, wobei das sichtbare Bitumen an die Tonsubstanz gebunden erscheint. Die genaue Identifizierung der Liptinitmacerale wurde mit Blaulicht-Anregung durchgeführt.

Inertinit

Die Macerale der Inertinitgruppe fallen im vorliegenden Kohlenmilieu durch das doch deutlich über dem

Vitrinit liegende Reflexionsvermögen sowie auch durch die Konfiguration und das Gefüge zweifelsfrei auf. Insgesamt ist ihre Beteiligung hier mit immer unter 1 Vol.-% äußerst bescheiden. In diesem Rahmen ist Semifusinit am häufigsten, aber auch ein- und mehrkammeriger Sclerotinit fällt etwas auf. Außer diesen Pilzdauersporen sind vereinzelt auch Pilzhyphengeflechte erhalten. Macrinit und Fusinit sind selten enthalten, Micrinit fehlt.

Alle hier identifizierbaren Inertinite liegen als gut konturierte Komponenten in der Vitrinitgrundmasse, entwickeln sich also nicht etwa durch Übergänge aus Vitrinit. Sie wurden vor allem in den Clarainkohlen, also im Mikrolithotyp Clarit festgestellt und sie fehlen in vitritischen Glanzkohlen. Auch der Phytodetritus in kohligen Schiefer-tonen bringt diese Macerale spärlich zur Geltung.

Vereinzelt wurde Semifusinit mit kaum über Vitrinit liegender Reflexionsintensität und Sclerotinit mit fast dem Vitrinit entsprechendem R-Grad, aber auf Grund gestaltlicher Merkmale erkannt. In solchen Fällen wird das Maceral bei der quantitativen Analyse aber als Vitrinit bewertet. Selten wurden Macrinitteilchen (z.B. 0,15×0,025 mm) mit schwach über Vitrinit liegendem Reflexionsvermögen gesehen.

7.2.7.3. Der Mineralgehalt

Über die Verunreinigung der Häringer Kohle durch authigene Mineralneubildungen sowie lutitischen und arenitischen Mineral- und Biodetritus ist bedauerlicherweise viel zu berichten. Zu aschenreich ist ein großer Teil des Flözes und muß deshalb als „Brandschiefer“ und „Kohlenton“ qualifiziert werden. Es wird die Rede sein von Pyrit, Tonmineralen, Quarz und Chalcedon, Calcit und Phosphorit.

Pyrit

Ein großes Übel war schon immer der hohe Schwefelgehalt der Häringer Kohle, der mit bis zu 5,75 % angegeben war. Ursache ist der stark angereicherte Pyrit.

Es handelt sich fast grundsätzlich um authigene, also syngenetische, chemische und biogen gesteuerte chemische Anlagerung in Form von primären Framboiden und Framboidkolonien, dazu auch Kriställchen in µm-Größe in flächiger Verteilung und separiert, sowie um diagenetische Sammelkristallite als Einzelindividuen und Aggregate. Gelegentlich sind selektive Abbildungen, also Pseudomorphosen von Pyrit nach figuriertem Pflanzendetritus und nach Schalenfragmenten zu finden.

Die Verteilung des Schwefelkieses zeigt häufig Lagerinhomogenität nach dem Diktat der Feinschichtung. Selbstverständlich zeigen die der Oxidation ausgesetzten Pyrite Umwandlungen zu Limonitmineralen und auch Neubildungen von Samtblende in feinen kolloformen Aggregaten.

Ein ganz beträchtlicher Teil des Pyrits, nämlich die Framboide, stellen ohne Zweifel die für reduzierendes sedimentäres Milieu charakteristischen vererzten Schwefelbakterien dar. Die Feinheit der Einzelpünktchen liegt zum Teil beträchtlich unter 0,001 mm, die Framboidkugeln erreichen manchmal 0,04 mm, die Sammelkristallite sind auch größer.

Wenn auch die vitritischen Kohlenlagen nicht immer frei von Schwefelkies sind, so zeichnet sich doch der Trend ab, daß der Pyrit eher in den claritischen Kohle-

typen, vor allem aber in der Tonsubstanz und in den Lumachellen vertreten ist.

Sericit-Illit

Tonminerale spielen in der Häringer Kohle eine große, ja zu große Rolle. Ihre Verteilung zeigt entweder homogenes Parallelgefüge oder ist inhomogen-feinschichtig. Die gestaltliche Einregelung ist so deutlich, daß an der Lage auch nur separiert liegender Einzelblättchen die s-Orientierung immer erkannt werden kann.

Natürlich sind die kohligen Tone die Hauptträger dieser feinstdetritischen Substanz, aber auch viele der hier vertretenen Clarainkohlen sind mit etwa 9–27 Vol.-% meist tonreich, während die Vitrainkohle höchstens Spuren davon zeigt.

Nach der Dünnschliffdiagnose handelt es sich weitgehend um feinschuppige helle Glimmer der Illit-Hydroglimmer-Gruppe. Röntgenographisch zeigt sich die enge Beziehung zu Muskovit, so daß die Bezeichnung Sericit statthaft wäre.

Quarz-Chalcedon

Detritische Quarzkörnchen sind eigentlich nur in den kohligen Tonen auffällig. Diese allothigenen, feinarenitischen bis lutitischen Komponenten zeigen demnach Zusammenhänge mit der Tonsubstanz.

In den eigentlichen Kohlen aber übernimmt nur in Einzelfällen die kryptokristalline Varietät Chalcedon die Rolle als Kieselsäureträger. In der Vitrinitbank des Flözes gibt es lokal eine linsenförmige Verkieselung. Im mikroskopischen Bild sieht man die Chalcedonverteilung sowohl schichtparallel, als auch diskordant beltepor nach Mikrofugen und wolkig diffus.

Calcit

In einigen Feinlagen des Flözes gibt es gehäuften Schalendetritus von Makro- und Mikrofossilien. Die weißen Bruchstücke fallen in der schwarzen Kohle meist auch makroskopisch auf. Im übrigen sind Calcitaggregate selten vertreten.

Phosphorit

Sporadisch findet man bei der Dünnschliffuntersuchung Phosphoritteilchen arenitischer Kornfraktionen. Wenn auch die Form keine Schlüsse auf die genaue Herkunft zuläßt, so steht doch außer Zweifel, daß es sich um Biodetritus handelt, wahrscheinlich um Knochen-, Zahn- oder Schuppenteile von Fischen.

7.2.7.4. Maceralgruppenanalyse und Mikrolithotypenanalyse

Die zusammengefaßte Statistik der Maceralgruppen und Macerale bzw. Minerale und der Mikrolithotypen gibt das Vorherrschen von drei Kohlentypen im noch beurteilbaren Rest des Häringer Flözes zu erkennen.

- 1) Da fällt zunächst ein beträchtlicher Anteil von tonreicher Kohle und kohligem Ton auf, manchmal auch mit detritischem Quarz. Dazu kommt immer noch sehr viel authigener Pyrit. In solchen „Brandschiefern“ herrschen demnach carbomineritische Mikrolithotypen, meist auch mit Minerit, vor. Als Ausnahmen hingegen sind einerseits durch SiO₂ verkieselte Kohlen, andererseits kohlige Lumachellen, bestehend aus viel Karbonatschalenfragmenten, zu bezeichnen. In der Zusammensetzung der Macerale fällt hoher Desmocollinit-Anteil, und die, wenn

auch geringe Beteiligung fast aller Liptinitmacerale einschließlich des Alginits auf.

- 2) Im relativ reinen Flöz hat vitrinitreiche Glanzbraunkohle, auch freisichtig als Vitrain wahrnehmbar, beträchtlichen Anteil. Hier dominiert weitgehend oder vollkommen vergelte Substanz als Telinit und Collinit. Desmocollinit tritt weit zurück, aber Corpocollinit ist hier, wie auch in claritischen Kohlen und im kohligem Ton vertreten. Bemerkenswert nieder ist in solchem Vitrain der Pyritgehalt.
- 3) Schließlich ist claritische, wenn auch eher liptinitarme Glanzbraunkohle stark vertreten. Höherer Tongehalt ist ebenso wie stärkere Pyritbeteiligung auffallend. So wie im Phytodetritus der kohligem Tone ist auch hier ein bemerkenswerter Desmocollinit-Gehalt vorhanden, was auf Kosten des Vitrinit-Telinit-Anteiles geht und den detritischen Charakter dieser Kohle betont. Die Macerale der Liptinitgruppe sind so gut wie immer vollzählig vertreten, wobei der relativ starke Anteil an Alginit vor allem bei der Fluoreszenzbeobachtung deutlich in Erscheinung tritt. Auch ein oft relativ hoher Fluorinitgehalt meist in Verbindung mit Conferennadeln ist auffallend. Der Inertinitgehalt ist ganz spärlich, aber offenbar gerade in dieser Clarainkohle typisch.

Die räumliche Anordnung der Mikrolithotypen im Flözverband präzisiert die Aufschlußbeobachtung der Lithotypen und wird im Flözschnitt näher erklärt.

7.2.7.5. Ein makropetrographischer Flözschnitt mit mikroskopischer Flözanalyse

Soweit der zufällige Flözanschnitt im Sprengmittelstollen der PAG die Beobachtung zuläßt, beginnt der Aufschluß mit dunkelgrauem Pyrit- und Quarz-führendem kohlig-tonigem Mergel, dessen Mineral- und Maceralanordnung eine zarte feinschichtige Inhomogenität zur Geltung bringt. Die gesteinsbildenden Minerale sind detritischer Sericit und feiner Quarzsand sowie Calcit in spätigen, also offensichtlich authigenen Aggregaten. Das geochemische Milieu wird gekennzeichnet durch zahlreiche Pyritframboide und durch inkohlten Phytodetritus, wobei diese beiden opaken Bestandteile dem Gestein die dunkle Farbe verleihen. Der Kohleanteil tritt in Form von Suturen und Blättchen (von 0,002 mm Dünne aufwärts) und Körnchen (0,1–0,3 mm) in Erscheinung.

Auf den nächsten 70 cm der Sedimentabfolge sind in der Beteiligung variabel vor allem der Quarzsand, Pyritgehalt und der Kohleanteil. Das wirkt sich makroskopisch in der Gesteinsfarbe aus, vor allem neigen die Fe-reichen Lagen zu Limonitverwitterung und Schwefelausblühung. Auch im Bitumengehalt sind Unterschiede. Die Varianz Tonminerale - Calcit kommt in der Gesteinsfestigkeit zur Geltung.

Eine Vitrainlinse, nur höchstens 3 cm dick, zeigt bereits die weiter im Hangenden dominierenden Kohlebestandteile: hauptsächlich Telinit und Collinit, etwas Corpocollinit, und in dieser Grundmasse in bescheidenem Ausmaß Cutinit, Microsporinit, Resinit und Liptodetrinit. Für diesen Kleinbereich von vitrinitreicher Kohle ist auch bereits der sehr geringe Pyrit- und Tongehalt auffallend, ein Charakteristikum, das sich im reinen Flözanteil in vollem Ausmaß wiedererkennen läßt.

Kohliger Mergel und kohliger Ton wechseln ab, wobei die inkohlte Substanz im allgemeinen nur um 10%

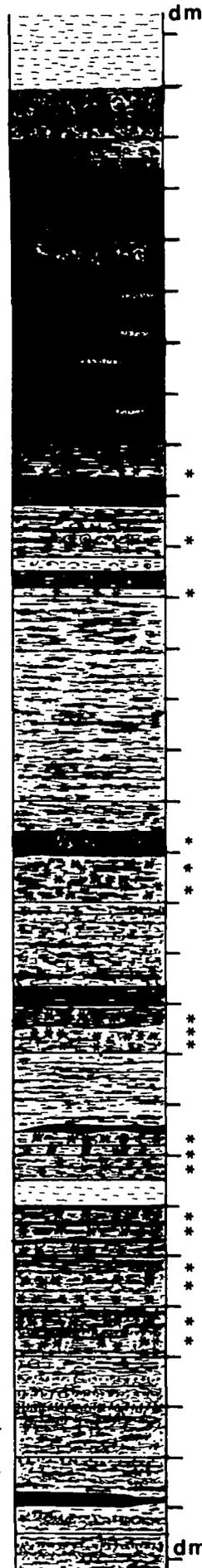
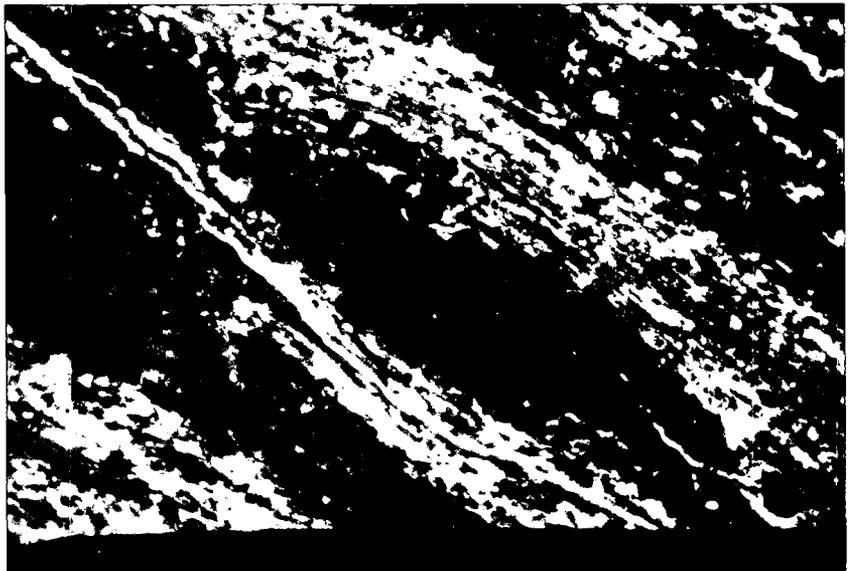


Abb. 31.
Säulenprofil-Detail des Flözes im P.A.G.-Sprengmittel-Stollen als makroskopischer Flözschnitt unter Mitverwertung mikroskopischer Befunde.
Maßstab: dm-Markierung.

	Vitrain
	Clarain
	Lumachelle
	ver kieselt (SiO ₂)
	pyritreich
	kohliger Ton
	sandig
	tonig
	Bitumenmergel

Abb. 32.
Ton-Kohle-Pyrit-Feinschichtung im Durchlicht, aus dem mineralisch verunreinigten tieferen Flözabschnitt. Pyrit schwarz, inkohler Phytodetritus verschieden schwarzgrau, Tonsubstanz lichtgrau. Dünnschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,72x0,47 mm.



liegt, von 50–70 cm in der Abfolge aber merklich zunimmt. Kohledetritus und Kohlefeinlagen machen ruppertuelle und stetige Verformungen in der mergelig-tonigen Grundmasse sehr deutlich: Mikrofältelung und Mikrodeformationsbreccie lassen die Verformungsbereit-

schaft des Sediments durch unterschiedliches mechanisches Verhalten deutlich werden.

Eine 5 cm mächtige bituminöse Mergelkalklage beschließt diese kohlige Mergelserie.

Die darüber folgenden 80 cm erwecken den Anschein, als ob nun das Flöz begänne. Aber der Tongehalt bleibt zum Teil beträchtlich hoch und damit auch der Pyritgehalt, so daß im besten Fall eine mineralisch stark verunreinigte Kohle, viel mehr aber immer noch kohleführende Ton („Brandschiefer“) vorliegt. Im Aufschluß macht sich dunkelgraue bis fast schwarze Gesteinsfarbe bemerkbar und cm-dünne Vitrainlinsen kündigen die Zunahme pflanzlicher Substanz an. Gelbliche und gelblich-braune Anwitterungsfarben verraten die lagenweise weiterhin starke Pyritbeteiligung. Kein Wunder: die mikroskopische Bewertung macht im cm-bis dm-Bereich Pyritgehalte von 10–20, ja sogar 30–40% deutlich! Das ist freilich nicht der Durchschnitt, zeigt aber, in welche qualitätsmäßige und wirtschaftliche Schwierigkeiten der einstige Bergbau verwickelt war. Es handelt sich um μ -kleine Einzelkörnchen, viel formschöne Framboide und Framboideaggregate sowie auch um kleine Kristallaggregate durch Sammelkristallisation. Mechanische Beanspruchung bewirkte entsprechende Beschädigungen solcher Formen. Quarzkörnchen begleiten in geringer Zahl fast immer die reichlich vorhandene detritische Tonsubstanz, Karbonat tritt stark zurück oder fehlt.

Den Hauptanteil der inkohlenen Pflanzensubstanz stellt nun das Maceral Desmocollinit und ergänzt damit offenbar den anorganischen Detritusgehalt mit pflanzlichem Detritus. Aber auch Telocollinit und etwas Copocollinit sind konstant beteiligt. Phlobaphinit-Suberinit-Gefüge als Abbildung von Korkgeweben treten in Form sehr kleiner lenticularer und linearer Gebilde sowie auch als stark verstümmelte Gewebsetzen zunehmend in Erscheinung. Besonders auffallend ist der Auftritt von Alginit und Spuren von Fluorinit, was natürlich bei Fluoreszenzbeobachtung deutlich wahrnehmbar ist. Der Fluorinit markiert meist das Vorhandensein von Coniferennadeln. Zu den Nebenbestandteilen gesellen sich auch teils Macrinit, teils Semifusinit, seltener Sklerotien und Plectenchym.

Teilabschnitte, die im Mineralgehalt unter 50% liegen, stellen in dieser kohligen Schieferntonbank nur



Abb. 33.
Feinschichtig-detritische Tonanlagerung (dunkelgrau) markiert in der Vitrit-Matrix die Sedimentbauzonen. Pyrit (weiß) in verschiedener Framboidegestalt und als isolierte Mikrolithen. Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,63x0,42 mm.



Abb. 34.
Fältelung mit rupturer Deformation von Schälchen-
detritus (grau) in claritischer Glanzbraunkohle. Vitrinit
dunkelgrau, Cutinit schwarz, Pyrit-Framboide weiß.
Polierter Anschliff, Ölimmersion, Nicols x, Ausschnitt
0,40x0,27 mm.

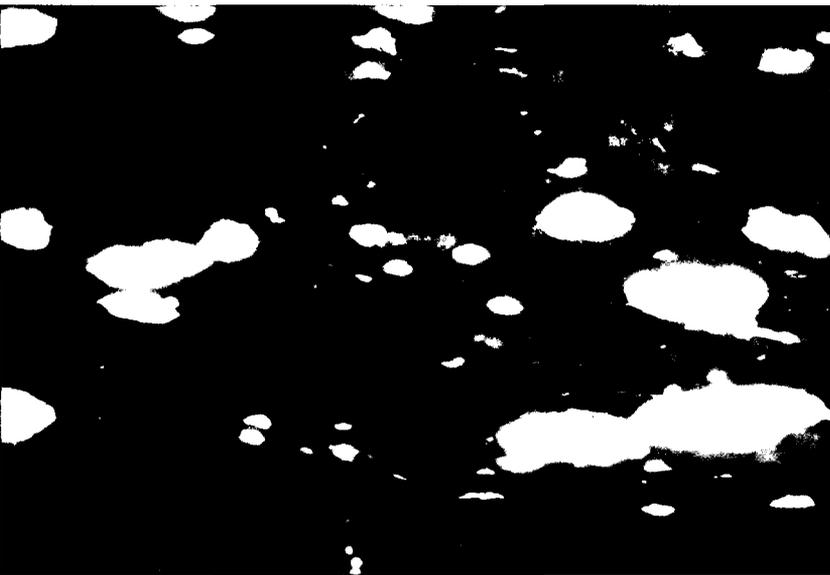


Abb. 35.
Resinit-Aggregate (grau) und Alginite (grauweiß) in der
Vitrinit-Matrix eines Claritabschnittes im oberen Teil
des Häringer Flözes.
Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ausschnitt
0,40x0,27 mm.

Zwischenschichten mit 3 bzw. 5 cm Dicke dar, die als pyrit- und tonreiche Clarain- bzw. Vitrainkohle zu bezeichnen sind.

Die folgenden 40 cm des beobachtbaren Flözes sind durch eine einheitlich wirkende quarzsandige, we-

nig Pyrit enthaltende, dunkelgraue Schiefertombank mit unter 20 % inkohltem Pflanzendetritus gebildet. Auch Phosphoritdetritus ist auffallend. Es wird sich um Fragmente von Fischechuppen oder Knochen handeln. Allem Anschein nach stellt diese Schichte

Abb. 36.
Einzelheiten im Maceralbestand und Gefüge der Clarainkohle im oberen Flözabschnitt werden durch Fluoreszenz der Liptinitmacerale sichtbar. In der Schichtung flach gedrückte Resinitknöllchen (Mittellage, weißgrau) und girlandenförmig granuliert aneinandergereiheter Resinit. Alginite (oben und unten) und Sporinit (grauweiß), Vitrinit (schwarz).
Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ausschnitt
0,32x0,21 mm.

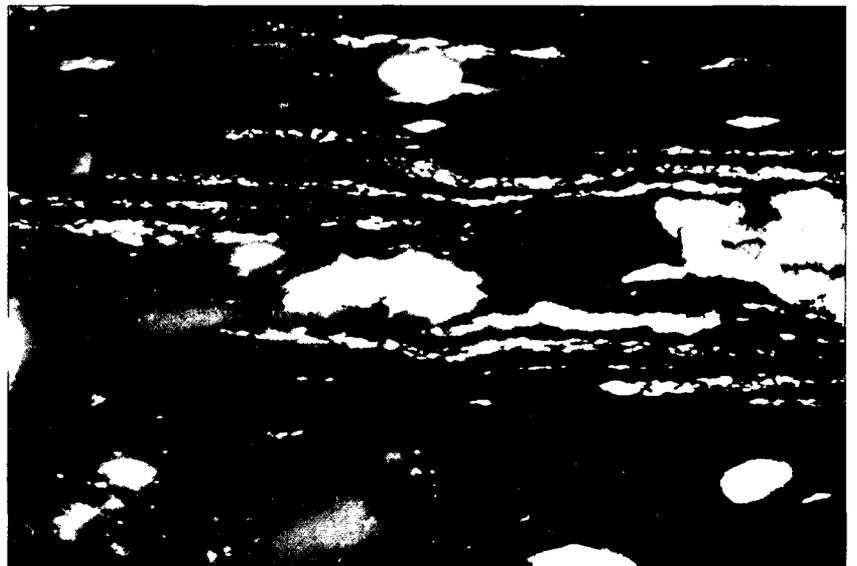
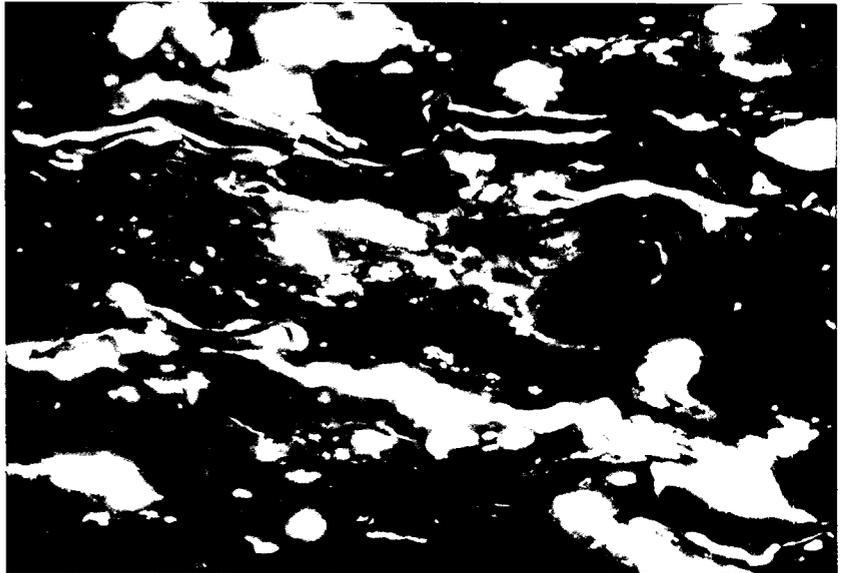


Abb. 37.

Clarit im oberen Teil des Flözes unter Blaulichtanregung: Vitrinit schwarz, fluoreszierende Liptinit-Macerale grauweiß und weißgrau; Cutinit lagig sowie etwas Sporinit und Liptodetrinit markieren die Mikroschichtung, Resinit-Aggregate und Alginit mit runden und ovalen Querschnitten. Reichlich vertretener Fluorinit und Spuren von Chlorophyllinit sind im Schwarzweiß-Bild nicht erkennbar.

Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ausschnitt 0,32x0,21 mm.



eine Ausbildungsvariante des über weite Strecken des Bergbaues bekanntgewordenen Zwischenmittels dar. Der geringe Kohleanteil besteht überwiegend aus Desmocollinit. Unter den spurenhaltig vertretenen Liptinitmaceralen ist Alginit bemerkenswert.

Der hangende Flözabschnitt bringt nun die fast reine Kohlenbank, allerdings in diesem Aufschluß nur mit 1 m Mächtigkeit. Gleich die unterste 3 cm dünne matschschwarze Lage weist mit über 11 Vol.% einen überaus hohen Alginitgehalt auf, so daß man schon

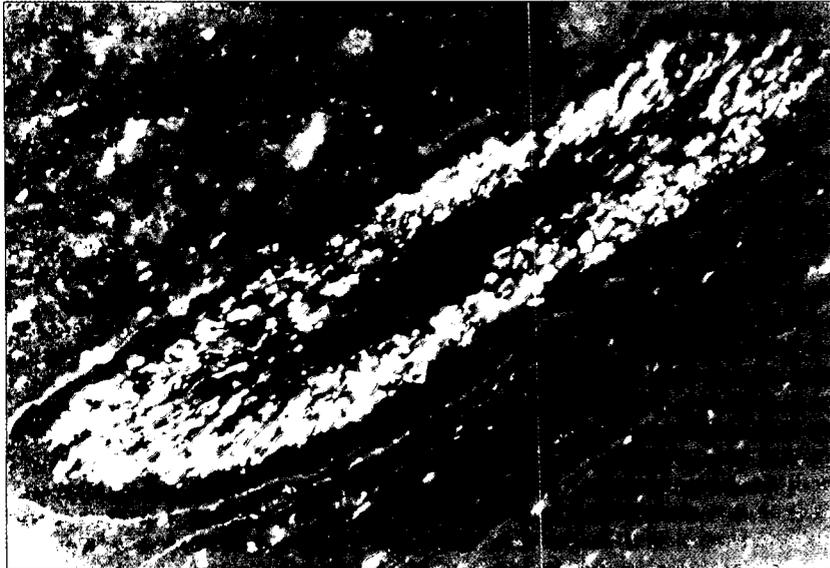


Abb. 38.

Schnitt durch eine Coniferennadel, deren Struktur und Gestalt durch Fluorinit (weiß) und durch Cutinit-Umgrenzung (grau) erkennbar ist. Vitrinit schwarz. Claritische Lage im obersten Flözabschnitt.

Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ausschnitt 0,85x0,57 mm.



Abb. 39.

Fluoreszierendes Telinit-Gewebe (grauweiß), und Fluorinit (weiß) in Nadelquerschnitt, umgeben von Vitrinit-Matrix. Spuren von Sporinit und Liptodetrinit (weiß).

Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ausschnitt 0,85x0,57 mm.



Abb. 40.
Inkohletes Holzgefüge in einer Clarain-Lage im oberen Flözabschnitt im Durchlicht grau, Quarzkörnchen grauweiß, Pyrit-Globulitkolonien schwarz.
Dünnschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,36x0,24 mm.

von einer Bogheadkohle sprechen könnte. Auf Grund der Mikrolithotypen scheint auch die Bezeichnung algenreiche claritische Glanzbraunkohle zu entsprechen.

Abermals unterbricht eine 3 cm-Zwischenlage die Kohlebildung: bituminöser, kohligter Mergelkalk bringt

durch Mitbeteiligung von Schalendetritus den Übergang zu fossilreichem stark bituminösem, kohligem Mergel, der für 10 cm der Abfolge in cm-Wechsellagerung mit claritischer Halbglanzkohle steht. Der in Form von Kohlestreifen, Suturen und Detritus im gelblich-hellgrauen Lumachellenmergel vorlie-

Abb. 41.
Verkieselte Glanzbraunkohle im oberen, größtenteils aus Vitrain bestehenden Flözabschnitt. Vitrinit grau, Quarz und Chaledon schwarzgrau.
Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ausschnitt 0,40x0,27 mm.

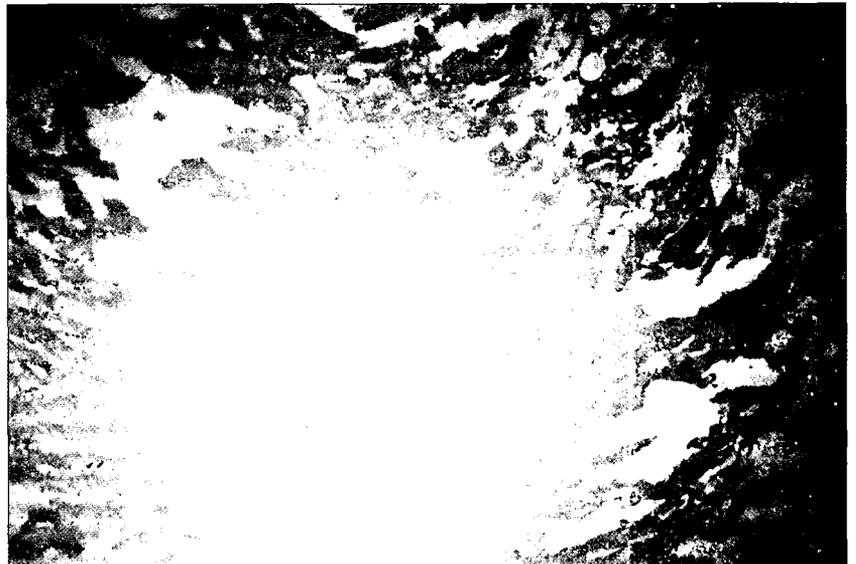


Abb. 42.
Schlierenförmiger Telinit mit Resinitklümpchen in der Vitrainbank des Glanzbraunkohlenflözes Häring.
Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,35x0,23 mm.

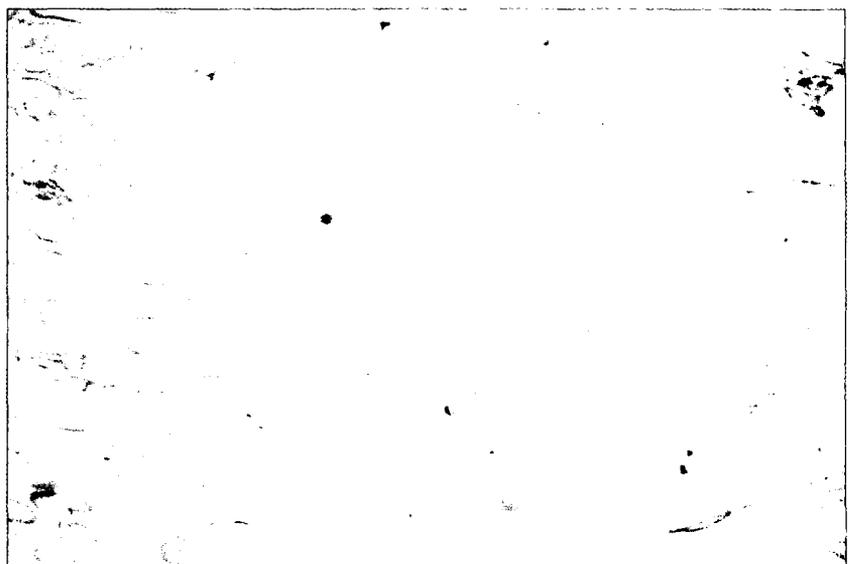
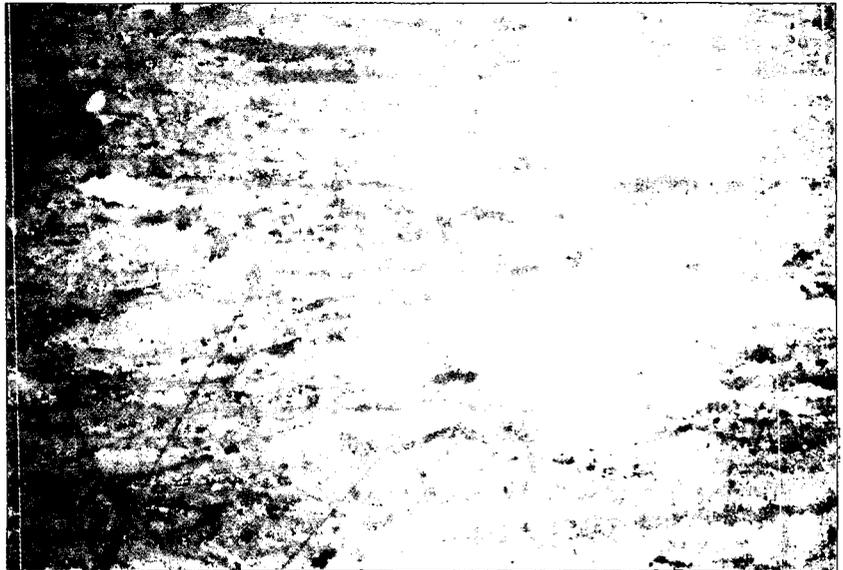


Abb. 43.

Claritische Glanzbraunkohle aus dem Häringer Tiefbau. Vitrinit grau, Liptinit (Resinit, Sporinit, Liptodetrinit) grauschwarz, Inertinit (mehrkammerige Sklerotie) hellgrau, Pyrit (Framboiddaggregat) grauweiß.

Polierter Anschliff, Ölimmersion, 1 Nicol, Ausschnitt 0,25x0,17 mm.



gende Kohleanteil besteht aus einer collinitischen und telinitischen Grundmasse mit weiterhin besonders viel Alginit, dazu Cutinit, Resinit, Microsporinit, Fluorinit, und Liptodetrinit, was bezogen auf die Kohlesubstanz etwa 4 Vol.-% Liptinitanteil bringt. Auch etwas Fusinit, Semifusinit, Macrinit und Inertodetrinit sind zu identifizieren. Pyrit fällt hier, besonders gebunden an den Schälchendetritus, als pseudomorpher Verdränger auf.

Nun schließt eine mattschwarze Clarainkohle mit 12 cm Mächtigkeit an. Die vitrinitische Matrix besteht mit über 50% aus Telocollinit, 14–30 % aus Desmocollinit und nur wenig Corpocollinit. Die Liptinitgruppe ist durchwegs fast mit allen Maceralen vertreten, wobei besonders Alginit hervortritt und Spuren von Fluorinit und Chlorophyllinit bemerkenswert sind. Der Pyrit erscheint zum Teil belteropor nach Maceralen angereichert und bleibt mit einer Beteiligung um 2 % in Grenzen.

Eine weitere Steigerung in Aussehen und Reinheit bringt der nun folgende oberste Teil des Flözes mit einer 47 cm mächtigen Vitrainbank. Diese praktisch nur aus Telinit und Collinit bestehende Kohle mit aufregend schönem tiefschwarzen Glasglanz auf den muscheligen Bruchflächen wirkt makroskopisch und mi-

roskopisch homogen, ja z.T. sogar, nur aus Collinit bestehend isotrop. Denn andere Macerale, z.B. Spuren von Cutinit, Sporinit, Liptodetrinit oder Sclerotinit, sind eine Rarität, und auch Mineralverunreinigungen von Pyrit oder Tonmineralen fehlen oder treten stark zurück.

Allerdings verraten im Aufschluß kleine, höchstens 2 cm dünne, härtere Linsen Fremdeinschaltungen. Es handelt sich um Verkieselungen. Das mikroskopische Gefügebild bringt teils streng s-parallele Anordnung, teils belteropor nach s-diskordanten Haarrissen ausgerichtete sowie auch wolkig-diffuse Verteilung mikro- und kryptokristalliner Quarzaggregate zur Geltung.

Im Hangendabschnitt des Flözes fällt eine 5 cm dicke Zwischenschicht makroskopisch durch mattschwarze Farbe und schichtparallele braune Linsen auf. Die Maceralvergesellschaftung spricht für Clarain, wobei Desmocollinit und Telocollinit die wesentlichen Grundmasseanteile stellen und an die 4 % Liptinitmacerale sowie auch viel Ton, etwas Quarz, über 3% Pyrit festzustellen sind. Der auffallendste Mineralanteil aber wird als Biodetrinit von Schalenfragmenten geliefert, so daß man diese unreine Kohle als Lumachellen-Clarain bezeichnen könnte.

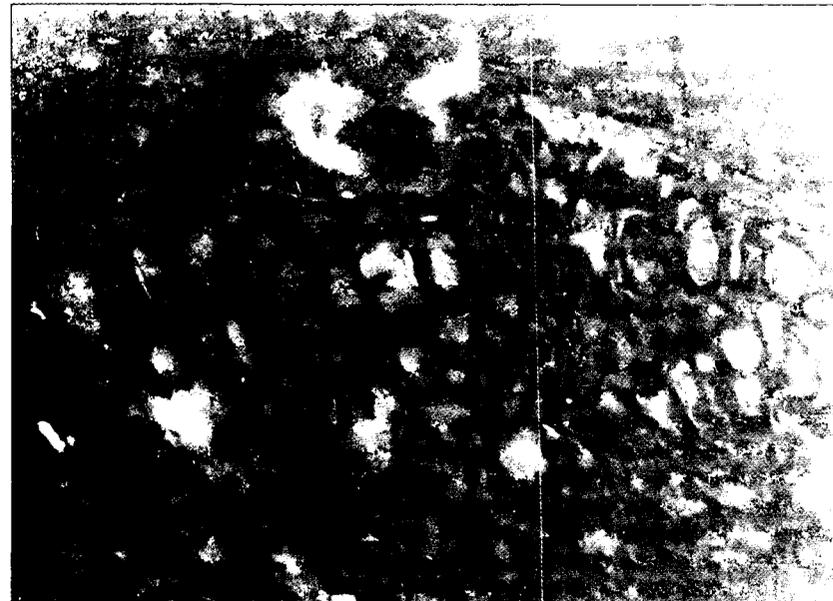


Abb. 44.

Verkieselter Holz Zellverband im hangenden Vitrain-Flözabschnitt.

Polierter Anschliff, Ölimmersion, Blaulichtanregung, Ausschnitt 0,85x0,57 mm.

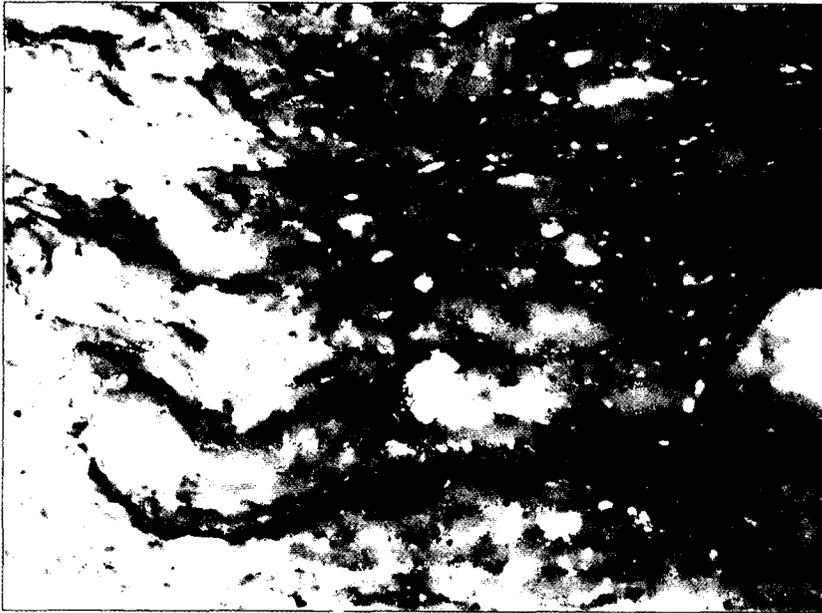


Abb. 45.
„Bitumenmergel“: Calcilutit (lichtgrau, grau) mit Einlagerung von Ton (dunkelgrau). Phytodetritus: Vitrinit feinelagig, schwarz; fluoreszierend (weiß) Alginit und Liptodetrinit, Resinit (grauweiß).
Polierter Anschliff, Ölimmersion, Blaulichtanregung, Ausschnitt 0,85x0,57 mm.

Tabelle 11.
Maceralanalyse der Häringer Glanzbraunkohle.
Je 1000 Meßpunkte, Angaben in Vol.-%.
TC = Telocollinit, DC = Desmocollinit, CC = Corpocollinit; K = Kutinit, Sp = Sporinit, R = Resinit, L = Liptinit, A = Alginit, F = Fluorinit; M = Macrinit, Sklerotinit, SF = Semifusinit, Fusinit; Py = Pyrit, T = Tonminerale, Q = Quarz, Cb = Carbonate.

Lithotyp	Nr.	Macerale											Minerale			
		TC	DC	CC	K	Sp	R	L	A	F	M	SF	Py	T	Q	Cb
Vitrain	10- 13	94,3	—	2,7	0,4	0,2	0,4	0,3	—	—	—	—	—	1,7	—	—
Kohliger Ton	75- 80	19,8	14,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,8	44,3	2,6	0,7
Kohliger Ton	80- 85	12,9	17,8	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	—	0,1	—	2,1	64,5	1,3	—
Kohliger Ton	100-110	11,9	33,7	—	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	Sp	—	Sp.	5,5	45,1	0,4	2,3
Toniger Clarain	110-113	63,5	3,4	0,4	1,2	1,2	0,1	0,3	0,7	—	—	0,2	10,6	18,4	0,1	—
Kohliger Ton	130-140	10,6	32,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	Sp.	—	0,2	3,1	51,6	0,8	—
Toniger Vitrain	140-145	14,3	40,3	4,4	0,6	—	—	0,3	0,3	—	0,7	—	3,4	35,7	—	—
Kohliger Ton	145-150	13,5	27,7	5,3	0,9	0,1	—	0,1	—	—	0,2	0,5	2,0	49,1	0,6	—
Kohliger Ton	150-190	5,6	11,2	0,3	0,2	Sp.	—	0,1	0,2	Sp.	—	—	0,7	79,0	2,9	—
Clarain	192-195	51,8	19,7	—	2,7	—	—	1,7	11,3	0,8	0,6	0,2	2,3	8,9	—	—
Clarain	208-210	59,3	13,8	—	0,8	0,2	0,4	0,5	1,7	Sp.	0,1	0,1	1,4	13,3	—	8,4
Clarain	210-214	56,0	28,5	1,1	1,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	1,9	9,0	—	0,9
Clarain	214-216	46,9	29,4	2,1	0,4	0,3	1,9	0,7	0,2	0,3	0,2	0,5	3,2	13,7	—	0,2
Clarain	216-220	60,9	23,9	0,6	0,2	0,1	0,8	0,8	0,2	Sp.	0,1	0,4	1,8	10,2	—	—
Vitrain	220-222	94,6	—	3,2	0,1	—	0,7	0,1	—	—	—	0,2	1,1	—	—	—
Vitrain	222-226	98,0	—	1,2	0,4	0,2	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
Kohliger Quarzit	226-228	19,9	6,1	—	—	—	—	—	Sp.	—	—	—	—	1,2	72,8	—
Vitrain	228-235	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vitrain	235-240	96,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	—
Vitrain	240-250	93,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	6,1	—
Lum. Clarain	255-260	24,5	28,8	0,2	1,4	0,1	1,5	0,6	0,1	1,8	—	—	3,4	27,1	0,1	10,4
Vitrain	270-275	99,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	—	—
Kohl. Lumachelle	275-277	14,8	20,2	0,3	0,6	0,2	0,2	0,7	Sp.	1,6	0,1	—	2,2	14,6	—	44,5
Clar. Lumachelle	277-280	20,7	28,2	1,0	0,5	0,5	0,9	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	3,3	21,9	—	21,8
Kohl. Lumachelle	280-283	24,6	0,9	0,9	0,5	0,2	0,3	0,2	Sp.	1,2	—	—	0,5	—	—	70,7
Lum. Clarain	283-285	27,2	26,2	0,2	1,6	0,3	0,4	0,2	0,1	1,3	0,4	—	2,3	18,5	—	21,3
Vitrain	Tiefb. A	90,2	3,3	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	Sp.	0,4	2,8	0,5	0,2	—	—	1,2
Vitrain	Tiefb. B	87,4	4,6	0,3	0,7	1,0	0,2	0,3	Sp.	0,3	2,6	0,4	0,7	—	—	0,5

Nach 15 cm hochglänzendem Vitrain folgen 15 cm eines teils mergeligen, teils kalklutitischen, aber immer kohliges Sedimentes mit oft über 20% Schälchendetritus. Der Kohlenanteil ist claritischer Zusammensetzung, wobei Desmocollinit und Telocollinit die Matrix für die z.T. mit ca. 4 Vol.-% enthaltenen Liptinitvertreter und die spärlichen Inertinite darstellen.

Nun schließt eine mattschwarze Clarainkohle mit 12 cm Mächtigkeit an. Die vitrinitische Matrix besteht mit über 50% aus Telocollinit, 14–30% aus Desmocollinit und nur wenig Corpocollinit. Die Liptinitgruppe ist durchwegs fast mit allen Maceralen vertreten, wobei besonders Alginit hervortritt und Sporen von Fluorinit und Chlorophyllinit bemerkenswert sind. Der Pyrit erscheint zum Teil belteropor nach Maceralen angereichert und bleibt mit einer Beteiligung um 2% in Grenzen.

Eine weitere Steigerung in Aussehen und Reinheit bringt der nun folgende oberste Teil des Flözes mit einer 47 cm mächtigen Vitrainbank. Diese praktisch nur aus Telinit und Collinit bestehende Kohle mit aufregend

schönem tiefschwarzen Glasglanz auf den muscheligen Bruchflächen wirkt makroskopisch und mikroskopisch homogen, ja z.T. sogar, nur aus Collinit bestehend isotrop. Denn andere Macerale, z.B. Spuren von Cutinit, Sporinit, Liptodetrinit oder Sclerotinit, sind eine Rarität, und auch Mineralverunreinigungen von Pyrit oder Tonmineralen fehlen oder treten stark zurück.

Allerdings verraten im Aufschluß kleine, höchstens 2 cm dünne, härtere Linsen Fremdeinschaltungen. Es handelt sich um Verkieselungen. Das mikroskopische Gefügebild bringt teils streng s-parallele Anordnung, teils belteropor nach s-diskordanten Haarrissen ausgerichtete sowie auch wolkig-diffuse Verteilung mikro- und kryptokristalliner Quarzaggregate zur Geltung.

Als oberste Kohlschicht ist mit etwa 7 cm Dicke Lumachellen-Clarain entwickelt, der zum begrenzenden Bitumenmergel überleitet.

Dieser Bitumenmergel fällt im Grubenaufschluß als sehr harte, massige, bräunlich-graue Gesteinsbank auf. Die Mächtigkeit beträgt hier mehrere Meter. Bei genauerer und vor allem mikroskopischer Betrachtung

Tabelle 12.

Mikrolithotypenanalyse der Häringer Glanzbraunkohle.

Je 500 Zählpunkte, Angaben in Vol.-%.

Vi = Vitrit, Cl = Clarit, Vt = Vitrinertit, Du = Durit, In = Inertit, Tr = Trimacerit; Cpy = Carboxypit, Cag = Carbargillit, Csi = Carbosilicite, Cca = Carbocarbonat; Py = Pyrit, T = Tonminerale, Q = Quarz, Cb = Carbonate.

Nr.	Macerit						Carbominerit				Minerit			
	Vi	Cl	Vt	Du	In	Tr	Cpy	Cag	Csi	Cca	Py	T	Q	Cb
10–13	88,0	11,4	—	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—
75–80	4,8	—	—	—	—	—	29,2	35,0	3,2	—	9,2	18,6	—	—
80–85	2,0	1,4	—	—	—	—	4,6	55,2	1,0	—	0,4	35,4	—	—
100–110	5,4	2,4	—	—	—	—	24,4	62,2	—	3,0	0,8	30,2	—	1,6
110–113	31,4	5,2	0,8	—	—	0,2	37,6	23,0	—	—	1,4	0,4	—	—
130–140	2,4	0,8	—	—	—	—	8,6	80,8	—	—	—	7,4	—	—
140–145	20,6	2,2	0,6	—	—	—	12,8	54,4	—	—	0,8	8,6	—	—
145–150	13,2	13,0	—	—	—	—	8,0	58,8	—	—	—	7,0	—	—
150–190	1,6	0,2	—	—	—	—	2,0	11,0	—	—	—	85,2	—	—
192–195	15,6	69,0	—	—	—	1,0	11,4	2,0	—	—	—	1,0	—	—
208–210	40,2	20,0	0,2	—	—	—	8,4	22,4	—	4,2	—	—	—	4,6
210–214	47,8	18,0	0,4	—	—	0,4	10,0	22,4	—	1,0	—	—	—	—
214–216	51,2	15,2	0,4	—	0,2	0,2	11,0	21,8	—	—	—	—	—	—
216–220	60,4	7,4	1,2	—	—	0,8	8,0	21,2	—	—	—	0,4	—	—
220–222	83,6	7,4	0,4	—	—	—	8,6	—	—	—	—	—	—	—
222–226	97,8	1,8	—	—	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—
226–228	20,4	—	—	—	—	—	—	0,4	34,6	—	—	—	44,6	—
228–235	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
235–240	94,2	—	—	—	—	—	—	—	5,2	—	—	—	0,6	—
240–250	89,0	—	—	—	—	—	5,6	—	5,0	—	—	—	0,4	—
255–260	13,8	6,8	—	—	—	—	16,0	49,0	—	4,2	0,2	—	—	10,0
270–275	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
275–277	11,0	4,6	—	—	—	—	12,4	26,6	—	9,6	—	—	—	35,6
277–280	16,6	8,8	—	—	—	—	14,8	36,2	—	6,4	—	—	—	17,0
280–283	20,2	4,8	—	—	—	—	2,8	—	—	7,6	—	—	—	64,6
283–285	14,8	5,0	—	—	—	—	14,6	41,2	—	5,2	—	—	—	19,2
Tiefb. A	90,8	5,0	1,6	—	1,0	—	0,8	—	—	0,8	—	—	—	—
Tiefb. B	81,0	13,4	2,6	—	0,4	—	1,8	—	—	0,4	—	—	—	—

wird eine Feinschichtung sichtbar. Es handelt sich um einen Mergelkalk, bestehend aus Calcilutit und detritischen Tonmineralen, zu denen als Nebengemengteile feiner Schälchendetritus, etwas inkohltes Pflanzenhäcksel, feinst verteiltes Bitumen und nur unter 1 % Pyrit kommen. Im Anschluß an das Kohlenflöz interessiert natürlich die Kohlensubstanz dieser Schichte. Kohlenhäute z.B. mit 0,01 mm Dünne, und Blättchen (z.B. 0,007–0,25×0,0025–0,025 mm) bestehen aus Telnit, Collinit, aber auch Einzelteilchen wie die Macerale Cutinit, Sporinit, in s flach gequetschter Resinit, Liptodetrinit und Alginat fallen auf.

Es ist anzunehmen, daß in diesem Grubenaufschluß von Kohle und unreiner Kohle mit 3 m Mächtigkeit so ziemlich das ganze an dieser Lokalität entwickelte Flöz erfaßt wurde. Vergleichsweise sei die Beobachtung von HEISSEL (1956, S. 50) angeführt, wonach die Mächtigkeit der gesamten Kohlenzone im Amalien-Stollen oberhalb von Berg (772 m) etwa 3 m betrug. Über repräsentative Anteile im Flöz gibt die Maceralanalyse (Tab. 11) und die Maceralgruppenanalyse (Tab. 12) Auskunft.

7.2.8. Geochemische Daten

Aus alten Zeiten liegen Elementaranalysen und Angaben über Bitumengehalte von Häringer Kohle vor (AMPFERER, 1922b). Der auf den Inkohlungsgrad bezogen geringe C-Gehalt und der auch etwas niedere Heizwert

Tabelle 13.
Elementaranalysen der Häringer Kohle (aus AMPFERER, 1922, S. 128).

Spezifisches Gewicht [g]		1,5475	1,4697
Hygroskopisches Wasser [%]		5,95	6,65
Brennbare Substanz [%]		77,05	80,85
Asche [%]		17,00	12,59
C [%]		50,61	57,10
H [%]		2,93	2,61
O [%]		16,17	13,78
N [%]		1,83	1,61
S [%]		5,51	5,75
Heizwert	kcal/kg	4.465,4	4.987,6
	kJ/kg	18.700	20.900

Tabelle 15.
Hauptelemente in oxidischer bzw. elementarer Form nach Analysen der BVFA-Arsenal, Geotechnisches Institut. Aus AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989); Angaben in %.

Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	S _{tot.}	GV*)
91	30,89	8,79	3,17	0,91	2,13	,	2,70	0,31	0,25	,	4,61	51,79
92	29,50	9,44	3,43	0,90	2,57	0,13	2,59	0,30	0,22	0,004	4,94	50,91
93	6,13	2,63	0,79	0,49	1,65	0,15	1,09	0,08	0,06	,	5,63	82,79
94	43,38	12,01	2,56	1,40	1,93	0,19	3,84	0,52	0,07	0,003	3,32	34,58
95	14,40	4,88	1,62	0,67	5,11	0,08	1,29	0,15	0,04	0,005	6,02	65,41
96	13,81	4,66	1,17	0,57	1,37	0,06	1,13	0,14	0,02	0,002	6,91	77,06
97	25,49	7,68	1,73	0,88	4,07	0,09	2,25	0,26	,	0,003	4,47	55,97
98	12,24	2,38	1,05	0,97	16,89	0,01	0,83	0,07	0,16	0,009	4,26	47,66
99	33,43	8,84	4,97	0,91	5,38	0,08	2,85	0,30	0,05	0,005	4,62	40,63

*) Glühverlust bei 550°C.

Tabelle 14.
Bitumengehalte der Häringer Kohle (aus AMPFERER, 1922, S. 128).

Angaben in %.

Ölausbeute	9,9
Schwelwasser	12,5
Retortentrückstand	65,9
Gas und Verluste	11,7
Ammoniakgehalt des frischen Schwelwassers	0,64
Schwefelgehalt im Öl	2,59

sollten auf den hohen Aschengehalt sowie Wassergehalt zurückgeführt werden. Der Aschengehalt der Kohle ist herzuleiten einerseits von den anorganischen Bestandteilen der Ausgangsflora, andererseits und hauptsächlich aber von den mineralischen Verunreinigungen.

Im Rahmen der Kohlenanalysen im Geotechnischen Institut der BVFA-Arsenal Wien wurden von zwei unserer untertägigen Probenentnahmestellen mehrere Sammelproben untersucht. Die neun Proben mit zusammen 28 kg Kohle setzen sich aus Material folgender Flözteile zusammen.

Vom westlichen Grubenaufschluß im Sprengmittelstollen der PAG am Bergpeterl stammen als Schlitzproben die Kohlenmengen 3,6 kg (Nr.91) und 3,5 kg (Nr. 92). Außerdem wurde Kohle aus einem repräsentativen Abschnitt des stratigraphisch unteren Flözabschnittes (2,2 kg, Nr. 94) und des oberen Teilbereiches (3,0 kg, Nr. 93) zur Analytik herangezogen.

Vom östlichen Flözaufschluß stellt die Probe 95 (4,2 kg) eine Schlitzprobe durch das ganze Flöz dar. Nr. 96 (1 kg) ist nicht repräsentativ, aber als aufgesammeltes Kleinmaterial bei der Schlitzbeprobung vergleichsweise interessant. Nr. 97 hingegen repräsentiert den hangenden Flözteil (3,6 kg), Nr. 98 den mittleren (3,3 kg) und Nr. 99 den Liegendteil (3,2 kg).

Die Analysenübersicht nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989) zeigt mit den Glühverlusten bei 550° die recht unterschiedliche Kohlenqualität hinsichtlich der Kohle- und Aschen- bzw. Mineralanteile. Auf Grund der Hauptverbindungen SiO₂, Al₂O₃, CaO sind die Mineralanteile fast nur durch Tonminerale vertreten, und zwar spricht der relativ hohe K-Gehalt (besonders Probe 94) für Illite. Nur untergeordnet dürfte auch etwas Quarzsand zur Auswirkung kommen: z.B. Probe 98, auf Grund des SiO₂/Al₂O₃-Verhältnisses. Ein hoher S-Ge-

halt fällt analytisch im ganzen Flöz auf, wobei damit der Gesamt-Schwefel aus organischer Substanz, aus sulfidischer und sulfatischer Bindung aus Oxydationsprodukten sowie auch als gediegener Schwefel ausge-

Tabelle 16.
Spurenelemente der Häringer Kohle nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL (1989).
Angaben in ppm.

Element	Probe Nr.								
	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Ag	0,06	0,04	.	0,04	0,02	0,03	0,03	.	0,05
As	7	6	3	4	6	5	6	4	7
Ba	181	170	102	349	142	82	187	180	223
Be	1,6	1,4	.	1,4	.	.	1,1	.	1,5
Bi	0,5	0,6	.	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5
Br	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Cd	0,5	0,7	0,3	0,9	0,4	0,9	0,3	0,3	0,4
Ce	31	33	9	39	18	17	25	12	42
Cl	.	57	.	37	33	80	70	.	66
Co	6	7	3	5	7	2	5	10	10
Cr	43	45	14	68	21	18	39	26	38
Cs	5,6	6,3	1,8	8,4	3,4	3,1	5,2	2,4	11,3
Cu	17	17	8	18	11	10	12	11	17
Dy	.	2	.	2	1	1	2	.	2
Eu	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,7
Ga	13,0	11,0	2,3	20,0	2,4	6,4	9,3	1,8	12,0
Ge	0,7	1,6	0,6	0,9	0,7	1,0	0,8	1,0	0,6
Hf	2,3	2,4	1,3	2,6	1,5	1,8	2,0	1,4	4,0
I	.	.	.	.	0,6	0,7	0,5	.	.
La	14	14	.	14	.	.	.	.	.
Li	44	44	.	73	20	19	30	16	44
Mo	5,3	8,0	1,3	4,0	6,2	3,3	4,0	3,3	12,0
Nb	7	7	5	13	7	5	8	9	9
Nd	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ni	22	23	6	24	12	8	12	17	28
Pb	13	16	4	62	8	8	22	5	18
Rb	57	54	23	144	31	31	49	28	84
Sb	0,7	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	.	1,8
Sc	8,1	7,9	2,4	9,0	4,4	3,4	7,2	4,5	11,2
Se	2,0	2,6	1,3	2,0	3,2	2,8	1,6	5,7	4,8
Sn	1,0	1,8	0,3	1,5	0,9	0,4	0,5	.	0,9
Sr	124	135	126	111	207	138	218	333	156
Ta	0,4	0,4	0,2	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,9
Tb	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8
Th	10,2	8,6	7,5	8,8	4,3	7,2	8,1	3,8	11,0
Tl	.	.	.	.	.	.	.	.	.
U	5	4	6	3	4	4	4	4	4
V	58	60	16	89	41	39	50	28	61
Y	15	13	.	47	7	.	13	10	13
Yb	.	.	.	1,2	.	.	.	.	.
Zn	61	79	32	82	50	32	63	47	107
Zr	67	67	30	20	52	41	71	66	80

wiesen ist. In den Proben 95, 98 und 99 fällt ein gewisser Calcitgehalt auf, der im Falle 98 auf ein kalkmergelig-quarzsandiges Zwischenmittel im Flöz zurückzuführen ist. Natürlich sind auch Biodetritusschälchen ausschlaggebend. Allenfalls wirkt sich die unterschiedliche Mineralbeteiligung am Flöz in einer entsprechend großen Varianz der Hauptelemente in den neun Proben aus.

Bei den Spurenelementen können die Werte für Cr, Co, Ni, Ga, Mo, Pb, Zn, Th, U und V sowie auch für Cs, Rb, Sc, Y, Zr, Hf, unter Bezugnahme auf die Durchschnittswerte in Kohlen (US National Committee for Geochemistry 1980; VALKOVIĆ, 1983) als hoch oder zumindest überhöht bezeichnet werden. Auffallend niedere Werte für Cl, Br und J als milieusignifikante Halogene weisen auf ein limnisch-brackisches Entstehungsgebiet. Dafür spricht auch der niedere K-Gehalt. Auch die As-Werte können als nieder beurteilt werden.

Im Rahmen einer Interpretation der Daten können viele der überhöhten Spurenelementgehalte im Zusammenhang mit der Tonverunreinigung der Häringer Kohle gesehen werden. Sie korrespondieren daher teilweise auffällig mit den Al₂O₃-Werten. Die Zusammenhänge mit der anorganischen Mineralsubstanz gelten vor allem für Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Li, Rb, Sc, V, Y. Als sulfidisch gebunden sind Pb, Zn, Mo und Ga zu erwarten.

Nach AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL können aber u.a. Cr, Ni, Co, Ga, V und U auch eine starke Bindung an die organische Substanz zeigen.

7.2.9. Auswertung des Inkohlungsbildes für die Kohlengene

Aus der geologischen Situation auf der NW-Seite des Pölvnmassivs und aus der Verbreitung des Kohlenflözes geht hervor, daß im obereozänen Relief hier eine mindestens 1.200 m lange und 450–1.100 m, mit der Fleckmulde sogar bis 2.000 m breite, flache Mulde angelegt gewesen sein muß. Während im ufernahen Südbereich unter dem Flöz ein wenige Zehnermeter mächtiges Transgressionskonglomerat mit Tonmergel-Zwischenschaltungen bekannt wurde, scheint weiter nördlich in uferfernen Beckenarealen eine mehrere Dezimeter mächtige Tonmergelschicht an der Grenze triadischer Untergrund/Flöz entwickelt zu sein. Das im tiefsten Grubenaufschluß (XVIII. Grundstrecke, + 5 m ü.d.M.)

„... an zwei Stellen des mittleren Teiles des Kohlenflözes ...“ angefahrene Konglomerat (HEISSEL, 1951, S. 211) könnte das Nordufer mit dem Flözende darstellen.

Mit dem abdichtenden Horizont waren schon wesentliche Voraussetzungen für einen Wasserstau und damit für eine Sumpf- bzw. Seeanlage gegeben. Seit SCHLOSSER (1925, S. 58) hält man auf Grund des Nachweises eingeschwemmter Landschnecken, Süß- und Brackwasserformen diese ältesten Sedimente für limnische bis brackische Bildungen.

Diese Faziesausagen bestätigen im wesentlichen auch HEISSEL (1951: limnisch), (1956: mit brackischem Einfluß), LÜHR (1962: limnofluviatil), HAGN (1967: limnisch-fluviatil) und OEXLE (1978: limnisch).

Schon diese untersten feinklastischen Ablagerungen mit Ton und Quarzsand enthalten miteingeschwemmten Phytodetritus. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Holzteilchen von Stämmen, Ästen, Zweigen, Wur-

zeln, Rinden und Nadeln sowie aus eingewehten und eingeschwemmten Sporen, Pollen, Harzkörnchen, Blättern. Das ist auch schon der in den darüber folgenden Kohlen zur Vormacht gelangende Maceralbestand. Milieukennzeichnend aber sind besonders mitenthaltene Algen und der reichlich vorhandene authigene Pyrit. Das überwiegend in Framboidform vorkommende Fe-Bisulfid verrät ein reduzierendes Faulschlamm-Milieu: natürlich kann die Ausfällung in dem von starker Tonmineralzufuhr beeinträchtigten, beginnenden Moor auch erst syndiagenetisch im abgelagerten Sediment stattgefunden haben.

Der Anteil von Pflanzendetritus nimmt in das Hangende hin zu und der Tongehalt ab. So entwickelt sich zunächst ein bimaceraler Kohlentyp, dessen Ursprung in einem weiterhin sapropelitischen Sumpfwasser zu vermuten ist. Dafür sprechen mehrere Merkmale: die häufige, oft starke Beteiligung von Alginit, der Gehalt an Chlorophyllinit, in der Grundmasse viel Desmocollinit, die wenn auch nur geringmächtigen Zwischenlagen von Lumachellen, ein immer beträchtlicher detritischer Tongehalt und der viele Framboidpyrit. Und die meist nur linsenförmigen oder wenige Zentimeter dünnen Vitraineinschlüsse lassen nicht nur den Verdacht aufkommen, sondern implizieren die Erklärung, daß über die Hälfte des heute beurteilbaren Flözes, und zwar der untere, ältere Anteil, in einem offenen Stillwasserbereich eines Sumpfses, also in einer sapropelitischen Unterwasserfazies (im weitesten Sinn) allochthon entstanden ist: ein Sedimentationsraum mit strenger Anaerobie.

Das mikroskopische Bild und die statistische Auswertung der quantitativen Maceralbeteiligung und der Mikrolithotypen spricht für einen Ausgangszustand humoser Detritusgyttjen (M. TEICHMÜLLER, 1950). Die gar nicht so geringe Beteiligung von planktonischen Grünalgen des Pila-Typs könnte man, bezugnehmend auf den rezenten Vertreter *Botryococcus* als Indikator für Süßwasserseen und Lagunen, als Bestätigung der schon bisher geltenden Auffassung einer limnischen Entstehungsregion der Kohle bewerten.

Eine deutliche Änderung in der Abfolge von Mikrolithotypen wirkt sich auch auf das äußere Aussehen der Kohle aus. Nach alternierendem Schichtwechsel von Clarain und Vitrain in einem 5 cm-Abschnitt des Flözes ist nun eine markante Grenze zu einer pechartig glänzenden, tiefschwarzen Vitrainkohle festzustellen. Diese Änderung der Fazies, freilich immer nur bezogen auf den einzigen Flözanschnitt, war für die Entstehung des relativ einheitlich gebauten, rund 80 cm mächtigen, reinen Pechkohlenabschnittes ausschlaggebend. Das pflanzliche Material übernimmt praktisch zur Gänze den Flözaufbau.

Die vitrinitische Grundmasse bildet nicht nur den Hauptbestand, sondern stellt das großenteils monomaceralische Gefüge dar. Im einzelnen handelt es sich teils um Telinit, teils um Collinit. Pyrit und Tonminerale treten bis zum Fehlen zurück. Die idealen Bedingungen für eine weitgehende Vergelung von pflanzlichem Ausgangsmaterial, vor allem von Hölzern, Rinden, Wurzeln und Blättern scheinen gekommen zu sein. Der Torfbildungsraum blieb von detritischer Mineral- und auch Maceralzufuhr verschont, so daß für diese Fazies an eine autochthone bzw. hypautochthone Herkunft der Pflanzenteile gedacht werden kann. Bedauerlich bleibt, daß vom einst ausge-

dehnten Bergbau nicht verschiedene Flözteile beprobbar, bzw. aus verschiedenen Regionen keine Kohleproben mehr zu erhalten sind. So kann nur die Vermutung ausgesprochen werden, daß wahrscheinlich auf einem gut 1 km²-Areal ein Flachmoortorf entwickelt war, in dem vor allem Laubhölzer, aber auch Nadelhölzer zur biochemischen Zersetzung gelangten. Daß trotz des hohen Collinitanteiles nicht grundsätzlich unter Wasser anaerobe Verhältnisse geherrscht haben müssen, geht aus dem teilweise vollkommenen Fehlen des authigenen, bakteriell geförderten Pyrits hervor. Nach M. TEICHMÜLLER (1950, S. 483), entwickeln sich dichte Humusgele

„... infolge Oxydation in relativ trockenen Torfen (Stubbenhorizonte) einerseits und durch Elektrolyt-Einwirkung (?) in Seeablagerungen andererseits ...“

Eine Diskussion über eventuelle Stubbenhorizonte aber ist überflüssig, denn über früher eventuell möglich gewesene Beobachtungen ist nichts überliefert.

Die außergewöhnliche Verkieselung ganz lokaler Partien in der sonst homogenen Vitrainbank kann nur auf lokale SiO₂-Stoffverschiebungen zurückzuführen sein. Denn es finden sich in dieser Umgebung weder detritischer Quarz noch Tonminerale. Der mikroskopische Befund über schwache diffuse, ungefähr feinschichtige Verteilung authigenen Quarzes, von dieser Position ausgehend auch entlang kurzer s-transversaler Haarrisse sowie in makroskopisch wahrnehmbaren Quarzitlinsen kann eventuell mit biogener SiO₂-Herkunft erklärt werden: von Kieselschalern, vielleicht Algen oder Schwämmen. Aber auch eine SiO₂-Herkunft durch Feldspatverwitterung im Uferbereich wäre diskutabel, da im südlichen Einzugsgebiet die Permsandsteine anstehen.

Im übrigen machen sich Kalkschalenlagen im hangenden Flözabschnitt bemerkbar und bezeugen in kalkig-mikrospatitischer und mergeliger Einbettung und claritischer Kohlenumgebung wieder die Rückkehr zu sehr nassen Ablagerungsbedingungen. Das Ansteigen des Ton- und Pyritgehaltes, ein wieder auffällender Desmocollinit-Anteil in der Vitrainmatrix der Kohle sowie milieukennzeichnende Algenrelikte vervollständigen den Eindruck über sapropelitische Einschläge.

Für das Häringer Kohlenflöz könnte man bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 4 m eine ursprünglich 8 m dicke Torfschicht als Ausgangssubstanz vermuten.

Den Abschluß des Flözes bildet eine derartige „Lumachellen-Clarain“-Schicht, womit die eigentliche Kohlenanreicherung ziemlich scharf begrenzt von der als Bitumenmergel wegen des hohen Bitumengehaltes und wegen der reichlich enthaltenen Pflanzenabdrücke berühmt gewordenen Schichtfolge abgelöst wird.

Der Befund über eine scharfe Grenze zwischen Flöz und Bitumenmergel, der auch von OEXLE (1978) bestätigt wird, dürfte aber nicht überall zutreffen, denn nach Beobachtungen von HEISSEL (1951) entwickeln sich – wie auch bei AMPFERER (1922) und HRADIL & FELSER (1930) vermerkt – die Bitumenmergel aus einer Wechsellagerung mit dem Kohlenflöz. Die Verbreitung des Bitumenmergels, als Leitschicht über dem Flöz, ist nach AMPFERER (1922), HEISSEL (1951) und OEXLE (1978) aber regional wesentlich größer als die des Flözes. Der bituminöse Mergelkalk wurde z.B. im Häringer Gebiet westlich und östlich über das Flöz hinausreichend festgestellt, wurde 400 m südlich von Habring (1,1 km NE

Häring) erbohrt und steht im Peppenaugraben nahe der Weißache an. Der Übergang zu dieser sapropelitischen Fazies zeigt die kontinuierliche Wasserherrschaft an, wobei die eventuellen Kohlezwischenlagen durch eingeschwemmte Hölzer zusatandegekommen sind.

Die Herkunft des Bitumens wird durch die auflichtmikroskopische Untersuchung mit Blaulicht-Fluoreszenz verständlicher. So scheinen bemerkenswert Alginit als Faziesindikator sowie die anderen H-reichen Kerogenlieferanten Cutinit, Liptodetrinit, Resinit und auch Fluorinit und Sporinit mit beachtlicher Vertretung auf. Gerade diese Macerale fördern über die Kerogenbildung zusammen mit dem Bitumen aus dem „rezenten“ Stadium den „Ölgehalt“ des Gesteins.

Der bituminöse Mergel der Häringer Schichten war ja schon vor bald eineinhalb Jahrhunderten wegen seines Reichtums an gut erhaltenen Pflanzenresten im Rahmen der Forschungen von ETTINGHAUSEN (1853) paläobotanisch berühmt geworden. Die reiche Flora (vgl. 7.2.5) gibt nicht nur Auskunft über die obereozänen Pflanzenassoziationen und somit auch über die im Pflanzenlager zur Verrottung und Inkohlung gelangten Gewächse, sondern liefert auch den wichtigen Hinweis auf ein tropisch-subtropisches Klima.

Nach den mikropaläontologischen Untersuchungen von LÜHR (1962) sollte der zeitliche Übergang Eozän/Oligozän in den Grenzbereich des Bitumenmergels zum Zementmergel fallen.

In der weiteren Sedimentfolge ist der Übergang von der limnisch-brackischen Stillwasserfazies mit reduzierendem Milieu, in eine marine Beckenfazies mit Ablagerung der Zementmergelerde dokumentiert. SCHLOSSER (1922) rechnet mit Wassertiefen von maximal 100 m. Aber in den Sedimenten des Oligozänmeeres sind dann immerhin Mächtigkeiten von heute noch erhaltenen 350–400 m Mergel im Lagerstättenbereich zustandegewonnen, die der Zementmergelerde und den Unterangerberger Schichten zugerechnet werden. In der weiteren Überlagerung sollte mit einst über 1.000 m mächtigen klastischen Sedimenten der Oberangerberger Schichten gerechnet werden (AMPFERER 1922b).

Berechnungen über einstige Überlagerungshöhen im Kohlengebiet von Häring können auf den Inkohlungsgrad, also auf die durchschnittliche Vitrinit-Reflexion der Kohle bezogen werden. Aus dem Rr-Ergebnis mit durchschnittlich 0,46–0,53 % ergibt sich nach der von BARKER & PAWLEWICZ (1986) entworfenen Formel:

$$T_{\max} = \frac{\ln R_m + 1,2}{0,0078}$$

unter Vernachlässigung der Inkohlungszeit eine Temperaturspanne zwischen 540 und 720°C. Zum Vergleich kann auch das Diagramm von BOSTICK et al. (1979) herangezogen werden, wonach eine Kohle mit Rr um 0,5 % , unter Berücksichtigung einer effektiven Inkohlungszeit seit dem Tertiär, einer Inkohlungstemperatur von ca. 70°C ausgesetzt gewesen sein sollte. Aus diesen Temperaturen kann schließlich auf Überlagerungshöhen geschlossen werden. Somit können Temperaturen um 70°C bei normalem geothermischem Gradienten nach Abzug von 20° Oberflächentemperatur, unter einer Sedimentbedeckung von rund 1.130–1.730 m geherrscht haben. Diese Werte sind durchaus realistisch, denn von der tertiären Sedimentdecke dürften unbekannte Mengen erosiv entfernt worden sein, und schließlich sind auch die glazialen und interglazialen Sedimente von zumindest kurzzeitigem Einfluß gewese-

sen. Die wegen nicht exakter Teufenangabe zwar etwas unsichere Aussage über Reflektanzunterschiede zwischen der in geringer und großer Tiefe lagernden Kohle berechtigt aber zumindest zum Verdacht, daß die an die biochemische Inkohlung anschließende geochemische Karbonifikation auch noch post-tektonisch fortgedauert hat.

7.2.10. Verbreitung des Flözes, Kohlenvorräte, wirtschaftliche Beurteilung

Über die Bewertung der Vorräte und der Hoffnungsräume der Häringer Kohlenlagerstätte berichten AMPFERER (1922) in einer Publikation über das Unterinntaler Tertiär, sowie eine Reihe von Experten in nicht veröffentlichten Gutachten im Jahre 1950, Es ging damals um die letztmöglichen bergbaulichen Aktivitäten zur Erhaltung des Bergbaues.

Die bis dahin bekannten geologischen Grundlagen waren aus geologischen Karten (AMPFERER, 1922a, 1925) und aus den Grubenplänen ersichtlich, und die Erkenntnisse wurden offensichtlich noch durch Begehungen der Gutachter über und unter Tage erweitert.

Aber schon vorher hatte sich AMPFERER (1922b) mit gewisser Skepsis zur Frage nach Fortsetzungen des Häringer Flözes geäußert, zumal schon damals mit 7 von 9 durchgeführten Tiefbohrungen nur negative Ergebnisse im Großraum Wörgl – Angath – Kirchbichl – Häring – Schwoich erzielt worden waren. Diese Bohrungen hatten nämlich nur Zementmergel und zum Teil bituminösen Mergel durchörtert, das gesuchte Kohlenflöz aber wurde nur in einer Bohrung in Häring im Jahre 1909 (zwischen 168 und 158 m ü.d.M.) und in der Bohrung Schönau nördlich von Ag (zwischen 41 und 35 m ü.d.M.) in der Tiefe nachgewiesen.

Die Auffassung AMPFERER's, wonach die im Großraum aufragenden Trias-Felsrücken in der Tertiärbucht nur tektonische Schollen als Westfortsetzung „seiner“ Kaisergebirgsdecke seien, beinhaltete folglich die Annahme, daß sich unter denselben noch Tertiärsedimente befänden, die sich in die Tiefe fortsetzen. Die Flözfortsetzung nach E deutet AMPFERER als von einer Verwerfung unterbrochen.

„ ... Wir haben also in der Gegend unter Häring innerhalb des Südschenkels der großen Inntalmulde eine kleine Zweigmulde, auf die nach den bisherigen Erfahrungen das bauwürdige Kohlenfeld beschränkt erscheint ... “ (AMPFERER, 1922, S. 123).

„ ... Es ist daher jedenfalls sehr gewagt, von einem Inntalrand zum anderen auf Grund dieser recht mangelhaften Anhalte ein zusammenhängendes Kohlenfeld auszuspinnen“ (1922, S. 124).

Anläßlich der Überlegungen über die bergbauliche Zukunft oder eine Schließung des Betriebes lieferte u.a. W. PETRASCHECK (1950a) nach seinen Untersuchungen Aussagen über Hoffnungsräume und sah z.B. im tief liegenden Westteil der Fleck die Möglichkeit noch verborgener Kohle. Er vermutet

„ ... nur im tiefsten und südwestlichsten Teile der Fleckscholle in einer Seehöhe von 300 m und darunter ein kleines, dreieckiges Feld als Fortsetzung des bauwürdigen Häringer Flözes ... “

Aber abgesehen von diesem kleinen Teilbereich sieht W. PETRASCHECK

„ ... nur die Tiefe als zukünftiges Hoffnungsgebiet ... “

und empfiehlt Tiefbohrungen zur Lokalisierung des möglichen Flözverlaufes. Er verlangte allerdings vorher eine Kalkulation, welche Mindestgröße das tiefe Abbaufeld haben müßte, um einen wirtschaftlichen Abbau

zu gewährleisten, und auch vorher noch seismische Untersuchungen zur Ermittlung der Tiefenlage eines eventuellen Flözverlaufes. Zwei Bohrungen wurden empfohlen, eine dritte in Aussicht genommen.

Das geologisch ausführlich untermauerte Gutachten von HEISSEL (1950) betont einen tektonischen Schuppenbau aus triadischen und tertiären Gesteinsfolgen, hält das Dünnerwerden des Flözes in der Tiefe für eine tektonisch bedingte Reduktion und deutet dies nicht als Auskeilen der Kohlenschichte. Es wird sogar

„ ... mit einem Anhalten des in die Tiefe-Setzens der Flözzone in großen Tiefen ... “

gerechnet. HEISSEL hält auch im Südfeld auf Grund des Flöznachweises in der Bohrung bei Schönau, nördlich von Ag, in einer Teufe von 555 m (= 40 m ü.d.M.), also in größerer Tiefe ein Kohlenhoffungsgebiet für möglich.

Eine tektonische Detailaufnahme von A. FUCHS (1950) war auf statistische Ergebnisse über Flächen- und Achsengefüge vor allem in den tertiären Mergeln ausgerichtet, um über deren variable Schichtlagen auf das möglicherweise darunter verlaufende Kohlenflöz Annahmen zu treffen. A. FUCHS bringt seine sehr weitgehenden Interpretationen über Groß- und Kleinfalten sowie über die klufftektonischen Auswirkungen, und Auffassungen über die großtektonischen Formungsabläufe, untermauert von Diagrammen zur ausführlichen Darlegung. Daraus entwickelt er eine positive Vorstellung über einen noch vorhandenen Hoffungsraum, vor allem auf Grund der Deutung der Scherungstektonik im tiefsten Grubenaufschluß, woraus Flözfortsetzungen nach NW zu in die Tiefe für möglich gehalten werden.

Die refraktionsseismischen Untersuchungen zielten nach dem Bericht von PFEIFFER (1950) auf die Feststellung der Tiefenlage des Untergrundes der Tertiärschichten, an deren Basis ja eventuell mit dem Kohlenflöz gerechnet werden kann. Der Experte erwähnt Hindernisse, die sich auf die Arbeiten hemmend und nachteilig auswirkten: Fehlen einer geeigneten Kartenunterlage, häufige Gewitter, Verzicht auf die Niederbringung von Schußbohrlöchern infolge von Sparmaßnahmen, dichte Besiedlung des Arbeitsgebietes,

„ ... sodaß verschiedene Sprengpunkte aufgegeben werden mußten.“

Durch kombinierte Linien- und Streubeobachtungen und Beurteilung der Schallgeschwindigkeiten konnten unterirdisch im wesentlichen drei Sedimentbereiche unterschieden werden: Lockersedimente, Mergel und Liegendkalk als Tertiäruntergrund. Basierend auf der Auswertung von drei Schußlinien gibt das Gutachten für den Raum Häring – Kirchbichl – Ober-Langkampfen Auskunft über die Schottermächtigkeiten und den Tiefenverlauf des Triaskalkuntergrundes.

PFEIFFER stellt fest, daß der Muldencharakter der Häringer Mulde auf Grund des Verlaufes des Kalkuntergrundes auch noch im Raum von Kirchbichl gewahrt bleibt, daß aber die Tiefenwerte des Kalkes dort keineswegs so groß seien, wie nach den Grubenaufschlüssen vermutet wurde. Im Bereich der Innschleife bei Langkampfen interpretiert PFEIFFER sogar ein seismisches Hoch durch Kalkaufwölbung. Und

„ ... im Zuge des Inntales von Kastengstatt bis nordöstlich von Kirchbichl wurde eine deutliche Störungszone festgestellt.“

Im Großraum bestehen nach der Deutung der Seismogramme Schotter-Sand-Mächtigkeiten bis etwa 185 m, der Tertiäruntergrund – von PFEIFFER immer als „Kalk“ angegeben – liegt demnach unterschiedlich z.B.

in 230 m, 320 m, 425 m, 525 m, maximal aber in 650 m Tiefe.

Einem Vorschlag von LOCKER (1950) folgend, waren auch noch von der Geologischen Bundesanstalt Wien (Dr. GRILL, Dr. NOTH) mikropaläontologische Untersuchungen zur Gliederung des über dem Kohlenflöz lagernden Mergelpaketes durchgeführt worden. Nach Testuntersuchungen war erkannt worden, daß die über dem Kohlenflöz und dem bituminösen Mergelkalk folgenden 70 m der Zementmergel eine reichere Mikrofauna aufweisen als die darüber folgenden Mergelpakete. Die erfolgversprechenden Erkenntnisse sollten beim Niederbringen der neuen Untersuchungsbohrungen eine Gliederung der zu durchörternden Mergel und damit die Identifizierung der feinstratigraphischen Lage ermöglichen, wodurch der jeweilige Abstand vom erhofften Kohlenflöz hätte ermittelt werden können.

Im Gutachten von LOCKER (1950) „Über die wirtschaftlichen Möglichkeiten eines neuen Tiefbaues im Kohlenbergbau Häring“ konnten bereits alle diese Stellungnahmen der jeweiligen Fachleute mitverwertet werden. Abgesehen von den möglichen geringen Kohlevorräten in der Fleckmulde, sieht LOCKER zusammenfassend nur Chancen für den weiteren Bergbau in der Tiefe und nennt als geologische Hauptfrage,

„ ... ob das Vorkommen von Häring eine Mulde darstellt, die nördlich des Inntalles ausbeißt oder ob das Vorkommen als alpine Schuppenbildung anzusehen ist.“

Nach allen diesen, anscheinend doch gut vorbereiteten Grundlagen kam es noch im Winter 1950/51 zur offensichtlich entscheidenden Tiefbohrung, und zwar 900 m WNW von Häring. Diese Bohrung bei Haslach ist unter der Bezeichnung „Niederholz I“ in die Fachliteratur eingegangen (HEISSEL, 1956). Das überraschende Ergebnis war in mehrfacher Hinsicht bedeutungsvoll.

Die Lokalität liegt in 595 m Höhe ü.d.M., etwa 100 m nordöstlich des in ca. 85 m Tiefe durchziehenden Erbstollens, der den Grubenaufbau mit dem Bahnhof Kirchbichl verbindet. Die von der Bohrung angefahrne Trias lag nach HEISSEL (1956, S. 54) um mindestens 300 m höher, als man vermutet hatte,

„ ... gleichzeitig aber auch rund 300 m höher als auf der tiefsten Abbaustrecke des Kohlenbergbaues (+ 5 m SH) und als die Trias, die in der alten Bohrung von Gasteig angefahren wurde.“

Im Bohrloch Niederholz I wurden zunächst 83 m Lockersedimente einer Schotter-Sand-Abfolge der „Riß-Würm-interglazialen Terrassensedimente“ durchörtert: In dieser Bohrtiefe 83 m = 514 m ü.d.M.

„ ... wurde die Oberfläche des anstehenden Tertiärs erreicht. Es waren, wie zu erwarten, Unterangerberger Schichten ... “ (HEISSEL, 1956, S. 53).

Aus Kostengründen wurden erst in 268 m Bohrtiefe 12 m Kerne gezogen. Diese wurden nach HEISSEL (1956, S. 53) jenen Mergelschichten zugewiesen,

„ ... wie sie etwa im Erbstollen außerhalb der 14er Querung anstehen ... “

was angeblich auch nach den Foraminiferen-Untersuchungen von Dr. NOTH bestätigt wurde. Der „überraschend“ in 303 m Teufe (= 292,4 m ü.d.M.) angebohrte Triasuntergrund soll weißer Dolomitmylonit gewesen sein, der bis zur Endteufe 313 m (281,4 m ü.d.M.) anhielt.

HEISSEL (1956, S. 54) sucht das für die Gutachter wenig schmeichelhafte Ergebnis zu erklären, wovon wegen seiner Tragweite hier auszugsweise zitiert wird:

„ ... Dieses Fehlen der Häringer Schichten in der Bohrung Niederholz I kann nur entweder als stratigraphische Schichtlücke oder tek-

tonisch erklärt werden. Im ersten Falle müßte die Trias-Aufragung zur Zeit der Häringer Schichten Festland gewesen sein, das erst im höheren Sedimentationsbereich der Unterangerberger Schichten überflutet worden wäre. Das ist aber unwahrscheinlich und auch sonst im Unterinntaler Tertiärgebiet nirgends beobachtet worden. Viel wahrscheinlicher ist die Anwesenheit einer großen Störung, wobei Unterangerberger Schichten auf mylonitisierte Trias aufgeschoben worden sind. Das Auftreten einer Trias-Aufragung kann eigentlich keineswegs überraschen, denn derartige Trias-Rücken tauchen mehrfach vom Rande her in das Tertiärbecken ein (HEISSEL, 1951). Bei Kufstein ragen sie sichtbar aus der heutigen Talsohle auf."

Gerade dazu wollen wir auch unsere Meinung anschließen und die Frage stellen, warum in keiner der geologischen Stellungnahmen im Jahre 1950 die einfache, feldgeologisch mögliche Beobachtung erwähnt wird, wonach nämlich der ENE-WSW verlaufende Hauptdolomit Rücken Eibergkopf - Wildschwenz - Auing - Luech - Habring am Beginn des Glaurachgrabens bei Sperlmühle, Kötsching, also 350 m nordöstlich der Bohrstelle ansteht und nach W zu zumindest flach abfallen muß; denn der in ca. 500 m ü.d.M. (= ca. 95 m unter Tage) verlaufende Fürst-Lobkowitz-Erbstollen hatte in dem der Bohrung benachbarten Streckenteil Mergel der Unterangerberg-Schichten durchörtert. Tatsächlich aber erreichte man mit der Bohrung den Hauptdolomit als Triasuntergrund in 303 m Teufe, woraus sich eine 38° nach W abfallende Felsböschung konstruieren läßt. Es muß offen bleiben, ob dies eine klufftektonische Ursache hat, oder allein die Erosion verursachend war. Nachdem aber diese mit Tertiärmergeln gefüllte Rinne genau in der NW-Fortsetzung der trogförmigen Kohlenlagerstätte liegt, scheint wohl im Untergrund vom Lengerergraben über Häring bis Kirchbichl - Berg eine über 3 km lange klufftektonisch bedingte vortertiäre Erosionsform vorgelegen zu haben. Wenngleich die bergbaulichen Aufzeichnungen in den tiefsten Grubenaufschlüssen auf Grund des Flözverlaufes für eine starke Scherungstektonik mit treppenförmiger Verwurfstendenz „Nordwestliches abgesenkt“ spricht, wie dies A. FUCHS hervorhebt, so wurde doch das Ausdünnen des Flözes nach den damaligen Vorstellungen falsch eingeschätzt. Es muß sich dabei um das ursächliche Auskeilen der Kohlenanreicherung handeln, womit die NW-Grenze der Lagerstätte in der Tiefe + 5 m ü.d.M. erreicht wurde. Die in dieser Tiefe unter dem Flözrest angefahrenen Konglomerate (HEISSEL, 1951) könnte man als Bestätigung für den Nordrand der Kohlenmulde interpretieren.

Somit erübrigt sich auch die Frage, warum nicht die erste der drei geplanten Bohrungen etwas weiter westlich, also in größerer Entfernung vom Hauptdolomit Rücken, oder auch näher dem bekannten Grubenfeld abgeteuft wurde. LOCKER hatte mit 1000 m flacher Länge x 500 m durchschnittlicher Breite und einem 2 m mächtigen Flöz gerechnet und 1,200.000 t Kohlenvorräte, davon 840.000 t Förderkohle für möglich gehalten. Aber trotz dieser für den Kohlenbergbau großen Enttäuschung, wonach das „neue Hoffnungstiefbaufeld“ sofort aufgegeben wurde, war der Gemeinde Häring ein neues Glück beschieden. Diese Bohrung stieß nämlich im Grenzbereich Tertiär-Mergel zu Hauptdolomit auf eine 14°C tempertierte Schwefelquelle mit hohem S-Gehalt und einer Schüttung von 1,8 l/sec. mit 1 Atü. Auf Grund des Beschlusses der Tiroler Landesregierung vom 5. 3. 1953 wurde diese Quelle als Heilquelle erklärt, was in der Folgezeit dem traditionellen Bergbaudorf den Aufstieg zum heute berühmten Kurort Bad Häring ermöglichte.

Die Häringer Kohle war in folgende Sorten eingeteilt worden: Stückkohle, Würfelkohle, Nußkohle I und II, Grießkohle und Kleinkohle. Der Anteil an Kleinkohle unter 8 mm war mit durchschnittlich über 30 %, ja auch über 50 %, immer groß, was ebenso wie der hohe Schwefelgehalt mit 4-7 % Durchschnitt wirtschaftlich ungünstige Auswirkungen zur Folge hatte. Brikettierungsversuche mit dem Kohlenklein brachten kein zufriedenstellendes Ergebnis, und so fand die vielfach aschenreiche Kleinkohle in der Umgebung nur bei den Schmieden sowie in der Papierfabrik in Wattens und in den „Suchy-Werken“ Schaftenua Absatz.

7.2.11. Der Bitumenmergel als Ölschiefervorkommen

Der Häringer Bitumenmergel der Zeitgrenze Eozän/Oligozän ist schon von AMPFERER (1922) geologisch beschrieben und seine Nutzbarkeit als Ölschiefer an Hand von Analysen diskutiert worden. Nach feinstratigraphischen Untersuchungen ist der höchste Bitumengehalt in der bis zu 15 m mächtigen Schichtbank mit weiter regionaler Verbreitung auf eine Mittellage, die durch Hornsteinlinsen gekennzeichnet ist, und innerhalb derselben an nur schmale Lagen konzentriert, die durch licht- und dunkelbraune Bänderung auffallen. Die damaligen Analysen wurden in der SCHIEFERÖL-INDUSTRIE A.G. (GenDir. SUCHY) in Schaftenua bei Unter-Langkampen durch den Chefchemiker John E.W. BENGOUGH durchgeführt und von AMPFERER (1922, S. 128) zitiert.

Mit der Petrographie des Bitumenmergels befaßte sich damals SANDER (1921, und 1922 in AMPFERER, 1922). Auch HRADIL (1949) stellt allgemeine Betrachtungen über die Verwendbarkeit der Ölschiefer in Tirol an und erwähnt Versuche mit Häringer Material im Jahre 1928.

Ein wirtschaftlich entscheidendes Gutachten aber liegt von BORCHERT während des 2. Weltkrieges aus dem Jahre 1944 vor. Demnach wird die Qualität des Ölschiefers im internationalen Vergleich als sehr mäßig bezeichnet. Die in einem Gutachten von AMPFERER 1920 errechneten, auf das Häringer Kohlengrubenfeld bezogenen, sicheren Vorräte betragen mit der Annahme von 5 % Öl und 2 m Mächtigkeit der hängigen Schichtbank 1,040.000 m³ oder 2,080.000 t bituminöses Gestein. Auch BORCHERT kommt zur Aussage, daß die meisten Abbaufelder nur geringe Dimensionen erreichen könnten und bei Annahme einer 2 m mächtigen bauwürdigen Bank im Gebiet der besten Ölschieferentwicklung insgesamt nur etwa 1,4 Mio m³ verfügbar sein könnten. Er bezeichnete damals diese Vorräte, die nur unter bergtechnisch schwierigen Verhältnissen gewinn-

Tabelle 17.
Analysen des Häringer Bitumenmergels aus dem Berggrübl-Stollen nach Angaben von AMPFERER (1922, S. 128).

Spezifisches Gewicht [g/cm ³]	2,4057	1,8856	1,5550
Ölausbeute [%]	5	15,7	21,6
Schwelwasser [%]	2,2	3,9	7,4
Retortenrückstand [%]	91,2	73,5	62,0
Gas und Verluste [%]	4,6	6,9	9,0
NH ₃ -Gehalt d. Schwelwassers	1,09	1,12	1,22
Schwefelgehalt im Öl	4,18	4,62	4,42

bar wären, als eine nicht ausreichende Grundlage für einen Bergbau.

Es gibt eine Menge Analysen von Stücken und kleinen Probemengen verschiedener Grubenaufschlüsse mit z.T. recht unterschiedlichen Werten, die aber, wie BORCHERT betont, den Verdacht aufkommen lassen, daß es sich häufig um ausgewählte Proben bzw. um angereichertes Material gehandelt hat. Am aussagekräftigsten aber sind Ergebnisse eines Versuchsbetriebes der „SCHIEFERÖL-INDUSTRIE A.G.“ in Schafotenau (einer Vorgängerfirma der BIOCHEMIE Ges.m.b.H. Kundl-Schafotenau) im Jahre 1923. Zur Untersuchung gelangten 270 t in 24 Lieferungen. BORCHERT zweifelt in seinem Gutachten nicht, daß der Bergbau sich bei diesem Versuch bemüht hat,

„ ... die angeforderten 30 tato in bestmöglicher Qualität zu liefern ... “

Die einzelnen Tageslieferungen mit je ca. 10–20 t brachten Ölgehalte mit einmal 6.47 % maximalem Durchschnitt und viermal über 5 %. Alle anderen Haufwerkswerte lagen oft unter 3 % und zweimal unter 2 % Ölgehalt. Der Gesamtdurchschnitt für die 270 t wurde mit 3,65 % errechnet.

BORCHERT rechnet damit, daß im großen Durchschnitt bestenfalls Gehalte um 4 % Rohöl zu erwarten wären und festigt diese Aussage noch mit weiteren Ergebnissen aus der Vergangenheit. Das Resümee gipfelt in der Bemerkung, daß es bedauerlich sei, daß ein kleiner Betrieb, wie er 1923–1925 ausgebaut war, nicht zum Laufen gekommen ist, und hätte eine Überführung des damaligen Kohlenbergwerkes in ein Ölschieferwerk für möglich gehalten. Für die Zeit 1944 aber seien die Häringer Ölschiefer mit

„ ... Mächtigkeiten von 1,5–3–4 m “
und Gehalten

„ ... zwischen 3 und 6 % Urteer ... “
mit einem

„ Durchschnitt mit ziemlicher Sicherheit bei knapp 4 % Rohöl“
und

„ ... mit Vorräten in der Höhe von nur etwa 2 Millionen t ... “
für

„ ... die Einrichtung eines modernen Ölschieferbergbaues ... “
als Lagerstätte zu klein und schwach.

Die Vorräte der Erde an bitumen- und kerogenreichen Gesteinen sind enorm und werden als Energieträger in Zukunft Beachtung erlangen. Nach W.E. PETRASCHECK & POHL (1982) kennt man derzeit Gesteine mit einer möglichen Ölausbeute von mehr als 42 l/t in einem Umfang, daß rund 530 Milliarden m³ synthetisches Öl gewonnen werden könnten. Wegen des derzeit geringen Anreizes zur Ölschiefer-Prospektion dürften die Vorräte aber noch größer sein.

7.3. Weitere Kohlefunde im Tertiär des Raumes Wörgl – Kufstein

In Fortsetzung der Übersicht von tertiären Kohlenvorkommen sind aus einer Vielzahl von Schurfversuchen im Großraum des Unterinntaler Tertiärbeckens nur ganz wenige Lokalitäten hervorzuheben, wo zumindest mit vorübergehend schwachem Erfolg Kohle aufgeschlossen wurde.

Vorweg aber die Mißerfolge, die anzeigen, daß es keine erwähnenswerte Fortsetzung der Häringer Lagerstätte gibt. Die Bohrunternehmungen in der Lagerstät-

tenumgebung von Häring werden nochmals erwähnt: Sonnendorf (S Schwoich), Hirnbach (Inntal), Wörgl-S (Bad Eisenstein) und Wörgl-SW, Angath, Mossbach (SW Mariastein), und außerhalb dieses Gebietes noch: Kundl.

FRITZ (1970, S.37) bringt eine Übersicht der damaligen Bohrungen und auch eine genaue Zusammenstellung der unbedeutenden Kohlefunde in den Häringer und Angerberg-Schichten, wobei sich auch zwei Fundstellen in Gosau-Schichten eingeschlichen haben (Nr. „27 östlich Kirche Schwoich“, „28 Eng“). Diese Bemerkung gilt auch für die übernommenen falschen Angaben bei WEBER & WEISS (1983, S. 175).

Wir haben versucht, die meisten dieser zahlreichen Lokalitäten aus wissenschaftlichen Gründen aufzusuchen, doch waren Ausbisse oder Probestücke von Kohle kaum zu finden. Bei allen genannten Vorkommen in den Häringer und Angerberg-Schichten handelt es sich um inkohlten Pflanzendetritus, der im wesentlichen als Treibholz in die Sedimente gelangt ist. Die Kohlespuren wurden früher als schwarz glänzende, brennbare Kohle, ohne praktische Bedeutung beschrieben, wobei es sich ziemlich sicher um denselben Typ wie in Häring, nämlich um Glanzbraunkohle handeln wird.

7.3.1. Duxer Köpfl-Schurfbergbau (Franz-Liszt-Denkmal)

Etwa 1 km ENE des Stadtzentrums von Kufstein setzt ein im Grundriß 1,1 km im Streichen langer und bis 100 m breiter Streifen mit Häringer Schichten ein. Die innerhalb des Hauptdolomits am W-Rand des Wilden Kaisers fast isoklinal zu einer Synklinale zusammengepreßten basalen Häringer Schichten mit Grundkonglomerat, Kohlenflöz, Bitumenmergel mit der „Häringer Flora“ (HEISSEL, 1951) und Zementmergel reicht im W-Teil, wie durch drei Stollen nachgewiesen ist, rund 60 m in die Teufe. Das durch ein absätziges, stellenweise bis über 50 cm mächtiges, offenbar linsenförmiges Kohlenflöz ausgezeichnete Vorkommen ist mit E–W-Streichen mehr oder weniger saiger gestellt und wurde durch drei Stollen in 548 m, 567 m und 609 m Höhe ü.d.M. aufzuschließen versucht. Für den nicht verbrochenen mittleren Stollen in 567 m Höhe liegt eine Vermessung von Dr. P. GSTREIN auf 80 m Länge vor. Nach freundlicher Mitteilung von Dr. GSTREIN ist dieser Stollen mit großer Vorsicht noch weiter begehbar, wobei in diesen vom Tage entfernten Abschnitten noch gute Flözteile in der Firste anstehen. Wir geben diese Skizze nach GSTREIN hier wieder (Abb. 46).

Tabelle 18. Immediatanalysen der Kohlen vom Duxer Köpfl/Kufstein (zitiert nach WEBER & WEISS, 1983, S. 173, Tab. 106).

Probe	Kufstein 1a	Kufstein 1b
Wasser	5,7	8,1
Asche	25,4	22,0
Reinkoks	35,2	35,7
Rohkoks	60,6	57,7
Reinkohle	68,9	69,9
Flüchtige Substanz	33,7	34,2
	13,5	11,6

Braunkohlebergbau am DUXER KÖPFL

(Kufstein, Tirol)

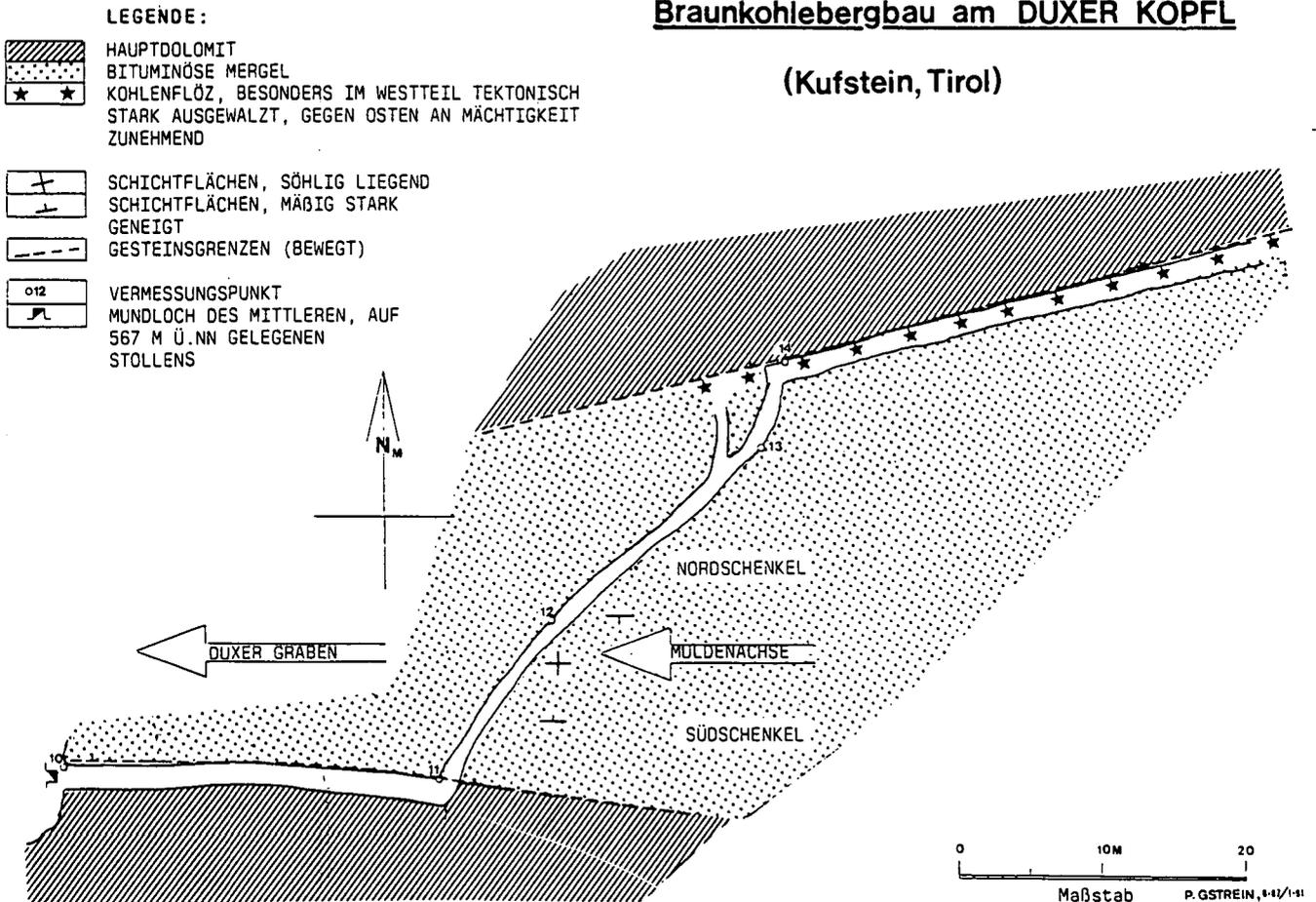


Abb. 46. Lage des Glanzbraunkohlenflözes Duxer Köpfl im N-Flügel einer isoklinalen Synklinale der basalen Häringer Schichten im Schurfstollen in 567 m Höhe ü.d.M. Vermessung und Skizze von P. GSTREIN (1987).

Dem tektonisch durch extreme Faltung und durch Scherung an der nördlichen und südlichen Hauptdolomit-Grenze stark beanspruchten Tertiärkomplex kommt wegen dem geringen räumlichen Umfang und des nur schwachen Flözes derzeit keine wirtschaftliche Bedeutung zu. Aber geologisch-paläogeographisch ist dieses, von der Häringer Lagerstätte immerhin 9,5 km entfernte, aber gleich alte Flözvorkommen eine interessante Fundstelle. Sie läßt auf die Existenz eines im Alttertiär in diesem Raum des heutigen Kufstein relieffüllenden Sumpf-Seebeckens mit grob- bis feinklastischer Sedimentation einschließlich von reichlich Phytodetritus schließen.

Von dieser, mit dem Erosionsrest in der E-W-verlaufenden tertiären Muldenfüllung liegenden Kohle liegen zwei technische Analysen, zitiert bei WEBER & WEISS (1983, S. 173, Tab. 106) vor.

7.4. Glanzbraunkohlenvorkommen im Tertiärbecken Walchsee – Kössen – Reit im Winkl

Die Existenz der Kohlenlagerstätte Häring und die über zwei Jahrhunderte dauernden Bemühungen um den dortigen Bergbau gaben Anlaß dazu, auch in benachbarten Tertiärgebieten auf Grund bescheidener Kohlenausbisse über Tage unterirdische Lagerstätten

zu vermuten. Jedenfalls bezeugen immer wieder neu begonnene Schürfungen und Bohrungen im Raum Walchsee – Kössen vom großen Interesse an diesem vermeintlichen Kohlenrevier. Bezeichnungen wie Kohlentai, Kohlenbach, Kohlalmbach, Kohlalpe, Kohllahner, Kohllahner Sattel und Schwarzenbach, alles im Gebiet SW Kössen, verraten das Vorhandensein und die einstige Beschäftigung mit Kohle (Abb. 47).

7.4.1. Bergbaugeschichte

Über Tage anstehende Kohleschmitzen haben schon frühzeitig, und zwar bald nach der Wiederentdeckung des Häringer Flözes zu Schürfversuchen Anlaß gegeben. Die ersten urkundlichen Belehnungen an Alois Baldironi von Scheroditz und Johann von Wallbach gehen auf das Jahr 1766 zurück. 1780 übernahm das Ärar den Bergbau. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts veranlaßte der „Geognostisch-montanistische Verein für Tirol und Vorarlberg“ Tiefbohrungen. So wurden zwischen 1841 und 1855 mehrere Bohrungen abgeteuft. Da erst wieder zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Untertagearbeiten fortgesetzt wurde, ist anzunehmen, daß die früheren Bohrungen keinen Erfolg gebracht haben (FRITZ, 1971). Unterlagen fehlen. Von den neueren Bohrungen sind nur Berichte von 1897 bis 1905 erhalten. 1903 wurde die „TIROLER KOHLENBERGWERKS-GESELLSCHAFT KÖSSEN“ gegründet. Nach FRITZ

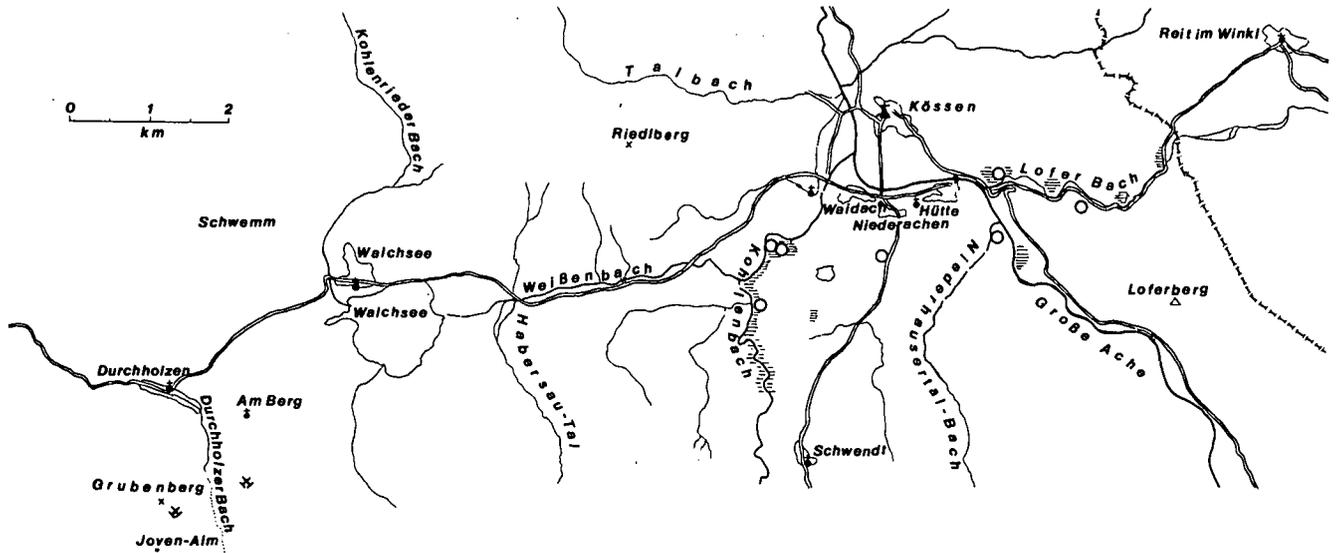


Abb. 47.
Grundriß-Übersicht des Braunkohlen-Schurfbergbaugebiets Walchsee - Kössen.
Eintragung der Bohrungen und Schürfe nach Aufzeichnungen von BRANDL (1947).

funden. Dann durchörterte die Bohrung bis zum Ende Mergel, z.T. mit Pflanzenresten.

Eine 228,9 m tiefe Bohrung im Leitwanger Graben SW Kössen (B 6 bei FRITZ, 1971, S. 41) verlief zweimal durch Konglomeratbänke, aber in der Hauptsache durch Sandstein und Mergel, jeweils mit 10 m und mehr Mächtigkeit. Hier sind 7 Kohlenflöze in 20 m, 38, 72, 130, 140, 160 und 198 m Bohrtiefe registriert worden (Abb. 49).

Nachdem im Kössener Becken die Kohle-Bitumen-führende limnisch-brackische Basisserie der Häringer Schichten (Priabonien) fehlt, setzt die Sedimentation hier erst im Lattorfien ein (KLEBELSBERG, 1935). Die abwechslungsreiche, mit Konglomeraten oder meist sandigen Kalksteinen beginnenden Sedimente z.T. mit „Nummulitenbreccien“ und nach HEISSEL (1956) sicher mit einer autochthonen Mikrofauna, wird von ihm als marin klassifiziert, allerdings mit zu Beginn litoralen Sedimentationsbedingungen. Auch die stratigraphisch jüngeren Schichten des Kössener Tertiärs, die bis ins Aquitan (Unter-Miozän) reichen, bestehend aus Kristallin-führenden Kalk-Konglomeraten und polymikten Sandsteinen, z.T. mit Lithothamnien-Fragmenten, beurteilt HEISSEL als marin. Diese werden von ihm den Angerberg-Schichten zugeordnet. MAYER (1979) hält diese Abfolge für limnofluviatil. Nach der tiefsten Bohrung, die den Untergrund nicht erreicht hat, sollten zumindest 220 m (stratigraphische Mächtigkeit) Mergel der Häringer Schichten entwickelt sein und darauf rund 470 m der Angerberg-Schichten erhalten sein. Eine scharfe Grenze zwischen älteren und jüngeren Serien hält HEISSEL für nicht gegeben. Deshalb differieren auch die Auffassungen über die Zugehörigkeit und Mächtigkeit.

Nach HEISSEL ist jedenfalls das Vorherrschen der Sandstein-Konglomerat-Fazies im Kössener Becken auffällig, wobei diese Serien den Angerberg-Schichten entsprechen, die mit aquitaner Molasse vergleichbar sind. Die tieferen Serien des Kössener Beckens, altersmäßig Lattorfien bis Priabonien, bestehend aus Konglomerat-Mergel-Folgen, entsprechen der Zementmergelserie der Häringer Schichten. Es handelt sich nach LINDENBERG (1966, zitiert bei WEBER & WEISS, 1983) um

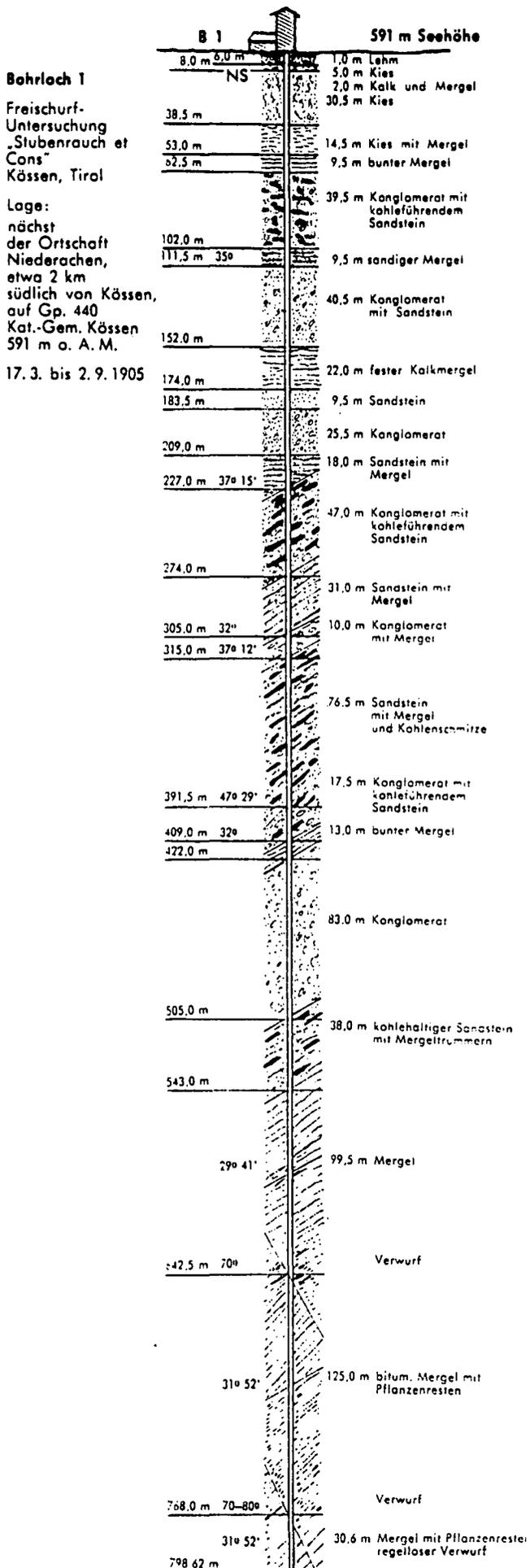
sind auch alle folgenden Tiefbohrungen bis 1920 bezüglich Kohle negativ ausgefallen. Nach Ende des 2. Weltkrieges wurden im Jahre 1947 durch die „GRAPHITGRUBEN Ges.m.b.H.“ geophysikalische Bodenuntersuchungen im Gebiet Walchsee - Kössen, und zwar Geoelektrik veranlaßt, und es wurde mit dem Vortrieb eines Richtstollens im Raum Schwendt bei Kössen begonnen. Diese Gesellschaft ging aber bereits 1948 in Konkurs (TIROLER TAGESZEITUNG, 7. 5. 1948).

FRITZ fertigt die Kohlevorkommen des Kössener Tertiärbeckens sowohl bezüglich der Zementmergel der Häringer Schichten, als auch der Angerberg-Schichten zusammenfassend recht kurz ab mit der Annahme, daß in diesen Sedimenten keine Flöze entwickelt sind. Aber der Autor erstellte auf der Grundlage von alten Bohrberichten und Zeichnungen zwei aussagereiche Bohrskizzen und gibt eine detaillierte Aufzählung von Lokalitäten mit Kohlefunden.

7.4.2. Geologische Position

Nach kurzer regionaler Unterbrechung der tertiären Ablagerungen Kufstein - Zell setzt die Tertiärabfolge bei Ebbs (hier allerdings mit sehr alten Tertiärschichten analog Oberaudorf) wieder ein und ist über Walchsee und Kössen bis Reit im Winkl verbreitet (Abb. 47). Das ist eine WSW-ENE-Länge von 19 (bzw. 22) km. Die Breite beträgt bis zu 4 km. Den Rahmen und Untergrund der Tertiärmulde Walchsee - Reit i.W. bilden Sedimentgesteine der Trias-, Jura- und Kreidezeit.

Über die petrographische Zusammensetzung der alttertiären Schichtabfolge geben vor allem zwei noch genau erhaltene Bohrberichte von insgesamt 7 Tiefbohrungen im Gebiet Kössen - Schwendt - Kaltenbach Auskunft. Die tiefste davon gelang im Jahre 1905 bei Niederachen, gleich südlich von Kössen, bis in eine Teufe von 798,62 m (Abb. 48). Nach 62,5 m quartärem Lockermaterial (Lehm, Ton, Kies) stieß die Bohrung auf die Tertiärsedimente, welche bis in 543 m Tiefe aus einer dickbankigen Wechsellagerung von Konglomerat und Sandstein bestehen. In drei Meterzehner-mächtigen Lagen hatte man Kohleschmitzen im Sandstein ge-



340 m Mächtigkeit der Häringer Schichten im Südflügel der Tertiärmulde mit limnisch-fluviatiler Basisserie und marinen Sedimenten.

Bezüglich der tektonischen Verformung des schon erosiv vorgezeichneten Tertiärbeckens von Kössen erwähnt HEISSEL (1956, S. 63), daß zwar mit keinem ursächlichen Zusammenhang dieser Ablagerungen mit denen des Häring-Angerberg-Beckens zu rechnen sei, daß aber die Tertiärgesteine

„ ... geschlossen von Zell bei Kufstein bis Reit i.W. ... “

durchziehen. HEISSEL hält das Gebiet östlich des Habersauer Tales (SE Walchsee) über Schwendt bis Reit i.W. für einen flachen Muldenbau

„ ... mit ostwärts heraushebenden Schichten ... “

Demnach ist im S-Flügel das Schichteneinfallen flach nach N bis NNE gerichtet.

In diesem Zusammenhang muß die von AMPFERER (1927, S. 129) postulierte Auffassung über eine „Kaisergebirgsdecke“ erwähnt werden, die auch von HEISSEL (z.B. 1956) gestützt wird, über die allerdings in den folgenden Jahrzehnten die Diskussion zu einer nur „Kaisergebirgsscholle“ geführt hat. AMPFERER (1927) hatte nämlich am Fuße des Zahmen Kaisers das dort nach S steil unter die „Kaisergebirgsdecke“ einfallende Tertiär gesehen; woraus zumindest für diesen Abschnitt von einem nach N überkippten S-Flügel der Tertiärmulde gesprochen werden kann.

Wenn auch HEISSEL erwähnt, daß zwischen Ebbs und Kössen keine wesentlichen Störungen wirksam gewesen seien, welche die Mulde in größere Einheiten zerlegt hätten, so rechnet er doch mit diversen Störungen, die z.B. zu Schichtwiederholungen geführt haben können. Und vor allem im N-Flügel müssen viele Unregelmäßigkeiten klufttektonisch bedingt sein.

7.4.3. Die Kohlenflöze, bzw. die Suche nach ihnen

Betrachtet man die Bohrergebnisse, so wird bald klar, daß den vielen Schürf- und Aufschließungsversuchen in der Kössener Tertiärmulde der gewünschte Erfolg, nämlich eine Lagerstätte zu entdecken, versagt geblieben ist. Anreiz für Untersuchungen überhaupt gaben allenfalls die in verschiedenen Gräben im südlichen Umkreis von Kössen vorhandenen Aufschlüsse der Tertiärschichten, in welchen dort und da Kohlenschmitzen, -linsen, ja manchmal sogar anscheinend dünne Flöze anstehen. Man kann sie auch heute noch nach Aufgrabungen zu sehen bekommen. Die Abfolge der Häringer Schichten, welche den älteren, äußeren Rand der Tertiärmulde einnehmen, ist im Hinblick auf die Kohle allerdings nicht interessant, weil ja bekanntlich die kohleführende Basisserie von Häring hier nicht entwickelt ist. Aber die Angerberg-Schichten mit Konglomeraten, Sandsteinen, sandigem Mergel, Mergel und Schieferton fallen durch zahlreiche Kohleeinlagerungen auf.

Zwischen Ebbs und Walchsee ist nach FRITZ (1971) Kohleführung im Idaugraben sowie südlich Durchholzen im Lehmgraben und Reitergraben bekannt. Auch nach einer Kartenskizze von BRANDL (1947) wurden

Abb. 48. Bohrprofil der tiefsten Schmantbohrung im Raum Kössen im Jahre 1905. Nach einer Skizze von BRANDL (1947); aus FRITZ (1971, S. 41).

nach dem 2. Weltkrieg beidseits des Durchholzer Bach-Grabens in ca. 900 m Höhe Schürfungen durchgeführt.

SCHMIDEGG (Gutachten 1. 8. 1947) urteilt negativ:

„... Hier sind die Kohlenaufschlüsse (Grubenberg und Graben östlich Buchberg), wie sie uns Herr Dr. Brandl zeigte, nur sehr spärlich. In dem neuen Stollenaufschluß an der Ostseite des Grubenberges sind zwar zahlreiche blätterartige Kohleschmitzen und gangförmige Kohle, doch kein zusammenhängendes Flöz vorhanden. Im Graben östlich Buchberg neben kleinen Schmitzen auch ein bodenständiges Flöz, das wegen seiner Schmächtigkeit und Unreinheit durchaus unbauwürdig ist, aber immerhin zeigt, daß Flöze vorkommen können.“

Nach geophysikalischen Untersuchungen (elektrische Widerstandsmessungen) soll hier in 150–200 m Tiefe ein Flöz vermutet worden sein. Aber BRANDL erwähnt, daß die bodenelektrischen Messungen allgemein kein eindeutiges Ergebnis gebracht hätten.

Am wichtigsten aber war das Gebiet Bichlach – Unterschwendt südlich von Kössen, vor allem mit dem Kohlenbachgraben und der östliche Anschluß südöstlich von Kössen bis Bayern südlich von Reit im Winkl.

Im Raum um Kössen waren also die Schurftätigkeiten begründet auf den zahlreichen Kohleausbissen in den S–N verlaufenden Seitengräben der Tertiärmulde, die im allgemeinen aber nur wenige Gesteinsausbisse zeigt. So notierte schon ISSER 1894 Beobachtungen im Gehänge des Kohlenbaches SW von Kössen mit der Bemerkung „sehr reine Kohle“ und Mächtigkeiten zwischen 18 und 20 cm oder 25, 20, 30 cm Kohle „mit tauben Zwischenlagen“, und in einem Seitengraben „sehr reine Kohle“ 25, 10, 17 cm mächtig, wobei diese Flöze oder Linsen in Konglomerat, Sandstein und Mergel zwischengeschaltet sind. Solche Tertiärsedimente stehen im Kohlengraben von etwa 2,3 km SW der Ortsmitte Kössen auf 2 km Länge im Bach an.

Weitere Notizen dieser Art beziehen sich auf den Niederhauser Graben S von Kössen, wo ISSER in Tonmergel Flöze von 20 und 25 cm Mächtigkeit mit tauben Zwischenschichten fand. Bei der Ortschaft Hütte wurden 10 cm sehr reine Kohle in Muschelmergel notiert, im Moserberg-Graben SE Kössen 18 und 22 cm Flözmächtigkeit, in der Großen Ache SE Kössen ein 50 cm Flöz in Tonmergel und am Ufer der „Weißlofer“ in Konglomeraten Flöze mit 20, 22, 25 und 30 cm. Auf der N-Seite der Tertiärmulde wird für das Gehänge des Rupengrabens (NE Kössen) mit Seitengraben reine Kohle mit 15, 20, 20, 27 und 30 cm Mächtigkeit gemeldet.

Bereits diese einfachen Beobachtungen geben zu verstehen, daß eine Vielzahl von Kohleneinschaltungen mit nicht-bauwürdigen Mächtigkeiten auf einer etwa 10 km²-Fläche im Süden von Kössen existieren. Diese zufälligen Anschnitte der Natur charakterisieren eigentlich alles, was über die räumliche Verteilung der Kohle zu sagen ist, und die um die Jahrhundertwende durchgeführten Tiefbohrungen haben dies genau bestätigt.

Die damaligen Beobachtungen ließen erkennen, daß als Kohlenräger so gut wie nur die Angerberg-Schichten in Frage kommen, die hier entwickelten Häringer Schichten aber höchstens Kohleschmitzen als spurig verteiltes Pflanzenhäcksel enthalten.

Tiefbohrungen

Über die ersten Bohrungen in den Jahren zwischen 1841 und 1855 gibt es keine Unterlagen. Die ersten dokumentierten Bohrungen fanden zwischen 1897 und 1900 statt. Es handelte sich allenfalls um Vollbohrungen, bei denen als Bohrklein nur Schmant zu Tage ge-

fördert wurde. Dementsprechend ungenau sind die Aussagen über die durchbohrten Gesteinschichten zu beurteilen.

Eine Bohrung Ii (Karte BRANDL) im Jahr 1897 wurde von der Talsohle des Kössener Beckens aus, 2 km SE der Kirche Kössen, am westlichen Ufer der Großen Ache, gleich SE der Einmündung des Niederhausertal-Baches abgeteuft. Die 96,44 m tiefe Bohrung durch Angerberg-Schichten ergab folgende Flözfolge:

Bohrtiefe in m	Flöz	Mächtigkeit in m
46,50	1	0,75
57,07	2	0,45
70,50	3	0,30
80,90	4	0,58
84,44	5	1,90
88,34	6	0,50
89,99	7	0,50
93,76	8	1,27
96,44	9	0,96

Eine Bohrung Iii, durchgeführt im Jahr 1899, im Schichtstreichen von B I i 3 km entfernt, soll am südlichen flach ansteigenden Talgehänge gelegen und in einem 14 m tiefen Schacht angesetzt worden sein.

Bohrtiefe in m	Flöz	Mächtigkeit in m
82,44	1	0,70
92,60	2	1,79
94,85	3	0,30
100,19	4	0,60
102,04	5	0,30
109,30	6	0,60

Die Bohrung Iiii im Jahr 1900 war 1,6 km ESE von Kössen am Nordufer des Lofer-Baches angesetzt und auf eine Tiefe bis 100 m ausgelegt.

Bohrtiefe in m	Flöz	Mächtigkeit in m
17,30	1	1,75
71,20	2	0,70
90,36	3	1,45

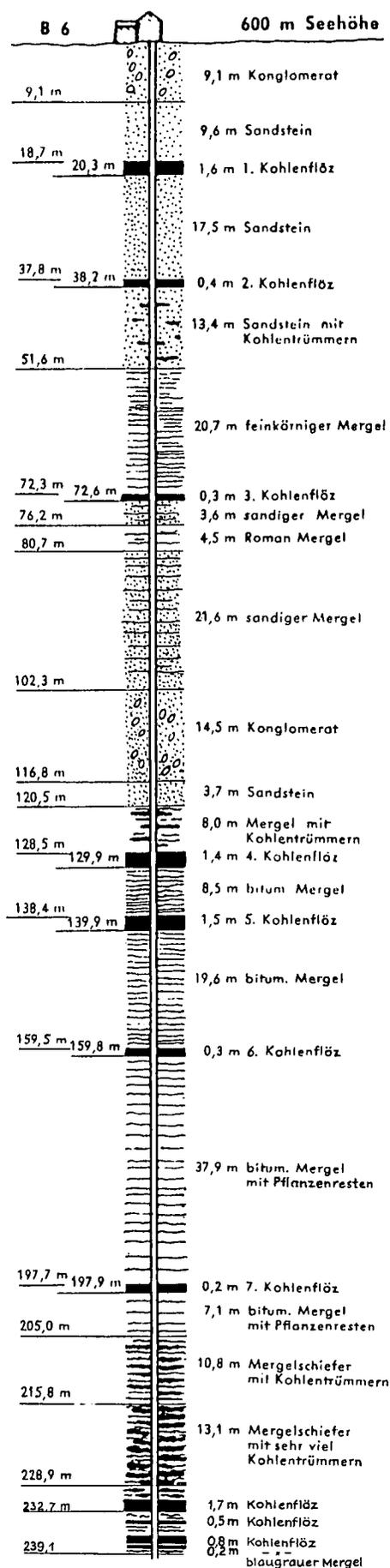
Bohrung IVi, ebenfalls 1900 durchgeführt, lag am Südufer des Lofer-Flusses 2,6 km ESE-lich der Kirche von Kössen, bzw. ca. 1,6 km östlich von Hütte.

Bohrtiefe in m	Flöz	Mächtigkeit in m
12,28	1	0,95
39,66	2	2,28
45,31	3	1,10

Eine Bohrung Vi wurde nahe einem Kohlenausbiß am Südufer des Kohlenbaches 2,1 km SW Kössen bzw. 1 km SW von Waidach begonnen, mußte aber nach Durchhörern eines 1 m mächtigen Kohlenausbisses wegen Hochwasserschäden eingestellt werden.

Von einer Bohrung Vli aus dem Jahr 1901, neben Vi, also auch am SE-Ufer des Kohlenbaches 700 m westlich von Leitwang gelegen, gibt es genauere Unterlagen. FRITZ (1971, S. 41) erwähnt in seiner Bohrskizze „... 600 m o.A.M., 6. 4. 1901, durchgeführt von einer norddeutschen Schurfgesellschaft; Lage: im Leitwanger Graben, 135 m oberhalb der Wegbrücke nächst Kohlbach.“

Nach dem Bohrprofil von FRITZ reichte diese Bohrung bis 228,9 m Tiefe und durchhörte 7 Flöze. Unsere zur Verfügung stehende Bohrskizze umfaßt 239,14 Bohrmeter, weil noch im Nachlaß von Prof. Dr. Blaas ergänzende Daten gefunden worden sind. In diesem untersten erbohrten Bereich wurde noch eine Flözgruppe



durchörtert, so daß man von 9 Flözen sprechen kann (Abb. 49). Das Bohrloch wurde zwischen 1904 und 1906 zu einem „Schacht II“ erweitert. Das Schichteinfallen wird mit 30° angegeben. Das entspricht den Beobachtungen in den Angerberg-Schichten über Tage.

Bohrtiefe in m	Flöz	Mächtigkeit in m
20,3	1	1,6
38,2	2	0,4
72,6	3	0,3
129,9	4	1,4
139,9	5	1,5
159,8	6	0,3
197,7	7	0,2
230,0	8	1,7
236,0	9	0,8

Schließlich wurde vom 17. 3. bis 2. 9. 1905 eine sehr tiefe Bohrung bis in eine Tiefe von 798,62 m durchgeführt (Abb. 48). FRITZ (1971, S. 41) zitiert

„... Freischurf-Untersuchung 'Stubenrauch et Cons' Kössen, Tirol; Lage: nächst der Ortschaft Niederachen, etwa 2 km südlich von Kössen, auf Gp. 440, Kat.-Gem. Kössen, 591 m o.A.M. ...“

Auf dem Plan von BRANDL auf halber Strecke zwischen Niederachen und Kreuzgüt, also etwa 700 m südlich von Niederachen gelegen.

Diese Bohrung („Tiefbohrung I“) durchörterte innerhalb der Angerberg-Schichten zwar drei mächtige Pakete (39,5 m, 47 m und 94 m mächtig) mit „Kohlestreifen“, aber von Flözen ist im Bohrbericht nicht die Rede. Die unter Bohrtiefe 543 m gelegenen Mergel, die HEISSEL (1956) als zu den Häringer Schichten gehörend beurteilt, enthalten nicht einmal Spuren von Kohle.

Die Aktivitäten um die Jahrhundertwende beinhalten auch das Abteufen einiger Schächte als Erweiterung der Bohrlöcher. Aber keiner dieser Aufschließungen war Erfolg beschieden: Es gab nur technische Hindernisse, aber keine Kohle. So war das Bohrloch II in den Jahren 1904 bis 1906 bis 41 m Tiefe in einen Schacht umgewandelt worden. Starker Wasserzufluß verhinderte ein weiteres Abteufen. Aber 1907 wurde in diesem Schacht von der Teufe 41 m aus ein maschineller Vorbohrversuch unternommen, der in 55 m Tiefe eine 30 cm mächtige Kohlschicht durchstieß und in 135 m Tiefe wegen starken Wasserzuges abgebrochen wurde. Schacht II neben Bohrloch VI in Leitwanggraben beim Kohlenbach, bis in 116 m Teufe niedergetrieben, erbrachte offenbar nicht die im Bohrloch registrierten „Flöze“. Die Anlage eines Schachtes III wurde in 20 m Tiefe infolge Wasserzuges gestoppt.

Somit muß die Beurteilung der Flöze eigentlich die Erkenntnis bringen, daß überwiegend nur Kohlekörper linsenförmiger Ausdehnung und wahrscheinlich nur selten tatsächlich Flöze mit weiterer flächiger Verbreitung entwickelt sind. Auch die Erkenntnisse über Mächtigkeiten lassen keine Hoffnung aufkommen. Zwar hatte man für damalige Zeiten einige anscheinend abbauwürdige Flöze in der Tiefe angebohrt, aber über deren Beständigkeit im Verflachen und den Qualitätswechsel konnten durch die Bohrungen keine Anhaltspunkte gewonnen werden. Für heutige Maßstäbe sind die bekanntgewordenen Mächtigkeiten der, wahrscheinlich nur, Kohlelinsen zu gering.

Abb. 49.
Bohrprofil VI aus dem Jahre 1901.
Aus FRITZ (1971, S. 41) mit Ergänzungen aus dem Nachlaß BLAAS nach der Skizze von BRANDL (1947).

7.4.4. Kohlenpetrologische Untersuchung

7.4.4.1. Makropetrographische Kennzeichnung

Die Flöze bestehen nach den überlieferten Aufzeichnungen, wie man sich aber auch an den spärlichen Aufschlüssen überzeugen kann, aus reiner, schwarzer Glanzbraunkohle mit typisch muscheligen Bruch und braunschwarzem Strich. Der Flözverband wird als kompakt und bankig beschrieben. Die frische Bruchfläche der kleinstückig zersplitternden Kohle zeigt tiefschwarzen Glasglanz. Kohlen aus den Muldenrändern und aus der Muldenmitte unterscheiden sich angeblich nicht. Nach alten Berichten (ISSER, 1899), TIROLER KOHLENBERGWERKSGES. m.b.H. 1903) handelt es sich um eine sehr gasreiche Kohle. Sie zerfällt bei schwacher Erwärmung innerhalb weniger Wochen in kleine, braunkohlenartig aussehende Stücke, deren zunächst glatte Oberfläche sich angeblich trübt und einen rötlich-bräunlichen Anflug zeigt (BRANDL, 1947). Nach BRANDL gibt es auch noch einen weiteren Kohlentyp mit feinblättriger Struktur, mattglänzend, spröde; er bezeichnete diese angeblich nicht verwitternde und sich nicht verändernde Kohle als „Blattkohle“ und hielt sie für eine Sapropelkohle. Vor allem der kurze Stollen am Grubenberg (S Durchholzen) soll diesen Typ gezeigt haben.

BRANDL (1947) will dort eine Reihe von kleineren Linsen gesehen haben, deren Mächtigkeit 25 cm übersteigen und eine streichende Ausdehnung von wenigen Metern haben kann.

„ ... Typische Blattkohle kleidet die Linsen am oberen und unteren Rand aus und wechsellagert mit horizontal zur größten Verflüchungsrichtung gebankter Stückkohle ... “

Und vom „Typus Köllenberg“ (SW Durchholzen) erwähnt BRANDL

„ ... glänzend schwarze, spröde, kohlige Bänder ... “
die

„ ... kreuz und quer in großer Menge das Kohlenmuttergestein in ihrem Liegenden ... “

durchziehen und deutet sie als Wuzelböden einer bodenständigen Kohlenbildung.

Bei makroskopischer Bewertung der Kössener Kohle kann es sich in der Hauptsache nur um den schönen Lithotyp Vitrain (Glanzkohle) handeln. Das gilt auch für das Gebiet Durchholzen. Aber es wird schon sein, daß diese auffallend schöne „Pechkohle“ die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat. Sicher ist auch mit Mineralien verwachsene, geschichtete und ungeschichtete Kohle vorhanden sowie auch konglomeratisch-sandig-mergeliges Begleitgestein mit Kohlestreifen. Manchmal ist in der Kohle schon freisichtig Pyritanreicherung wahrnehmbar. Darüberhinaus dürfte aber doch auch Clarain (Halbglanzkohle) (BRANDL's „Blätter-Pechkohle“ ?) und, wenn man seiner Beschreibung folgen darf, eine Sapropelkohle und selten auch sehr harter, matt schwarzgrauer Gagat gefunden worden sein. Da uns derartige Stücke aber nicht zur Verfügung stehen, muß eine Beurteilung offen bleiben.

Zur Entschuldigung aller Gutachter ist erwähnenswert, daß alle nur auf Grund von spärlichen Aufschlüssen urteilen konnten, und daß es sich bei den Tiefbohrungen um die Jahrhundertwende nur um Voll-(Schmant-)bohrungen gehandelt hat, so daß nie jemand größere Kohlestücke zur Verfügung standen.

7.4.4.2. Mikroskopische Kennzeichnung

Die wenigen uns zur Verfügung stehenden Kohleproben aus Geländeaufschlüssen können natürlich nicht als repräsentativ für die gesamte Kössener Tertiärkohle betrachtet werden. Es wurde aber zumindest versucht, die üblichen mikroskopischen Kennzeichen zu ermitteln.

7.4.4.2.1. Reflexionsverhalten, Rang

Die makroskopisch wie Glanzbraunkohle (Pechkohle) aussehenden Stücke erweisen sich unter dem Mikroskop als nahezu isotrope Masse, die nur unter Ölimmersion und bei Blaulichtanregung zum Teil einen diskreten inhomogenen Feinlagenbau erkennen lassen. Die Reflexionswerte dieser Vitritinmasse schwanken zwischen $R = 0,465$ und $0,514$ %. Die aus je 100 Messungen ermittelten Durchschnittswerte betragen $\bar{R} = 0,48$ und $= 0,49$ %. Bireflexion ist nicht festzustellen. Alle gemessenen R-Intensitäten liegen im Streubereich einer Glanzbraunkohle.

Tabelle 19.
Vitrinit-Reflexion der Kössener Tertiärkohle.
 \bar{R} = mittlerer Reflexionsgrad aus n-Messungen. Min. – max. = Minimalwert und Maximalwert von R aus n-Messungen.

Probe	Lithotyp	\bar{R} [%]	n	min.–max.
Kössen-W	Vitrain	0,49	100	0,46–0,51
Kössen-Kohlenbach	Vitrain	0,48	100	0,47–0,51
Kössen-W 2	Vitrain	0,46	100	0,42–0,50

Falls man die wenigen untersuchten Stücke als tatsächlich aussagekräftig für den ganzen Kössener Bereich ansehen dürfte, so wäre zwar ein sehr geringer, möglicherweise signifikanter Unterschied zur Häringer Tertiärkohle zu erwähnen. Zum Vergleich liegen die Häringer \bar{R} -Werte zwischen 0,46 und 0,54 %. Die geringe Differenz würde der etwas geringeren Überlagerung der Kohlenflöze in den Angerberg-Schichten von Kössen zuschreiben sein. Nach der Formel von BARKER & PAWLEWICZ (1986) läßt sich eine maximale Inkohlungs-temperatur von 60°–62°C errechnen. Daraus könnte man bei normalem geothermischem Gradienten, nach Abzug von 20° Oberflächentemperatur, auf etwa 1.300–1.400 m Überlagerungshöhe schließen. Das ist freilich eine sehr grobe Feststellung, da die kohleführende Serie in Kössen allein schon auf 200 m Teufe verstreut ist.

7.4.4.2.2. Macerale, Minerale, Microlithotypen

Die makroskopisch als Vitrain klassifizierte Kohle erweist sich auch u.d.M. und Anwendung von Ölimmersion als weitgehend homogene, ja sogar teilweise als isotrope Masse. Demnach überwiegen als Macerale solche der Vitritin-Gruppe, und zwar hauptsächlich Collinit, während Telinit in den vorliegenden Proben weniger häufig ist. Dennoch ist die Schichtung im Kleinbereich, wenn schon nicht durch telinitische Einschaltungen, so doch häufig durch die Pyritanordnung markiert. Aber gelegentlich kennzeichnet auch lagiger Semifusinit die ehemalige Torfbauzone. Solche sehr dünne Lagen heben sich vom Vitritin durch gering höheres RV und größere Mikrohärtigkeit ab. Das Gefüge weist auf zerbrochene Holzstrukturen mit erhaltenen und zerbrochenen Zellwänden. Diese sind aber viel deutlicher

Tabelle 20.

Maceralanalyse von Kössener Kohlen.

Je 1000 Meßpunkte; Angaben in Vol.-%.

GC = Gelocollinit, DC = Desmocollinit, CC = Corpocollinit; K = Cutinit, Sp = Sporinit, R = Resinit, L = Liptodetrinit, A = Algin; M = Macrininit, Micrininit, SF = Semifusinit, Fusinit, Sclerotinit, Py = Pyrit, T = Tonminerale, Q = Quarz, Cb = Carbonate.

Probe	Vitrinit			Liptinit					Inertinit		Minerale			
	GC	DC	CC	K	Sp	R	L	A	M	SF	Py	T	Q	Cb
Kössen Kohlenbach 1	93,4	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	4,3	—	—	0,2
Kössen Kohlenbach 2	90,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,9	0,8	0,3	—
Kössen Kohlenbach 3	72,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24,3	—	1,3	1,6
Kössen W 1	91,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,7	0,5	—	0,4
Kössen W 2	56,6	29,1	2,2	0,9	0,2	—	—	—	0,1	1,1	4,7	5,1	—	—

Tabelle 21.

Microlithotypenanalyse von Kössener Kohlen.

Je 500 Zählpunkte; Angaben in Vol. %.

Vi = Vitrinit, Cl = Clarit, Vt = Vitrinertit, Du = Durit, In = Inertit, Tr = Trimacerit; Cpy = Carbopyrit, Cag = Carbargillit, Csi = Carbosilic, Cca = Carbocarbonat.

Probe	Macerit						Carbominerit				Minerit			
	Vi	Cl	Vt	Du	In	Tr	Cpy	Cag	Csi	Cca	Py	T	Q	Cb
Kössen Kohlenbach 1	82,8	—	2,6	—	1,4	—	11,6	—	—	0,3	1,2	—	—	0,1
Kössen Kohlenbach 2	86,0	—	—	—	—	—	6,6	—	0,4	—	7,0	—	—	—
Kössen Kohlenbach 3	67,0	—	—	—	—	—	17,2	—	0,9	1,1	13,8	—	—	—
Kössen W 1	86,8	—	—	—	—	—	9,0	0,1	—	0,4	3,5	—	—	0,2
Kössen W 2	68,0	11,0	2,4	—	—	2,4	9,4	3,8	—	—	3,0	—	—	—

durch selektive Pyritisierung abgebildet, oft derart intensiv, daß die Kohleschichtung auch freisichtig zur Geltung kommt.

Pyrit ist in mehrfacher Gestalt vertreten. Da sind einmal die Framboide, Framboidegruppen als Globulite und in der Schichtung aufgelöste Aggregate, die alle durch ihre Anordnung die Feinschichtung verdeutlichen, aber auch die pyritisierten Holzteilchen in Form von tabularen Splintern und Schollen. In diesen Fällen besetzen die Pyritaggregate sowohl die Zellgerüste als auch die Hohlräume. Alle noch erhaltenen Primärgefüge des Pyrits weisen durch verschiedene Stadien der Sammelkristallisation zu hypidiomorphkörnigen Aggregaten und idiomorphen Einzelkriställchen den Fortschritt der Veränderung. Auch ursprüngliche Gelgefüge scheinen an der syndimentären selektiven Pyritisierung von Phytodetritus beteiligt gewesen zu sein.

Selten nimmt auch Tonsubstanz in Form homogenen Parallelgefüges oder auch zarter Laminae am Kohlenaufbau teil; aber das zeigt nur zufällig unser Befund, denn die Übergänge zu Carbominerit-Lagen und kohleführenden Gesteinen sind ja makroskopisch bekannt. In einem unserer Probestücke führt kalkalpines Feinkonglomerat Kohleschmitzen.

Entsprechend der Vertretung der Macerale (Tab. 20) setzt sich der Kohlenaufbau nach Mikrolithotypen (Tab. 21) zusammen. Dementsprechend dominiert weit aus die vergelte Vitrinmasse. Aber die hier zufällig ausgewiesenen Anteile von Carbominerit, insbesondere von Carbopyrit, und von Mineriten, vor allem authigener Pyrit und allothigene Karbonatgeröllchen, andernfalls auch Mergel und Tonsubstanz, variieren in weiten Grenzen.

Speziell im Gefüge kommt die mechanische Beanspruchung an der Zerbrechung der pyritisierten Pflanzenteile zwischen der offensichtlich plastisch reagierenden strukturlosen Vitrinmasse zum Ausdruck.

7.4.5. Chemische Daten

Das große wirtschaftliche Interesse an der Kössener Glanzbraunkohle brachte schon frühzeitig chemische Bewertungen mit sich. So berichtet ISSER (1899, S. 3) anlässlich der intensiven Aufschließungen um die Jahrhundertwende über Analysen von Kohle aus den oberen zwei (0,70 m bzw. 1,75 m mächtigen Flözen) in der Bohrung Ili.

Auch Kohle aus dem Gebiet südlich von Durchholzen wurde früher chemischen Untersuchungen unterzogen:

Tabelle 22.

Analysenangabe aus dem Gutachten von ISSER (1899), wonach es sich um tiefschwarze reine, einschlußfreie Glanzbraunkohle gehandelt hat.

Die Analysen wurden durchgeführt in der Geologischen Reichsanstalt Wien (I) und in der Königlich preussischen Hochschule für Bodenkultur Berlin (II, III).

Analysen	I	II	III	Mittel	
C [%]	49,21	50,25	51,45	50,30	
H [%]	3,87	3,90	3,95	3,90	
N [%]	1,00	1,00	0,98	0,99	
O [%]	15,95	15,80	16,25	16,00	
S [%]	5,52	5,20	5,00	5,17	
Asche [%]	10,13	10,10	9,87	10,03	
Feuchtigkeit [%]	14,52	13,75	15,50	13,52	
Heizwert	kcal/kg	4.670	4.672	4.675	4.672
	kJ/kg	19.570	19.600	19.600	19.600
Bei trockener Destillation ergab die Kohle:					
Koks [%]	58,30	58,80	59,50	58,87	
Teerdestillat [%]	7,10	6,85	5,95	6,63	
Flüssiges Destillat [%]	18,50	18,75	19,00	18,75	
Rückstände [%]	16,10	15,60	15,55	15,75	

Tabelle 23.

Immediatanalysen von zwei Kohleprobenmengen aus Aufschlüssen SW des Hofes „Am Berg“ bei Durchholzen. Durchschnittswerte in % laut Gutachten der ALPINE CHEMISCHE A.G. Schafftenau/Kufstein vom 4. 12. 1945.

Proben	„Pechkohle“	Mineralführende „Pechkohle“
Rohkohle (ungetrocknetes Material)		
Feuchtigkeitsgehalt	10,55	9,1
Koks	58,15	65,65
Destillationsprodukte	41,85	34,35
Reinkohle (getrocknetes, aschenfreies Material)		
Asche	65–3,6	72,3–29,1
Reinkoks	61,4	43,2
Destillationsprodukte	35	27,7
Aschengehalt d. Trockensubstanz	3,6	29,1

Nach diesen überlieferten Daten entspricht die tertiäre Glanzbraunkohle des Walchsee-Kössener Beckens ungefährr der etwas älteren tertiären Häringer Kohle, auch hinsichtlich des hohen Schwefelgehaltes. Eine Feststellung, die sich aber nur auf die chemische Qualität und den Kohlenrang, nicht aber auf die Genese und Lagerstättengestaltung bezieht.

Tabelle 24.

„Pechganzkohle“ von Durchholzen. Immediatanalysen im Städtischen Gaswerk Innsbruck. Angaben in %. Nach einem Bericht der GRAPHITGRUBEN GES. m.b.H. (1947).

Proben	Feuchte Kohle	Wasserfreie Kohle
Spezifisches Gewicht	1,647	
Wassergehalt	7,0	
Asche	6,5	7,0
Reinkoks	53,1	57,0
Flüchtige Bestandteile	33,4	36,0
Heizwert	kcal/kg	5.860
	kJ/kg	24.500

7.4.6. Deutung des Inkohlungsbildes und der Flözbildung

Die Beurteilung kann auf die Fazies der Begleitgesteine sowie auf die Gestalt und petrographische Zusammensetzung der Kohlenkörper Bezug nehmen. Aber mangels genügend vieler Probestücke können nicht alle Einzelheiten über die pflanzlichen Ausgangsstoffe rekonstruiert werden. Zum Unterschied von den etwas älteren Anreicherungen von Kohlesubstanz in der Basisserie der Häringer Schichten von Häring der Zeitwende Obereozän (Priabonien)/Unteroligozän (Lattorfien) führen die dem Unter- und Mitteloligozän (Lattorfien-Rupelien) zugerechneten mittleren und höheren marinen Häringer Schichten des Kössener Tertiärbekens in einer konglomeratisch-sandig-mergeligen Schichtfolge nur Schmitzen und kleine Linsen von Glanzbraunkohle, die ausschließlich als eingeschwemmtes und inkohltes Holz erklärt werden können.

In den Angerberg-Schichten des Raumes Kössen, welche im Aquitan (Miozän) zu einer mächtigen Sedimentation gelangten, sind aber zahlreiche flözähnliche

und linsenförmige Kohlekörper über und unter Tage nachgewiesen worden. Diese liegen heute mit Mächtigkeiten auch über 1 m bis zu 2,30 m vor. Für sie kann an ursprünglich mit 2–4,5 m dicke Torflagen gedacht werden. Die Begleitgesteine dieser Kohlenlager sind zum Teil marine, hauptsächlich aber limnisch-fluviatile, klastische Schüttungen von Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln mit vielen hundert Metern Mächtigkeit, welche also zusammen mit den pflanzlichen Bestandteilen die tertiäre Beckenlandschaft auffüllen. Insgesamt ist heute noch nach Erosion mit über 1.000 m Sedimentmächtigkeit auf dem Grundgebirge zu rechnen.

Die wenigen Kohleproben von den spärlichen Ausbissen bestehen aus stark vergelten Hölzern, die nur selten Anzeichen von Zellstrukturen enthalten: nämlich im Falle von Semifusinit-Entwicklung, vor allem aber durch authigene Pyritisierung des Holzes. In Anlehnung an die im Häringer Kohlebecken gewonnenen Erkenntnisse über die Flora in dem damals subtropisch- bis tropischen Klimabereich wird man eine sehr ähnliche Pflanzenvergesellschaftung im Küsten- und Gebirgsbereich um das fjordartig gestaltete Tertiärmeer annehmen dürfen. Tatsächlich sind ja auch zwischen Kössen und Reit i.W., wie KLEBELSBERG (1935) zusammenfassend berichtet, bei den Schürfen in Sandsteinen und Mergeln Holzpflanzenreste von Eichen (*Quercus*), Walnußbaum (*Juglans*), Gewürznelkenbaum (*Eugenia*), Faulbaum (*Rhamnus*), Feigenbaum (*Ficus*), von *Myrtus*-, *Cinnamomum*-, *Rhus*-, *Cassia*- und *Cornus*-Sträuchern gefunden worden.

Aber der Ursprung der Walchsee-Kössener Kohle, verstreut auf die hunderte Meter grob- bis feinklastischen Sedimente, liegt nicht etwa in räumlich und zeitlich begrenzten Kohlesümpfen, sondern es kann sich nur um einst vom Lande hertransportiertes und eingeschwemmtes Holz von Stämmen, Wurzeln und Ästen handeln, die schließlich abgesunken sind und mehr oder weniger rasch in Sand, Ton-Kalk-Schlamm, ja auch in sandigem Geröll, z.T. in muldenförmigen Vertiefungen angesammelt und eingesedimentiert wurden. Verschiedentlich sind in den Bohrberichten auch bituminöse Mergel als Kohlebegleiter erwähnt, welche die stark aquatischen Bedingungen nur bestätigen. So wird es zeitweise durch Wetterkatastrophen oder durch orogenetisch verursachte Wasserspiegelschwankungen zu stärkerer allothigener Holzzufuhr gekommen sein. Wenn BRANDL (1947) relikte Wurzelböden gefunden haben will (vgl. 7.4.4.1) so wird es sich wohl um Äste gehandelt haben, die nicht mit allen Zweigen schichtparallel eingebettet wurden. Die vielen pyritisierten Bakterien in der Kohle und die Pyritpseudomorphosen nach Holzresten sind Zeugen zeitweise anaerober Bedingungen und auch die Einschaltungen von bituminösen Mergeln sprechen für sapropelitische Fazies in Teilbereichen des ursprünglich von N her überfluteten Tertiärbeckens. In räumlich begrenzten tieferen Abschnitten werden wohl die zusammengeschwemmten Stämme als spätere Kohlebildner ihren Anlagerungsbereich gefunden haben.

Die dargelegten Vorstellungen reichen für die Erklärung der Kohlelinsen und kleinen, nicht anhaltenden Flöze des Walchsee-Kössener Kohlenrevieres jedenfalls aus. Nach dem Umbildungsstadium der Ver torfung und Ablauf der biochemischen Carbonifikation muß unter dem Einfluß der Erwärmung auf rund 60–62°C

durch eine etwa 1.300–1.400 m mächtige Sedimentdecke auch noch die geochemische Inkohlung in Gang gekommen sein und die Umwandlung der Pflanzensubstanz bis in den Rang der Glanzbraunkohle bewirkt haben. Ein tektonischer Einfluß auf den Kohlenrang kann ausgeschlossen werden, da das Gebiet von Walchsee-Kössen-Reit i.W. nur zu einer monoklinsymmetrischen flachen Mulde geformt und der Tertiärabschnitt westlich von Walchsee am Fuße des Zahnen Kaisers zu einer monoklinen Syklinale mit steil gestelltem bzw. überkipptem Südflügel eingeeignet worden ist.

7.4.7. Die Kössener Glanzbraunkohle in bergwirtschaftlicher Sicht

Die Ansichten der Gutachter über die Abbauwürdigkeit der Kössener Kohle differieren. Im Gegensatz zur objektiven Beschreibung von AMPFERER (1922, 1927) und den montangeologischen Gutachten von SCHMIDEGG (1947 a,b) neigen ISSER (1899), GASSER (1913), SKAMLETZ (1947) und BRANDL (1947) zu einer optimistischen Darstellung der Lagerstätte. Den Gutachtern nach dem 2. Weltkrieg standen immerhin die Ergebnisse mehrerer Tiefbohrungen zur Verfügung, aus denen auf Grund der fast ausnahmslos sehr geringen Mächtigkeiten der Flöze und ihrer doch zu geringen streichenden Ausdehnung kaum eine befriedigende Bauwürdigkeit zu erkennen war.

Um welche Größenordnung es bei der Bewertung der wirtschaftlichen Chancen ging, veranschaulichen folgende damalige Vorratsberechnungen. ISSER (1899) errechnete allein aus den zwei oberen Flözen ca. 5 Mio. t Kohle. Die GRAPHITGRUBEN GES. m.b.H. Kössen hielt auf Grund von Durchschnittsergebnissen der Tiefbohrungen Gesamtvorräte von 87,6 Mio. t Kohle für wahrscheinlich und plante ihre Unternehmungen im Gebiet südlich um Kössen nach Abzug eines Sicherheitsfaktors 1 : 4 mit 21,9 Mio. t abbauwürdiger Kohle. Auch für das Gebiet südlich von Durchholzen hatte man das hoffige Gebiet mit ca. 1,5 km² und mindestens 1 Mio. t beurteilt.

Die Aufschließungen der GRAPHITGRUBEN GES. m.b.H. Kössen war durch die geologische Interpretation von BRANDL offensichtlich sehr gefördert worden. Er hatte die fast 3 km breite Talmulde bei Kössen als rhombisch-symmetrische tektonische Mulde mit schwach monoklinen Zügen, nämlich mit 45°–60° N-fallendem Südflügel und 35° S-fallendem Nordflügel dargestellt, und zwei konstante Flöze in einer liegenden, sandigen Mergelserie der unteren Angerberg-Schichten sowie eine etwas aufgelöste Flözgruppe in einer hangenden Konglomerat-Mergel-Abfolge der Angerberg-Schichten eingezeichnet. Und SCHMIDEGG konstuierte 1947 eine Profilskizze durch die 800 m voneinander entfernten Bohrungen II und VI mit dem Versuch einer Verbindung

erbohrter Flöze. Aber diese optimistischen Darstellungen vermitteln nicht die Unsicherheit, welche durch die mit wenigen Ausnahmen sehr schwachen Flöze und daher oftmaliges Auskeilen mit sich bringen. Diese Unsicherheit haftet aber auch an den hier mit 1,30 bis 2,30 m Mächtigkeit bekanntgewordenen besten Kohlelagern.

Mit diesen ungünstigen Lagerstättenkundlichen Voraussetzungen mußte also in der Nachkriegszeit die GRAPHITGRUBEN-GESELLSCHAFT rechnen, die 1947 im Gebiet Walchsee – Kössen die Untersuchungen wieder aufnahm und vor allem geophysikalische Bodenuntersuchungen mit Geoelektrik veranlaßte.

Für das Schurfbauunternehmen hatte Berggrat Dipl.-Berging. Josef WENGER (1947) einen bergmännisch fundierten, vorsichtigen Abbauplan erstellt und zur Feststellung der Abbauwürdigkeit zunächst des in 18,7 m Teufe erbohrten Flözes mit 1,4–1,6 m Mächtigkeit und darunter befindlicher weiterer Flöze den Vortrieb eines Richtstollens im Straßenniveau Weidach – Schwendt empfohlen. Sodann sollte gegebenenfalls die Verfolgung der einfallenden Flöze mit Fördergesenken und Streichstrecken aufgenommen werden. Im Falle positiver Ergebnisse war auch ein zweiter Stollen südlich von Niederachen und das Abteufen eines Schachtes zur Aufschließung tiefer liegender Schichten vorgesehen.

Zwar kam es dann zum Vortrieb eines Richtstollens, aber die Gesellschaft war bereits 1948 in Konkurs. Das war aber nicht grundsätzlich das Ende des Interesses, denn seit 1981 hält die PERLMOOSER ZEMENTWERKE AG die Schürfrechte und führte im Herbst 1982 eine Erkundungsbohrung in der Bachschlinge am Ostufer des Kohlenbaches 1,4 km SW Leitwang durch. Sie erbrachte nur den Nachweis von 11 m Schotter mit Sand, 8,80 m Sandstein und 7,90 m Konglomerat und wurde in einer Tiefe von 27,70 m eingestellt. Weitere Vorhaben wurden abgesagt.

Die Qualität der Kohle bezogen auf den Stückbereich kann, trotz der von Kössen nur sehr geringen Probenanzahl, im Vergleich mit Häring insofern als sehr ähnlich bezeichnet werden, als sowohl mit vitritreicher Glanzbraunkohle („Pechkohle“), wahrscheinlich z.T., schwefelreich, und mit Mineraldetritus verunreinigter, mergelig-sandiger Kohle bis zu Kohlenmergel und Kohlendendrit zu rechnen ist; Gesteinstypen, die nach österreichischer Definition (ÖNORM) als „Brandschiefer“ bezeichnet werden.

Somit mögen wohl im Tertiärbecken Walchsee – Kössen ansehnliche Kohlemengen vorliegen, die aber wegen homogener Verteilung in den über 1.000 m mächtigen Tertiärsedimenten, wegen zu geringer Flözmächtigkeit und streichender Ausdehnung, Beschränkung auf Linsen und Schmitze sowie Einschaltung tauber Flözmittel, nicht wirtschaftlich gewinnbar sind.

Der Gesamtkomplex ist daher als nicht bauwürdige Glanzbraunkohlenlagerstätte zu bezeichnen.

8. Pleistozäne, interglaziale Weichbraunkohlevorkommen

Pleistozäne Kohlen, die aus wirtschaftlichen Gründen beschürft oder abgebaut wurden, gibt es in Österreich nach WEBER & WEISS (1983) nur in den Bundesländern Steiermark, Kärnten und Tirol. Alle diese Vorkommen, nämlich auf der N-Seite des Ennstales zwischen Pichl

und Schladming, bei St. Stefan a.d. Gail, Feistritz a.d. Gail (Achomitz), St. Jakob i.L. (Podlanig) und die Tiroler Vorkommen bei St. Johann und Hopfgarten scheinen annähernd altersgleich zu sein und werden in das Riß-Würm-Interglazial datiert.

8.1. Apfeldorf bei St. Johann i.T.

Schon KLEBELSBERG (1935) rechnet die den Terrassensedimenten des Inntales ähnlichen Ablagerungen im Tal der Kitzbüheler Ache, so auch die von Apfeldorf, zu den jüngeren Interglazialablagerungen.

Der Weiler Apfeldorf liegt am SW-Rand von St. Johann. Am rechten, also nordöstlichen Gehänge des Foidlgrabens steht etwa 60–70 m über dem Talniveau zwischen 720 und 740 m ü.d.M., wenig bedeckt von Erde, unreine, schwach inkohlte Weichbraunkohle an.

Nach den historischen Mitteilungen von H. PIRKL (in K. JAKSCH, 1990, S. 51) wurde bereits im Jahr 1803 durch den k.k. Oberhutmann Franz HALLER ein Kohlenausbiß westlich der „Schönen Aussicht“ SE von St. Johann entdeckt. Dann wurden ab 1841 Schürfe und 36 Bohrlöcher mit teilweise Erfolg niedergebracht. Dann soll nach FRITZ (1971) in den Jahren 1880 und 1890 sowie während des 1. Weltkrieges ein Betrieb ohne Genehmigung der Behörde bestanden haben.

PIRKL brachte in Erfahrung, daß 1924 die BAYERISCHE SCHURFGESELLSCHAFT m.b.H. München, im "Foidlwiesel" (Bereich B in Skizze PIRKL) eine Untersuchung mit drei kurzen Stollen versucht hat. Nach Verkauf des Vorkommens kam es aber zu keinem Abbau. Ein solcher kam erst nach Ende des 2. Weltkrieges ab Juli 1945 in Gang, wobei bis Frühjahr 1946 das Vorkommen im Foidlgraben oberhalb von Apfeldorf abgebaut wurde. In einer zweiten Betriebsperiode ab November 1946 fand eine Beschürfung der Flöze im Rueppenwald, näher St. Johann gelegen, durch kurze Stollen statt. Beim damaligen Bergbau der Firma RADEBEULE sollen 1947 329 t Kohle abgebaut worden sein (FRITZ 1971). Bemerkenswert ist die Meldung (PIRKL), daß damals aus politischen Gründen zwangsverpflichtete Personen unter den 22 Beschäftigten arbeiten mußten. Im November 1947 wurde der Abbau eingestellt, die letzte geförderte Kohle wurde im Bezirk Kitzbühel abgesetzt.

8.1.1. Geologische Situation

Die bescheidene Flözfolge liegt in Wechsellagerung mit Lehmlagen in einer Schichtfolge von Schottern und Sanden der zwischen Jochberg und St. Johann terrassenbildenden Lockersedimente. Kenntnisse über diese inneralpine quartäre Schichtfolge waren schon frühzeitig durch den Bau der Eisenbahn bei Kitzbühel und die Bergbauaufschlüsse bekanntgeworden; so auch die Unterlagerung durch die Ribmoräne und die Überlagerung durch die weitverbreitete Würmmoränenbedeckung. Damit schien die Einstufung der zwischen den beiden Grundmoränen gelegenen Konglomerate hinreichend gesichert.

Im Raume des Kohlevorkommens liegen die Terrassenschotter allerdings auf Permsandstein und paläozoischen Schiefen und sind durch lehmige Grundmoräne überdeckt. Einzelheiten über die lokalen Lagerungsverhältnisse zwischen dem Foidlbach bei Apfeldorf und dem Klampfererbach bei St. Johann konnte SCHMIDEGG (1945a, 1946a) im Zuge von Aufschließungen gewinnen. Wir verdanken auch Herrn Ob.Stud. Rat Dr. Kurt JAKSCH, St. Johann i.T., persönliche Mitteilungen, der sich aus wissenschaftlichem Interesse um diese Interglazialsedimente bemüht hat und sowohl eine tachymetrische Aufnahme (durch Montangeologen Dr. H. PIRKL) und eine Altersdatierung der Kohle durch die BVFA-Arsenal Wien (Sachbearbeiter ORat Ing. V. RAJNER, Abt.Lt. ORat Dipl.-Ing. Dr. D. RANK), finanziert durch die Marktgemeinde St. Johann i.T., als auch eine pollenanalytische Untersuchung in der Geologischen Bundesanstalt in Wien (Dr. Ilse DRAXLER) veranlaßt hat. Dieses Ergebnis der ¹⁴C-Datierung der Lignite brachte ein über 40.000 Jahre liegendes Alter (JAKSCH, 1990). Damit ist die zeitliche Einstufung der Anreicherungen von pflanzlicher Substanz in mehreren Schüben mit größter Wahrscheinlichkeit in die Rib-Würm-Interglazialzeit statthaft, womit die Auffassung SCHMIDEGG's von 1945/46 bestätigt ist.

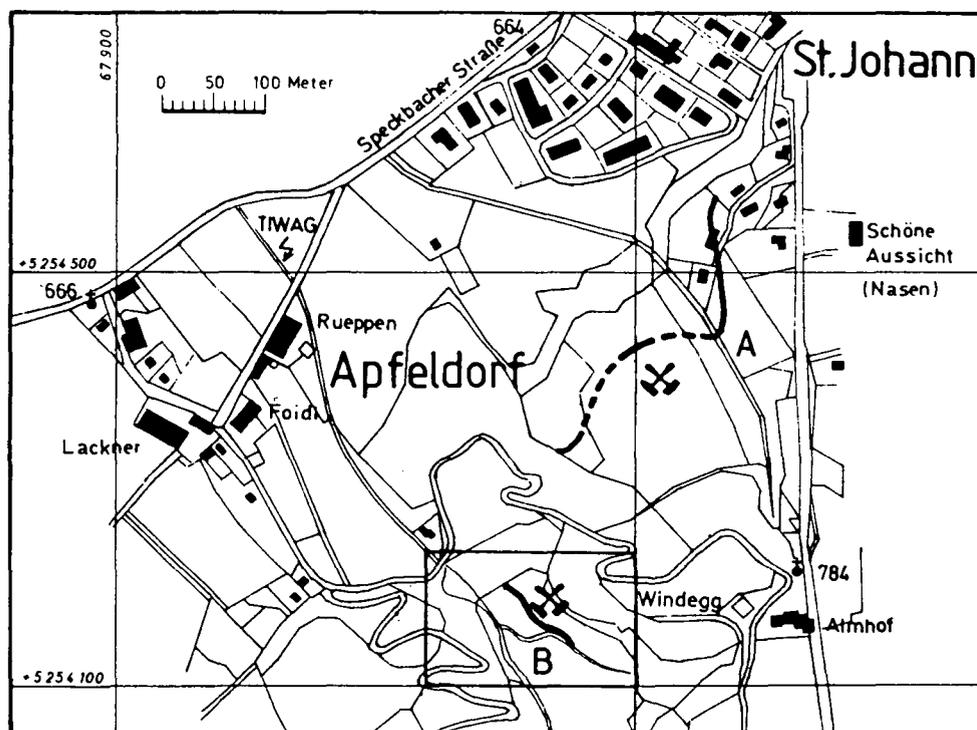


Abb. 50. Ausbißlinie des Weichbraunkohlenflözes in den Terrassensedimenten südlich von St. Johann i.T. mit dem ehemaligen Bergbaugebiet im Foidlgraben. Aus H. PIRKL ([1988] 1990).

8.1.2. Die Kohleanreicherungen

Man kann zwar auch heute noch durch Grabarbeiten das Flöz sichtbar machen, aber SCHMIDEGG hatte 1945 als Gutachter Gelegenheit, die Aufschlüsse persönlich zu verfolgen. Damals soll an der rechten Seite des Foidlbachgrabens das lignitische Flöz auf eine Länge von 55 m aufgeschlossen gewesen und auch eine Ausrichtung von etwa 40 m Tiefe erfolgt sein.

„ ... Innerhalb von hell- bis dunkelgrauen, stark lehmigen, sandig bis schotterigen Lagen sind 1–2 m übereinander zwei Flöze oder Flözgruppen eingeschaltet, die oft mehrere lehmige Zwischenmittel enthalten, aber auch selbst vielfach sehr unrein sind. Es ist ein wenig inkohlter Torf mit oft noch recht frisch aussehenden eingelagerten Holzresten. Die Mächtigkeit kann 60–70 cm im Liegendflöz, 30–40 cm im Hangendflöz erreichen ... “ (SCHMIDEGG, 1945).

Die Flözgruppe soll sich hier am N-Fuße des Kitzbüheler Horns vom Foidlgraben (SE Apfeldorf) bis gegen Bühl erstrecken und auch früher einmal im Gehänge gegen den Klampferer Bach ausgetreten sein. Nach NNW gegen das Leukental zu sollen die diluvialen Schichten mit den Flözen unter Zunahme der Neigung verlaufen und von horizontal lagernden, geschichteten, nach SCHMIDEGG wahrscheinlich nacheiszeitlichen Schottern und Sanden überlagert sein.

Von drei ehemaligen Schurfstollen im Foidlgraben aus dem Jahr 1925 soll nur der Oberstollen direkt ins Flöz getrieben worden sein. In einem über 40 m langen Unterfahrungsstollen wurde das Flöz durch einen Aufbruch erreicht. Die drei Stollen sind natürlich später verbrochen. SCHMIDEGG baute daher seine Kenntnisse 1945 auf die damals im Abbau befindliche Strecke in der Flözlinse von Apfeldorf auf, über deren Mächtigkeitsschwankungen, Auskeilen, Wiedereinsetzen noch zu wenig bekannt war. Die Aussage eines Rutengehers (Stahlrute) war offenbar gänzlich danebengegangen.

„ ... Die Methode war also ein Mißerfolg ... “ (SCHMIDEGG, 1946b).

Nach diesem letzten Gutachten vom 1. 2. 1946 konnte SCHMIDEGG im Unterfahrungsstollen bei 8 Streckenmeter am Vorort folgendes Profil aufnehmen: (von unten nach oben) 65 cm sandig-lehmige Schichten, 5 cm Torfkohle, 5 cm grauer lehmiger Sand, 15 cm schlechte Torfkohle mit braunen lehmigen Einlagen, 70 cm sandig-lehmige Schichten, stellenweise schotterig, 5 cm braune Torfkohle.

Um die schwach bergwärts fallende Flözfolge in ihrem Verlauf und der Ausdehnung beurteilen zu können, empfahl SCHMIDEGG in dem aufschlußarmen Gebiet Bohrungen. Aber dazu kam es nicht mehr.

Der nach alten Plänen rekonstruierte Flözverlauf ist von PIRKL (1990) klar skizziert (Abb. 50).

8.1.3. Makropetrographische Klassifizierung

Die Apfeldorfer Kohle war schon früher als xylitische Braunkohle bezeichnet worden, die aus Torf und Holzsubstanz entstanden sein soll. Sofern nicht anhaftender Lehm die Kohle farblich entstellt, handelt es sich nach den makroskopischen Kennzeichen um eine erdige bis stückige Weichbraunkohle (i.S. von W. PETRASCHECK, 1950). Die treppenartigen bis unregelmäßigen Bruchflächen sind matt gelblichbraun, braunschwarz bis matt grauschwarz und die Stücke brechen oder zerfallen beim Austrocknen entweder nach der Schichtung, nach der Holzmaserung oder auch nach quer dazu verlaufenden kurzen Zerrfugen sowie unregelmäßig. Die Kohle gibt einen braunen Strich und erscheint

schwach geschichtet. Die Flöze enthalten viele zähe holzähnliche Stücke, die sich z.T. als bis armdicke, flach gedrückte Äste erweisen.

Für die zum Teil vorliegenden strukturlosen, homogenen, leicht zerfallenden kohligen Massen wurde bisher die bei österreichischen Bergleuten gebräuchliche Bezeichnung „Moorkohle“ verwendet (W. PETRASCHECK, 1950).

Nach diesen äußeren Kennzeichen kann die Kohle nach heute üblicher Klassifizierung nach Lithotypen als xylitische und detritische Weichbraunkohle, mit teilweise auch mineralreichen Varietäten bezeichnet werden. Als Bestandteile werden zu erwarten sein humoser Detritus, Mineraldetritus und nieder inkohlte Hölzer.

8.1.4. Mikroskopische Kennzeichnung

Zur mikroskopischen Analyse konnten verschiedene im Aufschluß gesammelte Rohkohlentypen herangezogen werden. Es zeigte sich, daß diese als Lithotyp entweder unter xylitischer oder humodetritischer Weichbraunkohle oder mineralreicher humodetritischer Weichbraunkohle einzustufen sind. Selbstverständlich wurde die international übliche mikropetrographische Klassifizierung zu Grunde gelegt, wodurch sich nun in diesem Fall Unterschiede in der Analysenmethode, vor allem aber beträchtliche Unterschiede zur bisherigen Klassifizierung der Macerale aller bisher bewerteten älteren Kohlen höheren Ranges, zwischen Anthrazit und Glanzbraunkohle ergaben.

8.1.4.1 Reflexionsverhalten

Die Reflexionsmessung in Weichbraunkohlen ist auf Grund der sehr inhomogenen Zusammensetzung des z.T. noch einigermaßen erhaltenen Pflanzenmaterials ein meist schwieriger Arbeitsvorgang und liefert deshalb von Unsicherheit behaftete Aussagen über den Inkohlungsgrad. Nachdem der Inkohlungsgrad ja bekanntlich keine direkt meßbare Größe ist, wird versucht, die R-Intensität der relativ homogensten Bestandteile mittleren Reflexionsvermögens zu messen. Hiefür kommen in Weichbraunkohlen die R-Werte von Maceralen der Huminitgruppe (entsprechend dem Vitrit der Hartbraunkohlen und Steinkohlen) in Betracht.

Die infolge erst sehr geringer Inkohlung noch ziemlich inhomogenen Huminite liefern daher unterschiedliche R-Intensitäten. Es wurde deshalb versucht, die Streuungen durch je 100 Messungen an jedem Probestück zu erfassen. Die absoluten Schwankungen liegen zwischen $R/\bar{O} = 0,205$ und $0,431\%$, und die für die Rangzuweisung maßgeblichen \bar{R} -Werte zwischen $0,25$ und $0,39\%$. Das spricht für einen Inkohlungsgrad von der Grenze Torf/Weichbraunkohle über den ganzen Streubereich einer lignitischen Weichbraunkohle bis in eine mittlere Mattbraunkohle.

Damit ist aber die Apfeldorfer Kohle rangmäßig genügend charakterisiert.

8.1.4.2. Maceral- und Maceralgruppen-Analyse

Um eine möglichst gute Treffsicherheit bei der Maceralauszählung zu erreichen, wurde das polierte Schlißpräparat zuerst im Auflicht-Hellfeld, mit Ölimmersion und mit Blaulichtanregung, bisweilen auch noch ein Dünnschliff im Durchlicht untersucht. Nach der so er-

Tabelle 25.

Huminit-Reflexion der Weichbraunkohle von Apfeldorf bei St. Johann und vom Windautal bei Hopfgarten.

Rr = Durchschnitt-Reflexionswerte aus n-Messungen; min.-max. = Minimal- und Maximalwerte von R aus n-Messungen.

Probe	Rr [%]	n	min.-max.
Apfeldorf 1	0,25	100	0,22-0,29
Apfeldorf 2	0,39	100	0,36-0,44
Apfeldorf 3a	0,36	100	0,34-0,43
Apfeldorf 4	0,33	100	0,31-0,63
Apfeldorf 6	0,26	100	0,20-0,31
Apfeldorf 7a	0,18	50	0,16-0,20
Apfeldorf 7b	0,18	30	0,16-0,24
Apfeldorf 8	0,21	50	0,19-0,24
Apfeldorf 9	0,26	100	0,24-0,29
Apfeldorf 10	0,23	30	0,17-0,30
Apfeldorf 11	0,31	100	0,28-0,34
Apfeldorf 12	0,37	100	0,33-0,44
Windautal 1	0,34	100	0,30-0,41
Windautal 3	0,33	100	0,30-0,41
Windautal 4	0,31	100	0,28-0,34
Windautal 8	0,30	100	0,26-0,33
Windautal 9	0,26	66	0,24-0,31

zielten ersten Diagnose wurden die Maceralanalysen jeweils zuerst im Hellfeld/Öl durchgeführt und eine Auszählung der fluoreszierenden Macerale unter Blaulichtanregung angeschlossen. Durch diesen zweiten Arbeitsgang konnten die sonst schwer identifizierbaren Liptinite exakt angesprochen werden. Sodann wurde durch Umrechnung die prozentuelle Beteiligung ermittelt. Eine Mikrolithotypenanalyse ist bei Weichbraunkohlen nicht üblich.

Aus der Maceralgruppen-Übersicht geht die für diese Kohlentypen charakteristische Zusammensetzung hervor. Es lassen sich eigentlich zwei ganz verschieden zusammengesetzte Typen erkennen, die allerdings durch Übergänge miteinander verbunden sind: Solche mit hohem Huminitgehalt und solche mit eher niedrigem Huminitgehalt, dafür aber mit mehr Liptinitmace-

ralen. Es sind die auch makroskopisch unterscheidbaren Lithotypen xylitreicher und humodetritischer Kohle. Der Inertinitgehalt ist in den vorliegenden Stücken allenfalls nieder. Die Mineralverunreinigungen bestehen aus authigenem Pyrit sowie detritischen Komponenten wie Quarz, Carbonat, Ton, Glimmer und Spuren von Schwermineralen, z.B. Rutil, und gelegentlich Phosphoritsplitter, die von Fischhartteilen herrühren.

Die detailliertere Maceralanalyse dieser Interglazialkohle zeigt deutlich die starke Vertretung von Ulminit, als zusammengepreßte und stark vergelte Pflanzensubstanz, und von Textinit, bei dem die humosen Gewebe noch deutlich die Zellstruktur und noch offene Zellhölräume erkennen lassen. Die Xylite erscheinen mit ihrem deutlich erhaltenen Zellverband mit starken Innenreflexen in gelber, gelbroter bis rotbrauner Farbe, sind also dementsprechend teilweise transparent. Auch ein erhöhter Corpohuminit-Gehalt ist für einige der xylitreichen Kohlen erwähnenswert, der auf Gerbstoffe und Humusgele als sekundäre Zellfüllungen zurückzuführen ist.

Die stärkere Densinit-Beteiligung gegenüber Attrinit zeigt ein häufig dichtes Gefüge der humosen Substanzen durch Kompaktion und Vergelung an. Besonders die etwas feingeschichtete, nach der Schichtfläche leicht zerfallende Kohle ohne sichtbare Holzreste besteht aus einem hohen Gehalt an densinitischer Grundmasse.

Diese humodetritisches Weichbraunkohle führt im Rahmen des erhöhten Liptinitgehaltes besonders Liptodetrinit, Suberinit-Gewebefetzen und z.T. Harzkörperchen (Resinit): Sofern es sich um kugelförmige Gebilde und zusammengeballte, in s gedrückte Körperchen mit deutlich lagiger Anordnung handelt, ist diese Aussage berechtigt. Innenreflexe und hellbraune Fluoreszenz bestätigen dies ebenfalls. Aber es mag sein, daß sich unter den als Resinit ausgewiesenen Maceralen auch andere pflanzliche Exkrete und Säfte befinden. Überall ist auch Cutinit bemerkenswert und Spornit (von Sporen und Pollen stammend) vertreten. Zum Beispiel wurden auch Pinus-Pollen gesehen. Die xylitischen Kohlen zeigen diesbezüglich einen reduzierten Gehalt an Liptinit. Der Faziesindikator Alginit ist in der Varietät der bekannten klümpchenförmigen, z.T. fransig konturierten, aber flachgedrückten, stark gelb fluores-

Tabelle 26.

Maceralgruppen-Analyse der Weichbraunkohle von Apfeldorf bei St. Johann und vom Windautal bei Hopfgarten. Nach Auszählung von je 1000 Meßpunkten. Angaben in Vol.-%.

Probe	Lithotyp	Huminit	Liptinit	Inertinit	Minerale
Apfeldorf 1	Humodetrinitische Weichbraunkohle	67,9	27,8	3,3	1,0
Apfeldorf 2	Humodetrinitische Weichbraunkohle	54,0	39,4	4,1	2,5
Apfeldorf 3a	Humodetrinitische Weichbraunkohle	61,1	11,4	0,3	27,2
Apfeldorf 3b	Xylitische Weichbraunkohle	76,9	17,5	1,0	4,6
Apfeldorf 4	Xylitische Weichbraunkohle	75,4	19,0	2,5	3,1
Apfeldorf 5	Xylitische Weichbraunkohle	92,6	6,4	—	1,0
Apfeldorf 6	Xylitische Weichbraunkohle	85,6	10,3	1,4	2,7
Windautal 1	Humo-detrinitische, mineralreiche Weichbraunkohle	59,2	17,2	0,5	23,1
Windautal 3	Xylitische Weichbraunkohle	72,5	23,5	0,7	3,3
Windautal 4	Xylit	82,9	12,7	1,2	3,2
Windautal 5	Mineralreicher Xylit	71,7	10,5	0,1	17,7
Windautal 8	Humodetrinitische xylitische Weichbraunkohle	71,2	17,3	—	11,5

Tabelle 27.

Maceralanalyse.

Nach Auszählung von je 1000 Meßpunkten. Angaben in Vol.-%.

Gel = Gelinit, Chu = Corpohuminit, Ulm = Ulminit, Tex = Textinit, Den = Densinit, Att = Attrinit; Cut = Cutinit, Spo = Sporinit, Res = Resinit, Alg = Alginit, Lip = Liptodetrinit, Flu = Fluorinit, Sub = Suberinit, ndL = nicht definierter Liptinit; FuSe = Fusinit, Semifusinit, Skl = Sklerotinit, Ind = Inertodetrinit; Py = Pyrit, Qu = Quarz, Cal = Calcit, Ton = Tonminerale.

Probe	Gel	Chu	Ulm	Tex	Den	Att	Cut	Spo	Res	Alg	Lip	Flu	Sub	ndL	FuSe	Skt	Ind	Py	Qu	Cat	Ton
Apfeldorf 1	4,0	3,8	24,2	0,9	33,9	1,1	2,9	0,9	4,1	1,6	6,2	0,3	11,2	0,6	1,8	0,6	0,9	0,4	—	0,3	0,3
Apfeldorf 2	1,8	9,4	9,6	0,8	27,5	4,9	3,1	0,2	13,0	0,8	4,8	0,3	12,5	5,1	1,7	1,8	0,6	1,8	—	0,4	0,3
Apfeldorf 3a	4,2	0,9	3,4	0,2	44,9	7,5	3,4	0,7	2,0	0,5	2,4	0,1	0,2	2,1	0,2	—	0,1	4,5	11,8	0,3	10,6
Apfeldorf 3b	9,9	15,3	18,5	10,3	20,7	2,2	5,1	0,8	0,7	0,3	0,5	0,1	9,9	0,1	—	0,9	0,1	1,5	1,5	0,6	1,0
Apfeldorf 4	2,6	17,4	15,8	5,4	23,9	10,3	3,4	0,8	2,7	0,9	2,1	0,2	6,3	2,6	—	2,4	0,1	1,8	0,4	—	0,9
Apfeldorf 5	8,0	0,7	78,8	5,1	—	—	0,9	0,5	0,1	—	0,3	—	4,5	0,1	—	—	—	0,3	—	0,7	—
Apfeldorf 6	10,2	12,3	35,4	4,0	22,0	1,7	3,4	0,3	2,1	—	0,1	0,5	3,3	0,6	0,9	0,5	—	2,7	—	—	—
Windautal 1	3,2	2,0	17,3	0,8	11,2	24,7	10,7	0,2	1,2	0,2	0,7	0,1	3,3	0,8	—	0,5	—	0,1	—	0,6	22,4
Windautal 3	7,4	4,5	45,5	4,2	10,2	0,7	12,8	1,8	4,7	0,8	1,0	0,2	1,9	0,3	0,1	0,5	0,1	0,4	2,9	—	—
Windautal 4	8,1	1,4	58,6	4,8	9,6	0,4	4,4	2,9	1,6	0,5	0,8	0,1	2,0	0,4	0,4	0,7	0,1	0,3	2,1	0,8	—
Windautal 5	1,6	0,2	59,3	2,7	7,5	0,4	9,1	0,3	0,1	0,2	0,1	—	0,7	—	—	0,1	—	—	1,2	0,3	16,0
Windautal 8	8,8	3,0	48,0	0,3	10,7	0,4	11,7	0,8	1,2	0,5	1,8	0,2	1,1	—	—	—	—	—	1,6	1,0	8,9

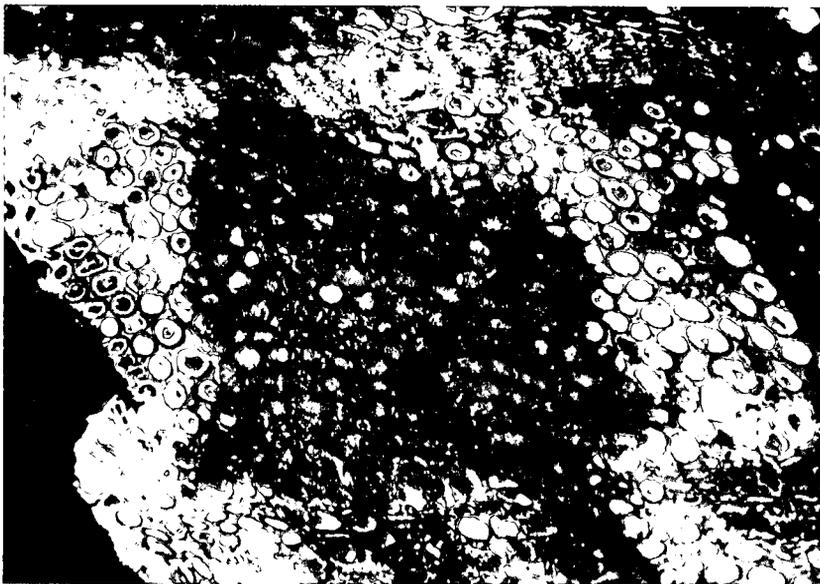


Abb. 51.
 Selektive Pyritisierung von Zellhohlräumen einer Holzstruktur. Pyrit weiß. Weichbraunkohle von Apfeldorf/St. Johann.
 Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ölimmersion, Ausschnitt 0,50x0,35.

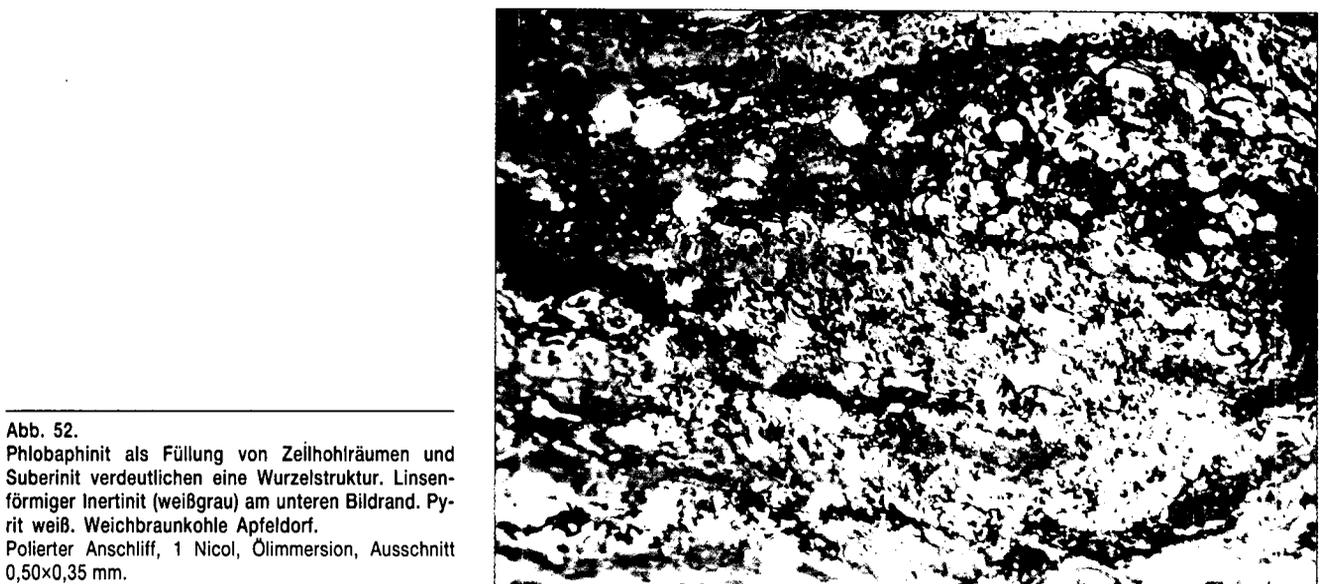


Abb. 52.
 Phlobaphinit als Füllung von Zellhohlräumen und Suberinit verdeutlichen eine Wurzelstruktur. Linsenförmiger Inertinit (weißgrau) am unteren Bildrand. Pyrit weiß. Weichbraunkohle Apfeldorf.
 Polierter Anschliff, 1 Nicol, Ölimmersion, Ausschnitt 0,50x0,35 mm.



Abb. 53.
Xylitgewebe, möglicherweise von einer Conifere, im polierten Anschliff mit Blaulichtanregung. Die starke Gelbfluoreszenz des Gesamtbereiches kommt in der Schwarz-Weiß-Abbildung nur mit hellgrauer Farbe zur Geltung.
Ölimmersion, Ausschnitt 0,15x0,10 mm. Weichbraunkohle Apfeldorf.

zierenden Gebilde vom Pila-Typ (*Botryococcus*) sowie bemerkenswerterweise auch in Form der fadenförmigen Gebilde vom Typ *Nostracopsis*, in diesem Fall sogar sehr häufig, enthalten. Sie kennzeichnen i.a. ein sapropelitisches Unterwassermilieu.

Unter den Liptiniten ist auch das grün fluoreszierende Maceral Fluorinit als schlecht figuriertes Füllsel in fast allen Präparaten identifiziert. Es stellt einen sehr frühzeitigen Bituminierungseffekt dar (TEICHMÜLLER). Die in charakteristischer Form gehäuften sehr feinen Anteile sprechen für Nadelquerschnitte. Nicht bestimmbarer Liptodetrinit und amorphe Liptinite sind zwar an der Fluoreszenz gut erkennbar, aber zusammen ausgewiesen.

Von den Inertinitmaceralen ist der, dank des hohen RV gut identifizierbare Fusinit eher selten, etwas mehr jedoch Semifusinit und auch Macrinit in der humodetrinischen Kohle enthalten. Sklerotien sind so gut wie überall, u.zw. sowohl mit einkammerigen, als auch mit vielkammerigen Formen vertreten.

Die Mineralbeteiligung an der Zusammensetzung der Kohle fällt natürlich entsprechend der Auswahl der Kohlenprobe aus. Pyrit ist aber anscheinend doch in allen Typen und Bereichen der Flöze, i.a. schwach enthalten. Es handelt sich um Globulite, in Details gut zu

beurteilende Framboide (z.B. 0,03–0,04 mm) und an figurierte Macerale gebundene Mikrolithe in der Form verzerrter Bakterien. Diese Mikrolithe besetzen stellenweise auch selektiv die Feinschichten und Zelllumina. Aber Sammelkristallite wurden in dieser jungen Kohle nicht beobachtet. Quarz ist sowohl authigen in silifizierten Teilabschnitten von Holzgefügen, als auch feindetrinisch vertreten. Auch diese gelegentliche Verquarzung ist selektiv, wie z.B. in Zellhohlräumen abgelauften, und es gibt ferner kleine Quarzaggregate sowie undulös auslöschende Körner zu sehen.

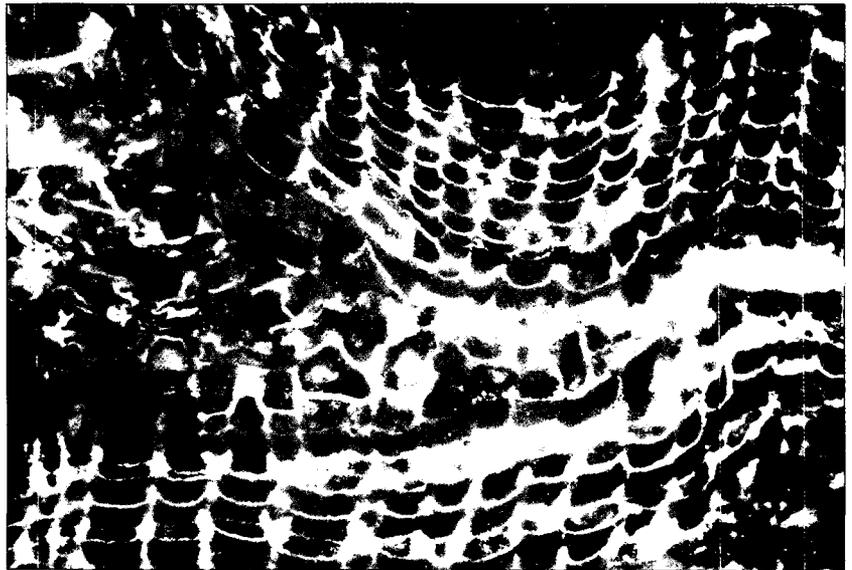
8.1.4.3. Gefüge

Das Gefüge im großen und im kleinen wird wesentlich von den stark vertretenen Holzteilen und -teilchen beherrscht, die infolge ihrer Formanisotropie die gestaltliche Einregelung in die Schichtflächen durch den mechanischen Anlagerungsvorgang und durch die Kompaktion deutlich zeigen. Wurzelböden wurden nicht beschrieben und die uns zugänglichen spärlichen Flözaufschlüsse lassen diesbezüglich nichts erkennen. Aber die Struktur der Hölzer von Stämmen und Ästen und der zementierende humose Detritus als Matrix vermitteln auch im Kleinbereich Gefügemotive. Aber über

Abb. 54.
Wurzelquerschnitt einer Conifere (links), xylitische Lage (rechts unten) und Kutikulen (Mitte diagonal und links oben) kommen durch starke Gelbfluoreszenz (im Bild hellgrau) innerhalb von gelinitischer und ulminitischer Matrix (schwarz) zur Geltung.
Weichbraunkohle Apfeldorf.
Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ölimmersion, Ausschnitt 0,15x0,10 mm.



Abb. 55.
Suberinit (hellgraues Gerüst) mit Corpohuminit (Zell-
lumenfüllung, grauschwarz) einer Borkenstruktur in
der Weichbraunkohle von Apfeldorf.
Polierter Anschliff, Blaulichtanregung, Ölimmersion,
Ausschnitt 0,54x0,36 mm.



den Setzungsdruck hinausgehende Verformungen sind uns nicht aufgefallen. Für die syndiagenetische Ausgestaltung des Gefüges sind die strukturkonservierende Auswirkung der Verkieselung und die überall zumindest gering vertretene Pyrit-Framboidausscheidung als aithigene chemische Internanlagerung während der biochemischen Inkohlungsphase mitentscheidend. Der Kohlenkörper als Flözgruppe mit offenbar wenigen hundert Metern streichender Ausdehnung und Verzettelung der Kohle auf dm-Mächtigkeiten von Einzelflözen ist für die genetische Beurteilung des Vorkommens mitentscheidend.

8.1.5. Chemische Daten

SCHMIDEGG beschreibt die Apfeldorfer Kohle als „schwefelfrei“, was aber von unseren mikroskopischen Analysen nicht bestätigt werden kann. Wenn auch unsere wenigen Proben nicht den großen Durchschnitt darstellen, so sind immerhin um 2 % Pyrit enthalten, was berechtigt, von einem geringen Schwefelgehalt zu sprechen. Der Aschengehalt der Kohle wird mit 12–15 % angegeben, aber auch dieser Wert ist ganz relativ, weil auch stark mineralisch verunreinigte Flözabschnitte vorkommen. Der Wassergehalt soll ebenfalls 12–15 % betragen, als Heizwert der getrockneten Kohle wird 2000–3000 kcal/kg (= 8400–12600 kJ/kg) angegeben.

8.1.6. Zur Genese der St. Johanner Weichbraunkohle

Schon die Aufschließungsbefunde aus vergangenen bergbaulichen Unternehmungen lassen auf Grund der spärlichen Mächtigkeiten der Kohlelagen und die oftmalige Unterbrechung der Kohle durch taube Zwischenmittel die Aussage zu, daß es sich niemals um eine autochthone Kohlenbildung etwa in einem Moor handeln kann. Dieser Makrobefund in Verbindung mit den mikroskopischen Maceralanalysen impliziert vielmehr die Annahme von zeitlich periodischen Ablagerungen und nur geringen Anreicherungen von Hölzern wie Stamm-, Wurzel-, Ast- und Zweigteilen begleitet von klein- bis kleinstdimensionierten Gewebefetzen,

begleitet von Blättern, Harz, Pollen und Sporen sowie bemerkenswerterweise auch Algen. Die Anlagerung der Pflanzenmassen wurde offensichtlich immer wieder von Ton-, Lehm- und Sandschüttungen unterbrochen, bzw. abgelöst. Dieser Befund und die Algenbeteiligung zeigen das limnische Milieu an. Es könnte sich um ein lokales, morphologisch wenig ausgeprägtes Becken gehandelt haben, in welchem aus der näheren oder auch weiteren Umgebung, z.B. von Talhängen, abgelöst durch Sturmkatastrophen, Holzmassen antransportiert wurden. Es handelt sich demnach um ein allochthones, eventuell parautochthones Kohlenvorkommen, für welches aus unserer Sicht keineswegs auf ein warmes Klima geschlossen werden muß.

Nach freundlicher Mitteilung von Frau OR Mag. Dr. Ilse DRAXLER (Geologische Bundesanstalt Wien) läßt sich auf Grund ihrer bisherigen pollenanalytischen Untersuchung der St. Johanner Kohle folgendes aussagen:

„ ... Die Untersuchung der teilweise nur in Bruchstücken erhaltenen Mikroflora ergab, daß sich der Wald vorwiegend aus *Picea* (Fichte), *Pinus* (Föhre), *Betula* (Birke) und *Abies* (Tanne) zusammengesetzt hat. *Salix* (Weide) und *Alnus* (Erle) dürften eher als Anzeiger von Feuchtstandorten zu werten sein. Bemerkenswert hoch ist auch der Anteil an verschiedenen Kräuterpollentypen wie *Knautia*, *Polygonum*, *Viviparum*, *Compositae*, *Apiaceae*, *Poaceae* und *Cyperaceae*. An Sporen treten *Selaginella* und *Osmunda* (Königsfarn) auf.

Insgesamt läßt sich daraus ein kühleres, feuchtes Klima ableiten, das sicher nicht dem Wärmeoptimum eines Interglazials entspricht, sondern eher dem ausgehenden (Riß-Würm-) Interglazial oder einem (Würm-) Interstadial zuzuordnen ist ... “

Auf eine weitere diesbezügliche Ausarbeitung von Daten durch Frau Dr. DRAXLER wird aufmerksam gemacht.

Durch die biochemische Carbonifikation der Pflanzensubstanz zum vorliegenden Weichbraunkohlentyp wird man, bezugnehmend auf die Rr-Reflexion auf eine Inkohlungstemperatur von rund 33°C schließen dürfen. Und daraus könnte man, nach Abzug von 20° Oberflächentemperatur auf eine Überlagerungshöhe von 430 m kommen.

8.1.7. Bergwirtschaftliche Beurteilung

Die streichende Ausdehnung der Flözgruppe ist einschließlich der Unterbrechungen mit rund 450 m bekannt. Im unterbrochenen Teil der Südseite scheint nach SCHMIDEGG (1945a) das Grundgebirge mit Werfe-

8.2.1. Geologische Situation

Die im Talkessel von Hopfgarten mächtig erhaltenen Terrassensedimente bestehen nach SCHMIDEGG (1945b) überwiegend aus gut geschichteten Schottern, in welchen im Verbands von lehmigen, sandigen Zwischenschichten „lignitische Kohlenlager“ enthalten sind. Die Kohlenausbisse liegen in Höhen zwischen 706 und 750 m ü.d.M. und fallen talauswärts. Die Region der Terrassensedimente ist durch das Tal der Kelchsauer Ache (Grundache) und das der Windauer Ache erosiv unterteilt, so daß man drei Abschnitte zur Übersicht bringen kann: Die Terrasse des Penningberges (südwestlich Hopfgarten zwischen Schönbachtal und Kelchsautal), die Terrasse des Gruberberges (südlich Hopfgarten zwischen Kelchsauer und Windautal) und die Terrasse von Westendorf (östlich des Windautales). Kohleführung ist in der Penningberg- und Gruberberg-Terrasse bekanntgeworden (Abb. 56).

8.2.2. Die Kohleanreicherungen

SCHMIDEGG recherchierte in Berichten und bei alten Bergleuten und bringt im Gutachten 1945 zur Notiz: In den alten und gewältigten Stollen oberhalb des Wiesenhofes auf der Westseite des Windautales soll folgendes Sedimentprofil beobachtet worden sein: ein 1,30 m mächtiges Flöz, verunreinigt durch Lehmzwischenlagen von einigen Zentimetern Stärke; darunter eine stark mit Lehm verunreinigte, braune torfhaltige Schichte mit 2 m Dicke; unterhalb ein 0,7 m mächtiges, einigermaßen reines Kohlenflöz; und

„ ... 4 m tiefer, durch ein Gesenk erschlossen, noch ein weiteres sehr reines Kohlenflöz von 0,40 bis 0,50 m Mächtigkeit ... “

Daraus rechnet SCHMIDEGG mit einem Schichtpaket von etwa 8 m mit drei Flözen von zusammen 2,50 m Mächtigkeit. SCHMIDEGG vermutet Mächtigkeitsschwankungen und teilweises Auskeilen der Flöze, doch sollen in dem

„ ... etwa 70 m langen Stollen ... “
die Flöze

„ ... aber zur Hauptsache angehalten haben ... “

Das Profil im Stollen oberhalb des Wiesenhofes war in einem Seigerschacht aufgeschlossen.

Weiters sollen auch andere Schürfe im Gehänge des Windautales

„ ... überall Kohle erbracht haben ... “

Einige Bohrungen und Aufschlüsse haben Flözmächtigkeiten von 1,70–1,80 m bestätigt, und nach BLAAS (zitiert bei SCHMIDEGG) soll auf etwa 1.400 m Länge am Gehänge, einige 100 Schritte innerhalb der Bahnbrücke über die Brixentaler Ache nach SE bis etwas innerhalb des unteren Kehrtunnels Kohle erschürft worden sein. Weitere Aufschlüsse sollen NE Weichsölden (ein Flöz mit 1,30 m Mächtigkeit), am Grafenwegerbach (1,25 m), im Litzlgraben (1,75 m); im Kelchsautal an verschiedenen Stellen und gegenüber dem Bahnhof Hopfgarten (0,75 m Flöz) gesehen worden sein. Demnach erreichen die Flöze beträchtliche flächige Verbreitung innerhalb der beiden Terrassen.

Wir zitieren aus SCHMIDEGG's Gutachten (1946 b) die Ergebnisse von zwei Bohrungen. Eine Bohrung 1 im Grafenwegerbach-Talgrund fand von einem 4–5 m tiefen Schacht als Handbohrung statt. Sie soll

„ ... durchaus Schotter bestehend aus lehmig-sandigen Fein- bis Grobkiesen mit großen Geröllen ... “

durchfahren haben. Von 4,70–7,20 m Tiefe deutete stark rötlich gefärbtes Material auf Herkunft aus dem Permsandstein-Bereich.

Eine Bohrung 2 war auf der Hochfläche zwischen Litzlgraben und Grafenwegergraben etwa 150 m nordwestlich des, und 22,7 m über dem, Kohlenausbiß im Litzlgraben angesetzt gewesen. Die Kerne der Craeliusbohrung wurden von Ing. RUDOLF (zitiert bei SCHMIDEGG, 1946b) beschrieben. Von oben nach unten:

bis 0,20 cm Humus

1,20 m sandiger, graublauer Ton

1,00 m grauer lehmiger Schotter

3,60 m braun-grauer Lehm und feiner Schotter

4,80 m lehmiger Grobsand mit großen Steinen

9,30 m festgelagerter Grob- und Mittelkies und lehmiger Grobsand

0,90 m lehmiger Grobsand und Feinkies

0,80 m nasser, wasserführender Grobsand

0,65 m feinsandiger Ton mit Torfkohlespuren (bei 22,65 m 2 cm Torfkohlenflöz)

0,15 m Torfkohle mit Sandadern

0,10 m feiner roter Sand mit Torfkohlespuren

0,15 m blauer Ton, feinsandig

0,25 m blauer Ton mit Torfkohlespuren

3,25 m blauer Ton, stark feinsandig

1,70 m blauer Ton, sehr feinsandig

0,15 m sandiger Lehm und brauner Feinkies

0,10 m bräunlich blauer Ton, stark sandig

3,15 m Schotter, gelblich-braun, lehmig, vorwiegend kiesig mit Geröllen von 1 cm Durchmesser und größer.

Der Bohrbericht endet an dieser Stelle. Aber die Bohrung sollte damals bis zum Erreichen des Felsuntergrundes weitergeführt werden (voraussichtlich noch bis zu 50 m).

Die Schurfarbeiten 1945/46 hatten ergeben, daß die Flözmächtigkeit bis zu 1,50 m betragen kann, mit bis 0,50 m reiner „Torfkohle“. Sie lagert demnach fast horizontal, nur schwach nach S fallend. Die Lagerung erschien ungestört. Manchmal wurde im Liegenden und Hangenden eine Lettenkohle gesehen, was

„ ... fetter, schwach sandiger Ton mit bis 50 % brennbarer Kohlenstoffsubstanz ... “

bedeutet.

FRITZ berichtet dann 1947 offenbar über schon durchgeführte neuere Schürfungen und gibt bekannt, daß die Flöze beim Ausrichten z.T. dünner waren und auskeilten. Im 1. Schurfstollen soll die Kohle 60 m angehalten haben, beim 2. Stollen rund 20 m. FRITZ kommt zur Vermutung, daß die beste Entwicklung der Flöze in der Region des heutigen Windautales war, aber dort erodiert wurde, so daß an den Hängen heute nur seitliche Reste des Flözes übrig geblieben sind.

8.2.3. Makropetrographische Klassifizierung

Die licht- und dunkelbraune bis schwarzbraune, seltener mattschwarze Kohle von Hopfgarten gleicht nach den äußeren Kennzeichen der aus den Interglazialsedimenten von St. Johann beschriebenen xylitischen Weichbraunkohle mit allen Varianten der Ausbildung. So gibt es die holzähnlichen Stücke und die humodetritische, feinblättrig zerfallende Kohle mit allen Übergängen zu den mineralreichen Typen mit Ton, Calcit- und Quarzdetritus. Daher ist in früheren Berichten auch von „Lettenkohle“ die Rede, welche durch Übergänge

Penningberg-Plateau



Gruberberg-Plateau

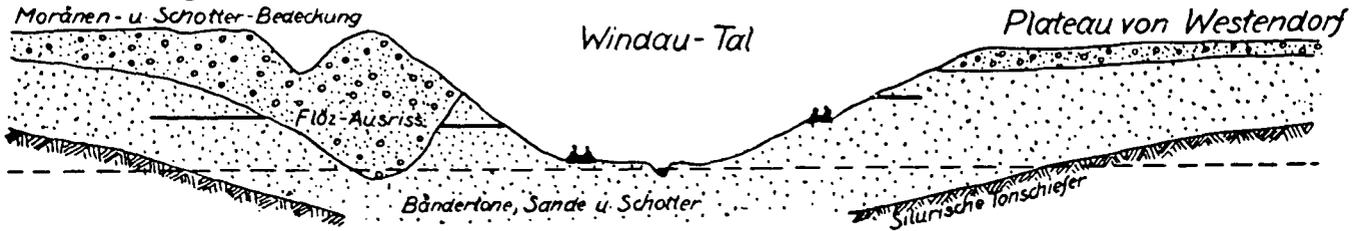


Abb. 57.

Profilschnitte durch die pleistozänen Schotter mit Weichbraunkohle-Flözen bei Hopfgarten.
Skizze nach ZAILER (1910); aus W. PETRASCHECK (1922/25) bzw. aus WEBER & WEISS (1983, S. 176).

mit kohligem Letten bis zu reinem Ton verbunden sein kann. Die Hälfte der Hopfgartener Kohle soll aus „Torflagern“, die andere Hälfte aus „Holzsubstanz“ (hauptsächlich *Picea*, daneben *Pinus*) bestehen. Die in der Gru-

be kompakte Kohle blättert an der Luft auf, ohne zu zerfallen. Soweit es sich aber um Kohle handelt, ist die Lithotyp-Bezeichnung xylitische und detritische Weichbraunkohle zutreffend.

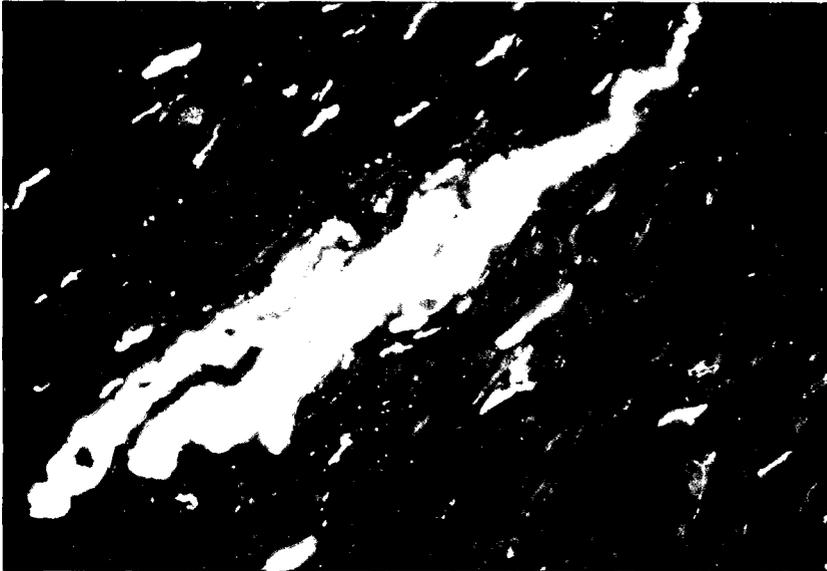


Abb. 58.

In der Feinschichtung gefälte Cutinitlage (Mitte, diagonal) und in die s-Fläche eingeregelter Sporinit sind im polierten Anschliff unter Blaulichtanregung durch Gelbfluoreszenz (im Bild hellgrau) innerhalb der Ulminit-Matrix deutlich erkennbar.
Weichbraunkohle Windautal, Hopfgarten.
Ölimmersion, Ausschnitt 0,85x0,57 mm.

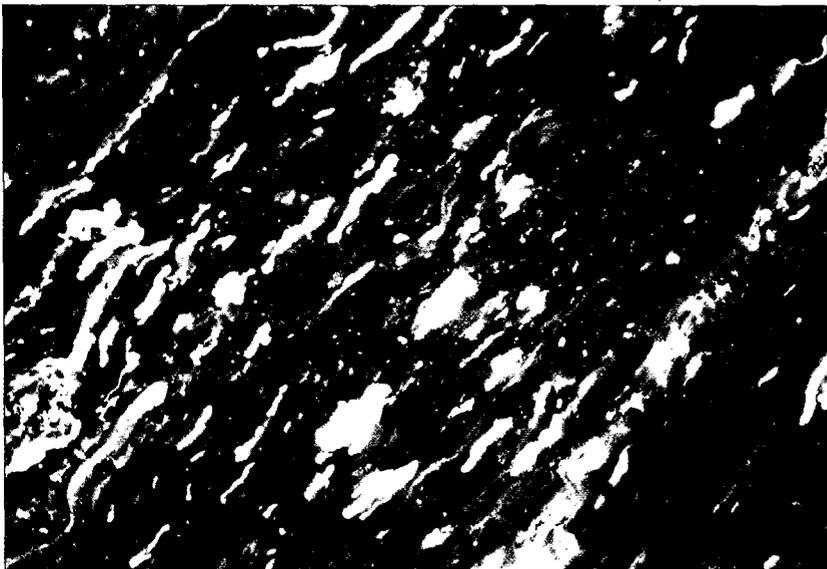


Abb. 59.

Sporinit-reiche Weichbraunkohle vom Windautal/Hopfgarten. Der Feinlagenbau kommt durch die Einregelung der Macerale (Microsporinit, Cutinit, Resinit, Liptodetrinit, Gelininit, Textinit mit Corpohuminit, Densinit) vor allem infolge Gelb- und Braunfluoreszenz (im Bild hell- bis dunkelgrau) bei Blaulichtanregung deutlich zum Ausdruck. Die Blaugrün-Fluoreszenz des Fluorinits ist im Schwarz-Weiß-Bild nicht erkennbar.

Weichbraunkohle Windautal.
Polierter Anschliff, Ölimmersion.
Ausschnitt 0,85x0,57 mm.

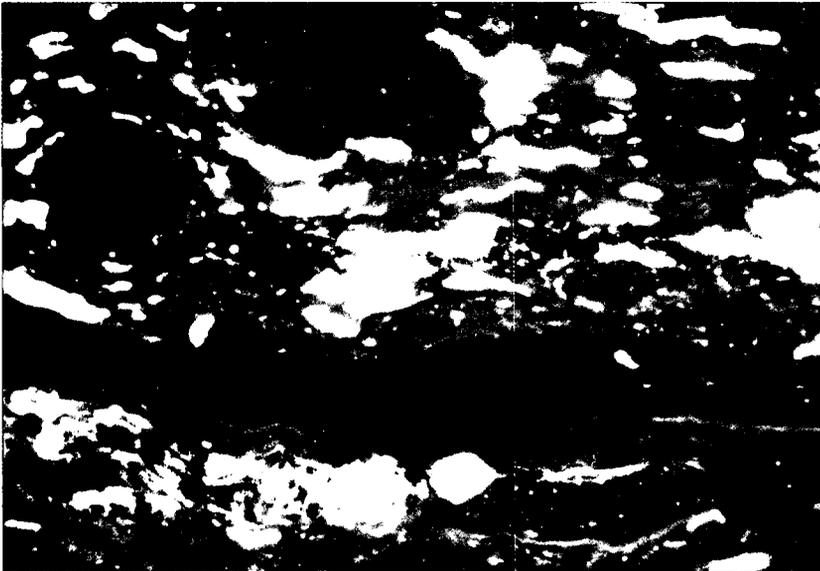


Abb. 60.
Sporinit-reiche Weichbraunkohle vom Windaual/
Hopfgarten unter Blaulichtanregung. Gelbfluoreszenz
(im Bild hellgrau) der zahlreichen Microsporen und
Kutikulen sowie des Suberinit (links unten). Eine
Sklerotie (links oben), Corpohuminit (Mitte oben) und
eine Gelinit-Lage (unten) fluoreszieren nicht
(schwarz).
Polierter Anschliff, Ölimmersion.
Ausschnitt 0,54×0,46 mm.

8.2.4. Mikroskopische Kennzeichnung

Die mikroskopische Durchsicht des Maceralbestandes zeigt so gut wie Identität mit der Apfeldorfer Weichbraunkohle bei St. Johann, was auch das äußerlich gleiche Aussehen der Kohlenproben erklärt.

8.2.4.1. Reflexionsverhalten

In der Tabelle 25 kommt ebenso wie beim St. Johanner Material auch bei den Präparaten vom Windaual mit \bar{R}_r (Öl) zwischen 0,26 und 0,34 % ein Rang zwischen Torf und Weichbraunkohle zur Geltung.

8.2.4.2. Maceral- und Maceralgruppen-Analyse

Wie aus der Übersicht der Huminit-Liptinit-Inertinit-Beteiligung (Tab. 26) und der mineralischen Verunreinigungen hervorgeht, besteht Gleichheit in der Zusammensetzung der pflanzlichen Substanzen. Bei der Mineralbeteiligung fällt allerdings in der Hopfgartener Kohle ein nur geringer authigener Pyritgehalt auf. Das könnte aber auch an der ungenügenden Statistik durch eine zu geringe Probenanzahl liegen.

Auch die detaillierte Aufgliederung in die einzelnen Macerale (Tab. 27) läßt keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den beiden Vorkommen xylitischer Weichbraunkohlen in den interglazialen Terrassensedimenten erkennen.

8.2.4.3. Gefüge

Die nach äußeren Kennzeichen und Maceralzusammensetzung den St. Johanner Kohletypen entsprechenden Kohlenproben des Windautes zeigen auch im Makro- und Mikrogefüge analoge Gestaltung.

8.2.5. Chemische Daten

Von der xylitischen Hopfgartener Weichbraunkohle sind durch SCHMIDEGG (1945b) die in Tab. 28 festgehaltenen Daten überliefert:

In der Praxis würde allerdings wohl viel verunreinigte, mineralreiche Kohle anfallen.

Für die sogenannte „Lettenkohle“, kompakt, dunkelbraun bis schwarz wurde mit rund 50 % Aschengehalt ein unterer Heizwert von rund 2000 W.E festgestellt. Diese nicht sofort entzündbare unreine Kohle brennt mit rußender, leuchtender Flamme.

8.2.6. Zur Genese der Hopfgartener Weichbraunkohle

Makro- und Mikrobefunde über die Weichbraunkohle von Hopfgarten geben zu erkennen, daß es sich mit Flözmächtigkeiten von 0,40 bis max. 1,80 m im allgemeinen um Ansammlungen von Phytodetritus von ehemals etwa 1–3 m gehandelt haben wird. Die Zusammensetzung aus teils über 50 % gepreßter Holzsubstanz, teils starker Matrixbeteiligung aus humosem De-

Tabelle 28.
Analysendaten von der Hopfgartener Weichbraunkohle nach SCHMIDEGG (1945b).

Aschengehalt	ca. 13 %	
Flüchtige Bestandteile	50 %	
Sulfid-S	ca. 0,17 %	
Unterer Heizwert	ca. 4000 W.E.	
Schwelversuche bei einer erreichten Höchsttemperatur von 600°C sollen ergeben haben:		
Teeröle	18 %	Gelbbraun, ähnlich Holzteerölen
Schwarzbraunes Öl	5 %	Paraffinähnlich, erstarrt bei Zimmertemperatur
Fester, schwarzer Rückstand	60 %	Teilweise zerreiblich, nicht zusammenbackend

Tabelle 29.
Kohlenanalysen von Hopfgartener Kohle.
Aus W. PETRASCHECK (1922/25).

		Carextorfkohle	Sphagnumtorfkohle
Rohkohle	C	53,63	51,20
	H	4,78	4,03
	O	30,34	28,85
	N	1,14	1,57
	Asche	10,11	—
Reinkohle	C	59,67	79,79
	H	5,32	4,71
	O	33,75	33,68
	N	1,26	1,82

tritus wie Densinit und Attrinit sowie mitunter viel Cutinit und Resinit, mit bemerkenswertem Gehalt von Alginit einschließlich der fadenförmigen Alge *Nostracopsis*, spricht für zusammengeschwemmtes Pflanzenmaterial in einem wahrscheinlich einige km² großen Seebecken, welches in der Hauptsache aber reichlich mit feinem allothigenen Mineral- und Gesteinsdetritus beliefert wurde. Sehr geringe Gehalte von Framboïdpyrit zeigen im Zusammenhang mit der in Vertorfung begriffenen pflanzlichen Substanz zeitweise sapropelitisches Milieu an. Natürlich ist es möglich, daß in dem stellenweise sumpfig-moorigen Süßwassersee auch eine gewisse Beteiligung von authigenen Wasserpflanzen zustandekam. Aber im großen beurteilt kann es sich nur um eine limnische Torf- und Kohlenbildung mit überwiegend allothigener Belieferung mit pflanzlichen, insbesondere holzigen und mineralischen Komponenten unterschiedlicher Größen handeln. Die subaquatischen Holz- und Blätterablagerungen wurden sichtlich oft vermischt und überhaupt unterbrochen von Mineral- und Gesteinschüttung schlammig-sandiger Fraktionen.

Somit besteht weitgehende Ähnlichkeit mit der interglazialen Kohlenbildung in den Rib-Würm-Terrassensedimenten von St. Johann. Die Pflanzensubstanzen konnten nach Einbettung in lehmige und sandige Sedi-

mente durch biochemische Carbonifikation über den Umbildungsprozeß der Vertorfung bis in den Rang einer Weichbraunkohle verwandelt werden. Die Inkohlungstemperaturen dürften ähnlich wie im Bereich St. Johann um 30° gelegen haben, woraus unter Berücksichtigung der Oberflächentemperatur an eine Überlagerung des Kohlenhorizontes mit schätzungsweise 300–400 m gedacht werden kann.

8.2.7. Bergwirtschaftliche Beurteilung

Das Vorkommen xylitischer Weichbraunkohle von Hopfgarten besteht offenbar aus einer Flözgruppe, zusammengesetzt aus drei Flözen innerhalb von 8,5 m Lockersediment aus Lehm und Ton. Zudem könnte nach einem Bohrbericht noch ein weiteres, bis zu 1,80 m mächtiges Liegendflöz 35 m unter der Flözgruppe existieren. Die Einzelflöze oder Linsen mit Kohle sind 0,40–1,80 m stark, teils mit bis 0,70 m dicken reinen Anteilen, teils lehmig-sandig verunreinigt. Es handelt sich um eingelagerte Flöze in Bändertonen, Sanden und Schottern. Sie variieren wahrscheinlich ihrem Ursprung nach in der Mächtigkeit und im Verunreinigungsgrad stark und keilen auch aus.

Im Gruberberg-Plateau hat nach der Darstellung von ZAILER (1940) bereits eine ältere Erosion der Flöze und Moränen und nachfolgend Schotterüberlagerung stattgefunden; hingegen hat eine jüngere Erosion des Windtales, des Litzl- und Grafenweger Grabens die gesamte Abfolge der Lockersedimente samt der Kohle entfernt.

Trotz der etwa 5 km in NW–SE-Richtung mit Unterbrechung bekanntgewordenen Flözanteile errechnete SCHMIDEGG die Fläche des kohleführenden Horizontes innerhalb der Terrassensedimente für das Plateau des Penningberges nur mit 1,5–2 km² und für das des Gruberberges nur 1 km². Die seitliche Erstreckung der Kohleschichten ist ungenügend bekannt. Aber auch ohne diese Kenntnisse handelt es sich nur um ein linsen- bis flözförmiges Vorkommen von xylitischer Weichbraunkohle in mehreren Schichten, das für heutige Bedürfnisse keinesfalls bauwürdige Ausmaße hat.

9. Schlußbetrachtung der Tiroler Kohlenbildungen

Die Untersuchung inkohlter, in Sedimenten angereicherter pflanzlicher Substanzen im Raum Tirol eröffnet wissenschaftlich interessante Aspekte in mehrfacher Sicht: paläobotanisch, paläogeographisch, paläoklimatisch, sedimentologisch, kohlenpetrologisch, und tektonisch bezüglich der Diagenese und Metamorphose der organischen Bestandteile. Außer diesen einzelnen und besonderen, sowie auch geowissenschaftlich zusammenhängenden Betrachtungsmöglichkeiten ergeben sich aber auch noch im Rückblick auf die bergbauliche Vergangenheit wirtschaftliche Erwägungen. Wenn diesbezüglich nur drei Lokalitäten als Lagerstätten mit viel Nutzen (Häring), wenig (Nöblach) und keinem Nutzen (Kössen) in Erinnerung bleiben, so überrascht doch eine relativ große Anzahl von Kohlevorkommen ver-

schiedenster Qualitäten vor allem in Nordtirol, wo immerhin in Notzeiten Anstrengungen um eine Kohlengewinnung und Nutzung unternommen worden waren.

Die Zugehörigkeit dieser Kohlsedimente zum Karbon, Perm, zur Trias, Kreide, zum Tertiär und sogar zum Pleistozän bedingt eine unterschiedliche Vielfalt von Möglichkeiten im Rahmen der erdgeschichtlichen Entwicklung, so daß dementsprechend große Rangunterschiede in der Inkohlung vorliegen: nämlich Anthrazit, Steinkohle, Hart- und Weichbraunkohle. Die Vielfalt der Kohlenbildungen kommt auch bei der genetischen Auswertung vor allem der petrologischen Befunde zur Geltung. So sind die Tiroler Kohlen teils paralischer, teils limnischer Entstehung, und auch hinsichtlich der Anreicherung von pflanzlichen, insbesondere holzigen

Substanzen bieten sich Beispiele für authigene Torfmoorbildung und allothigene Treibholz-Sedimentation an. Sofern bisher geochemische Daten vorliegen, können sie zur Kontrolle dieser geologisch-petrologischen Aussagen herangezogen werden. Entsprechend den kurzen oder langen erdgeschichtlichen Entwicklungsmöglichkeiten bieten die z.T. nur durch biochemische, bzw. zusätzlich auch durch geochemische Karbonifikation umgewandelten Pflanzensubstanzen hervorragende Beispiele für die Beurteilung der Verhältnisse von Inkohlung und Deformation. Dabei liefern natürlich die sowohl von der alpidischen, als auch von der variszischen Orogenese durchbewegten und bis zum Anthrazit inkohlten Flöze und Linsen vom Nöblachjoch für sich, besonders aussagekräftig aber in alternierender Feinschichtung mit dem Begleitsediment die besten Gefügebilder.

Durch die vergleichsweise Abschätzung und heute auch berechenbare maximale Inkohlungstemperatur der Vorkommen auf Grund des Inkohlungsparameters „Vitrinit-Reflexion“ eröffnen sich Möglichkeiten zur Beurteilung von Sediment-Überlagerungshöhen bzw. der diagenetischen (Diagenese) und anchimetamorphen (Katagenese, Metagenese) Zone bzw. sehr schwacher Metamorphose-Stadien.

Die Tiroler Kohlen bieten, wenn schon nicht in wirtschaftlich hervorstechender Weise, so doch wissen-

schaftlich für die erdgeschichtlich bekannten Schwerpunkte der Kohlebildung in der Karbon-(Perm-) und (Kreide-)Tertiär-Zeit gute Beispiele mit der karbonzeitlichen Anthrazitlagerstätte Nöblachjoch und der tertiären Glanzbraunkohlenlagerstätte Häring.

* * *

Es ist uns bewußt, daß die vorgelegte Arbeit, aufbauend auf die von FRITZ (1971) gegebene Übersicht über Tirols Kohlenvorkommen, nunmehr zwar schon eine konkrete Beurteilung der Einzellokalitäten in kohlenpetrologischer und lagerstättengenetischer Sicht bietet, daß aber doch einige kohlenpetrographische Möglichkeiten wenig oder gar nicht genützt wurden. Es war aber schon von vorneherein klar, daß auch bei voller Ausschöpfung aller Untersuchungsmethoden keine optimale wissenschaftliche Beurteilung der vielen Einzelvorkommen möglich ist, weil es einfach an der Beschaffung von geeignetem Kohlenprobenmaterial fehlt. Es handelt sich ja grundsätzlich um, zumindest viele Jahrzehnte verlassene bergbauliche Gewinnungsstätten. Wir hoffen, durch das Zusammentragen und die auszugsweisen Angaben aus unveröffentlichten Berichten und Gutachten der Archive auch einen kleinen Beitrag zur Archivierung bergbaugeschichtlicher Daten gegeben zu haben.

Dank

Der Vielfalt der Themen entsprechend sind wir einer Anzahl von Kolleginnen und Kollegen verschiedener Fachrichtungen sowie auch Freunden aus dem Kreise der Bergleute für Auskünfte, Ratschläge und Hilfe zu Dank verpflichtet. Wir danken auf diesem Wege den Herren Vertr.-Ass. Dr. Peter GSTREIN, OSTR. Dr. Kurt JAKSCH, Dr. Herbert KUNTSCHER, cand. rer. nat. Volkmar MAIR, Prof. Dr. Georg MUTSCHLECHNER, OR Dr. Rudolf OBERHAUSER, Ass.-Prof. Dr. Werner RESCH, Bergmeister Hermann TROGER, Prof. Dr. Helmut WOPFNER und Direktor Dipl.-Ing. Hans ZIPPERER.

Insbesondere bei der Klärung kohlenpetrologischer Probleme waren uns behilflich Frau Prof. Dr. Monika WOLF und Herr Prof. Dipl.-Ing. Dr. H.W. HAGEMANN, RWTH Aachen, Dr. Rolf WARTMANN, Bergbau-Forschung GmbH Essen und Ass.-Prof. Dr. Franz VAVTAR, Universität Innsbruck, in botanischen Fragen Frau OR Mag. Dr. Ilse DRAXLER, GBA Wien, und Frau Mag. Dr. Johanna WAGNER, Universität Innsbruck. Für die Mitteilung chemischer Analyseergebnisse danken wir Frau OR Dr. Katalyn AUGUSTIN-GYURITS und Herrn Hofrat Univ.-Prof. Dr. Erich SCHROLL, BVFA-Geotechnik, Wien.

Die Herren Berghauptmann Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Peter MERNIK und OR Dipl.-Ing. Helmut JUNGWIRT waren uns in bergbaulichen Fragen und bei unserer Archivtätigkeit in der Berghauptmannschaft Innsbruck stets behilflich.

Die Forschungen wurden dankenswerterweise durch den österreichischen Wissenschaftsfonds FWF als Projekt P5487 finanziell unterstützt.

Literatur

- ALPINE CHEMISCHE A.G. Schafteuau/Kufstein: Gutachten vom 4. 12. 1945. – Nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1945.
- AMPFERER, O.: Geologisches Gutachten über die Ölsteinzone des Unterinntaler Tertiärs in der Gegend von Häring. – Gutachten v. 22. Dez. 1920, 17 S, nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1920.
- AMPFERER, O.: Über die kohleführenden Gosauschichten des Brandenberger- und Thierseeales in Tirol. – Jb. Geol. St.-A., 71, 149–158, Wien 1921.
- AMPFERER, O.: Geologische Karte des Unterinntales zwischen Rattenberg und Kufstein 1 : 40.000. – Jb. Geol. B.-A., 72, Wien 1922a.
- AMPFERER, O.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. (Mit einem Beitrag von B. SANDER: Zur Petrographie der Tertiären Bitumenmergel). – Jb. Geol. B.-A., 72, 105–147, Wien 1922b.
- AMPFERER, O.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Kufstein, 1 : 75.000. – Wien (Geol. B.-A.) 1925.

- AMPFERER, O.: Geologische Profile aus dem Gebiete des Kössener Beckens. – Jb. Geol. B.-A., **77**, 123–148, Wien 1927.
- AUGUSTIN-GYURITS, K. & SCHROLL, E.: Geochemische Charakterisierung von heimischen und importierten Kohlen und ihrer Verbrennungsprodukte. – Bericht zu Projekt ÜLG 14/86, BVFA-Arsenal, 127 S., nicht veröffentlicht, Wien 1989.
- BARKER, CH. E. & PAWLEWICZ, M.J.: The Correlation of Vitrinite Reflectance with Maximum Temperature in Humic Organic Matter. – Lecture Notes in Earth Sciences, Vol. **5**, Paleogeothermics (Eds.: G. BUNTEBARTH and L. STEGENA), Berlin – Heidelberg (Springer-Verlag) 1986.
- BLAAS, J.: Nachlaß. – Univ.-Archiv Innsbruck.
- BLAAS, J.: Diluvialtorf bei Hopfgarten. – Verh. k.k. Geol. R.-A., **91**, S. 91, Wien 1893.
- BLAAS, J.: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. – 983 S., Innsbruck 1902.
- BORCHERT, H.: Bericht über die Ölschiefervorkommen bei Häring in Tirol. – 14 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck, 1944.
- BOSTICK, N.H., CASHMAN, S.M., McCULLOW, T.H. & WADDELL, C.T.: Gradient of vitrinite reflectance and present temperature in the Los Angeles and Ventura Basins, California. – In: OLTZ, D.F. (Edit.): Low Temperature Metamorphism of Kerogen and Clay Minerals. – Soc. Econ. Paleont. Miner., Pacific Sect., 65–96, Los Angeles 1979.
- BRANDENSTEIN, M., JANDA, I. & SCHROLL, E.: Seltene Elemente in österreichischen Kohlen- und Bitumengesteinen. – Tscherm. min. u. petr. Mitt., **7**, 260–285, Wien 1960.
- BRANDL, W.: Geologisches Gutachten über die Pechglanzkohlenvorkommen in den Angerbergsschichten von Kössen. 15. 7. 1947 (mit Grundriß- und Profilskizze). – 16 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck, 1947.
- BUGGISCH, W.: Die Grödener Schichten (Perm, Südalpen). Sedimentologische und geochemische Untersuchungen zur Unterscheidung mariner und kontinentaler Sedimente. – Geol. Rundschau, **67**, 149–180, Stuttgart 1978.
- DIESSEL, C.F.K. & OFFLER, R.: Change in physical properties of coalified and graphitised phytoclasts with grade of metamorphism. – N. Jb. Miner. Mh., **1**, 11–26, Stuttgart 1975.
- DRAKE-BROCKMAN, J. & WOPFNER, H.: Mineralization and diagenesis in the Groeden Sandstone of South Tyrol, Italy. – Proceedings International Conference on mobility and concentration of base metals in sedimentary cover rocks, BRGM no **183**, 365–378, (1988), Orléans 1990.
- DREGER, J.: Die Gastropoden von Häring bei Kirchbichl in Tirol. – Ann. k.k. naturhistor. Hofmus. Wien, **7**, 11–34, Wien 1892.
- DREGER, J.: Über die unteroligocänen Schichten von Häring und Kirchbichl in Tirol mit einem Verzeichnis der bisher von dort bekannten Lamellibranchiaten. – Verh. Geol. R.-A., 345–351, Wien 1902.
- DREGER, J.: Die Lamellibranchiaten von Häring bei Kirchbichl in Tirol. – Jb. Geol. R.-A., **2**, 253–284, Wien 1904.
- ETTINGHAUSEN, C.v.: Die tertiäre Flora von Häring in Tirol. – Abh. Geol. R.-A., **2**, 1–118, Wien 1853.
- EXENBERGER, H.: Abschrift des handschriftlich verfaßten Tagebuches der k.k. Bergschafferei, verfaßt vom k.k. Schichtenmeister Andrá Mitterer vom Mai 1874. – In: „Bad Häring, eine Gemeinde im Wandel der Zeit“ – Wörgler und Kufsteiner Rundschau, **1–5**, Wörgl 1989a.
- EXENBERGER, H.: Chronik des Kohlenbergbaues in Häring. – Wörgler und Kufsteiner Rundschau, **13–16**, Wörgl 1989b.
- FETTWEIS, G.B.: Weltkohlenvorräte. Eine vergleichende Analyse ihrer Erfassung und Bewertung. – Bergbau-Rohstoffe-Energie, Band **12**, 434 S., Essen (Verlag Glückauf) 1976.
- FLURL, M.: Über das Vorkommen von Steinkohlen zu Häring. – Denkschr. k. bayer. Akad. Wiss., 127–182, München 1813.
- FRECH, F.: Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen, mit besonderer Rücksicht auf den Brenner. IV. Die Steinkohlenformation. – Wissensch. Ergänzungshefte zur Zeitschr. D. u. Ö. Alpenver., II. Band, 1. H., 13–16, Innsbruck (Verlag D. u. Ö.A.V.) 1905.
- FRITZ, E.J.: Schürfungen auf Torfkohle im Windautale bei Hopfgarten, Tirol. – Nicht veröff. Gutachten, 2 S., Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1947.
- FRITZ, E.J.: Die Kohlenvorkommen Tirols. – Veröff. Museum Ferdinandeum, **51**, 23–48, Innsbruck 1971.
- FUCHS, A.: Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Zentralalpen (Berge westlich des Brenner). I. – Jb. Geol. B.-A., **89**, 233–284, Wien 1939.
- FUCHS, A.: Bericht über tektonische Untersuchungen im Bergbaugesamt von Häring und in dessen Umgebung. – Nicht veröff. Gutachten v. 16. 7. 1950, 10 S., Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck. Kramsach 1950.
- FUCHS, W.: Die Molasse des Unterinntales. – In: R. OBERHAUSER (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs, 152–155, Wien – New York (Springer) 1980.
- GASSER, G.: Die Mineralien Tirols einschließlich Vorarlbergs und der Hohen Tauern. – 548 S., Innsbruck (Verlag Wagner) 1913.
- GRAPHITGRUBEN-GESELLSCHAFT m.b.H.: Bericht über die Erschließung der Walchsee-Kössener Kohlenvorkommen, vom 15. 7. 1947. – 8 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck, 1947.
- GÜMBEL, C.W.: Geologie von Bayern. – Bd. **2**, 1184 S., Kassel (Fischer-Verlag) 1894.
- HAGN, H.: Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **7**, München 1967.
- HEINRICH, M.: „Kohle“. – In: „Der Geologische Aufbau Österreichs“ (Red.: R. OBERHAUSER), 548–554, Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.
- HEISSEL, W.: Zur Geologie der näheren und weiteren Umgebung des Kohlenbergbaues von Häring. – Nicht veröff. Gutachten vom 26. 6. 1950, 9 S., Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck, Wien 1950.
- HEISSEL, W.: Beiträge zur Tertiär-Stratigraphie und Quartärgeologie des Unterinntales. – Jb. Geol. B.-A., **94**, 207–221, (1949–1951), Wien 1951.
- HEISSEL, W.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. – R. v. Klebelsberg-Festschrift, Mitt. Geol. Ges. Wien, **48**, (1955), 49–70, Wien 1956.
- HERM, D., KAUFMAN, E.G. & WIEDMANN, J.: The age and depositional environment of the „Gosau“-Group (Coniacian–Santonian), Brandenberg/Tirol, Austria. – Mitt. Bayer. Staatssammlung Paläont. hist. Geol., **19**, 27–92, München 1979.
- HOCHSTÄTTER, K.: Schreiben an den Gauhauptmann von Tirol vom 16. 8. 1941 über das Anthrazitvorkommen Nößlach. – 4 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1941.
- HOFFMANN, E.: Untersuchung des Kohlenvorkommens bei Nassereith. – Bericht vom 6. 9. 1945, Bergverwaltung Gewerkschaft Dirstentritt Nassereith, 4 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1945.
- HOLLERBACH, A.: Grundlagen der organischen Geochemie. – 190 S., Berlin – Heidelberg – New York (Springer-Verlag) 1985.
- HRADIL, G.: Die Ölschiefer Tirols. – Veröff. Mus. Ferd., **26/29** (Klebelsberg-Festschrift), 25–32, (1946/49), Innsbruck 1949.
- HRADIL, G. & FELSNER, H.v.: Die Ölschiefer Tirols. – 121 S., Leipzig (Verl. Barth) 1930.
- HUMMEL, K.: Gangförmige vanadiumreiche Sekundärkohle in den ladinischen Schichten des Cordevole-Gebietes. – Centralbl. Miner. Geol. Paläont., Berichte, 1932.
- ISSER, M.v.: Das Kössener Kohlenvorkommen in Tirol. – Bericht v. 10. 5. 1899, 6 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1899.

- ISSER, M.V.: Handschriftliche Aufzeichnung über Kössener Kohle. – Nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1894.
- ISSER, M.V., PFEFFER, A. & REDLICH, K.A.: Die Mineralkohlen Österreichs. Tirol und Vorarlberg (Edit. Komitee d. Allgemeinen Bergmannstages). – Wien (Verlag d. Zentralver. d. Bergwerksbesitzer Österreichs) 1903.
- JAKSCH, K.: Geologische Grundzüge der Umgebung von St. Johann in Tirol. – In: St. Johann in Tirol. Natur und Mensch in Geschichte und Gegenwart, Band 1, 19–50, Herausg. Marktgemeinde St. Johann i. T. 1990.
- JANDA, I. & SCHROLL, E.: Geochemische Untersuchungen an Graphitgesteinen. – International Geological Congress, XXI Session, Norden, Part I. Geochemical Cycles, 40–53, Copenhagen 1960.
- JERZ, H.: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalksalpen). – *Geologica Bavarica*, **56**, 1–102, München 1966.
- JONGMANS, W.J.: Paläobotanische Untersuchungen im österreichischen Karbon. – *Berg- u. Hüttenm. Mh.*, **86**, 97–104, Wien 1938a.
- JONGMANS, W.J.: Die Flora des „Stangalpe“ Gebietes in Steiermark. – 2^{ème} Congr. pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère, Heerlen 1935, Tome III, 26–31, Maestricht (Gebrs. Van Aelst) 1938b.
- KARL, F.: Die Komponenten des oberkarbonen Nöblach-Konglomerates (Tirol). – R. v. Klebelsberg-Festschrift, *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **48**, 71–87, (1955), Wien 1956.
- KATSCHTHALER H.: Die Gosau von Brandenberg in Tirol. – *Verh. Geol. B.-A.*, 172–182, Wien 1935.
- KERNER, F.V.: Die Carbonflora des Steinacher Joches. – *Jb. k.k. Geol. R.-A.*, **47**, 365–386, Wien 1897.
- KIRCHMAIR, F.: Das Schwoia Dorfbuch. – 614 S., Innsbruck (Verlagsanstalt Tyrolia) 1988.
- KIRNBAUER, F.: Der Tiroler Landreim (1558). – *Leobner Grüne Hefte*, **75**, S. 46, Wien (Montan-Verlag) 1964.
- KISCH, H.J.: Anthracite and meta-anthracite coal ranks associated with „antrimetamorphism“ and „very-low-stage“ metamorphism. – *Kon. Nederl. Akad. Wet. Proc., Ser. B*, **77**(2), 81–118, Amsterdam 1974.
- KLEBELSBERG, R.V.: *Geologie von Tirol*. – 872 S., Berlin (Verlag Gebr. Borntraeger) 1935.
- KRAINER, K.: Ein Beitrag zum Oberkarbon der Steinacher Decke („Karbon des Nöblacher Joches“, Tirol). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **36**, 87–99, Wien 1990.
- KRALIK, M., KRUMM, H. & SCHRAMM, J.M.: Low Grade and Very Low Grade Metamorphism in the Northern Calcareous Alps and in the Greywacke Zone: Illite-Crystallinity Data and Isotopic Ages. – *Geodynamics of the Eastern Alps* (Eds.: H.W. FLÜGEL & P. FAUPL), 164–178, Wien (Deuticke) 1987.
- KRUMM, H., PETSCHICK, R. & WOLF, M.: From diagenesis to anchimetamorphism, upper Austroalpine sedimentary cover in Bavaria and Tyrol. – *Geodinamica Acta* (Paris), **2**, 1, 33–47, Paris 1988.
- LINDENBERG, H. G.: Die Bolivinen der Häringer Schichten: Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. – *Bull. Soc. Paleontologica Italiana*, **4**, 64–160, Modena 1965.
- LOCKER, F.: Gutachten über die wirtschaftlichen Möglichkeiten eines neuen Tiefbaues im Kohlenbergbau Häring (Tirol). – Gutachten v. 8. 7. 1950, Wien, 18 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1950.
- LÖHMER, A.: Geschichte des Häringer Kohlenbergbaues, Werk und Menschen (Mit einem Nachtrag von Dipl.-Ing. Otto SYKORA). – 252 + 9 S., Häring, nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1953.
- LÜHR, H.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Häring/Tirol. – Dissertation, 174 S., 9 Tafeln, Ludwig-Maximilians-Universität, nicht veröffentlicht, München 1962.
- MEYER, J.: Das Tertiär des Unterinntales und des Beckens von Walchsee – Kössen – Reit im Winkl (Tirol). – Bericht FWF 2975, nicht veröffentlicht, Lagerstättenarchiv Geol. B.-A. Wien 1979.
- MITTEILUNGEN ÜBER DEN ÖSTERREICHISCHEN BERGBAU: Wien (Verl. f. Fachliteratur G.m.b.H.) 1934, 1937; Wien (Rudolf Bohmann-Industrie- u. Fachverlag) 1947, 1948, 1949, 1950.
- MUTSCHLECHNER, G.: Kohlegewinnung im Kochental bei Telfs. – „Telfs“, Band II, 743–744, Telfs (Blickpunkt Walser K.G.) 1988.
- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. – *Jb. Geol. B.-A.*, **106**, Wien 1963.
- OBERHAUSER, R.: Das Aitalpidikum. Die geologische Entwicklung von der Mittleren Kreide bis an die Wende Eozän-Oligozän. – In: „Der geologische Aufbau Österreichs“ (Red.: R. OBERHAUSER), 35–48, Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.
- OBERHAUSER, R. (Wiss. Red.): „Der geologische Aufbau Österreichs“, 700 S., Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.
- OEXLE, Th.: Die Geologie der Pölvengruppe im Unterinntal (Tirol). – Diplomarbeit, Technische Universität München, 75 S., nicht veröffentlicht, München 1978.
- OFFLER, R. & DIESSEL, C.F.K.: The application of reflectance determinations on coalified and graphitized plant fragments to metamorphic studies. – *J. Geol. Soc. Australia*, **23**, Pt. 3, 293–297, 1976.
- PASSO, O.: Amtsbericht über die Befahrung des Kohlenschurfbaues der Firma Raithel und Weber – München in St. Johann in Tirol am 28. Februar 1925, – 3 S., nicht veröffentlicht, Archiv der Berghauptmannschaft Innsbruck 1925.
- PATTEISKY, K.: Der Inkohlungsgrad der Kohlen des Ruhrgebietes. – *Montanzzeitung, Sonderheft „Westdeutscher Kohlenbergbau seit 1945“*, 61–64, Wien 1951.
- PETRASCHECK, W.: Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten I und II. – Wien-Kattowitz 1922/1925 und 1926/1929.
- PETRASCHECK, W.: Die Metamorphose der Kohle und ihr Einfluß auf die sichtbaren Bestandteile derselben. – *Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl.*, **156**, 375–444, Wien 1947.
- PETRASCHECK, W.: Bericht über Untersuchungen im Bergbaugbiet von Häring. – Gutachten vom 4. 4. 1950, 4 S., nicht veröffentlicht, Archiv der Berghauptmannschaft Innsbruck 1950a.
- PETRASCHECK, W.: Allgemeine Kohlengeologie. – In: W. PETRASCHECK & W.E. PETRASCHECK: „Lagerstättenlehre“, 261–344, Wien (Springer-Verlag) 1950b.
- PETRASCHECK, W. & PETRASCHECK, W.E.: Lagerstättenlehre. – 410 S., Wien (Springer-Verlag) 1950.
- PETRASCHECK, W.E.: Zur optischen Regelung tektonisch beanspruchter Kohlen. – *Tscherm. Min.-Petr. Mitt.*, 232–239, Wien 1954.
- PETRASCHECK, W.E. & POHL, W.: Lagerstättenlehre. – 341 S., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung) 1982.
- PFEIFFER, A.: Bericht über die refraktionsseismischen Untersuchungen im Auftrage der „Kohlenbergbau Häring“ reg. Ges. m.b.H. – Gutachten vom 6. 8. 1950, 8 S., Feuchten im Kaurntal, nicht veröffentlicht, Archiv der Berghauptmannschaft Innsbruck 1950.
- PICHLER, A.: Beiträge zur Geognosie Tirols, II. Aus dem Inn- und Wipptale. – *Zeitschr. des Ferdinandeums*, 3. Folge, 137–232, Innsbruck 1859.
- PICHLER, A.: Beiträge zur Geognosie Tirols. – *Jb. Geol. R.-A.*, Wien 1876–1880.
- PIRKL, H.: Historischer Abriß zum Braunkohlenbergbau St. Johann in Tirol. – In: JAKSCH, K., 51–52, 1990.
- PIRKL, H.R.: Die westlichen Zentralalpen (von der Silvretta zum Brenner). – In: „Der geologische Aufbau Österreichs“ (Red.: R. OBERHAUSER), 332–347, Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.

- PREY, S.: Die Geologie Österreichs in ihrem heutigen geodynamischen Entwicklungsstand sowie die geologischen Bauteile und ihre Zusammenhänge. – In: „Der geologische Aufbau Österreichs“ (Red.: R. OBERHAUSER), 81–117, Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.
- RICHTHOFEN, F.v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Tirol. II. – Jb. Geol. R.-A., **12**, 87–206, Wien 1961/62.
- RÖSCH, G.v. Geroldshausen: Der fürstlichen Grafschaft Tyrol Landndreim, 1558, Vers 883–885. – In: KIRNBAUER, F.: Der Tiroler Landreim 1558. – Leobner Grüne Hefte, **75**, 46, Wien (Montanverlag) 1964.
- RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Die Gosau von Weisswasser bei Unterlaussa – tektonische und mineralogische Untersuchungen. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **48** (1955), Klebelsberg-Festschrift, 221–256, Wien 1957.
- SACHSENHOFER, R.F.: Fazies und Inkohlung mesozoischer Kohlen der Alpen Ostösterreichs. – Mitt. österr. geol. Ges., **80**, 1–45, Wien 1987.
- SANDER, B.: Geologische Studien am Westende der hohen Tauern, II. Bericht. – Jb. Geol. St.-A., **70** (1920), 274–296, Wien 1921a.
- SANDER, B.: Über bituminöse Mergel. – Jb. Geol. Staatsanst., **71**, 135–148, Wien 1921b.
- SANDER, B.: Bemerkungen zur Petrographie der Häringer Bitumenmergel. – In: AMPFERER, O.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. – Jb. Geol. B.-A., **72**, 147–149, Wien 1922.
- SANDER, B.: Erläuterungen zur geologischen Karte Meran – Brixen. – Schlern-Schriften, **16**, 11 S., Innsbruck (Univ.-Verl. Wagner) 1929.
- SANDER, B.: Carta Geologica delle Tre Venezie, 1 : 100.000, Foglio V: Merano – Meran und VI: Bressanone – Brixen. – Istituto Geologico della R. Università die Padova, 1924, Reproduktion 1974, Innsbruck (Verlag Tiroler Graphik) 1974.
- SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper I. – 215 S., Wien (Springer-Verlag) 1948.
- SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper II. – 409 S., Wien (Springer-Verlag) 1950.
- SCHLOSSER, M.: Die Eozoenfaunen der bayerischen Alpen, II: Die Obereocaenfauna. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **30**, 1–68, München 1925.
- SCHMIDEGG, O.: Das Lignitkohlenlager von Apfeldorf bei St. Johann (Tirol). – 13. 7. 1945, 3 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1945a.
- SCHMIDEGG, O.: Torfkohlenschurfbau bei Hopfgarten. – Kurzbericht v. 13. 7. 1945, 4 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1945b.
- SCHMIDEGG, O.: Das Torfkohlenlager von Apfeldorf bei St. Johann (Tirol). Bericht über letzte Befahrungen und Überprüfung der Angaben eines Rutengängers. – 5 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1946a.
- SCHMIDEGG, O.: Das Lignitkohlenlager von Hopfgarten (Tirol). – Nicht veröff. Gutachten, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1946b.
- SCHMIDEGG, O.: Geologisches Gutachten über das Kohlenvorkommen von Kössen. – Innsbruck, 23. 7. 1947, 4 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1947a.
- SCHMIDEGG, O.: Ergänzung zum geologischen Gutachten über das Kohlenvorkommen von Kössen. – Innsbruck, 1. 8. 194., 3 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1947b.
- SCHMIDEGG, O.: Der geologische Bau der Steinacher Decke mit dem Anthrazitkohlenflöz am Nöblachjoch (Brenner-Gebiet). – Veröff. Museum Ferdinandeum, **26/29**, 1946/49, Klebelsberg-Festschrift, Innsbruck 1949a.
- SCHMIDEGG, O.: Das Karbongebiet am Nöblachjoch. – Grundrißskizze 1 : 1.000, nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1949b.
- SCHMIDEGG, O.: Kohlenbergbau Nöblach, Friedrichstollen, Profil Ost-West 1 : 1.000. – Skizze, nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1950.
- SCHMIDEGG, O.: Gips und andere Bodenschätze um Reutte. – Schlern-Schriften, **111** (Außerferner Bruch), 53–59, Innsbruck (Univ.-Verlag Wagner) 1955.
- SCHMIDEGG, O.: Neues zur Geologie des Brennermesozoikums (Blaserdecke und Serleskamm). – Mitt. Geol. Ges. Wien, **48**, R. v. Klebelsberg-Festschrift, (1955), 271–295, Wien 1956.
- SCHULZ, O.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosau-Schichten des Brandenberger Tales (Tirol). – N. Jb. Geol. u. Pal., Abh., **95**, 1–98, Stuttgart 1952.
- SCHULZ, O.: Bauxit in den Gosau-Schichten von Brandenburg (Tirol). – Berg- u. Hüttenm. Mh., **105**, 347–349, Wien (Springer-Verlag) 1960.
- SCHWINNER, R.: Das Paläozoikum am Brenner, Vergleiche und Wertungen. – Centralbl. Min., Geol. u. Paläont., Abt. B, 241–249, 273–280, Stuttgart 1925.
- SKAMLETZ, J.: Bericht der GRAPHITGRUBEN-GES. m.b.H., Innsbruck, über die Erschließung der Walchsee-Kössener Kohlenvorkommen vom 15. 7. 1947. – Nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1947.
- SRBIK, R.R. v.: Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. – Berichte naturw.-mediz. Verein Innsbruck, **41**, 1–279, Innsbruck (Univ.-Verlag Wagner) 1929.
- STACH, E., MACKOWSKY, M.-Th., TEICHMÜLLER, M., TAYLOR, G.H., CHANDRA, D., TEICHMÜLLER, R.: Stach's Textbook of Coal Petrology. – 535 S., Berlin – Stuttgart (Gebrüder Borntraeger) 1982.
- STACHE, G.: Über die Steinkohlenformation der Centralalpen. – Verh. k.k. Geol. R.-A., 78–81, Wien 1872.
- STUR, D.: Geologie der Steiermark. – S. 155, Graz: Geognostisch-montanistischer Verein, Steiermark, Graz 1871.
- TEICHMÜLLER, M.: Zum petrographischen Aufbau und Werdegang der Weichbraunkohle (mit Berücksichtigung genetischen Fragen der Kohlenpetrographie). – Geol. Jb., **64** (1943/48), 429–488, Hannover 1950.
- TEICHMÜLLER, M.: Die Diagenese der kohligen Substanzen in den Gesteinen des Tertiärs und Mesozoikums des mittleren Oberrhein-Grabens. – Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, **27**, 19–49, 1979.
- TEICHMÜLLER, M.: Recent advances in coalification studies and their application to geology. – In: SCOTT, A.C. (Edit.): Coal and Coal-bearing Strata: Recent Advances. – Geological Society Special Publication No. **32**, 127–169, 1987.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – Bd. 1, 766 S., Wien (Franz Deuticke) 1977.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – 580 S., Wien (Verlag Franz Deuticke) 1976.
- TURNER, F.J.: Metamorphic petrology. – 403 S., New York (Mc Graw-Hill) 1968.
- TRINKER, J.: Das Vorkommen von Kohle in den älteren Formationen der Tiroleralpen. – Handschriftl. Bericht vom 24. September 1854, 9 S., nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1854.
- VALCOVIĆ, V.: Trace elements in coal. – Vol. I, II, CRC Press. Boca Raton, Florida 1983.
- VOGT, F.: Die Nöblacher Kohle. Untersuchungen über den chemischen Charakter des Kohlevorkommens am Nöblacher Joch (Tirol). – Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **92**, 117–125, Wien (Springer-Verlag) 1947.
- WARTMANN, R. & KNATZ, H.: Petrographische Untersuchungen an Kohlen- und Sandsteinproben aus dem „mittel“-permischen Grödner Sandstein der westlichen Dolomiten. – Unveröff. Bericht, 8 S., Archiv Bergbauforschung G.m.b.H., Essen 1977.
- WEBER, L. & WEISS, A.: Bergaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **4**, 1–317, Wien 1983.
- WENGER, J.: Berechnung der Förderleistung und des Gestehungspreises für die Kohle aus dem Revier Weidach – Kössen. – Nicht veröff. Gutachten, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1947.

- WINKLER, H.G.F.: Die Genese der metamorphen Gesteine. – 237 S., Berlin – Heidelberg – New York (Springer-Verlag) 1967.
- WINKLER, H.G.F.: Petrogenesis of Metamorphic Rocks. – 348 S., New York – Heidelberg – Berlin (Springer-Verlag) 1979.
- WOPFNER, H., GRIESECKE, S., KOCH, H. & FELS, J.: New aspects on metal deposits of the Groeden Sandstone, South Tyrol, (Italy). – Mineral Deposits of the Alps and the Alpine Epoch in Europe (Ed.: H.J. SCHNEIDER), 60–69, Berlin (Springer-Verlag) 1983.
- WURZINGER, H.: Profil Obernbergtal – Eggerberg – Gschnitztal NW-SO. – Nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1935.
- WURZINGER, H.: Lageplan Gewerkschaft Friedrich, Steinach am Brenner, 1 : 1.000. – Nicht veröffentlicht, Archiv Berghauptmannschaft Innsbruck 1941.
- ZAILER, V.: Die diluvialen Torf-(Kohlen)lager im Talkessel von Hopfgarten, Tirol. – Z. f. Moorkultur und Torfverwertung, 267–281, Wien (Verlag Wilhelm Frick) 1910.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 25. Februar 1991.