

Mitt. österr. geol. Ges.	80 1987	S. 1-45 7 Abb., 10 Tab., 2 Taf.	Wien, Dezember 1987
--------------------------	------------	------------------------------------	---------------------

## Fazies und Inkohlung mesozoischer Kohlen der Alpen Ostösterreichs

Von Reinhard F. Sachsenhofer<sup>1)</sup>

Mit 7 Abbildungen, 10 Tabellen und 2 Tafeln

### Zusammenfassung

Triadische Lunzer Kohlen der Kalkalpen, liassische Grestener Kohlen der Klippenzone und Gosau-Kohlen der kalk- bzw. zentralalpinen Oberkreide wurden hinsichtlich Fazies und Inkohlung untersucht.

Die Lunzer Kohlen sind vitrinitreich, der Liptinitgehalt beträgt ca. 5%. Charakteristisches Liptinitmaceral ist Cutinit. Inertinite fehlen meist. Neben Tonmineralen und Pyrit ist Siderit ein typischer Aschenbildner. Ein subaquatisches Ablagerungsmilieu wird angenommen. Der Inkohlungsgrad der Lunzer Kohlen nimmt in den Kalkvorpalpen östlich der Enns von Osten (Gaskohle) gegen Westen (Glanzbraunkohle) ab. Der Inkohlungsgrad ändert sich an Deckengrenzen sprunghaft. Die Inkohlung wird deshalb und wegen der Deformationsbilder als prätektonisch erkannt. Die unterschiedliche Inkohlung kann vielleicht mit lokal unterschiedlichem Wärmefluß während der Krustenausdünnung im Malm und der tiefen Kreide erklärt werden.

Liptinitreichen Grestener Kohlen des Westens der Klippenzone stehen inertinitreiche aus deren Mittelteil gegenüber. Der Bildungsraum der liptinitreichen Kohlen wird als stagnierendes, sauerstoffarmes Gewässer, der der inertinitreichen als häufig trockenfallendes Moor einer Flußebene gedeutet. Der Inkohlungsgrad der Grestener Kohlen reicht vom Glanzbraunkohlen- zum Gaskohlenstadium. Die westlichen Kohlen sind geringer inkohlt als die östlichen. Mögliche Gründe dafür und das Alter der Inkohlung werden diskutiert.

Während der Gosau kam es zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Milieus zur Kohlenbildung. Im Coniac-Santon wurden subaquatisch bitumenreiche Kohlen mit Gagat gebildet. Im Campan kam es in Sümpfen zu autochthoner Kohlenbildung. Die Gosau-Kohlen der östlichen Kalkalpen sind Glanzbraunkohlen. Am relativ höchsten inkohlt sind die Kohlen der Grünbach-Neue Welt-Mulde. Der chemische Teil der Inkohlung dieser Mulde ist prätektonisch, d. h. älter als Obereozän. Die Inkohlung der zentralalpinen Gosau-Vorkommen (Gasflammkohlen) übertrifft die der kalkalpinen deutlich.

<sup>1)</sup> Adresse des Verfassers: Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben, Österreich

## Summary

Triassic Lunzer and Upper Cretaceous Gosau coals from the eastern part of the Northern Calcareous Alps and Jurassic Gresten coals from the eastern Ultrahelvetikum in Austria were investigated.

Lunzer coals are thought to be of subaquatic origin. Their rank ranges from sub-bituminous to medium volatile bituminous stage. Coalification is essentially pre-tectonic. Probably locally different geothermal gradients in Upper Jurassic- and Lower Cretaceous times are the reasons for the different coal rank.

Gresten coals from the eastern Ultrahelvetikum are considered to have been formed in a rather dry fluvial environment, whereas coals some 20 km west were deposited in sapropelitic environment. Coal rank reaches from sub-bituminous to high volatile bituminous stage. The age of coalification is Upper Eocene to Miocene.

The formerly important Gosau deposit of Grünbach was formed in a deltaic environment. Some minor occurrences of jet developed in sapropelic milieu. Gosau coals from the Northern Calcareous Alps are sub-bituminous A and high volatile bituminous C coals. Coalification of the coal deposit near Grünbach, which was deformed to a deep syncline after the Eocene, is pre-tectonic.

## Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung	3
2. Methodik	3
3. Probenmaterial	4
4. Lunzer Kohlen	7
4. 1. Geologie der Lunzer Schichten	7
4. 2. Die Kohle	8
4. 2. 1. Untersuchte Vorkommen	8
4. 2. 2. Megaskopie	8
4. 2. 3. Mikroskopie	8
4. 2. 4. Inkohlung	14
4. 3. Diskussion der Ergebnisse	20
4. 3. 1. Moorfazies	20
4. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes	20
5. Grestener Kohlen	22
5. 1. Geologie der Grestener Schichten	22
5. 2. Die Kohle	23
5. 2. 1. Untersuchte Vorkommen	23
5. 2. 2. Megaskopie	23
5. 2. 3. Mikroskopie	25
5. 2. 4. Inkohlung	27
5. 3. Diskussion der Ergebnisse	27
5. 3. 1. Moorfazies	27
5. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes	28
6. Gosau-Kohlen	29
6. 1. Geologie der Gosau-Schichten	29
6. 2. Die Kohle	30
6. 2. 1. Untersuchte Vorkommen	30
6. 2. 2. Megaskopie	32
6. 2. 3. Mikroskopie	32

6. 2. 4. Inkohlung .....	35
6. 3. Diskussion der Ergebnisse .....	37
6. 3. 1. Moorfazies .....	37
6. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes .....	37
7. Literatur .....	38

## 1. Einleitung und Problemstellung

Im Mesozoikum der Alpen Ostösterreichs treten kohlenführende Schichten, die einst Ziel eines regen Bergbaus waren, in drei stratigraphischen Niveaus zu Tage. Es sind dies die karnischen Lunzer Schichten der Nördlichen Kalkalpen, die liassischen Grestener Schichten der Klippenzone sowie die senonen Gosau-Schichten.

Zusammenfassende Studien über die Geologie der Lagerstätten stammen von M. V. LIPOLD (1865), J. & H. HABERFELNER (1902), dem Komitee des allgemeinen Bergmannstages (1903), J. GRIMMER (1914) und W. PETRASCHECK (1926/29). W. NEUBAUER (1949a) schilderte die kohlengeologischen Verhältnisse im Raum Schrambach-Lilienfeld. Kohlenpetrographische Untersuchungen standen bisher, mit Ausnahme einer Arbeit von W. NEUBAUER (1949b), der einige Lunzer Kohlen mit dem Auflichtmikroskop untersucht hat, noch aus.

In vielen der oben zitierten Arbeiten werden Analysen und Beobachtungen angeführt, die auf unterschiedliche Inkohlung der Lunzer, aber auch der Grestener und Gosau-Kohlen hinweisen. Nichtsdestotrotz gelten die Lunzer Kohlen in der Literatur als Fettkohlen, die Grestener Kohlen als Gaskohlen, die Gosau-Kohlen als Flammkohlen (W. E. PETRASCHECK & W. POHL, 1982, Abb. 157). Eine detaillierte Untersuchung ihres Inkohlungsgrades schien daher angebracht.

Obleich die alpinen mesozoischen Kohlen zur Zeit ohne jede wirtschaftliche Bedeutung sind, ist ihre Untersuchung von mehrfachem Interesse:

- Die petrographische Zusammensetzung der Kohle hängt von der Ökologie des Bildungsraumes, dem Klima, der Pflanzengemeinschaft und dem Inkohlungsgrad ab. Es kann daher aus der petrographischen Zusammensetzung unter Berücksichtigung des Inkohlungsgrades auf die Moorfazies rückgeschlossen werden (M. TEICHMÜLLER, 1962).
- Die räumliche Erfassung des Inkohlungsgrades trägt zum Verständnis der zeitlichen Beziehung von thermischen und tektonischen Ereignissen bei.
- An die Bestimmung des Inkohlungsgrades und der Versenkungsgeschichte können paläogeothermische Überlegungen geknüpft werden.
- Die Reife des im Sediment enthaltenen organischen Materials ist ein ausgezeichneter Diagenesemaßstab (M. & R. TEICHMÜLLER, 1967). Mit der Inkohlung wird daher die Diagenese der kohlenführenden Schichten bestimmt.

## 2. Methodik

Die kohlenpetrographischen Untersuchungen wurden an Anschliffen bei 320facher Vergrößerung durchgeführt. An allen Schliffen wurden die Maceralgruppen Vitrinit, Inertinit und Liptinit quantitativ erfaßt. Außerdem wurden an Grestener und Gosau-Kohlen die Mikrolithotypen analysiert.

Der Inkohlungsgrad der Kohlen wurde mittels Vitritreflexion und Immediatanalysen bestimmt. Der Inkohlungsgrad einiger Proben wurde mit spektraler Fluoreszenzanalyse an Liptiniten überprüft. Die Inkohlung dreier Lokalitäten wurde aus veröffentlichten Analysen abgeschätzt.

#### Vitritreflexion

Die Vitritreflexion wurde an Körneranschliffen mit dem Mikroskop MPV-2 unter Verwendung eines 50fach vergrößernden Ölimmersionsobjektivs bei einer Wellenlänge von 546 nm gemessen. Je Schliff wurden zwischen 50 und 100 Messungen ausgeführt und das mittlere Reflexionsvermögen ( $R_m$ ) errechnet. Die Beziehung der Vitritreflexion zu den verschiedenen Inkohlungsstufen gemäß DIN und ASTM Norm und einigen weiteren Inkohlungsparametern zeigt Tab. 1.

#### Immediatanalyse

Von den Kohlen der meisten Lokalitäten (Voraussetzung: mindestens 6 g Probe) wurden Immediatanalysen gemäß DIN 51 718 – 51 720 durchgeführt. Die hygroskopische Feuchtigkeit erwies sich als ausgezeichneter Inkohlungsmaßstab, der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen besitzt infolge der unterschiedlichen Maceragehalte der Kohlen und der 10 Gew.-% zumeist deutlich überschreitenden Aschengehalte geringe Aussagekraft und wird nur der Vollständigkeit halber angeführt. Der bei der Bestimmung der flüchtigen Bestandteile anfallende Verkokungsrückstand gibt Auskunft über das Backverhalten der Kohlen.

#### Spektrale Fluoreszenzanalyse

Die Liptinitfluoreszenzspektren von 6 Proben wurden freundlicherweise von H. W. HAGEMANN (Lehrstuhl für Geologie, Geochemie und Lagerstätten des Erdöls und der Kohle; TH Aachen; Vorstand: Prof. M. WOLF) vermessen. Als Inkohlungsparameter fanden der Rot/Grün Quotient Q und  $\lambda_{max}$  Verwendung. Aus diesen Werten läßt sich die Vitritreflexion abschätzen.

#### Veröffentlichte Analysen (kalorische Werte)

M. V. LIPOLD (1865) führte kalorische Werte von Lunzer und Grestener Kohlen verschiedener Lokalitäten an. Die kalorischen Werte werden in Wärmeinheiten (WE) angegeben. Obwohl M. V. LIPOLD zudem angibt, wieviele Zentner der jeweiligen Kohle einem Klafter 30zölligen weichen Holzes äquivalent sind, konnte der Umrechnungsfaktor in kJ/kg nicht in Erfahrung gebracht werden. Ungeachtet der Einheit korrelieren die auf aschenfreien Zustand gerechneten kalorischen Werte hervorragend mit den vom Verfasser bestimmten Inkohlungsparametern (Abb. 1). Die Grestener Kohlen besitzen bei gleichem Inkohlungsgrad einen höheren kalorischen Wert als die Lunzer Kohlen. Der Grund dafür ist unbekannt. Die Korrelation kann zur Abschätzung der Inkohlungsparameter von Kohlen benutzt werden, von denen nur der kalorische Wert (af) bekannt ist. Abb. 1 zeigt dies am Beispiel von Lunzer Kohlen der Bergbaue Krumpmühl, Zürner und Ofenberg.

### 3. Probenmaterial

Da der letzte alpine Kohlenbergbau vor mehr als 20 Jahren heimgesagt wurde (Höflein, 1966) standen dem Verfasser keine frischen Kohlenproben zur Verfügung. Die Untersuchungen stützen sich daher vornehmlich auf Kohlenproben von Bergwerkshalden, daneben wurden Sammlungs- und Ausbläskohlen untersucht. Wegen der raschen Verwitterung der Kohlen bestanden Bedenken bezüglich der Eignung von Haldenkohlen zur Inkohlungsgradbestimmung. Tatsächlich zeigt keine der untersuchten Haldenkohlen im Mikrobild erkennbare Verwitterungserscheinungen. Die Verwitterung kann daher bei keiner Probe weit fortgeschritten sein. Da das Reflexionsvermögen auf mäßige Verwitterung unempfindlich reagiert (D. CHANDRA in E. STACH et al., 1982; D. L. MARCHIONI, 1983) ist mit keiner Verfälschung der Reflexionswerte zu rechnen. Dies wird überdies durch Folgendes untermauert:

- Reflexionswerte und Ergebnisse von Immediatanalysen an Halden- und Sammlungskohlen der gleichen Lokalität sind ident.

Tab. 1: Die Inkohlungsstufen gemäß DIN und ASTM Norm und ihre Unterscheidung auf Grund chemischer und physikalischer Kholeigenschaften (aus M. Teichmüller et al., 1979).

Inkohlungsgrad		Refl. Rm	Flücht. Best. waf %	Kohlenstoff waf im V	Wasserstoff waf i t r i t	Wasser	Brennwert Btu/lb (kcal/kg) af
Deutschland	USA						
Torf	peat	0,2	68				
			64	ca. 60		ca. 75	
Weich-	lignite	0,3	60			ca. 35	7200 (4000)
Matt-			56				
	sub-bit.						
		C	0,4	52			
		B		48	ca. 71	ca. 5,5	ca. 25
Glanz-	A						
		C	0,5	44	ca. 77	ca. 5,5	ca. 8-10
Flamm-	B	0,7	40				
Gasflamm-	A	0,8	36				
		high vol. bituminous	1,0	32			
Gas-	medium volatile bituminous	1,2	28	ca. 87	ca. 5,5		15500 (8650)
			1,4	24			
Fett-	low volatile bituminous	1,8	20				
			1,8	16			
Ess-	semi-anthracite	2,0	12				
Anthrazit	anthracite		8	ca. 91	ca. 4,0		15500 (8650)
	meta-anthr.						
			3,0	4	ca. 93,5	ca. 2,5	
			4,0				
Meta-Anthr.	meta-anthr.	5,0		ca. 96,5	ca. 2,0 ca. 0,8		

af = aschefrei, ashfree      waf = wasser-, aschefrei      d.a.f. = dry, ashfree

- Die vom Verfasser bestimmten Inkohlungsparameter korrelieren ausgezeichnet mit publizierten Analysen (Abb. 1).
- Gute Übereinstimmung von gemessenen und aus den Fluoreszenzspektren der – gegenüber Verwitterung äußerst resistenten – Liptinite abgeschätzten Reflexionswerten.

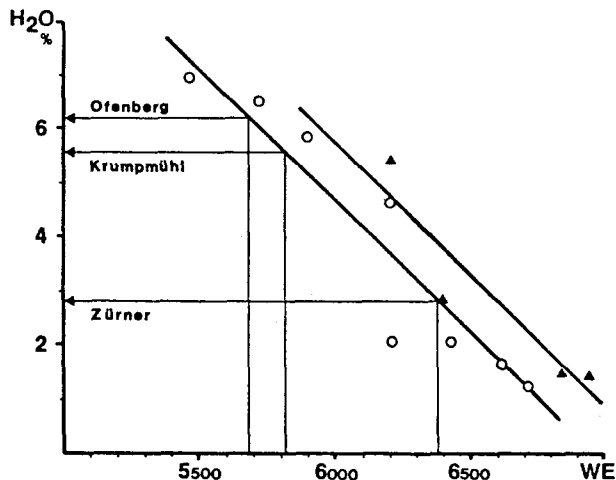
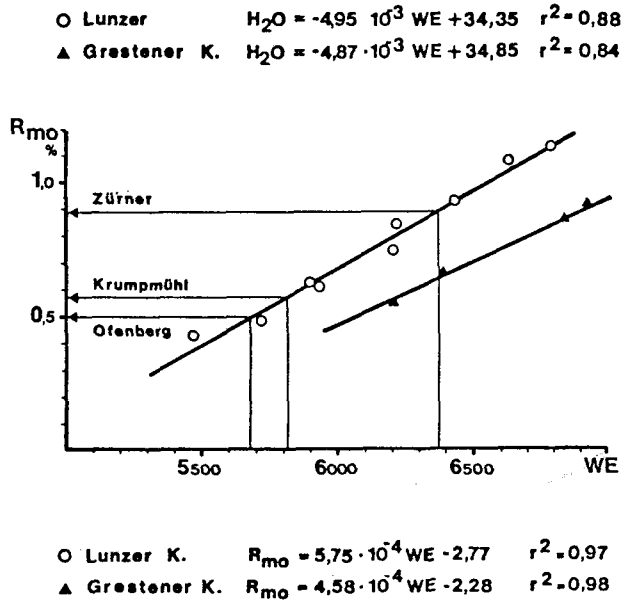


Abb. 1: Korrelation zwischen den von M. V. LIPOLD (1865) angeführten kalorischen Werten (af; WE) und der Vitritreflexion ( $R_m$ ) bzw. der hygroskopischen Feuchtigkeit ( $H_2O$ ). Erläuterungen im Text.

## 4. Lunzer Kohlen

### 4. 1. Geologie der Lunzer Schichten

#### 4. 1. 1. Geologische Position

Kohlenführende Lunzer Schichten der Trias erstrecken sich in den Kalkalpen zwischen dem Alpenostrand und Molln in Oberösterreich. Das Hauptverbreitungsgebiet befindet sich östlich der Enns in den Niederösterreichischen Kalkvoralpen. Im Lunzer Faziesraum lagern sie dem Reiflinger Kalk auf, im Hangenden werden sie von Opponitzer Schichten (Kalke, Dolomite, Rauhwacken) bedeckt.

Kohlenführende Lunzer Schichten sind östlich der Enns am Aufbau folgender tektonischer Einheiten beteiligt:

liegend

Lunzer Decke

Sulzbach-Decke und Reiflinger Scholle

Reisalpen-Decke

Peilstein-Decke

hangend

#### 4. 1. 2. Lithologie

Unter dem Begriff „Lunzer Schichten“ werden folgende Einheiten zusammengefaßt:

hangend

Lunzer Sandstein (Feinsandsteine und Schiefertone)

Reingrabener Schiefer (Ton- bis Mergelschiefer)

Trachyceras-Schichten (gut geschichtete Kalke)

liegend

Die Mächtigkeit der gesamten Abfolge beträgt im Lunzer Faziesraum ca. 350 m.

Der flözführende Lunzer Sandstein wird untergliedert in:

hangend

Lunzer Hangendsandstein (Mächtigkeit: wenige Meter bis Zehner Meter)

Lunzer Schiefertonskomplex (Mächtigkeit: bis 50 m)

Lunzer Hauptsandstein (Mächtigkeit: 30–50 m und mehr)

liegend

Der Lunzer Schiefertonskomplex wird von schiefrigen Sandsteinen mit Sphaerosideriten sowie Tonschiefern mit bis zu 20 Kohlenbändern aufgebaut (M. BEHRENS, 1973). Eine reichhaltige Fauna belegt brackisches Ablagerungsmilieu (A. TOLLMANN, 1985).

Die Mächtigkeit der Flöze schwankt primär und tektonisch von 0 m bis 7 m. Nach W. PETRASCHECK (1926/29) mag die ursprüngliche Mächtigkeit der am besten entwickelten Flöze 0,3 m bis 0,5 m betragen haben. Infolge der alpidischen Tektonik sind die Flöze häufig verdrückt und viele Kohlen mylonitisiert (W. E. PETRASCHECK, 1935, 1937). Verknüpfungen der Kohle mit dem Nebengestein erhöhen den bereits primär hohen Aschengehalt. Die Flöze spalten häufig in einzelne Trümmer auf. Aus dem Hangenden der Flöze wurde die vielfältige „Lunzer Flora“ beschrieben (Lit. vgl. E. HOFMANN, 1953; E. THENIUS, 1983).

## 4. 2. Die Kohle

### 4. 2. 1. Untersuchte Vorkommen

Über die geographische und tektonische Position der untersuchten Kohlenvorkommen informieren Abb. 2 und Tab. 2. Besonders eng beprobt wurden die traditionsreichen Bergbaugebiete Schrambach–Lilienfeld, Kirchberg und Lunz. Nicht durch Proben belegt ist der nördliche Teil der Lunzer Decke in der Umgebung von Opponitz. Aus diesem Bereich liegen allerdings Analysen, veröffentlicht von M. V. LIPOLD (1865), vor, die zur Abschätzung des Inkohlungsgrades verwendet wurden.

### 4. 2. 2. Megaskopie

Die anstehende Lunzer Kohle ist immer erdig, mulmig. Die frische Kohle zerfällt in maximal nußgroße Stücke. Sie wird von zahlreichen Harnischen durchzogen. Zumeist bricht sie schuppig, seltener blättrig. Scheinbar kompakte Kohle erweist sich immer als Kohlschiefer. Die Kohle ist im allgemeinen schwarz glänzend, das Kohlenpulver der Kohlen westlicher Reviere zum Teil braun. Manche Haldenkohlen zeigen Sulfat- und Nitratbeläge.

### 4. 2. 3. Mikroskopie

Die Zusammensetzung der Lunzer Kohlen nach Maceralgruppen ist aus Tab. 3 zu entnehmen.

Die Lunzer Kohlen bestehen überwiegend aus Vitrinit. Der Inertinitgehalt überschreitet selten 1 Vol.-%. Der Liptinitgehalt schwankt um 5 Vol.-%, in Ausnahmefällen überschreitet er 10 Vol.-%. Das dominierende Liptinitmaceral ist Cutinit, weshalb sein Anteil an den Liptiniten in Tab. 3 gesondert abgegeben wird.

Die Ausbildung des Vitrinites der Lunzer Kohlen variiert regional. Vitrinit der Kohlen der Umgebung von Lilienfeld ist weitgehend strukturlos. An den Vitriniten der westlichen Reviere sind dagegen zahlreiche Details zu erkennen. Vitrodetrinit und Telinit bauen den Vitrinit dieser Kohlen in wechselnder Zusammensetzung auf.

Hervorstechendes Merkmal der Lunzer Kohlen ist jedoch ihr Reichtum an dickwandigen Blatthäuten (Cutinit; Taf. 1, Fig. 1 u. 2). Cutinit der meisten Probenahmepunkte erscheint im Auflicht deutlich dunkler als Vitrinit. Das Reflexionsvermögen des Cutinites der Kohlen zwischen Kleinzell und Lilienfeld ist der Vitrinitreflexion allerdings weitgehend angeglichen.

Das von den Blatthäuten umschlossene Blattgewebe ist in der Regel reich an fossilen Blattölen und Harzen (Resinit).

Neben Cutinit und Resinit tritt Sporinit volumsmäßig zurück. Er kann aber in einzelnen Kohlenlagen gehäuft auftreten. In der Kohle aus Prinzbach beträgt sein Anteil an der Gesamtkohle immerhin 3 Vol.-%. Sporinit tritt nur als Mikrosporinit auf. Als weiteres Liptinitmaceral ist Liptodetrinit zu erwähnen. Ein Teil davon ist vermutlich zerkleinerter Cutinit. Exsudatinit konnte in einer einzigen Kohle beobachtet werden, dagegen scheint das während der Inkohlung frei werdende Bitumen in mehreren Kohlen der Umgebung von Lilienfeld von Vitrinit aufgenommen





Tab. 2: Untersuchte Lunzer Kohlen.

Proben-Nr.	Probenbezeichnung	Probenart	ÖK-Blatt 1:50.000	Koordinaten	Geographische Lage der Kohlenfundplätze
<b>L U N Z E R   D E C K E</b>					
<u>Ostteil</u>					
1	Kleinzell	H	74, Hohenberg	15°43,6' / 47°58,5'	Kleine Halde oberhalb d. Siedlung "Fünfhaus", ca. 750 m W' d. Ortszentrums.
2	Hallbachtal	A	56, St. Pölten	15°43,2' / 48°01,4'	Ausbiß am Fuß d. westl. Böschung d. Landesstr. 133; 1 km S "Haxenmühle".
3	Benz'scher Bau	H	56, St. Pölten	15°40,6' / 48°01,1'	Bergbau im ob. Wobachtal, W' "Ecker".
4	Wobachtal	A	56, St. Pölten	15°40,7' / 48°01,2'	Ausbiß bei Str.-gabel, 100 m N' "Ecker".
5	Wiesenbachtal	H	56, St. Pölten	15°38,9' / 48°00,3'	Halde am S'Gehänge d. Steigengr., 350 m E' Wiesenbachtal.
6	- Hohenstein Schuppe Meierhofstollen	H	56, St. Pölten	15°36,0' / 48°00,4'	Halde 200 m N' Talgabel (Hölltal, Falltal), E' der Str.
7	Rudolfistollen	H	56, St. Pölten	15°35,5' / 48°00,2'	Halde an linker Seite d. Stilletales, ca. 1 km S' Lilienfeld.
8	Annastollen	H	55, Obergrafend.	15°34,6' / 48°00,1'	Halde E' Bhf. Schrambach.
9	Neukarolus	H	73, Türnitz	15°33,8' / 47°59,7'	Halde am rechten Ufer d. Zöggersbaches, ca. 750 m W' d. Traisentalles.
10	Mittreck	H	73, Türnitz	15°27,3' / 47°58,4'	Halde W' "Roßalmühle" am linken Gehänge d. Doppelgrabens.
11	Korngrub	H	73, Türnitz	15°25,0' / 47°57,7'	Bergbau i. obersten Loichgr., ca. 500 m E' "Korngrub" u. 750 m N' "Loichcheck".
12	Unterbuchberg	H	73, Türnitz	15°17,7' / 47°56,2'	Halde ca. 100 m SW' d. Haltest. "Unterbuchberg" d. Mariazeller Bahn; unmittelbar E' d. Str.-kehre zum "Frühauf".
13	- Hammerlmühl Schuppe Stangentalst.	H	55, Obergrafend.	15°34,4' / 48°00,9'	Halde an rechter Seite d. Stangentales, 500 m NNW' d. Traisentalles.
14	Bissiger Hund	H	55, Obergrafend.	15°33,1' / 48°00,6'	Halde 300 m S' "Schwarzengrabner".
15	Margrabensattel	A	55, Obergrafend.	15°32,4' / 48°00,9'	Kohlenausbiß an d. südl. Böschung d. neuen Margrabenstr. im Bereich d. Margrabensattels (gegenüber Kapelle).
16	Lindenberg	S	55, Obergrafend.	15°31,8' / 48°00,8'	Schurfstollen W' d. Margrabensattels, wenige 100 m E' "Hauseck", SH: 680 m.
17	Wenigsthof	H	55, Obergrafend.	15°30,0' / 48°00,5'	Zahlreiche Halden am westl. Gehänge d. Pichlgrabens, knapp N' "Pichl".

18	Prinzbach	S	73, Türnitz	15°28,3' / 47°59,8'	400 m E' "Prinzbach" an nördl. u. südl. Talflanke je ein Stollen.
19	Schindeleck	H	55, Obergrafend.	15°26,4' / 48°00,0'	Bergbau 50 m S' "Kl. Schindeleck";
20	Rehgraben	H	55, Obergrafend.	15°25,5' / 48°00,2'	Halden eines ehem. ausgedehnten Bergbaus zw. "Brandstatt" u. "Kirchner".
21	Loichgraben	H	73, Türnitz	15°24,9' / 47°58,7'	Halde d. Elisabethstollens am linken Talgehänge gegenüber d. Übelbachgraben.
22	Guttenhofgegend	H	73, Türnitz	15°22,6' / 47°57,5'	Halde am rechten Pielachufer, auf Höhe d. Str.-brücke zum "Schweinsberg".
23	- Loicher Schuppe Loich	H	73, Türnitz	15°24,5' / 47°59,4'	Kl. Halde an rechter Talseite d. Loichgr., ca. 100 m N' Talenge, 750 m SSE' Ortszentrum.
24	Oberklaus	H	72, Mariazell	15°15,1' / 47°57,1'	Bergbau 400 m SE' "Oberklaus", Stollenmundloch NE', Halde SW'd. Mariazellerstr.
25	- Schlagerboden Schuppe Kögerl	H	72, Mariazell	15°14,6' / 47°57,9'	Zahlreiche Halden im obersten Kniebichtal NE' "Kögerl".
<u>Westteil</u>					
26	Bichlweber	H	72, Mariazell	15°05,4' / 47°54,7'	Halde 100 m NW' "Bichlweber".
27	Polzberg	H	72, Mariazell	15°05,4' / 47°54,1'	Halde 3 km S' Gaming, ggb. "Unter Leiten"; 20 m W' Rastplatz "Polzbergmühle".
28	Gaming	S/H	71, Ybbsitz	15°04,8' / 47°55,0'	Ausgedehntes Bergbauggebiet in d. "Mitterau" S' Gaming.
29	Zürner	L/A	71, Ybbsitz	15°02,7' / 47°55,0'	Kohlenausbiß am rechten Gehänge d. obersten kl. Erlauftales, SH.: 820 m.
30	Kogelsbach Kamillast.	H	71, Ybbsitz	14°55,5' / 47°50,0'	Halde b. "Zettellehen" S' Kogelsbach.
31	Moosau	H	71, Ybbsitz	14°51,6' / 47°48,9'	Bergbau S' Moosau, 700 m NNE' "Enterreingrub".
32	Gugerlueg	H	70, Waidhofen	14°48,6' / 47°47,9'	Halde 200 m NW' "Gugerlueg".
33	Kleinkoth	H	70, Waidhofen	14°46,8' / 47°47,3'	Halde im Graben 200 m W' "Kleinkoth".
34	Großkoth	H	70, Waidhofen	14°46,3' / 47°47,1'	Stollenmundloch an rechter Flanke d. Großkothgrabens 150 m W' "Kanzelerb".
35	Schneibb	H	70, Waidhofen	14°45,0' / 47°47,0'	Größeres Bergbauggebiet S' Hollenstein im Klausbachtal W' "Schneibb".
36	Krumpmühl	L	71, Ybbsitz	14°56,7' / 47°55,8'	Gottfriedstollen ca. 1 km N' d. "Krumpmühle" im Tal d. Schwarzen Ois.
37	Ofenberg	L	70, Waidhofen	14°48,8' / 47°54,8'	Schurfstollen 110 m E' "Narzberger".
38	Seeberg	L	70, Waidhofen ca.	14°47,0' / 47°54,1'	Halde konnte nicht gefunden werden.
39	Weyer	H	70, Waidhofen	14°41,2' / 47°51,4'	Kl. Bergbau am Ausgang d. Mühleintales.
40	Lindau	H	70, Waidhofen	14°41,0' / 47°53,9'	Stollenmundloch b. "h" v. Lindaubach d. ÖK 70, Waidhofen.

Tab. 2 (Fortsetzung)

Proben-Nr.	Probenzeichnung	Probenart	ÖK-Blatt 1:50.000	Koordinaten	Geographische Lage der Kohlenfundplätze
<b>S U L Z B A C H - D E C K E</b>					
41	Schmelz	H	73, Türrnitz	15°21,5' / 47°51,4'	Halde ca. 200 m SSE' "Kotenau".
42	Gösing	H	72, Mariazell	15°18,2' / 47°52,9'	Halde 50 m W' d. Mariazeller Bahn b. Bahn-km. 68,7, W' "Wasserlochhäusl".
43	Lunzer See	A	71, Ybbsitz	15°03,6' / 47°51,6'	Ausbiß zw. "Lunzer See" u. "Rechberg".
44	Holzapfel	H	71, Ybbsitz	15°00,6' / 47°52,5'	Halde 100 m W' d. Haltestelle "Holzapfel" d. Ybbstalbahn.
45	Pramelreith	S	71, Ybbsitz	15°00,4' / 47°52,3'	Bergbau am E'Abhang d. "Pramelr. Ecks".
46	Pöllentreith	S	71, Ybbsitz	15°00,6' / 47°51,8'	Mehrere Stollen S', W' und N' Pöllentr.
47	Seekopf	H	71, Ybbsitz	15°01,2' / 47°50,5'	Halden an linker Flanke im Tal SW "Seekopf" auf Höhe "Prettereck".
48	Kogelsbach Elisenbau	H	71, Ybbsitz	14°55,8' / 47°50,4'	Halde E' Kogelsbach b. "Schallhald".
49	Steinbachmauer	H	71, Ybbsitz	14°54,1' / 47°46,7'	Halde 100 m oberhalb Bahnhof Göstling.
50	Kohlgrub	H	71, Ybbsitz	14°54,1' / 47°46,7'	Kl. Halde an linker Bodingbachseite, ca. 500 m vor dessen Mündung in d. Göstling.
51	Großegg	H	71, Ybbsitz	14°52,0' / 47°45,5'	Kl. Halde am Waldrand NE' "Großegg".
<b>R E I F L I N G E R S C H O L L E</b>					
52	Saggraben	H	100, Hief lau	14°46,2' / 47°41,5'	Stollenmundloch SW' (20 m oberh.) Forststr. durch d. Saggraben.
53	Tiefengraben	H	100, Hief lau	14°44,3' / 47°40,6'	Kl. Halden u. Pingen b. "Tiefengraben".
53a	Großreifling	H/S	100, Hief lau	14°42,0' / 47°39,9'	Halde 200 m W' "Scheiblinghof".
<b>R E I S A L P E N - D E C K E</b>					
54	Sulzbeck	H	74, Hohenberg	15°49,3' / 47°59,5'	Halde b. "Unter-Sulzbeck" im Raumsautal.
55	Türrnitz	S	73, Türrnitz	15°27,2' / 47°55,9'	Schurfbau 80 - 100 m oberh. "Gamsenhof".
<b>P E I L S T E I N - D E C K E</b>					
56	Zobel	H	58, Baden	16°05,2' / 48°01,2'	Halden 500 m E' "Fischer" und 400 m N' "Hacker am Rain".
57	Weißbach	H	75, Puchberg	16°03,0' / 47°59,2'	Halde zw. "Weißbach" und "Fahrafeld" am Ausgang d. "Neuhauser Grabens".
H	Haldenkohle	A	Ausbißkohle	S	Samlungskohle
					L Literaturdaten

Tab. 3: Petrographische Zusammensetzung der Lunzer Kohlen.

	Vitrinit Vol %	Inertinit Vol %	Liptinit Vol %	Anteil d.Cutinits am Liptinit Vol %	Asche Gew. %
<b>Lunzer Decke</b>					
1 Kleinzell	95	3	2	50	28,8
2 Hallbachtal	99	0	2	n.b.	35,5
2 Wobachtal	94	0	6	50	22,7
6 Meierhofstollen	96	1	3	100	27,1
8 Annastollen	93	3	4	80	6,0
9 Neukarolusstollen	91	0	9	80	41,3
10 Mittereck	94	0	6	50	13,8
11 Korngrub	90	3	7	50	11,3
12 Unterbuchberg	90	1	9	77	9,9
14 Bissiger Hundst.	90	0	10	n.b.	41,2
17 Wenigsthof	92	0	8	50	16,8
18 Prinzbach	96	0	4	0	10,1
19 Schindeleck	95	1	4	20	12,2
20 Rehgraben	91	0	9	42	15,3
21 Loichgraben	96	0	4	15	9,0
22 Guttenhofgegend	97	0	3	20	13,2
23 Loich	94	5	5	29	29,5
24 Oberklaus	90	0	10	45	27,2
25 Kögerl/St. Anton	96	0	4	15	12,7
26 Bichlweber	94	1	5	60	10,4
27 Polzberg	89	1	10	67	n.b.
28 Gaming Halde	96	2	2	100	7,3
28 Gaming	95	1	4	n.b.	6,3
28 "	78	2	20	75	16,2
28 "	96	0	4	n.b.	3,4
29 Zürner	96	0	4	50	16,9
30 Moosau	93	0	7	14	5,5
35 Schneibb	84	2	14	58	22,8
39 Weyer/Mühlelein	82	3	15	75	14,5
40 Lindau	91	0	9	25	39,0
<b>Sulzbach-Decke</b>					
41 Schmelz	87	0	13	29	37,4
42 Gösing	98	0	2	50	20,1
43 Lunzer See	98	0	2	n.b.	34,1
44 Holzapfel	88	0	12	57	9,4
45 Pramelreith	92	0	8	75	16,9
45 Pramelreith	98	0	2	50	8,1
46 Pöllenreith	100	0	0	0	12,4
49 Steinbachmauer	86	0	14	62	7,6
51 Großegg	82	3	15	70	13,0
<b>Reiflinger Scholle</b>					
52 Saggraben	90	0	10	0	39,4
53 Tiefengraben	93	0	7	43	32,0
<b>Reisalpen-Decke</b>					
54 Türnitz	99	0	1	0	29,1
<b>Peilstein-Decke</b>					
57 Weißenbach-F.	84	0	16	31	29,3

n.b. nicht bestimmt

men worden zu sein. Am deutlichsten wird dies an der Kohle des Lindenbergstollens, deren Vitrinit sich durch kräftige Fluoreszenz auszeichnet.

Inertinit fehlt den meisten Lunzer Kohlen. Geringmächtige Fusinitlagen charakterisieren die Kohle aus Gaming. Ansonsten tritt Inertinit als Inertodetrinit auf. Micrinit ist im allgemeinen selten.

Tonminerale sind die Hauptaschenbildner. Authigener Siderit ist in vielen Kohlen nachweisbar. Pyrit ist in den Kohlen allgegenwärtig. Zumeist bildet er Framboide, seltener idiomorphe Kristalle. Der Schwefelgehalt der Kohlen reicht daher bis 5%. Risse in der Kohle sind häufig mit Kalzit gefüllt.

Die Zusammensetzung der Lunzer Kohlen ist im gesamten Verbreitungsgebiet ungeachtet unterschiedlicher Flözmächtigkeiten und unterschiedlicher Inkohlung (siehe Kap. 4. 2. 4.) gleich.

Dem mikrotektonischen Gefüge der Lunzer Kohlen hat W. NEUBAUER (1949b) ein eigenes Kapitel gewidmet. Diesen Ausführungen ist nichts Neues hinzuzufügen. Er erkennt eine erste schwache, nicht plastische Deformation und mindestens zwei weitere, jüngere Verformungsphasen, die bis zur Mylonitisierung der Kohle führen konnten und weist darauf hin, daß die Bewegungsbahnen der ersten Deformationsphase verheilt sind, während die jüngeren Scherflächen, bzw. die Zwickel der Kohlenmylonite offen oder mit Karbonat gefüllt sind.

#### 4. 2. 4. Inkohlungsdaten

Wichtige Inkohlungsdaten der Lunzer Kohlen sind in Tab. 4 aufgelistet. Inkohlungskarten auf Basis der Vitrinitreflexion (Abb. 3) und der hygroskopischen Feuchtigkeit (Abb. 4) werden präsentiert. Abb. 5 gibt Auskunft über die Kokbarkeit der Kohlen.

Aus den Inkohlungskarten wird ersichtlich, daß die Linien gleicher Inkohlung an Deckengrenzen abgeschnitten werden. Folgende Beschreibung des Inkohlungsbildes erfolgt daher für jede tektonische Einheit getrennt.

Die Inkohlung der Lunzer Decke nimmt zwischen Kleinzell (Probe 1) im Osten und Weyer (39) im Westen vom Gas- zum Glanzbraunkohlenstadium ab. Im Raum Gaming (26–29) ist ein lokales Inkohlungshoch, im Raum Unterbuchberg (12) ein Inkohlungstief entwickelt. Die Schuppengrenzen im Ostteil der Lunzer Decke pausen sich im Inkohlungsbild nicht durch. Sowohl im Nordost- als auch im Nordwestteil der Lunzer Decke biegen die Linien gleicher Inkohlung aus der N-S- in W-E-Richtung um. Es muß aber betont werden, daß der Verlauf der Inkohlungslinien im Bereich der Probenpunkte 36–38 im Nordwesten der Lunzer Decke nicht auf vom Verfasser gemessenen Werten, sondern auf Literaturangaben (M. V. LIPOLD, 1865) beruht.

Die Inkohlung der Sulzbach-Decke zeigt den gleichen E-W-Trend wie die der Lunzer Decke. Die Bereiche geringer Inkohlung reichen in ersterer allerdings weiter gegen Osten. Die Kohle des Schmelz-Fensters (41) ist deutlich höher inkohlt (Gaskohle) als die übrigen Kohlen der Sulzbach-Decke (Glanzbraunkohlen und Flammkohlen).

Die östlichen Kohlen der Reiflinger Scholle sind wesentlich höher inkohlt (Gasflammkohlen) als die benachbarten Kohlen der Sulzbach-Decke. Innerhalb der

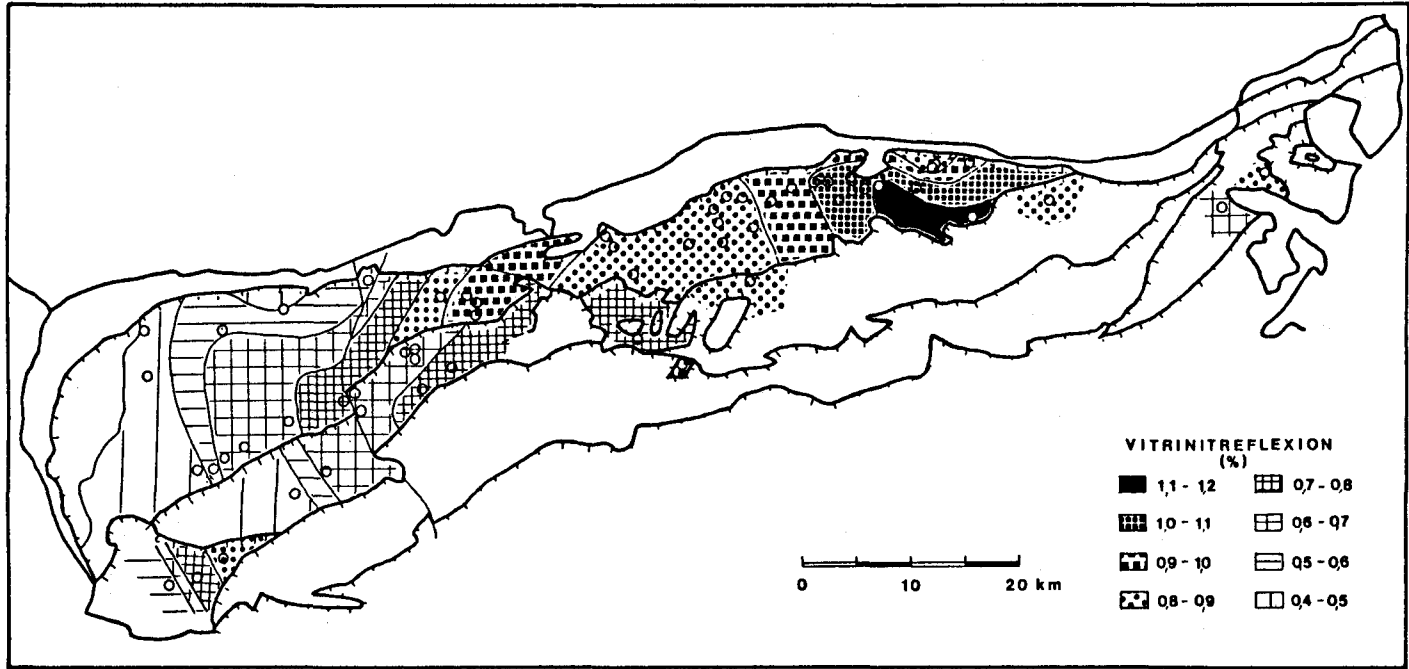


Abb. 3: Inkohlungskarte der Lunzer Schichten der östlichen Kalkvoralpen (Basis: Vitrinitreflexion).

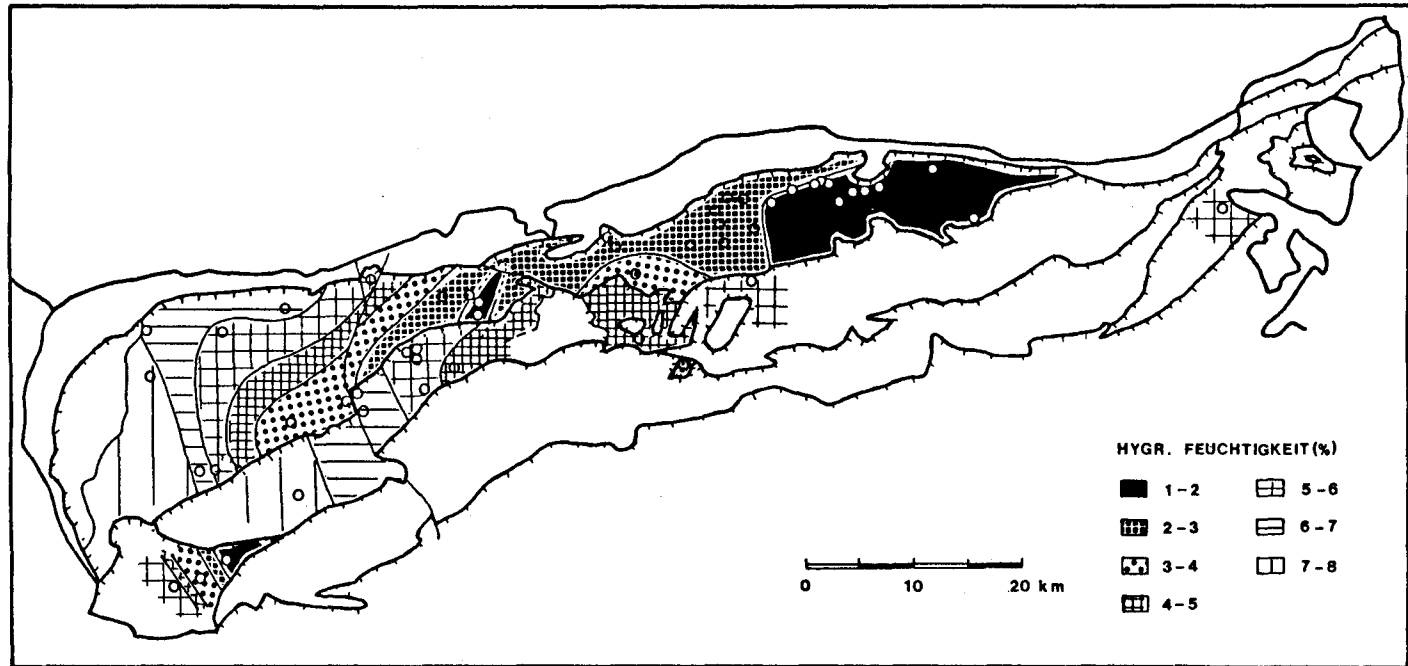


Abb. 4: Inkohlungskarte der Lunzer Schichten der östlichen Kalkvoralpen (Basis: hygroskopische Feuchtigkeit).



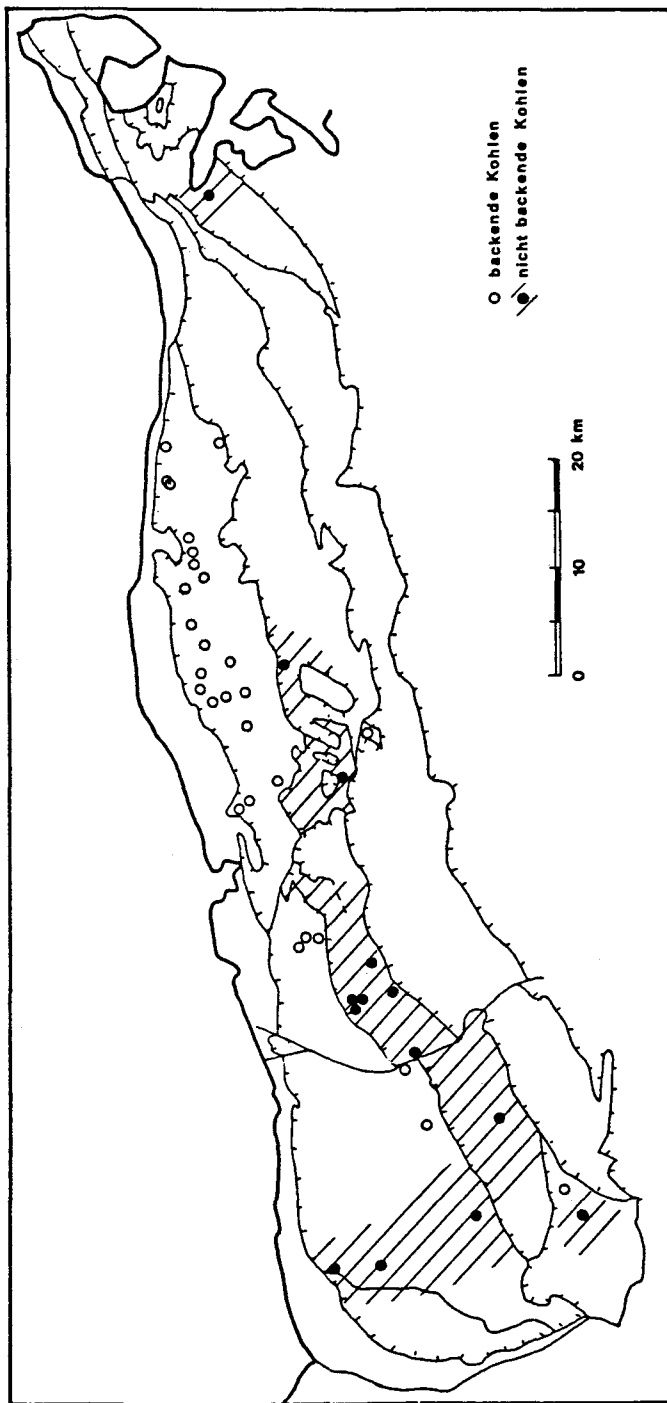


Abb. 5: Backverhalten der Lunzer Kohlen.

Tab. 4: Inkohlungsdaten der Lunzer Kohlen.

	Vitrinitreflexion			Immediatanalyse				Bemerkungen	
	R <sub>m</sub> %	n	s	H <sub>2</sub> O %	Asche %	VM % <sub>waf</sub>	Back- vermögen		
<u>Lunzer Decke</u>									
<b>Ostteil</b>									
1 Kleinzell	1,14	100	0,04	1,2	28,8	29,4	+	keine Liptinitfluoreszenz; WE: 6788 H <sub>2</sub> O infolge Verwitterung erhöht	
2 Hallbachtal	0,99	100	0,06	(6,2)	35,6	35,4	+		
3 Benz'scher Bau	0,88	50	0,04	1,4	22,7	37,1	+	H <sub>2</sub> O infolge Verwitterung erhöht	
4 Wobachtal	0,88	50	0,06	(9,8)	26,9	33,8	+		
5 Wiesenbachtal	1,02	50	0,06	---	---	---	+		
- Hohenstein Schuppe									
6 Meierhofstollen	1,13	50	0,05	1,1	27,1	29,8	+	keine Liptinitfluoreszenz keine Liptinitfluoreszenz; WE: 6618	
7 Adolfistollen	1,08	75	0,07	1,4	57,8	35,8	+		
8 Annastollen	1,07	51	0,05	1,6	6,0	30,1	+	" "	
9 Neukarolus	1,02	100	0,07	1,3	41,3	36,2	+	zweigipfeliges Reflektogramm R <sub>m</sub> infolge Bituminierung reduziert WE: 6432	
10 Mittereck	0,89	50	0,05	2,2	13,8	39,9	+		
11 Korngrub	0,86	50	0,07	2,6	11,3	37,5	+		
12 Unterbuchberg	0,81	50	0,06	3,9	9,9	37,4	+		
- Hammerlmühl Schuppe									
13 Stangentalstollen	0,97	75	0,06	---	---	---	+		
14 Bissiger Hund	0,91	70	0,04	2,0	41,2	38,6	+		
15 Margrabensattel	1,02	61	0,07	---	---	---	+		
16 Lindenberg	0,70	50	0,04	---	---	---	+		
17 Wenigsthof	0,91	50	0,04	2,0	16,8	36,1	+		
18 Prinzbach	0,92	80	0,04	1,8	10,1	35,6	+		
19 Schindeleck	0,89	50	0,05	2,1	12,2	38,0	+		
20 Rehgraben	0,84	50	0,05	2,0	15,3	41,0	+		
21 Loichgr./Elisabeth.	0,89	50	0,04	2,4	9,0	37,7	+		
22 Guttenhofgegend	0,89	56	0,06	2,8	13,2	36,8	+		
- Loicher Schuppe									
23 Loich	0,89	50	0,05	2,0	29,5	39,1	+		
24 Oberklaus	0,82	50	0,06	2,4	27,2	40,5	+		
- Schlagerboden Schuppe									
25 Kögerl	0,88	50	0,05	2,6	12,7	35,3	+		
<b>Westteil</b>									
26 Bichlweber	0,88	50	0,06	1,8	10,4	35,1	+	Mittelwerte von 4 Proben Werte aus Lit. abgeschätzt; WE: 6381 (Abb. 1)	
27 Polzberg	0,95	52	0,07	1,8	---	---	+		
28 Gaming	0,95	200	---	2,3	8,3	36,9	+		
29 Zürner	0,88	---	---	2,8	---	---	+		
30 Kogelsb., Kamillast.	0,78	80	0,06	---	---	---	+		
31 Moosau	0,69	100	0,05	3,2	5,5	42,1	+		

32 Geyerlueg	0,66	50	0,06	---	---	---	
33 Kleinkoth	0,64	50	0,06	---	---	---	
34 Großkoth	0,57	50	0,05	---	---	---	
35 Schneibb	0,48	50	0,02	6,5	22,8	41,9	- WE: 5720
36 Krumpmühl	0,58	---	---	5,5	---	---	Werte aus Lit. abgeschätzt; WE: 5826 (Abb. 1)
37 Ofenberg	0,50	---	---	6,2	---	---	Werte aus Lit. abgeschätzt; WE: 5685 (Abb. 1)
38 Seeburg	0,62	---	---	5,2	---	---	Werte aus Lit. abgeschätzt; WE: 5888 (Abb. 1)
39 Weyer	0,45	50	0,05	7,4	14,5	45,2	R <sub>m</sub> mit Fluoreszenzanalyse überprüft!
40 Lindau	0,43	50	0,04	6,9	39,0	44,5	WE: 5466

Sulzbach-Decke

41 Schmelz	0,94	50	0,07	2,0	37,4	38,6	+
42 Gösing	0,73	50	0,07	4,7	20,1	38,7	-
43 Lunzer See	0,73	70	0,05	4,6	34,1	42,1	- WE: 6206
44 Holzapfel	0,45	100	0,05	5,9	9,4	45,0	- R <sub>m</sub> mit Fluoreszenzanalyse überprüft; WE: 5901
45 Pramelreith	0,65	100		5,9	12,5	43,3	- Mittelwerte von 2 Proben; WE: 5901
46 Pöllenreith	0,71	50	0,02	5,3	12,4	37,8	- WE: 5901
47 Seekopf	0,73	50	0,03	5,8	27,8	42,5	-
48 Kogelsbach Elisen- bau	0,67	50	0,05	---	---	---	
49 Steinbachmauer	0,63	50	0,05	6,2	7,6	42,5	-
50 Kohlgrub	0,61	50	0,02	---	---	---	WE: 5944
54 Großegg	0,48	50	0,10	7,5	13,0	45,3	- R <sub>m</sub> mit Fluoreszenzanalyse überprüft

Reiflinger Scholle

52 Saggraben	0,86	59	0,06	1,8	39,4	41,8	+
53 Tiefengraben	0,78	50	0,06	3,4	32,0	41,3	-
53aGroßreifling	0,53	50	0,04	5,8	---	---	- zweigipfeliges Reflektrogramm

Reisalpen-Decke

54 Sulzbeck	0,85	51	0,05	---	---	---	
55 Türnitz	0,82	100	0,04	5,8	29,1	24,9	-

Peilstein-Decke

56 Zobel	(0,88)	(14)	(0,04)	---	---	---	sehr wenige Meßpunkte
57 Weißenbach	0,67	100	0,05	5,7	29,3	43,7	- R <sub>m</sub> mit Fluoreszenzanalyse überprüft

R mittlere Vitritreflexion

n<sup>m</sup> Anzahl der Einzelmessungen

s Standardabweichung

H<sub>2</sub>O hygroskopische FeuchtigkeitVM<sub>waf</sub> flüchtige Bestandteile der wasser- und aschefreien Kohle

WE: kalorischer Wert der aschefreien Kohle nach M. V. LIPOLD (1865) in Wärmeeinheiten

Reiflinger Scholle nimmt der Inkohlungsgrad nach Westen zum Glanzbraunkohlenstadium ab.

Beide untersuchten Kohlen der Reisalpen-Decke erreichen das Gasflammkohlenstadium. Die östliche Probe (Sulzbeck, 54) ist geringfügig höher inkohlt als die westliche (Türnitz, 55).

Die Kohle der Lokalität Weißenbach (57) der Peilstein-Decke ist eine Flammkohle. An einer zweiten Probe der Peilstein-Decke wurde eine – statistisch ungenügende – Anzahl von Reflexionswerten, die für Gasflammkohlen charakteristisch sind, bestimmt.

### 4. 3. Diskussion der Ergebnisse

#### 4. 3. 1. Moorfazies

Trotz seiner ausgezeichneten Erhaltungsfähigkeit ist Cutinit in vielen autochthonen Kohlen selten. Er wird jedoch in gewissen subaquatischen Milieus, wo Blattmaterial eingeschwemmt wird, angereichert (M. TEICHMÜLLER in E. STACH et al., 1982). Es ist zu vermuten, daß die ungewöhnlich blattreichen Lunzer Kohlen in einem ähnlichen Milieu gebildet wurden. Dafür spricht die geringe, stark schwankende Flözmächtigkeit und das Aufspalten der Flöze in einzelne Trümmer ebenso wie das weitgehende Fehlen von Inertiniten. Hoher Sideritgehalt ist für Gytjen-Milieus charakteristisch (M. TEICHMÜLLER in E. STACH et al., 1982).

Auf den Einschwemmungscharakter mancher Kohlenflöze wies auch W. NEUBAUER (1949b) hin. Er erwähnt allerdings auch das Vorkommen von Wurzelböden, weshalb es zu weit gehen würde, von einer völligen Allochthonie der Kohlenbildung zu sprechen.

#### 4. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes

Zur Abschätzung des Alters der Inkohlung bieten sich mehrere Möglichkeiten an:

- Inkohlungskarten
- Vergleich der Inkohlung der Lunzer Schichten mit der Inkohlung der Gosau-Schichten
- das Deformationsbild der Kohlen.

Inkohlungskarten: Da sich die Inkohlung an Deckengrenzen sprunghaft ändert, muß die Inkohlung zumindest älter als die jüngsten Nachbewegungen an diesen Deckengrenzen im Obereozän (Pyrenäische Phase) sein. Das Ausmaß dieser Bewegungen war aber vermutlich zu gering, um die auftretenden Inkohlungssprünge zu erklären. Die Inkohlung ist daher mit großer Sicherheit älter als die kräftigen Deckenschübe der Mediterranen Phase des Turon.

Zum gleichen Ergebnis führt der Vergleich der Inkohlung der Lunzer Schichten mit der Inkohlung der Gosau-Schichten. In Kap. 6. 3. wird ausgeführt, daß die Gosau-Schichten verhältnismäßig homogen inkohlt sind. Es ist daher anzunehmen, daß die regional unterschiedliche Inkohlung der Lunzer Schichten älter als die vorobereozäne Inkohlung der Gosau-Schichten ist.

Bereits W. NEUBAUER (1949b) benutzte das Deformationsbild der Lunzer Kohlen zur Abschätzung des Alters der Inkohlung. Er wies darauf hin, daß die

Kohlen während der Austrischen Phase bruchhaft verformt wurden, die Kohlen daher bereits als Steinkohlen vorgelegen sein müssen und daß die Bewegungsflächen nicht verheilt sind. Dies zeigt, daß die Inkohlung prä-Cenoman sein muß. Die Inkohlung ist damit jedenfalls älter als die Hauptdeckenbildung in den Kalkvoralpen. Zum gleichen Ergebnis gelangten H. HUFNAGEL et al. (1981) beim Studium der Inkohlungsverhältnisse in der Bohrung Vorderriß 1 in den westlichen Kalkalpen.

Der Inkohlungsgrad wird durch die Faktoren Zeit und Temperatur gesteuert. CH. E. BARKER & M. J. PAWLEWICZ (1986) haben unter Vernachlässigung des Zeitfaktors eine empirische Faustformel zur Abschätzung der Inkohlungstemperatur aufgestellt:

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

Durch die Vernachlässigung des Zeitfaktors ergeben sich Ungenauigkeiten, die aber, da Kohlen eines stratigraphischen Niveaus verglichen werden und die Temperaturen nur größenordnungsmäßig aufgezeigt werden sollen, in Kauf genommen werden.

Für die gering inkohlte Kohle aus Schneibb (35) berechnet sich die Temperatur mit ca. 60° C, für die höchst inkohlten Kohlen aus Kleinzell (1) und Lilienfeld (6) mit ca. 170° C. Da (1.) die Überlagerungsmächtigkeiten für beide Kohlen ungefähr gleich groß waren [siehe E. SPENGLER (1928) für Kleinzell und P. STEINER (1968) für Schneibb], (2.) Versenkung der Lunzer Decke unter höheren Decken während der Oberkreide im Raum Lilienfeld wegen der Lilienfelder Gosau auszuschließen ist, (3.) die Gosau selbst zu geringmächtig war, um die Inkohlung in diesem Gebiet merklich zu beeinflussen und (4.) Inkohlung infolge Versenkung der Lunzer Decke unter höheren Decken in nachgosauischer Zeit auszuschließen ist, weil dies zur Wiederverfestigung der Kohlenmylonite aus Lilienfeld und Kleinzell hätte führen müssen, muß ein räumlich unterschiedlicher paläogeothermischer Gradient als Ursache für die Inkohlungsunterschiede angenommen werden.

Unter Annahme einer Oberflächentemperatur von 20° C und den bei E. SPENGLER (1928) und P. STEINER (1968) angeführten Mächtigkeiten (1300 m bzw. 1150 m) errechnet sich der paläogeothermische Gradient für Schneibb mit ca. 3,5° C/100 m, für Kleinzell mit ca. 11° C/100 m. Beide Werte verstehen sich als Richtwerte und sollen lediglich aufzeigen, daß der Wärmefluß im Osten des untersuchten Gebietes deutlich höher war als im Westen.

Nach Meinung des Verfassers lassen sich derartig hohe und auf engem Raum unterschiedliche geothermische Gradienten in vordeckentektonischer Zeit am ehesten mit der Krustenausdünnung während Oberjura und unterster Kreide erklären.

Ob auch die Inkohlungs Zunahme innerhalb der Reiflinger Scholle vom Glanzbraunkohlen- zum Gasflammkohlenstadium auf einer Strecke von nur 10 km mit unterschiedlichen paläogeothermischen Gradienten zu erklären ist, oder aber an thermische Ereignisse beim Herauspressen der Reiflinger Scholle im Zuge der Ausbildung der Weyerer Bögen (A. TOLLMANN, 1964; P. STEINER, 1965, 1968) zu denken ist, soll dahingestellt bleiben.

Der Verfasser möchte noch darauf hinweisen, daß die Inkohlungsverhältnisse im Südosten des Untersuchungsgebietes eine linksseitige Bewegung an der Deckengren-

ze zwischen Lunzer und Sulzbach-Decke möglich erscheinen lassen. Diese ließe sich mit der Ausbildung der Weyerer Bögen in Zusammenhang stellen. Die Anlage der Göstlinger Querverschiebung müßte dann jünger als die der Weyerer Bögen sein.

Interessant erscheint ein Vergleich der Reflexionsdaten mit Illitkristallinitätswerten aus den östlichen Kalkalpen (J.-M. SCHRAMM, 1982 a-c; M. KRALIK et al., 1987). Die Illitkristallinität permischer bis ladinischer Gesteine indiziert, daß Anchimetamorphose bis an die Stirn des Tirolikums reicht, bei Wien sogar bis an den Alpennordrand. Die Grenze Diagenese – Anchimetamorphose wird mit Hilfe der Vitrinitreflexion bei ca. 3,5%  $R_m$  gezogen (M. TEICHMÜLLER, et al., 1979). Die Inkohlungskarte (Abb. 3) zeigt daher, daß das Karn der untersuchten Gebiete weit von Anchimetamorphose entfernt ist. Das Karn der untersuchten Einheiten des Tirolikums (Sulzbach-, Reisalpen-, Peilstein-Decke) weist sogar geringere Diagenese auf wie Teile der bajuvarischen Lunzer Decke. Übereinstimmung zwischen Vitrinitreflexion und Illitkristallinitätswerten besteht insofern, als auch die Auswertung der Illitkristallinitäten prärogene Metamorphose (?) wahrscheinlich erscheinen läßt und M. KRALIK et al. (1987) diese Metamorphose u. a. auf Temperaturzufuhr im Zuge der Krustenausdünnung zurückführen.

## 5. Grestener Kohlen

### 5.1. Geologie der Grestener Schichten

#### 5.1.1. Geologische Position

Die liassischen Grestener Schichten lagern als Transgressionssequenz an der Basis der Grestener Klippenzone einem kristallinen Sockel auf. Die Grestener Klippenzone wird dem Ultrahelvetikum zugerechnet. Das Ultrahelvetikum wurde nach dem Eozän über den südlichen Teil der Molassezone geschoben und seinerseits von den Flyschdecken überfahren. Heute ist das Ultrahelvetikum im Inhalt von schmalen Schlitzfenstern im Flysch an der Oberfläche anzutreffen. Die Vorkommen sind in einem ziemlich genau Ost-West-streichenden, oftmals unterbrochenen Streifen entlang des Kalkalpennordrandes angeordnet. Bergbaue in den Grestener Schichten befanden sich in Bernreith, Gresten, Hinterholz, Grossau, Buchschachen und Pechgraben (Abb. 6).

#### 5.1.2. Lithologie

Nach P. FAUPL (1975) umfassen die Grestener Schichten folgende Schichtglieder:  
hangend

Mariner Komplex

Flözkomplex

Grobkörnige Basalserie

liegend

Umfangreiche Angaben über die durch die Bergbaue des 19. Jahrhunderts aufgeschlossenen Schichtfolgen (M. V. LIPOLD, 1865) lassen Unterschiede im Aufbau des Flözkomplexes zwischen den östlichen (Gresten, Hinterholz) und den westlichen Revieren (Grossau, Pechgraben) erkennen.

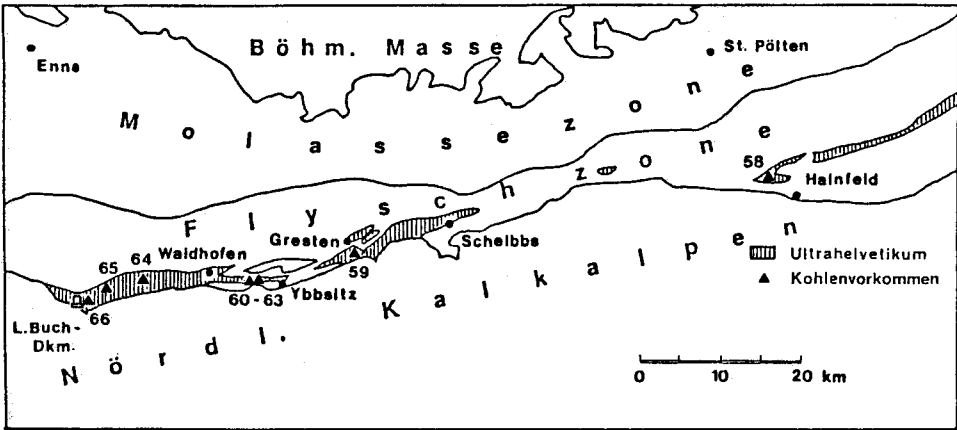


Abb. 6: Das Ultraschichtgebiet zwischen Hainfeld und dem L. v. Buch-Denkmal mit seinen Kohlenvorkommen (Zahlen beziehen sich auf Tab. 5).

In Gresten und Hinterholz lagern die – bis zu 16 – Flöze im allgemeinen Schiefertonen auf. Die Mächtigkeit der Flöze erreicht einen Meter, tektonisch bedingt auch 4 m. Über den Flözen folgt fester, meist grobkörniger Sandstein. Die Grenze Kohle – Nebengestein ist scharf, der Aschengehalt der Kohle gewöhnlich gering. Die Korngrößenverteilung charakterisiert die Sandsteine des Flözkomplexes als Flußsande (P. FAUPL, 1975). Sie enthalten sehr wenige transluzente Schwerminerale. Unter diesen herrschen stabile Minerale vor. In Gresten floß „Steinöl“ aus den Sandsteinen der Zwischenmittel (M. V. LIPOLD, 1865; A. RUTTNER, 1948).

In Grossau und Pechgraben bilden dagegen pflanzenführende sandige Schiefer das Liegende, Schiefertone das Hangende der Flöze. Als Zwischenmittel treten fossilführende Mergel, im Pechgraben auch Kalke mit mariner Fauna auf. Der liegende und hangende Teil des zumeist aschenreichen, von zahlreichen Taublagen aufgespaltenen Flöztes ist immer als Kohlenton ausgebildet. Die Flözmächtigkeiten und das Verhältnis Kohlenton zu Kohle wechseln im Streichen schon auf kurze Entfernung. Die Mächtigkeit der Flöze beträgt einschließlich der Kohlentonlagen bis zu einem Meter, davon sind allerdings maximal  $\frac{3}{4}$  als Kohle anzusprechen.

## 5. 2. Die Kohle

### 5. 2. 1. Untersuchte Vorkommen

Abb. 6 und Tab. 5 informieren über die geographische Position der Probenahmepunkte.

### 5. 2. 2. Megaskopie

Die Kohlen verschiedener Reviere unterscheiden sich megaskopisch. Die Kohle aus Bernreith ist entweder homogen mit senkrecht auf die Schichtungsebene stehenden Spaltflächen oder deutlich geschichtet. Grestener Kohle aus Gresten und Hinterholz ist z. T. hart und schwarz glänzend, z. T. von mulmiger

Tab. 5: Untersuchte Grestener Kohlen.

Proben-Nr.	Probenzeichnung	Probenart	ÖK-Blatt 1:50.000	Koordinaten	Geographische Lage der Kohlenfundplätze
58	Bernreith	H	56, St. Pölten	15°43,6' / 48°03,2'	Halde 200 m E' "Bernreith".
59	Gresten	S	71, Ybbsitz	15°01,8' / 47°58,6'	Luisenschacht b. "Haus b. Edling", 250 m NE' Schurfbohrung A 2 (200 m S "Gleitzwang").
Hinterholzer Revier (60-63):					
60	Fridolinstollen	H	71, Ybbsitz	14°51,7' / 47°57,4'	Halde 100 m E' ehem. Bergkapelle im Hinterholzgraben.
61	Albertistollen	H	71, Ybbsitz	14°51,4' / 47°57,4'	Halde 300 m W' ehem. Bergkapelle im Hinterholzgraben.
62	"Hinterholzgraben"	S	71, Ybbsitz	ca. 14°51' / 47°57'	Exakte Herkunft der Proben ist nicht feststellbar.
63	Ederlehen	S	71, Abbsitz	14°51,7' / 47°56,6'	Stollenmundloch d. Unterbaustollens b. Haltestelle "Ederlehen" d. Abbstal-Bahn.
64	Grossau	H	70, Waidhofen	14°39,1' / 47°57,4'	Halde des Mariahilf-Baues an linker Maigrabenseite, 200 m S' Abzweigung Richtung WH "Grossau".
65	Buchschachen	H	70, Waidhofen	14°35,3' / 47°56,4'	Adolfstollen ca. 1 km E' "Durchlaufner" am Nordwesthang des Höllgrabens.
66	Pechgraben	H	69, Großraming	14°33,0' / 47°54,8'	Kohlenfunde am "Kohlgraben" SE' d. "Buchdenkmals" bzw. "Gratschen".

H Haldenkohle

S Sammlungskohle



Beschaffenheit und matt. Eine Kohlenprobe aus dem Ederlehener Unterbaustollen weist „Augenstrukturen“ auf, an einer anderen ist Preßkohlenbildung nachzuweisen. Pyritlagen und Pyrit in Klüften können beobachtet werden. Ausgeprägte Schichtung charakterisiert die Kohle der Reviere Grossau, Buchschachen und Pechgraben. Die Kohle ist im allgemeinen matt. Glänzende Kohlenstreifen treten untergeordnet auf. Die Kohle bricht in millimeter- bis zentimeterdicke Platten.

### 5. 2. 3. Mikroskopie

Die Ergebnisse der Maceral- und Mikrolithotypenanalyse sind in Tab. 6 aufgelistet. Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß sich die Kohlen aus Gresten und Hinterholz mikroskopisch von den Kohlen aus Grossau, Buchschachen und Pechgraben unterscheiden. Die Kohle aus Bernreith vereinigt Eigenschaften beider Kohlentypen.

#### Gresten, Hinterholz:

Hoher Inertinitgehalt charakterisiert die Kohlen dieser Reviere. In Gresten beträgt der Inertinitgehalt durchschnittlich 50%, in Hinterholz rund 30%. Unter den Inertiniten herrschen Macrinit und Degradofusinit (Taf. 1, Fig. 3) vor. Obwohl der Gehalt an primären Liptiniten nur zwischen 0% und 7% beträgt, ist der Bitumengehalt der Kohlen aus Gresten beträchtlich. Ein Großteil des Bitumens wurde von den Vitriniten absorbiert. Dieses Bitumen verleiht dem Vitrinit mancher Grestener Kohlen kräftige Fluoreszenz und senkt deren Reflexionsvermögen. Inertinit fehlt das Bitumenaufnahmevermögen. In inertinitreichen Kohlenstreifen treten daher Exsudatiniten auf. Exsudatiniten füllen feinste Risse und Poren in Vitriniten und Zellhohlräume in Fusiniten. Unter den primären Liptiniten dominiert Mikrosporinit. Die Kohle ist aschearm, Karbonat und Pyrit in Klüften kann tektonisch zerbrochenen Kohlen ungewöhnliche Härte verleihen. Neben druckbedingten Strukturen (megaskopisch: Augenstrukturen, mikroskopisch: Mylonitisierung, Faltung, Aufschiebungen . . .), läßt sich auch zugbedingte Verformung (Zerrklüfte) nachweisen. Diese Klüfte sind häufig mit inertinitreichem Kohlenbrei ausgefüllt.

#### Grossau, Buchschachen, Pechgraben:

Das Erscheinungsbild der Kohlen der westlichen Reviere unterscheidet sich wesentlich von dem der oben beschriebenen. Inertinit fehlt diesen Kohlen weitgehend. An die Stelle der Inertinite treten Liptinite, die ca. 40% der Kohlensubstanz aufbauen (Taf. 1, Fig. 4). Großen Anteil am Aufbau der Kohle haben Bituminit, Liptodetrinit und Resinit. Gagat ist eine häufige Telinitvarietät. In Buchschachen erreicht sein Anteil an der Gesamtkohle 13%. Die Kohle ist aschenreich. Lagenförmig oder diffus verteilte mineralische Substanz ist vor allem für die liptinitreichen Partien bezeichnend. Der Pyritgehalt ist mit ca. 2 Vol-% hoch.

#### Bernreith:

Wie bereits erwähnt, vereinigt die Bernreither Kohle Merkmale beider oben besprochenen Kohlentypen. Übergänge zwischen liptinit- und inertinitreichen Kohlenstreifen konnten nicht beobachtet werden.

Tab. 6: Petrographische Zusammensetzung der Grestener Kohlen.

	<u>Macerale</u>			<u>Mikrolithotypen</u>								Asche Gew. %
	Vitrinit Vol.-%	Inertinit Vol.-%	Liptinit Vol.-%	V	I	L	C Vol.-%	D	VI	T	KT	
58 Bernreith	76	9	15	40	8	3	22	2	14	7	4	19,5
59 Gresten	47	48	5	25	23	0	1	10	9	32	0	5,7
59 Gresten	40	55	5	27	39	0	1	10	11	12	0	n.b.
59 Gresten	41	52	7	29	34	0	0	10	5	22	0	n.b.
Hinterholzer Revier (60-63):												
60 Fridolinst.	63	33	4	35	16	0	2	2	16	15	0	n.b.
61 Adalbertist.	62	33	5	36	19	0	8	1	16	6	0	n.b.
62 Hinterholz	66	34	0	46	24	0	0	0	18	12	0	n.b.
62 Hinterholz	69	28	3	50	17	0	7	4	10	12	0	n.b.
63 Ederlehen	68	31	1	45	18	0	3	0	22	12	0	n.b.
63 Ederlehen	69	28	3	52	19	0	0	0	5	24	0	n.b.
64 Grossau	45	2	45	31	1	0	60	0	0	3	5	19,4
65 Buchschachen	54	2	44	24	0	6	50	0	0	9	11	33,2
66 Pechgraben	65	1	34	45	2	1	40	0	0	4	8	31,5
V Vitrit	C Clarit	T Trimacerit										
I Inertit	D Durit	KT Kohlenton										
L Liptit	VI Vitrinertit	n.b. nicht bestimmt										

Tab. 7: Inkohlungsdaten der Grestener Kohlen.

	Vitrinitreflexion			Immediatanalyse				Bemerkungen
	R <sub>m</sub> %	n	s	H <sub>2</sub> O % <sup>2</sup>	Asche %	VM <sub>waf</sub> %	Back- vermögen	
58 Bernreith	0,84	100	0,04	1,5	19,5	41,9	+	
59 Gresten	0,81	76	0,03	---	---	---		
59 Gresten	0,78	58	0,03	---	---	---		Vitrinitfluoreszenz belegt Bituminierung; R <sub>m</sub>
59 Gresten	0,85	100	0,04	1,5	5,7	34,2	+	reduziert WE 6838
Hinterholzer Revier (60-63):								
60 Fridolinstollen	0,92	60	0,05	1,0	41,3	35,4	+	
61 Albertistollen	0,96	75	0,08	---	---	---		
62 "Hinterholzgraben"	0,91	100	0,03	---	---	---		WE: 6925
63 Ederlehen	0,95	166	0,03	1,9	5,8	29,1	+	Vitrinitreflexion: Mittelwert von 2 Proben
64 Grossau	0,55	75	0,04	5,4	19,4	47,9	-	R <sub>m</sub> mit Fluoreszenzanalyse überprüft; WE: 6203
65 Buchschachen	0,67	50	0,04	4,4	33,2	48,6	+	
66 Pechgraben	0,66	100	0,06	2,8	31,5	48,4	+	WE: 6384

R<sub>m</sub> mittlere Vitrinitreflexion  
n Anzahl der Einzelmessungen  
s Standardabweichung

H<sub>2</sub>O hygroskopische Feuchtigkeit  
VM<sub>waf</sub> flüchtige Bestandteile der wasser- und aschefreien Kohle

WE: kalorischer Wert der aschefreien Kohle nach M. V. LIPOLD (1865) in Wärmeeinheiten

#### 5. 2. 4. Inkohlung

Die Inkohlungsdaten der Grestener Kohlen werden in Tab. 7 aufgelistet. Der Inkohlungsgrad reicht von Glanzbraunkohle bis an die Grenze Gasflammkohle-Gaskohle. Die Kohlen aus Bernreith und Gresten sind Gasflammkohlen. Das Reflexionsvermögen eines Teiles dieser Kohlen ist durch Bituminierung reduziert. Die Kohle des Hinterholz/Ederlehener Revieres ist höher inkohlt (Gasflamm- bis Gaskohle). Gegen Westen nimmt die Inkohlung ab. In Grossau liegt die Kohle als Glanzbraunkohle, in Buchschachen und im Pechgraben als Flammkohle vor. Wegen der in Kapitel 5. 2. 3. geschilderten Verhältnisse heißt das, daß der Vitrinit liptinitreicher Kohlen geringer reflektiert als jener der inertinitreichen. Es drängt sich daher die Frage auf, ob die Inkohlungsunterschiede durch die faziellen Gegebenheiten vorgetäuscht werden. Die Ergebnisse der spektralen Fluoreszenzanalyse an Liptiniten, die hygroskopische Feuchtigkeit sowie die von M. V. LIPOLD (1865) angegebenen kalorischen Werte (Abb. 1) bestätigen aber den durch die Vitrinitreflexion vorgegebenen Trend.

#### 5. 3. Diskussion der Ergebnisse

##### 5. 3. 1. Moorfazies

Mit Hilfe der Kohlenpetrographie werden zwei Moorfazieszonen erkannt.

Die Kohlen der westlichen Bergbaue Grossau, Buchschachen und Pechgraben wurden in einem subaquatischen, sapropelitischen Milieu gebildet. Dafür spricht der große Gehalt an Liptiniten, insbesondere an Bituminite, ebenso wie der hohe Aschengehalt und die von M. V. LIPOLD (1865) angeführten Flözprofile. Ein Großteil des Bituminites mag nach den Untersuchungen von H. JACOB (1961) von einzelligen Algen stammen, die in lebensfreundlichen höheren Wasserschichten lebten und nach ihrem Absterben in das euxinische Sapropelmilieu abgesunken sind. Für sauerstofffreies Bildungsmilieu spricht auch das Auftreten von Gagat (R. PETROVA et al., 1985).

Ein ganz anderes Bildungsmilieu läßt Kohlen mit den petrographischen Eigenschaften der Kohlen aus Gresten und Hinterholz entstehen. Der Reichtum der Kohle an Degradofusinit und Macrinit, die nach den Untersuchungen von M. TEICHMÜLLER (1944, 1950) durch Oxydation pflanzlicher Gewebe bzw. humoser Gele an der Mooroberfläche entstehen, charakterisiert das Kohlenmoor von Gresten und Hinterholz als mitunter trockenfallende Sumpflandschaft. Der pH-Wert der Moorwässer solch relativ „trockener“ Moore ist auf Grund des Sauerstoffangebotes und der dadurch geförderten Bildung humoser Säuren, deren Konzentration nicht durch große Wassermengen verdünnt wird, extrem niedrig. Dies führt zu „interstratal solution“ an Schweremineralen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Kohle aus Bernreith die Merkmale der Kohlen aus Gresten und den westlichen Vorkommen vereinigt. An dem Haldenmaterial läßt sich nicht feststellen, ob die verschiedenen Moorfazieszonen in einem Flöz vereinigt sind oder in den beiden in Bernreith auftretenden Flözen (M. V. LIPOLD, 1865; F. v. HAUER, 1853) getrennt vorliegen.

Aus den Angaben von M. V. LIPOLD (1865) über die Schichtfolge in den Lagerstätten, den Ergebnissen der sedimentpetrographischen Untersuchungen P. FAUPLS (1975) und dem vorliegenden kohlenpetrographischen Befund ergibt sich folgendes Bild des Bildungsmilieus der Grestener Kohlen:

Im Gebiet von Gresten und Hinterholz lagerten energiereiche Flüsse Konglomerate und Sandsteine ab. Auf sumpfigen Alluvialflächen konnte sich reiches Pflanzenwachstum entwickeln. Die Moorakkumulation wurde aber durch Grobklastikanschüttung immer wieder unterbrochen. Mit abnehmender Reliefenergie, die sich im Sediment in abnehmender Korngröße manifestiert, wurde die Möglichkeit für neues Pflanzenwachstum gegeben. Auf diese Weise kam es zur Ausbildung mehrerer Kohlenbänke, die jeweils eine „fining upward“ Sequenz beschließen.

Vermutlich zur gleichen Zeit wurde weiter im Westen im Bereich Grossau-Pechgraben pflanzliches Material trockenerer Standplätze in küstennahe, sauerstofffreie Meeresbereiche eingeschwemmt. Das kohlig-bituminöse Material wurde noch um planktonische Algen vermehrt.

### 5. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes

Über die Gründe der unterschiedlichen Inkohlung und deren zeitlichen Ablauf kann infolge der ungenügend bekannten geologischen Situation nur spekuliert werden.

Gewisse Anhaltspunkte für die zeitliche Beziehung von Inkohlung und Tektonik bieten die Verformungsbilder der Kohle. Faltenbilder in der Kohle aus Gresten zeigen, daß sie zu Beginn der Einengungstektonik (im Obereozän) plastisch verformbar und folglich nur gering inkohlt war. Die Hauptverformung der Kohle ist aber bruchhaft. Dies beweist, daß die Grestener Kohle zwischen den orogenen Phasen das Steinkohlenstadium erreicht hat. Nachttektonische Inkohlung ist mit großer Sicherheit auszuschließen, da sie zur Wiederverfestigung der Kohle (Naturbrikettbildung) hätte führen müssen. Die Inkohlung der Grestener Schichten kann daher auf den Zeitraum zwischen Obereozän und Miozän eingeengt werden.

Von Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Beobachtungen von M. u. R. TEICHMÜLLER (1978) und L. WAGNER et al. (1986). M. u. R. TEICHMÜLLER (1978) konnten an Hand der Bohrung Maderhalm 1 in den Allgäuer Alpen nachweisen, daß die Inkohlung helvetischer Schuppen jünger als die Schuppenbildung, aber älter als der Schub des Helvetikums auf die Molasse ist. L. WAGNER et al. (1986) zeigten, daß Flysch und Helvetikum in Oberösterreich im Latdorf miteinander verschuppt und als Schuppenpaket bis zum Eger zu ihrer heutigen Reife inkohlt wurden. Ähnliche Verhältnisse dürfen offensichtlich für die Grestener Schichten des Ultrahelvetikums angenommen werden.

Für die Erklärung der unterschiedlichen Inkohlung der Grestener Schichten bieten sich mehrere Möglichkeiten an:

1. Regional unterschiedliche Schichtmächtigkeiten in der Klippenzone.
2. Regional unterschiedliche paläogeothermische Gradienten in der Zeit zwischen Obereozän und Miozän.
3. Erwärmung der Kohlen infolge magmatischer Aktivität. Es sei hierbei auf einen Bericht von F. TRAUTH (1954) über einen Serpentinistock, der Teile eines Flözes

im Hinterholzer Revier zu Anthrazit veredelt haben soll, hingewiesen. Ein Großteil des Ultrabasite der näheren Umgebung des Hinterholzgrabens soll aber der Ybbsitzer Klippenzone angehören (W. SCHNABEL, 1979) und könnte folglich keinen Beitrag zur Inkohlung geleistet haben.

4. Zugehörigkeit der Grestener Schichten zu unterschiedlich hohen tektonischen Einheiten innerhalb der Grestener Klippenzone. Dies könnte neben dem Inkohlungssprung zwischen den Revieren Hinterholz und Grossau auch den Fazieswechsel erklären.

Mit dem heutigen Wissensstand kann nicht entschieden werden, welche Mechanismen für die Inkohlungsunterschiede verantwortlich sind.

## 6. Gosau-Kohlen

### 6. 1. Geologie der Gosau-Schichten

#### 6. 1. 1. Geologische Position

Kohlenführende Gosaubecken erstrecken sich in den Nördlichen Kalkalpen vom Brandenberger Tal nördlich Brixlegg bis an den Alpenostrand. Darüberhinaus treten Gosau-Kohlen in der Kainacher Gosau westlich Graz, am Ostabhang des Bachern (Konjice-Gonobitz) in Slowenien und im Bakonywald (Ajka) in Ungarn auf.

Die Gosau-Schichten gelangten nach der turonen Deckenbildung als eigenständiger Sedimentationszyklus zur Ablagerung. Die Altersstellung der Kohlen ist z. T. noch umstritten. Zur Kohlenbildung dürfte es aber insbesondere im Coniac-Santon mit Schwerpunkt im Coniac und im Campan gekommen sein.

Die Kohlen der Vorkommen Gams, St. Gallen, Unterlaussa, Lauferwald, Roßleithen und St. Wolfgang werden der frühen Kohlenbildung, jene der Neuen Welt, des Miesenbachtals und des Eisenbachtals der späteren zugerechnet (H. KOLLMANN, 1964 und in B. PLÖCHINGER, 1982; R. OBERHAUSER, 1963; B. PLÖCHINGER, 1967; A. TOLLMANN, 1976).

#### 6. 1. 2. Lithologie

Die Lithologie der coniac-santonen Kohlschichten, die wegen des als Schmuckstein begehrten Gagats schon früh das Interesse des Bergmannes angezogen haben – in Gams, Unterlaussa, dem Lauferwald und bei Roßleithen konnte Gagatbergbau des ausgehenden Mittelalters nachgewiesen werden (W. FREH, 1956) – sei im folgenden am Beispiel der kohlenführenden Schichten der Unterlaussa (W. FREH & E. HABERFELNER, 1950; A. RUTTNER & G. WOLETZ, 1957), die Lithologie der campanen Kohlschichten am Beispiel der „Kohlenserie“ der Neuen Welt (B. PLÖCHINGER, 1961) geschildert.

In Unterlaussa fehlt das für die basale Gosau charakteristische Basiskonglomerat. Dafür ist ein einst durch 20 Jahre hindurch abgebauter Bauxit entwickelt. Auf dem Bauxit liegen bituminöse Kalke und köhlige Kalkschiefer. Daran schließen die eigentlichen kohlenführenden Schichten mit fossilreichen Mergeln und mergeligen Sandsteinen, denen bituminöse Kalklagen und sieben 0,2 m bis 1,2 m, lokal bis 3 m

mächtige, verschieferte Kohlenflöze eingelagert sind. Bei allen Flözen fehlen Wurzelböden. Drei der sieben Flöze enthalten Gagat in großer Menge. Gagat kommt meist in kleinen Linsen, aber auch in Butzen bis 10 cm Dicke und einigen Dezimetern Länge vor. Im Hangenden folgen Sandsteine mit Konglomeratbänken, die über karbonatisch gebundene Sandsteine in Kalke mit Quarzgeröllen überleiten. Die Gesamtmächtigkeit dieser kohlig-bituminösen Serie beträgt 100 m bis 300 m.

Die campane Kohlenserie der Neue Welt-Mulde überlagert lokal ausgebildeten Bauxit, Basiskonglomerate und Hippuritenriffe des Santon. Sie wird von Konglomeraten, Kalken, Schiefertönen, Tonmergeln und Sandsteinen aufgebaut. Characeen und Actaeonellen belegen brackisches Ablagerungsmilieu. In die Kohlenserie sind 2 bis 4 Flözonen mit jeweils mehreren Flözen eingelagert. Im Mittelteil der Neuen Welt-Mulde erreicht die Kohlenserie durch Einschaltung mächtiger konglomeratführender Sandsteine mit 900 m ihre größte Mächtigkeit. Die Flözonen sind dort durch 200 m mächtige taube Bildungen getrennt. Zwischen Grünbach und dem Magdalenenstollen bei Höflein sind im überkippten Nordflügel der Mulde nur 2 Flözonen mit acht 0,5 m bis 2,5 m mächtigen Flözen entwickelt. Diese sind in den liegenden 100 m der auf ca. 250 m reduzierten Kohlenserie konzentriert. Vor der Einstellung im Jahr 1964 verfolgte der Bergbau in Grünbach die Flöze bis in über 1000 m Tiefe.

## 6. 2. Die Kohle

### 6. 2. 1. Untersuchte Vorkommen

Über die Lage der untersuchten Kohlenvorkommen informieren Abb. 7 und Tab. 8.

Untersucht wurden – soweit Probenmaterial zugänglich war – die Kohlen der Nördlichen Kalkalpen östlich des Meridians von St. Wolfgang. Am engsten beprobt

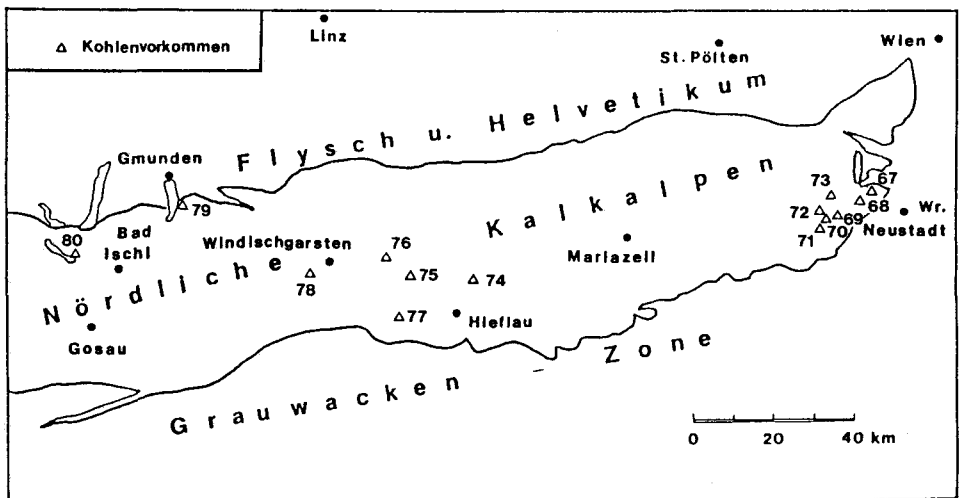


Abb. 7: Untersuchte Gosau-Kohlenvorkommen (Zahlen beziehen sich auf Tab. 8).

Tab. 8: Untersuchte Gosau-Kohlen.

Proben-Nr.	Probenbezeichnung	Probenart	ÖK-Blatt 1:50.000	Koordinaten	Geographische Lage der Kohlenfundplätze
67	Piesting	H	76, Wr. Neustadt	16°07,8' / 47°52,2'	Schurfschacht S'"Piesting.
68	Mutmanssdorf	S	76, Wr. Neustadt	16°05,5' / 45°50,3'	Mehrere Schurfbauten W "Mutmanssdorf".
69	Höflein	S	75, Puchberg	16°01,0' / 47°48,3'	Stollenmundloch d. Magdalenenstollens NW' "Oberhöflein", S' "G. Kanzel".
70	Grünbach	S	75, Puchberg	15°59,1' / 47°48,4'	Ausgedehntes Bergbauareal, Segen-Gottes-Schacht N' "Grünbach".
71	Reitzenberg	H	75, Puchberg	15°56,5' / 47°47,2'	Halde N' "Ranzenbach", W'"Reitzenberg".
72	Lanzing	H	75, Puchberg	15°57,8' / 47°48,7'	Halden W' d. "Hutberges" unmittelbar oberhalb d. Str. am S' Ortseingang von "Lanzing".
73	Frohnberg	S	75, Puchberg	15°58,5' / 47°51,3'	Brunnenbohrung im Ortsgebiet von "Frohnberg".
74	Gams	H/S	100, Hieflau	14°47,7' / 47°40,1'	Schurfstollen SE' "Gams", 200 m W' d. "Nothklamm".
75	St. Gallen	A/H	100, Hieflau	14°35,7' / 47°41,4'	Schurfstollen und Kohlenausbiß am S'Ufer des Spitzenbaches, 1,5 km W' St. Gallen.
76	Unterlaussa	H/S	99, Rottenmann	14°31,9' / 47°44,0'	Bergbau unter dem "Hochkogel" i.d. Nähe d. "Königbaueralm".
77	Lauferwald	S	99, Rottenmann	14°34,2' / 47°35,5'	Kohlenfunde im Lauferwald W' d. "Schlagermauer".
78	Roßleithen	H	98, Liezen	14°15,9' / 47°41,1'	Kl. Halde 750 m NE' "Riegelreith", SSW' "Roßleithen".
79	Eisenbachtal	S	66, Gmunden	13°49,0' / 47°50,5'	ESE "Eisenau", am Weg zur Mayralm.
80	St. Wolfgang	S	95, St. Wolfgang	13°28,8' / 47°44,1'	E' "St. Wolfgang" mehrere Schurfstollen beim "Gschwandner".

H Haldenkohle      S Sammlungskohle      A Ausbißkohle

wurde die Grünbach-Neue Welt-Mulde. Der Nordteil wird durch die Proben Piesting und Muthmannsdorf, der Mittelteil durch mehrere Proben aus Höflein, der Südteil durch Proben aus Grünbach und Reitzenberg belegt. Zwei Probenpunkte liegen in der Gosau des Miesenbachtals (Lanzing, Frohnberg) und der Weyerer Bögen (St. Gallen, Unterlaussa). Durch je einen Probenpunkt werden die Gosauvorkommen von Gams, Windischgarsten (Roßleithen), Eisenbachtal, St. Wolfgang und die Gosau der Gesäuseberge (Lauerwald) vertreten. Für Vergleichszwecke wurde die Vitritreflexion von Gosau-Kohlen des Bakonywaldes und aus Konjice (Gonobitz) bestimmt.

### 6. 2. 2. Megaskopie

Gagat und „normale“ Gosau-Kohle des Coniac-Santon sind megaskopisch einfach zu unterscheiden.

Gagat ist eine harte, zähe, strukturlose, schleif- und polierfähige Kohle von schwarzer Farbe. Geschliffen zeichnet er sich durch einen tiefen Farbton und samtartig, matten Glanz aus. In Klüften des Gagats findet sich bisweilen zersetzter Pyrit und weißer Kalzit.

Die „normale“ Kohle ist z. T. von schwarz-brauner Farbe und spaltet in millimeterdünne Blätter, z. T. besitzt sie den typischen Glanz der Glanzbraunkohlen. Der Strich der Kohle ist braun.

Die Kohlen des Campan sind in den verschiedenen Vorkommen unterschiedlich ausgebildet.

Die Kohle der Neuen Welt ist im allgemeinen eine glänzende, feste, schwarze Streifenkohle. Die Kohle bricht in eckige scharfkantige Stücke. Im Südflügel der Mulde ist die Kohle zerrieben. Die Kohle der benachbarten Miesenbacher Gosau ist eine typische Glanzbraunkohle. Die Kohle von Frohnberg aus dem Nordteil der Miesenbacher Gosau zeichnet sich durch zahlreiche druckbedingte „Augen“ aus.

### 6. 2. 3. Mikroskopie

Die Ergebnisse der quantitativen Erfassung der Macerale und der Mikrolithotypen sind in Tab. 9 aufgelistet.

Es empfiehlt sich bei der Erörterung der mikroskopisch erkennbaren Eigenschaften der Kohlen wiederum die Kohle des Coniac-Santon und des Campan getrennt zu besprechen.

#### Gosau-Kohlen des Coniac-Santon

Organische Substanz tritt in diesen Vorkommen in verschiedener Form auf:

- a) als mikroskopisch kleines Pflanzenhäcksel in kohligem Kalkschiefern;
- b) als Liptinite in bituminösen Kalken bzw. Tonen;
- c) als mehr oder weniger reine Kohle im üblichen Sinn;
- d) als Gagat.

ad a) Kohlige Kalkschiefer: Harzreicher Telinit ist das dominierende Maceral der kohligen Kalkschiefer (Taf. 2, Fig. 1). Untergeordnet beinhalten die Telinite, z. T. schaumig, porös ausgebildete Phlobaphene. In die Telinite eingedrückte minerali-



Tab. 9: Petrographische Zusammensetzung der Gosau-Kohlen.

	<u>Macerale</u>			<u>Mikrolithotypen</u>								Asche Gew.%
	Vitrinit Vol.-%	Inertinit Vol.-%	Liptinit Vol.-%	V	I	L	C D VI Vol. - %			T	KT	
67 Piesting	80	14	6	27	2	0	2	0	41	28	0	4,0
68 Muthmannsdorf	85	4	11	54	1	0	13	0	7	12	10	n.b.
69 Magdalenst.2. Flöz	89	2	9	52	0	0	21	0	8	15	4	n.b.
" 3. "	87	4	9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	13,4
" 6. "	96	3	1	85	2	0	10	0	3	0	0	n.b.
" 7. "	93	2	5	78	1	0	7	0	7	7	0	n.b.
" 8. "	78	10	12	28	1	0	24	0	3	44	0	n.b.
70 Grünbach 1. "	80	13	5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
" 2. "	77	18	5	29	5	0	11	0	9	46	0	3,9
" "	84	10	6	45	2	0	18	1	2	32	0	n.b.
" "	85	12	3	67	7	0	13	0	10	9	0	n.b.
" "	85	12	3	50	5	0	13	0	15	17	0	n.b.
" "	88	9	3	52	1	0	13	0	6	28	0	n.b.
" "	93	3	4	74	0	0	12	0	0	14	0	n.b.
71 Reitzenberg	95	3	2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
72 Lanzing	91	4	5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	12,3
73 Frohnberg	98	0	2	100	0	0	0	0	0	0	0	4,1
74 Gams	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	5,4
75 St. Gallen	88	10	2	55	5	0	17	0	21	2	0	?
76 Unterlaussa	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	10,1
77 Lauferwald	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	3,8
78 Roßleithen	83	8	9	46	3	0	17	0	11	9	13	12,2
79 Eisenbachtal	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	9,7
80 St. Wolfgang	91	6	3	91	0	0	1	0	5	3	0	8,0

V Vitrit            C Clarit            T Trimacerit  
 I Inertit          D Durit            KT Kohlenton  
 L Liptit          VI Vitrinertit    n.b. nicht bestimmt

sche Substanz und Schalenreste belegen Erweichung des Holzes vor der Sedimentation. Daneben treten massenhaft kleinste Vitritbruchstücke auf. Überaus häufig begleitet Fusinit (Taf. 2, Fig. 2) die vitritischen Kohlenpartikel. Einzelne Fusinitpartikel erreichen mehrere Millimeter Durchmesser. Der Fusinit der Kalkschiefer zeichnet sich durch besonders große, meist offene Zellen aus. Liptinite sind in den kohligem, humosen Kalkschiefern selten. Figurierte Liptinite, wie Sporinit oder Cutinit fehlen beinahe völlig. Exsudatinit tritt hingegen in Schwundrissen der Vitritite und in Klüften auf. Vermehrte Einschaltungen von Liptiniten leiten zu den bituminösen Kalken über.

ad b) Bituminöse Kalke bzw. Kalkschiefer: Der Übergang von kohligem zu bituminösen Kalkschiefern ist fließend. In letzteren treten bituminöse Stoffe hervor, kohlige Bestandteile hingegen zurück. „Festes Bitumen“ tritt überaus häufig auf. Seine optischen Eigenschaften und das Lösungsverhalten charakterisieren das „feste Bitumen“ als Wurzilite (H. JACOB, 1967, 1976). Die Größe der Wurzilitlinsen reicht von wenigen Zehntelmillimetern bis über einen Millimeter. Sporinit und Cutinit fehlen. Neben den figurierten bituminösen Substanzen tritt diffus verteiltes Bitumen auf. Pyrit ist in den kohligem und bituminösen Gesteinen allgegenwärtig. Dunkelrot fluoreszierende Schalenreste sind häufige Bestandteile der anorganischen Substanz.

ad c) „Normale Kohle“: Auf der Halde des Kohlenbergbaus Unterlaussa findet man (neben Gagat) ausschließlich Vitritkohlen. Zu über 50% bestehen sie aus Geweben, deren Zellwände mit Suberinit imprägniert sind. Suberinit und phlobaphenitische Zellfüllungen kennzeichnen verkorkte Zellen der „Rindengewebe“ (Taf. 2, Fig. 3). Auch in der Kohle von Roßleithen überwiegt Vitrit, vor allem harzreicher Telinit und Vitrodetrinit. Zusätzlich sind „festes Bitumen“ und Inertinite am Aufbau dieser Kohle beteiligt.

Die Kohle aus St. Gallen ist eine ausgezeichnet geschichtete, sehr reine Kohle mit einem großen Anteil an Inertinit. Dieser tritt unter anderem als Macrinit und Degradofusinit auf.

ad d) Gagat: Gagat ist mikroskopisch zunächst von „normalem“ Telinit nicht zu unterscheiden. Sein Reflexionsvermögen ist allerdings deutlich geringer.

### Gosau-Kohlen des Campan

In der Neuen Welt treten bis zu acht Flöze mit einer streichenden Erstreckung von über 15 km auf. Diese ausgedehnte, faziell vermutlich reich gegliederte Flözregion wird lediglich durch 13 ungenügend lokalisierte Kohlenproben belegt. Bei den anderen Kohlenvorkommen des Campan ist die Lage ähnlich ungünstig. Die zur Verfügung stehenden Proben sind folglich zur Erfassung von Fazieszonen nicht geeignet. Die Besprechung der petrographischen Kohleneigenschaften muß sich daher auf einige allgemeine Charakteristika beschränken.

Alle campanen Kohlen sind recht einheitlich aufgebaut. Sie sind vitritreich. Zumeist übertrifft der Inertinit- den Liptinitgehalt (Taf. 2, Fig. 4). Der in den älteren Kohlen fehlende Sclerotinit tritt in den campanen Kohlen häufig auf. Reich skulpturierte, dickwandige (Crassi-) Sporinite bilden claritische Kohlenlagen.

Die Kohlen sind gewöhnlich aschenarm. Neben epigenetischem Kalzit tritt in den liegenden Flözen des Magdalenenstollens syngenetischer Siderit auf. Beinahe alle

Gosau-Kohlen sind tektonisch zerbrochen. Die Klüfte sind in der Regel mit Karbonat, seltener mit Exsudatinit gefüllt. An Kohlen aus Grünbach ist Naturbrikkettbildung nachzuweisen.

#### 6. 2. 4. Inkohlung

Die Inkohlungsdaten der Gosau-Kohlen sind in Tab. 10 zusammengefaßt.

Alle untersuchten Kohlen liegen im Glanzbraunkohlenstadium vor. Lediglich die Kohlen der Neuen Welt erreichen die Grenze Glanzbraunkohle-Flammkohle. Einzelne Proben mögen sie sogar überschreiten.

Die Inkohlung der Kohlenserie der Grünbach-Neue Welt-Mulde ist vertikal und horizontal homogen ausgebildet. Das Reflexionsvermögen des Vitrinites schwankt zwischen Piesting und Reitzenberg über eine Länge von 16 km nur zwischen 0,56% und 0,61%. Ein Trend ist hiebei nicht feststellbar. Eine Grünbacher Kohle aus 1100 m Teufe ist gleich inkohlt wie Kohlen geringer Teufen (z. B. Höflein, Magdalenenstollen). Verschiedene, durch insgesamt 75 m Zwischenmittel getrennte Flöze des Magdalenenstollens wurden hinsichtlich Vitrinitreflexion untersucht. Die Reflexion reicht von 0,56% bis 0,58%. Reflexionssteigerung mit der Teufe konnte wegen des geringen Abstandes der Flöze erwartungsgemäß nicht nachgewiesen werden.

Während die Vitrinitreflexion in der gesamten Grünbach-Neue Welt-Mulde mehr oder weniger konstant ist, schwankt die hygroskopische Feuchtigkeit der – wenigen – untersuchten Proben beträchtlich. Die Wassergehalte korrelieren nicht mit den Reflexionswerten. Der geringste Wassergehalt (4,0%) zeichnet die Kohle aus 1100 m Teufe aus. Die nur zwei Kilometer westlich beheimatete Kohle aus Reitzenberg hat dagegen über 10% hygroskopische Feuchtigkeit.

Der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen der Gesamtkohlen ist wegen des Einflusses der Maceralzusammensetzung ein wenig geeigneter Inkohlungsmaßstab, deutet aber ebenso wie das Reflexionsvermögen auf Glanzbraunkohlenstadium. Wichtig erscheint, daß R. JANIK (1937) an reinem Vitrit 46% flüchtige Bestandteile bestimmt hat.

Das Mittel zahlreicher publizierter Kohlenstoffgehalte Grünbacher Kohlen beträgt 75,8%. Berücksichtigt man, daß Inertinite und Liptinite mehr Kohlenstoff beinhalten als Vitrinit (M. TEICHMÜLLER; zitiert in N. BERKOWITZ, 1979), so liegt der Kohlenstoffgehalt des Vitrinites sogar unter diesem Wert.

Die Einstufung der Kohle der Neuen Welt als hoch inkohlte Glanzbraunkohle erscheint durch das Reflexionsvermögen, den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und den Kohlenstoffgehalt jedenfalls gesichert.

Geringer inkohlt als die Kohle der Neuen Welt ist die Kohle der Miesbacher Gosau. Das Reflexionsvermögen ist um ca. 0,15% niedriger, der Habitus der Kohle ein völlig anderer. Die Kohle von Frohnberg ist z. B. von Glanzbraunkohlen der Mur-Mürz-Furche weder mega- noch mikroskopisch zu unterscheiden.

Alle untersuchten Gosau-Kohlen zwischen Gams und St. Wolfgang haben unabhängig vom Alter eine Vitrinitreflexion von ca. 0,5%. Ähnlichen Inkohlungsgrad wie die Gosau-Kohlen der Nördlichen Kalkalpen besitzen die Oberkreide Kohlen des Bakonywaldes. Die Vitrinitreflexion reicht von 0,4% bis 0,5%.

Tab. 10: Inkohlungsdaten der Gosau-Kohlen.

	Vitrinitreflexion			Immediatanalyse				Bemerkungen
	$R_m$ %	n	s	H <sub>2</sub> O %	Asche %	VM <sub>waf</sub> %	Back- vermögen	
67 Piesting	0,56	60	0,05	7,6	4,0	43,4	-	
68 Muthmannsdorf	0,61	100	0,04	---	---	---	-	VM <sub>waf</sub> (Geol.B.-A.): 49,5 %
69 Höflein-Magdalenenstollen								
2. Flöz	0,58	78	0,05	---	---	---	-	
3. Flöz	0,56	97	0,05	6,6	13,4	49,1	-	
6. Flöz	0,56	75	0,03	---	---	---	-	
7. Flöz	0,58	100	0,06	---	---	---	-	
8. Flöz	0,58	52	0,05	---	---	---	-	
70 Grünbach								
1. Flöz	0,60	61	0,04	6,9	---	---	-	
2. Flöz	0,58	56	0,04	4,0	3,9	45,4	+	Probe aus 1046 m Teufe
?	0,59	200	0,05	---	---	---	-	Mittelwert von 2 Proben
71 Reitzenberg	0,60	100	0,04	10,1	---	---	-	
72 Lanzing	0,45	50	0,04	10,8	12,3	48,2	-	
73 Frohnberg	0,42	54	0,05	9,0	4,1	46,0	-	
74 Gams	0,52	50	0,03	5,0	5,4	58,1	+	Immediatanalyse wurde an Gagat durchgeführt
75 St. Gallen	0,55	50	0,03	4,0	9,1	42,7	+	
76 Unterlaussa	0,52	100	0,04	5,8	10,1	47,2	+	
77 Lauferwald	0,26	50	0,02	9,9	3,8	51,4	-	Gagat; R <sub>m</sub> daher reduziert
78 Roßleithen	0,49	50	0,05	10,6	12,2	47,3	-	
79 Eisenbachtal	0,49	50	0,03	6,7	9,7	46,8	-	reiner Vitrit
80 St. Wolfgang	0,47	50	0,02	8,9	8,0	44,9	-	

R mittlere Vitrinitreflexion  
n<sub>m</sub> Anzahl der Einzelmessungen  
s Standardabweichung

H<sub>2</sub>O hygroskopische Feuchtigkeit  
VM<sub>waf</sub> flüchtige Bestandteile der wasser- und aschefreien Kohle

Deutlich höher inkohlt sind die Kohlenvorkommen der Kainacher Gosau mit einer Vitrinitreflexion von 0,76% bis 0,91% (M. TEICHMÜLLER in W. GRÄF et al., 1980) und die Kohlenflöze der Gosau nächst Konjice (Gonobitz) mit ca. 0,75%.

### 6. 3. Diskussion der Ergebnisse

#### 6. 3. 1. Moorfazies

Die Kohlen des Coniac-Santon und des Campan lassen deutlich unterscheidbare Ablagerungsmilieus erkennen.

Die Kohlen des Coniac-Santon sind in bituminöse Schichten eingelagert. Dem Ablagerungsmilieu der Schwarzschiefer und bituminösen Kalke hat W. KREBS (1969) eine eingehende Studie gewidmet. Er weist darauf hin, daß bituminöse Sedimente u. a. an der Basis von „Transgressionen“ über flache Schelfareale auftreten. Besonders hervorgehoben wird, daß solche „Transgressionen“ häufig neue Sedimentationszyklen einleiten und nicht selten an „paläogeographischen Wendepunkten“ stehen.

Diese Kriterien treffen durchaus für die kohlenführenden Schichten des Coniac zu. In das reduzierende Milieu des „transgredierenden Meeres“ wurden zahlreiche Trifithölzer eingeschwemmt. Durch sekundäre Bituminierung unter sauerstofffreien Bedingungen bildet sich daraus Gagat (R. PETROVA et al., 1985). Die Frage, ob die Kohle aus Unterlaussa tatsächlich ausschließlich allochthon gebildet wurde, wie es W. FREH & E. HABERFELNER (1950) annehmen, kann mit dem vorliegenden Material nicht beantwortet werden. Sicher ist jedoch, daß es wenige Kilometer südöstlich Unterlaussa nahe St. Gallen zur autochthonen Kohlenbildung in einem relativ „trockenen“ Moor kam, das der Bildung von Degradofusinit und Macrinit förderlich war.

Über die Kohlen des Campan kann nur ausgesagt werden, daß sie autochthone Bildungen küstennaher Sumpflandschaften sind.

#### 6. 3. 2. Deutung des Inkohlungsbildes

Die Vitrinitreflexionswerte sind in der gesamten Grünbach-Neue Welt-Mulde gleich und korrelieren nicht mit der heutigen Teufenlage der Proben. Der chemische Teil der Inkohlung (gemessen an der Vitrinitreflexion) ist daher prätektonisch. Das heißt, die chemische Inkohlung, die vor allem durch die Temperatur gesteuert wird, muß vor dem Obereozän (Pyrenäische Phase) abgeschlossen gewesen sein. (Es muß somit mit einer Reflexionszunahme mit dem Alter der Schichten gerechnet werden. Der vortektonische Teufenunterschied zwischen den untersuchten Flözen des Magdalenenstollens war allerdings zu gering, um dies zu verifizieren.)

Der Wassergehalt der wenigen untersuchten Kohlen deutet dagegen eine gewisse Abhängigkeit von der heutigen Teufenlage an. Die Wasserabnahme könnte daher erst eingetreten sein, als die Mulde schon mehr oder weniger als solche vorlag. Die physikalische Inkohlung (gemessen am Wassergehalt) ist also im wesentlichen syn- oder posttektonisch.

Nach N. BERKOWITZ & H. G. SCHEIN (1952) ist diese Diskrepanz zwischen physikalischer und chemischer Inkohlung für frühzeitig intensiv gepreßte Kohlen typisch.

Generell sind die Kohlen der Grünbach-Neue Welt-Mulde nur geringfügig höher inkohlt als die übrigen Gosau-Kohlen der Kalkalpen.

Die deutlich höhere Inkohlung der Kainacher Gosau läßt sich nach W. GRÄF et al. (1980) möglicherweise mit einer einst ca. 1500 m mächtigen Eozänbedeckung erklären.

### Danksagung

Vorliegende Arbeit ist die Kurzfassung einer am Institut für Geowissenschaften der Montanuniversität Leoben eingereichten Dissertation (R. F. SACHSENHOFER, 1987).

Für die Betreuung der Dissertation sowie die Durchsicht des Manuskriptes möchte ich auch hier Herrn O. Univ. Prof. Dr. H. F. HOLZER meinen besten Dank aussprechen. Herrn emer. O. Univ. Prof. DDr. W. E. PETRASCHECK danke ich für die im Rahmen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gewährten Unterstützungen. Herr Dr. H. W. HAGEMANN (Aachen) führte Fluoreszenzanalysen durch. Ihm sei dafür herzlich gedankt. Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dir. Dr. A. RUTTNER, der mich zu zahlreichen alten Bergwerkshalden geführt hat. Für interessante Diskussionen möchte ich mich bei Univ. Doz. Dr. G. BUNTEBARTH, Dr. M. KRALIK, Dr. H. LADWEIN, Univ. Doz. Dr. J.-M. SCHRAMM, Ao. Univ. Prof. Dr. W. SIEGL und O. Univ. Prof. Dr. A. TOLLMANN bedanken.

### 7. Literatur

- BARKER, CH. E. & PAWLEWICZ, M. J.: The Correlation of Vitrinite Reflectance with Maximum Temperature in Humic Organic Matter. – [In:] BUNTEBARTH, G. & STEGENA, L. [Hrsg.]: Paleogeothermics, 79–93, 4 Abb., 1 Tab., Berlin (Springer) 1986.
- BEHRENS, M.: Schwermineralverteilungen und Sedimentstrukturen in den Lunzer Schichten (Karn, Trias, Österreich). – Jb. geol. B.-A., 116, 51–83, 19 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3, Wien 1973.
- BERKOWITZ, N.: An Introduction to Coal Technology. – 345 S., zahlr. Abb. u. Tab., New York (Academic Press) 1979.
- BERKOWITZ, N. & SCHEIN, H. G.: Some aspects of the ultrafine structure of lignites. – Fuel, 31, 19–32, 5 Tab., London 1952.
- FAUPL, P.: Kristallinvorkommen und terrigene Sedimentgesteine in der Grestener Klippenzone (Lias-Neokom) von Ober- und Niederösterreich. – Jb. geol. B.-A., 118, 1–74, 43 Abb., 10 Tab., Wien 1975.
- FREH, W.: Alte Gagatbergbaue in den nordöstlichen Ostalpen. – Min. Mitt. Joaneum, 1956, 1–14, 4 Abb., Graz 1956.
- FREH, W. & HABERFELNER, E.: Ein alter Gagatbergbau in Oberösterreich. – Jb. O.Ö. Musealvereines, 95, 337–350, 6 Abb., Linz 1950.
- GRÄF, W.; EBNER, F. & FLADERER, F.: Faziesindikatoren in der basalen Gosau von Kainach. – Ann. nathist. Mus. Wien, 83, 91–104, 1 Abb., Taf. 1, Wien 1980.
- GRIMMER, J.: Das Steinkohlenvorkommen in den Lunzer Schichten Nieder- u. Oberösterreichs. – Berg- und hüttenmänn. Jb., 62, 130–155, 2 Abb., 1 Tab., Wien 1914.

- HABERFELNER, J. & H.: Die Trias in den Alpen mit ihren kohlenführenden Lunzer Schichten und deren bergmännische Bedeutung. – 18 S., 1 Tab., Scheibbs (R. Radinger) 1902.
- HAUER, F. v.: Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. – Jb. geol. R.-A., 4, 715–784, 8 Abb., 8 Tab., Wien 1853.
- HOFMANN, E.: Florenbilder aus der Vorwelt Österreichs. – [In:] KÜPPER, H. et al. [Hrsg.]: Skizzen zum Antlitz der Erde/Kober-Festschrift, 287–302, Wien (Hollinek) 1953.
- HUFNAGEL, H.; KUCKELKORN, K.; WEHNER, H. & HILDEBRAND, G.: Interpretation des Bohrprofils Vorderriß 1 auf Grund organo-geochemischer und geophysikalischer Untersuchungen. – Geol. Bavarica, 81, 123–143, 6 Abb., Tab. 1–3, München 1981.
- JACOB, H.: Über bituminöse Schiefer, humose Tone, Brandschiefer und ähnliche Gesteine. Ein Beitrag zur Frage der Erdölgenese aus kohlenpetrographischer Sicht. – Erdöl u. Kohle, 14, 2–11, 6 Taf., Leinfelden 1961.
- : Petrologie von Asphaltiten und asphaltischen Pyrobitumina. – Erdöl u. Kohle, 20, 393–400, 13 Abb., Leinfelden 1967.
- : Optische Analyse disperser Bitumina. – Erdöl u. Kohle etc., 29, S. 257, 2 Abb., Leinfelden 1976.
- JANIK, R.: Mikroskopische und chemische Untersuchung des 6. Grünbacher Steinkohlenflözes. – Unveröff. Meldearbeit Montanuniv. Leoben, 12 S., Leoben 1937.
- KOLLMANN, H.: Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). – Jb. geol. B.-A., 107, 71–159, 5 Abb., Taf. 1–4, Wien 1964.
- KOMITEE d. allg. Bergmannstages: Die Mineralkohlen Österreichs. – 490 S., zahlr. Abb. u. Tab., Wien (Zentralverb. d. Bergwerksbesitzer Österreichs) 1903.
- KRALIK, M.; KRUMM, H. & SCHRAMM, J.-M.: Low Grade and Very Low Grade Metamorphism in the Northern Calcareous Alps and the Greywacke Zone: Illite – Crystallinity Data and Isotopic Ages. – [In:] FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. [Hrsg.]: Geodynamics of the Eastern Alps, 164–178, 4 Abb., 1 Taf., Wien (Österr. Bundesverl.) 1987.
- KREBS, W.: Über Schwarzschiefer und bituminöse Kalke im mitteleuropäischen Variscikum. – Erdöl u. Kohle, 22, 2–6 u. 62–67, 9 Abb., Leinfelden 1969.
- LIPOLD, M. V.: Das Kohlengebiet in den nordöstlichen Alpen. – Jb. geol. R.-A., 15, 1–164, 45 Abb., 2 Taf., Wien 1865.
- MARCHIONI, D. L.: The detection of weathering in coal by petrographic, rheologic and chemical methods. – Int. J. Coal Geol., 2, 231–259, 9 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1983.
- NEUBAUER, W.: Die steinkohlenführenden Lunzer Schichten von Schrambach – Lilienfeld und ihre bergmännische Bedeutung. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., 94, 319–333, 15 Abb., Wien 1949a.
- : Kohlenpetrographische Untersuchungen an Lunzer Kohlen. – Berg- u. hüttenmänn. Mh., 94, 355–360, 18 Abb., 1 Taf., Wien 1949b.
- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum in mikropaläontologischer Sicht. – Jb. geol. B.-A., 106, 1–88, 2 Abb., Taf. 1–2, Wien 1963.
- PETRASCHECK, W.: Die Steinkohlen der Alpen. – [In:] PETRASCHECK, W.: Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten, 299–320, 20 Abb., 3 Tab., Katowice 1926/29.
- PETRASCHECK, W. E.: Gefügeuntersuchungen an tektonisch beanspruchten Kohlen. – Z. dt. geol. Ges., 87, 622–632, Taf. 33–34, Berlin 1935.
- : Verdickungen und Verdrückungen von Kohlenflözen und die Gesetzmäßigkeit ihrer Lage. – Z. f. prakt. Geol., 45, 172–176, 9 Abb., Berlin 1937.
- PETRASCHECK, W. E. & POHL, W.: Lagerstättenlehre. – 3. neubearbeitete Aufl, 341 S., 212 Abb., 10 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1982.
- PETROVA, R.; MINCEV, D. & NIKOLOV, Z.: Comparative Investigations on Gagat and Vitrain from the Balkan Coal Basin. – Int. J. Coal Geol., 5, 275–280, 1 Abb., 2 Taf., Amsterdam 1985.
- PLÖCHINGER, B.: Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). – Jb. geol. B.-A., 104, 359–441, 19 Abb., Taf. 27, Wien 1961.
- : Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich). – 142 S., 20 Abb., 4 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1967.
- : Erläuterungen zu Blatt 95 St. Wolfgang im Salzkammergut. – 74 S., 17 Abb., 2 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1982.

- RUTTNER, A.: Bericht (1974) über kohlengeologische Arbeiten im Gebiet von Gresten (Blatt Gaming – Mariazell). – Verh. geol. B.-A., 1948, 72–77, Wien 1948.
- RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Die Gosau von Weißwasser bei Unterlaussa. – Mitt. geol. Ges. Wien, 48 (1955), 221–256, 5 Abb., 2 Taf., Wien 1957.
- SACHSENHOFER, R. F.: Fazies und Inkohlung mesozoischer Kohlen der Alpen Ostösterreichs. – Unveröff. Diss. Montanuniv. Leoben, 226 S., 50 Abb., 13 Tab., Leoben 1987.
- SCHNABEL, W.: Geologie der Flyschzone einschließlich der Klippenzone. – Arbeitstagung Geol. B.-A., Blatt 71 Ybbsitz, 17–42, 9 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- SCHRAMM, J.-M.: Anchimetamorphose im klastischen Permoskyth der Schuppenzone von Göstling (Nördliche Kalkalpen, N.Ö.). – Verh. geol. B.-A., 1982, 53–63, 2 Abb., Wien 1982a.
- : Zur Metamorphose des feinklastischen Permoskyth im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Verh. geol. B.-A., 1982, 63–72, 2 Abb., Tab. 1–4, Wien 1982b.
- : Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenostrand bis zum Rätikon (Österreich). – Verh. geol. B.-A., 1982, 73–83, 1 Abb., Wien 1982c.
- SPENGLER, E.: Der geologische Bau der Kalkalpen des Traisental und des oberen Pielachgebietes. – Jb. geol. B.-A., 78, 53–144, 14 Abb., Taf. 1–2, Wien 1928.
- STACH, E.; MACKOWSKY, M.-Th.; TEICHMÜLLER, M.; TAYLOR, G. H.; CHANDRA, D. & TEICHMÜLLER, R.: Coal Petrology. – 3. erw. Aufl., 535 S., 159 Abb., 39 Tab., Berlin, Stuttgart (Borntraeger) 1982.
- STEINER, P.: Die Eingliederung der Weyerer Bögen und der Großreiflinger Scholle in den Faltenbau des Lunzer-Reichraminger Deckensystems. – Mitt. Ges. Geol.-Bergbaustud. Wien, 14–15, 267–298, 1 Abb., Taf. 11, Wien 1965.
- : Geologische Studien im Grenzbereich der mittleren und östliche Kalkalpen (Österreich). – Mitt. Ges. Geol.-Bergbaustud., 18 (1967), 9–88, 9 Abb., Taf. 1–2, Wien 1968.
- TEICHMÜLLER, M.: Zur Petrographie zweier ober-schlesischer Flöze mit ähnlichem Inkohlungsgrad, aber verschiedenen Kokungseigenschaften. – Z. f. prakt. Geol., 52, 1–6, Halle 1944.
- : Zum petrographischen Aufbau und Werdegang der Weichbraunkohle (mit Berücksichtigung genetischer Fragen der Steinkohlenpetrographie). – Geol. Jb., 64, 429–488, 5 Abb., Taf. A–F, Hannover 1950.
- : Die Genese der Kohle. – C.r.4. Congr. intern. Strat. Geol. Carbonifère, Heerlen 1958, 3, 699–722, 19 Abb., Maastricht 1962.
- TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: The diagenesis of coal (coalification). – [In:] LARSEN, G. & CHILINGAR, G. V. [eds.]: Diagenesis in sediments, 391–415, Amsterdam (Elsevier) 1967.
- : Coalification studies in the Alps. – [In:] CLOOS, H. et al. [Hrsg.]: Alps, Apennines, Hellenides, 49–55, 3 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- TEICHMÜLLER, M.; TEICHMÜLLER, R. & BARTENSTEIN, H.: Inkohlung und Erdgas in Norddeutschland. Eine Inkohlungskarte der Oberfläche des Oberkarbons. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 27, 137–170, 2 Abb., 5 Tab., 1 Taf., Krefeld 1979.
- TEICHMÜLLER, M.; TEICHMÜLLER, R. & WEBER, K.: Inkohlung und Illitkristallinität. Vergleichende Untersuchungen im Mesozoikum und Paläozoikum von Westfalen. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 27, 201–276, 31 Abb. 15 Tab., Krefeld 1979.
- THENIUS, E.: Niederösterreich im Wandel der Zeiten. – 3. Aufl., 156 S., 63 Abb., 4 Tab., 9 Taf., Wien (Amt d. N.Ö. Landesreg.) 1983.
- TOLLMANN, A.: Analyse der Weyerer Bögen und der Reiflinger Scholle. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, 14, 89–123, Taf. 7, Wien 1964.
- : Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 2, XV, 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1976.
- : Geologie von Österreich. – Bd. 2, Außerzentralalpiner Anteil. – XV, 710 S., 287 Abb., 27 Tab., Wien (Deuticke) 1985.
- : Geologie von Österreich. – Bd. 3, Gesamtübersicht. – X, 718 S., 145 Abb., 8 Tab., Wien (Deuticke) 1986.

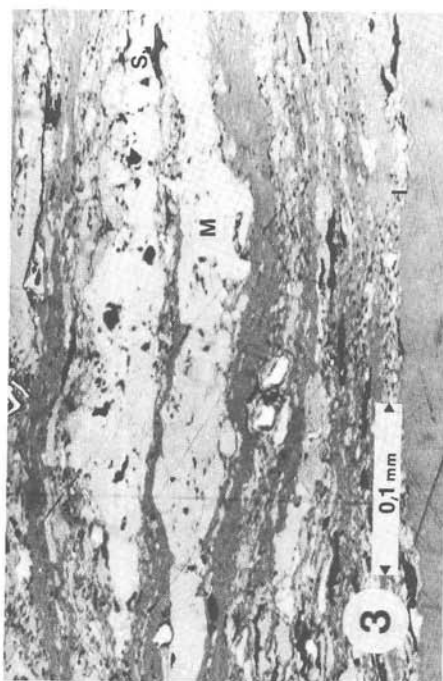
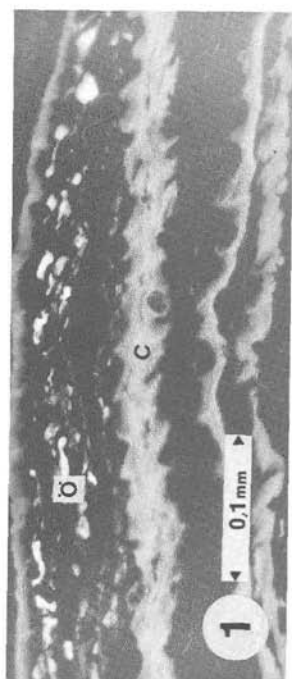
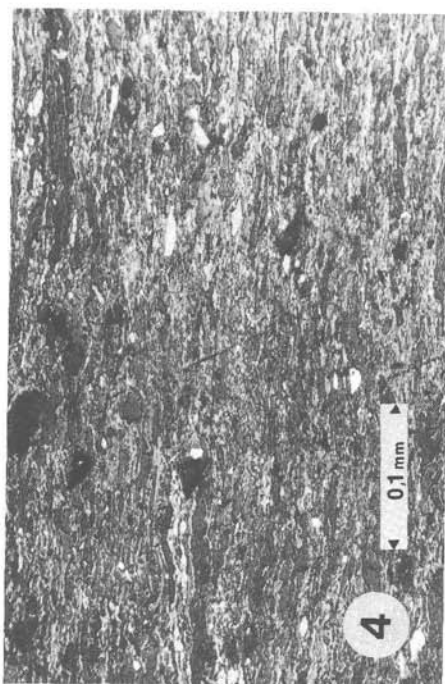


- TRAUTH, F.: Zur Geologie des Voralpengebietes zwischen Waidhofen a. d. Ybbs und Steinmühl etc. – Verh. geol. B.-A., 1954, 89–140, 1 Abb., 1 Taf., Wien 1954.
- WAGNER, L.; KUCKELKORN, K. & HILTMANN, W.: Neue Ergebnisse zur alpinen Gebirgsbildung Oberösterreichs aus der Bohrung Oberhofen 1 – Stratigraphie, Fazies, Maturität und Tektonik. – Erdöl, Erdgas, Kohle, 102, 12–19, 10 Abb., Hamburg 1986.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 8. September 1987

## Tafel 1

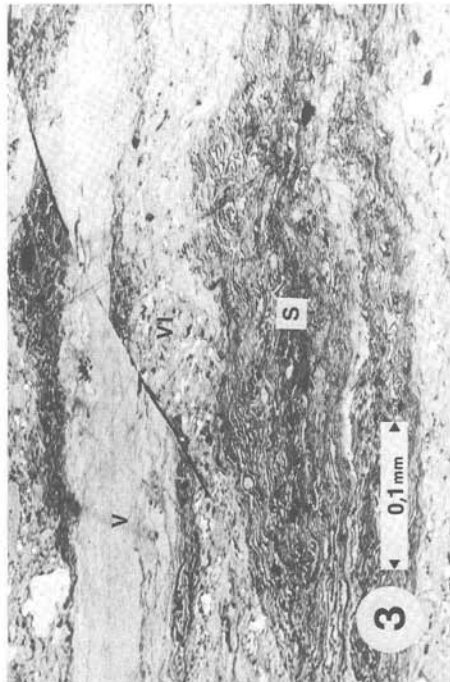
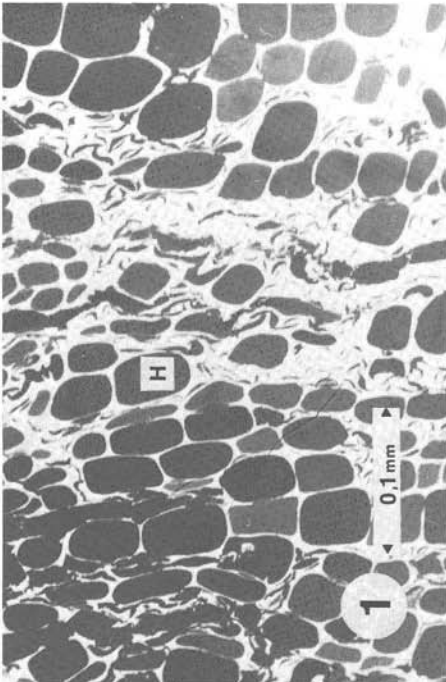
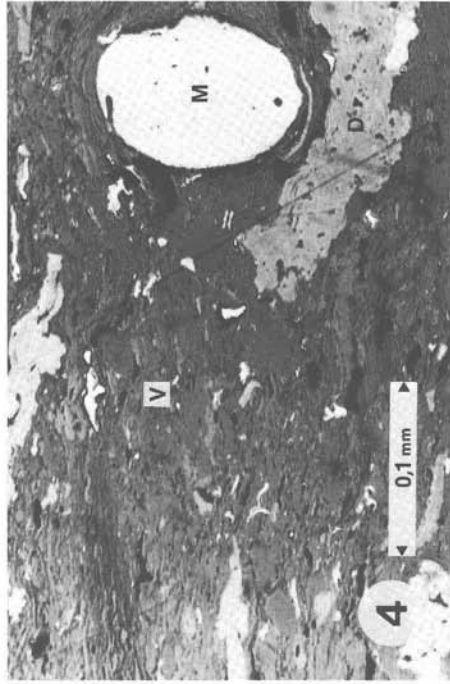
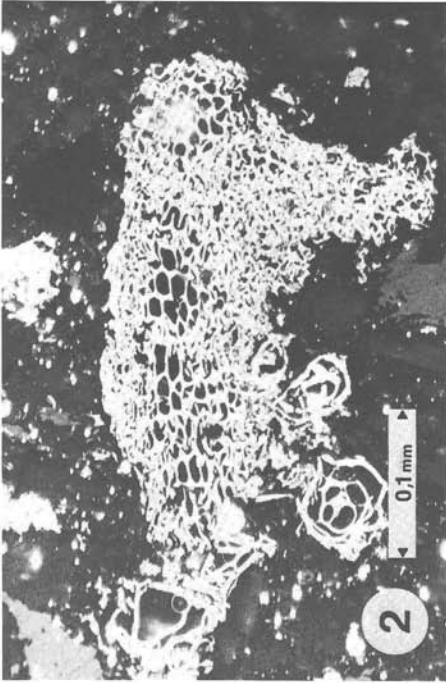
- Fig. 1: Lunzer Kohle, Schneibb: fossile Blätter mit Blatthäuten (Cutinit; C) und an Blattölen (Ö) reichem Blattgewebe; Blaulichtanregung.
- Fig. 2: Lunzer Kohle, Schneibb: gleiche Stelle wie Fig. 1; normales Auflicht.
- Fig. 3: Grestener Kohle, Gresten: inertinitreiche Kohlenstreifen mit Macrinit (M) und Inertodetrinit (I). Einige Mikrosporen (S).
- Fig. 4: Grestener Kohle, Grossau: liptinitreiche Kohle (Cannelkohle).



Tafel I

## Tafel 2

- Fig. 1: Gosau-Kohle, Unterlaussa: fossiles pflanzliches Gewebe (Telinit) mit harzigen Zellfüllungen (H).
- Fig. 2: Gosau-Kohle, Unterlaussa: Fusinit in mineralischer Matrix.
- Fig. 3: Gosau-Kohle, St. Wolfgang: „Rindengewebe“ mit dunklem Suberinit (S) und hellen Phlobaphenen. Darüber ein Vitrinitit- und ein Vitritband (VI bzw. V).
- Fig. 4: Gosau-Kohle, Grünbach: vitrinitreiche Kohle mit Vitrodetrinit (V), Macrinit (M) und Degradofusinit (D).



Tafel 2