



Forschungsgesellschaft Joanneum
GRAZ-Burg



INKOHLUNGSSTUDIEN AN
BRAUNKOHLLEN
PROJEKTE P - 41
P - 54
Endbericht

Martin Vinzenz

40 Seiten
7 Photos
12 Abbildungen
5 Tabellen

Im Auftrag der Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung Leoben

Im September 1984

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
Zusammenfassung	2
1. Probenahme	4
2. Aufbereitung	5
3. Methoden der Inkohlungsuntersuchung	6
a) Reflexionsmetrische Untersuchungen	6
b) Infrarotspektralanalysen	10
4. Verteilung der Kohlenvorkommen und ihre Inkohlungs- charakteristik	12
4.1 Die diluviale Schieferkohle von Klaus-Pichl	12
4.2 Die Kohlen der Mur - Mürz - Furche	13
4.3 Weststeirisches Glanzkohlenrevier	16
4.4 Die Kohlen entlang des Nordrandes des steirischen Beckens	18
5. Detailuntersuchungen an Bohrkernproben der RAG	21
5.1 Beprobung	21
5.2 Petrographie	21
5.3 Inkohlungsmessungen	23
6. Literaturverzeichnis	40

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes P-41 "Inkohlungsstudien an Braunkohlen" der Vereinigung für angewandte Lagerstättenforschung in Leoben (VALL), wurden vom Verfasser seit dem Jahr 1980 systematisch Beprobungen und Untersuchungen von steirischen Braunkohlenvorkommen vorgenommen.

Insgesamt wurden dabei über 300 Proben kohlenpetrographisch bearbeitet und das Reflexionsvermögen der Huminite bzw. Vitrinite gemessen. Parallel dazu wurden ebenfalls infrarotspektroskopische und gaschromatographische Analysen durchgeführt, die derzeit noch andauern.

Eine umfassende und integrierte Auswertung aller ermittelten Werte steht derzeit allerdings noch aus. Dennoch können bereits einige wichtige Schlüsse gezogen werden:

- a) Der Inkohlungsgrad der steirischen Braunkohlen ist im wesentlichen von der ehemaligen Überlagerung abhängig. Eine geochemische Vergelung tritt lediglich bei den Glanzbraunkohlen auf.
- b) Der Einfluß der Tektonik auf das Inkohlungsbild der norischen Senke ist sicherlich beträchtlicher als bisher allgemein angenommen wurde.
- c) Eine endgültige Klärung des Inkohlungsbildes bedarf noch weiterer Untersuchungen (moderne chemische Analysen), die derzeit im Rahmen eines Projektes der österr. Akademie der Wissenschaften unter Leitung von em.Prof.W.E.Petrascheck durchgeführt werden.
- d) Ein genereller Trend läßt sich derzeit nicht beschreiben, da vor allem der Einfluß der Tektonik noch nicht völlig geklärt ist. Eine Ausnahme bildet das weststeirische Glanzkohlenrevier. Dort liegt das Maximum der Inkohlung im Süden (Eibiswalder Revier). Der Grad der Inkohlung nimmt in nördlicher Richtung (Vordersdorf, Wies, Schwanberg) kontinuierlich ab, ohne jedoch das Glanzbraunkohlenstadium zu unterschreiten.

- e) Die rezenten hohen thermischen Gradienten im östlichen steirischen Tertiärbecken treten erst seit geologisch kurzen Zeiten in Erscheinung.
- f) Eine drastische Änderung im Inkohlungsverhalten organischen Materials in Tiefbohrungen der Rohöl-Aufsuchungsgesellschaft im östlichen steirischen Becken tritt zur Zeit des unteren Mittelbadens ein.

1. Probenahme

Im November 1982 wurde vom Verfasser in einem eigenen abgeschlossenen Bericht bereits über die Art und das Ausmaß der Probenahme berichtet. Die geographische Lage der Probepunkte ist aus Beilage 1 ersichtlich.

2. Aufbereitung

Die im Gelände aufgesammelten Proben wurden in einem Plastiksack zunächst versiegelt und dann langsam bei Raumtemperatur getrocknet um ein Zerfallen der Kohlen zu vermeiden.

Der größte Teil wurde sodann im getrockneten Zustand geteilt (Referenzproben) und in das Kunstharz VIAPAL eingegossen. Die Proben verblieben sodann bis kurz vor der mikroskopischen Untersuchung in diesem Zustand.

Die Verarbeitung der Proben zu Anschliffen gliedert sich in drei Schritte:

- A) schneiden
- B) schleifen
- C) polieren

Das Schneiden erfolgt mit einer Diamantsäge in ca. 3 x 5 cm große Stücke um die weiteren Bearbeitungsschritte zu erleichtern.

Daraufhin erfolgt das Schleifen der Oberfläche mit Aluminiumtonerde folgender Körnungen: 300, 800 und 1200. Dieser Vorgang stellt der wichtigste Schritt der Vorbereitung überhaupt dar, denn die Qualität der Politur hängt lediglich von der Sauberkeit und der Geduld des Bearbeiters beim Schleifen ab.

Die abschließende Politur erfolgte zuerst mit Alumina 03 Pulver und abschließend auf dem selben Material mit Körnung 05.

Während der Vorbereitung der Anschliffe nehmen die Kohlen wiederum erhebliche Mengen an Wasser auf, wobei es zum Zerspringen der Politur kommen kann. Deshalb ist eine rasche Zuführung der Proben zur mikroskopischen Untersuchung unumgänglich. Für die Messung des Reflexions-Vermögens dürfen nur Anschliffe mit absolut planer Politur und wenig Relief verwendet werden.

Von den Braunkohlenanschliffen muß jeder, wenn er einer nächträglichen Mikroskopie zugeführt wird, neuerlich geschliffen und poliert werden.

3. Methoden der Inkohlungsuntersuchungen

a) Reflexionsmetrische Untersuchungen

Kohlen haben infolge Temperatur- und Druckeinwirkung in geologischer Vergangenheit Umwandlungen erfahren, an deren Beginn das zersetzte Pflanzenmaterial und an deren Ende der Anthrazit bzw. Graphit steht. Je nach Grad der Inkohlung weisen die Vitrinite (Huminite) auf Grund einer kontinuierlichen Veränderung des Reflexionsvermögens verschiedene mikroskopische Erscheinungsarten auf. Die Verwendung der Vitrinitreflexion als Inkohlungsmaßstab hat gegenüber den konventionellen Methoden den Vorteil, daß ausschließlich die mit der Inkohlung einhergehende Veränderung der Hauptkomponente der Kohle erfaßt wird. Im Gegensatz dazu wirken sich bei der Inkohlungsgradbestimmung mittels anderer Methoden nicht nur der Inkohlungsgrad selbst, sondern auch die unterschiedliche Zusammensetzung der Flöze aus den verschiedenen Mazeralen aus.

Diese besitzen Gehalte an flüchtigen Bestandteilen und an Kohlenstoff, die von denen des Vitrinites sehr abweichen können, was eine merkliche Verschiebung des Gesamtgehaltes zur Folge hat. Durch Umrechnung auf wasser- und aschefreie Substanz wird versucht, die Mineralführung zu berücksichtigen, jedoch wird dabei unter Hinnahme gewisser Ungenauigkeiten der Einfachheit halber unterstellt, daß sich alle in der Kohle vorkommenden Minerale bei der Bestimmung des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen und des Kohlenstoffs inert verhalten.

Mit Hilfe der Reflexionswerte lassen sich aber die Gehalte an flüchtigen Bestandteilen und Kohlenstoff, die an sehr asche- und mineralarmen Vitriniten gemessen wurden, rasch und sicher bestimmen. Neben anderen Inkohlungsmaßstäben bietet somit das Reflexionsvermögen des Vitrinites die Möglichkeit einer Kennzeichnung des Inkohlungsgrades von Kohlen. Dazu bedarf es aber einer bereits fortgeschrittenen Homogenisierung des Vitrinites, die erst durch die geochemische Vergelung einsetzt. Dies bedeutet in der Praxis, daß solche Untersuchungen erst ab dem Glanzbraunkohlenstadium mit einem R_{mo} von ca. 0.45% ihre eindeutige Aussagekraft gewinnen. Bis zu diesem

Wert kann das Reflexionsvermögen der Huminite sehr große Schwankungen aufweisen, weshalb man als Parameter für den Inkohlungsgrad der Braunkohlen den Wassergehalt und den kalorischen Wert heranzieht.

Für die Bildung von Vitrinit aus pflanzlichen Ausgangsstoffen sind zwei Vorgänge erforderlich:

- a) Die biochemische Vergelung in Form einer langsamen Oxidation, welche zur Bildung von Huminsäuren führt. Diese fallen bei geeignetem Kationenangebot als Humate aus. Bei fortschreitender Diagenese verlieren diese Huminsäuren ihren sauren Charakter durch den Verlust von $-OH$ und $-COOH$ Gruppen und werden so zu Huminen.
- b) Danach erfolgt die geochemische Vergelung, die zur eigentlichen Vitrinitbildung in Glanzbraunkohlen führt. Dabei werden die Ulminitgewebe und Huminite in Vitrinite übergeführt. Diese Gele besitzen bereits makroskopisch als auch mikroskopisch vitrinitischen Charakter. Der Vorgang benötigt eine gewisse Gesteinstemperatur, und damit ein Minimum an Versenkung; im allgemeinen ist er an der Grenze Mattbraunkohle zur Glanzbraunkohle abgeschlossen.

Trotzdem wurden auch an den untersuchten Kohlen das Reflexionsvermögen der Huminite bestimmt. Dabei zeigte sich, daß dieser je nach Grad der Vergelung stark variierte.

Rein subjektiv waren bei derart niedrigen Werten selbstverständlich keine Unterschiede mehr zu erkennen. Deshalb kann die Reflexionsmessung als ein weiteres rasches Hilfsmittel zur Identifizierung von Gelen und Geweben angesehen werden.

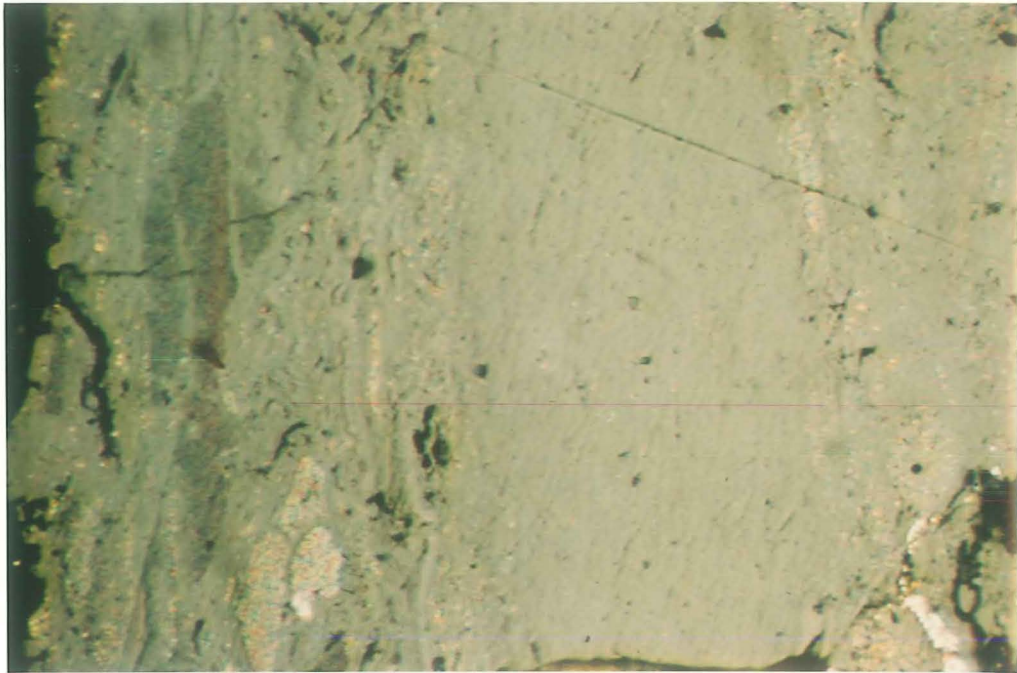


Photo 1: Gewebe mit peripheren Kutikulabändern, Porigelinit und relativ reinem Humotelinitband, der ein Reflexionsvermögen von $R_{m\ddot{O}l} = 0.34\%$ besitzt.

Die Messungen wurden mit dem am Geologischen Institut zur Verfügung stehenden Leitz-Mikroskop MPV 2 und der dazu gehörenden Ausrüstung für Reflexionsmessungen mit Versorgungs- und Datenverarbeitungsgeräten durchgeführt. Dieses Gerät besitzt im Gegensatz zum Spaltmikrophotometer nach Berek einen Photomultiplier. Das Berek-Photometer beruht auf dem Prinzip der subjektiven Helligkeitsangleichung zwei beleuchteter Flächen.

Diese Methode führte zu unvermeidlichen Unsicherheiten und hatte zudem den Nachteil, daß für die geforderte Anzahl von Messungen sehr viel Zeit benötigt wurde. Deshalb ging man in der technischen Weiterentwicklung von diesem Meßprinzip ab und versuchte das Auge durch ein objektives Meßinstrument zu ersetzen. Dies gelang durch die Entwicklung des Photomultipliers. Dieser benötigt zum einwandfreien Betrieb einen Spannungsteilersatz und ein hochstabilisiertes Netzgerät. Dieses Netzgerät erzeugt nicht nur beliebig hohe Spannungen zwischen 500 und 1.900 V, sondern führt auch die für eine konstante Anzeige erforderliche Stabilisierung der Spannung und der Stromstärke durch.

Das MPV 2 ist ein binokulares Auflichtmikroskop mit einer drehbaren Bühne. Es besitzt ein Umlenkprisma, das den Strahlengang einerseits zum Okular und andererseits zur aufgesetzten Meßeinrichtung teilt.

Da die Messungen selbst im monochromatischen Licht bei einer Wellenlänge von 546 nm durchgeführt werden müssen, benötigt man zudem für die Erzeugung des Meßlichtes ein Doppelpräzisionsbandfilter. Die Wahl des Lichtes ergab sich aus der Spektralverteilung des verwendeten Lampenlichtes und dem Bereich der maximalen Empfindlichkeit des Photomultipliers (Typ EMI 9592). Aus Gründen der Kontraststeigerung wurden alle Messungen mit einem Immersionsobjektiv (32 x) durchgeführt. Dabei ist zu beachten, daß der Brechungsindex des Zedernholzöles sich bei grünem Licht verändert. Er steigt von den angegebenen 1.515 auf 1.519 an. Eine Verschiebung in der dritten Dezimalen wirkt sich aber bereits deutlich auf das gemessene Reflexionsvermögen aus.

Weiters besitzt das Mikroskop eine Einrichtung zum Einspiegeln des Meßbereiches, was für die Genauigkeit der Messungen notwendig ist.

Neben der Apparatur zur Erzeugung und Stabilisierung des Stromes besitzt das Gerät auch eine digitale Meßeinheit, die über eine Interface-Verbindung mit einem Tischrechner (HP 97S) verbunden ist. Dieser berechnet und registriert die absoluten Reflexionswerte. Weiters führt er auch die benötigten statistischen Berechnungen durch.

Der Meßvorgang selbst teilt sich in drei Arbeitsphasen:

1. Wählen einer Eichsubstanz, die ein Reflexionsvermögen nahe jener der untersuchten Kohlen besitzt und abgleichen der dazu benötigten Meßspannung auf 100 %.
2. Eingabe des tatsächlichen Eichreflexionswertes in den Rechner und Beginn der Messungen. Für eine repräsentative Untersuchung werden mindestens 100 Messungen benötigt. Die Auswahl der Meßstellen hat sorgfältig zu erfolgen. Sie sollten entlang eines vorgegebenen Kreuzrasters liegen. Dabei muß darauf geachtet werden, daß keine Kratzer oder Reliefkonturen in die Messungen eingehen.

3. Statistische Berechnungen des arithmetischen Mittels und der doppelten Standardabweichung $2s$ aller Meßdaten und Darstellung in einem Reflektogramm.

b) Infrarotspektroanalysen

1. Bei Absorptionsuntersuchungen im sichtbaren Teil des Spektrums mußte man erkennen, daß auf Grund der komplexen Zusammensetzung der Kohlen keine weiteren Aussagen über deren Natur gemacht werden können. Die verschiedenen Absorptionsbänder der einzelnen chemischen Komponenten gehen in ein beinahe kontinuierliches Absorptionsspektrum über, in welchem die Auslöschung mit zunehmender Wellenlänge abnimmt. Gerade bei Braunkohlen aber können im Infrarotspektrum mit seinen schmalen Bandbreiten charakteristische Bänder beobachtet werden, da sich die Absorption nicht allzuweit unter den sichtbaren Bereich erstreckt.

In der Entwicklung dieser Technik zeichneten sich vor allem zwei verschiedene Untersuchungsarten ab, die sich als effizient erwiesen haben:

Die Dünnschliffmethode, die von CANNON, SUTHERLAND & ORCHIN (1945) erfolgreich angewendet wurde. Die Präparation von Braunkohlendünnschliffen aber erfordert, wenn überhaupt möglich, viel Zeit und Geschicklichkeit. Auch zeigte es sich, daß eine Oxidation der Kohle auf Grund der langen Präparationszeit nur in einer inerten Atmosphäre (z.B. Stickstoff) verhindert werden kann. Diese Nachteile begrenzen diese Methode auf eine begrenzte Anzahl zu untersuchender Proben, in besonders ausgestatteten Laboratorien.

Die weitaus häufigere Art der Präparation von Kohlen stellt heute die Suspensionstechnik dar. Hier unterscheidet man 2 wichtige Verfahrensarten: die Einbettung der zu untersuchenden Kohlen entweder in Nujol oder in Kaliumbromid. Die Nujoltechnik erwies sich aber ebenfalls als sehr aufwendig und hatte außerdem den Nachteil, daß das Einbettungsmaterial selbst eine große Streuung der Strahlung hervorrief, welche

zuweilen auch die interessierenden Absorptionsbänder verdeckte. Diesen Umstand versuchten GORDON, ADAMS & JENKINS (1952), CANNON (1958) und VAN VUCHT, RIETVELD & VAN KREVELEN (1955) mit Einbettung in Bromoform und n-Heptan zu eliminieren, was jedoch wieder zu komplizierteren und zeitraubenderen Vorbereitungsarbeiten führte.

Erst SCHIEDT (1953) gelang mit der Einbettung der Kohle in Kaliumbromid ein entscheidender Fortschritt. Hierbei wurden die Kohlen wie bei der Nujoltechnik sehr fein gemahlen und mit Kaliumbromid vermischt. Diese Pulvermischung wurde dann unter Druck im Vakuum in dünne Tabletten gepreßt. Der Vorteil besteht darin, daß Kaliumbromid als Einbettungsmittel keine spezifischen Absorptionsbänder bei Wellenlängen von 2.5 - 15 μ besitzt und daher dieser Spektralbereich voll zur Verfügung steht. Ein weiterer Vorteil liegt in der beständigen Form der erhaltenen Presslinge und der damit gewährleisteten gleichbleibenden Verteilung des suspendierten Probenmaterials, während dieses bei Einbettung in Bromoform oder Nujol zum Absetzen tendiert.

4. Verteilung der Kohlenvorkommen und ihre Inkohlungscharakteristik

4.1. Die diluviale Schieferkohle von Klaus - Pichl

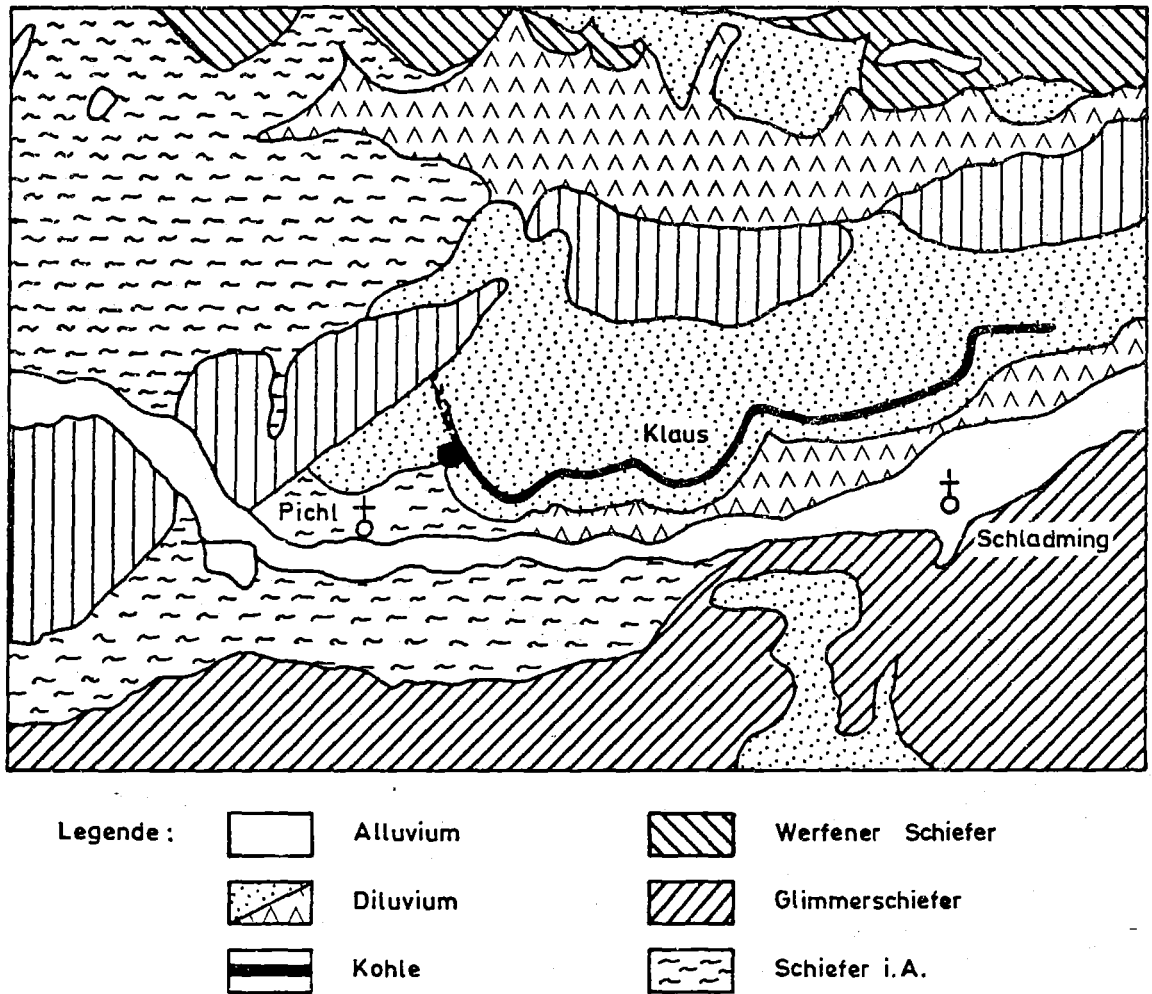


Abb. 1: Vereinfachte geologische Karte des Kohlevorkommens von Klaus-Pichl, Aufschlußstelle NE Pichl aus Weber & Weiss, 1983

Das im Pleistozänsedimenten liegende schwache Flöz (Mächtigkeiten um 1 m) wird nach H.ZAPFE 1956 dem Rib-Würm-Interglazial zugeordnet. Die jüngste Altersbestimmung durch eine C¹⁴ Datierung ergab ein Alter von ca. 31 000 Jahren. (I.DRAXLER & D.v.HUSEN 1978). Eine Aufschlußstelle lieferte einige brauchbare, wenig oxidierte Proben. Die Petrographie dieser Kohlen ist wahrscheinlich auf Grund ihres geringen Alters charakteristisch.

Sie zeigen wenig vergelte Telinite und Textinite mit zumeist offenen Zellumen mit einem hohen Anteil anorganischer Substanz. Das Reflexionsvermögen gemessen an Telinit B liegt um $0.26 \pm 0,05$ % Rmo. Eine Infrarot-Analyse ergab ein Extirbtionsverhältnis von Aromaten/Aliphaten von 0,124.

4.2 Die Kohlen der Mur-Mürz-Furche

Entlang der ehemaligen norischen Senke sind eine Vielzahl kleinerer und größerer Kohlevorkommen bekannt. Geographisch erstrecken sich diese zwischen Tamsweg/Salzburg im Westen bis nach Hart/NÖ im Osten. Die drei bekanntesten unter ihnen wurden lange Zeit bergmännisch abgebaut. Zu diesen zählt das Fohnsdorfer Revier (Aichfeld), das Leobner Revier und das Parschluger Revier. In den 3 letztgenannten heimgesagten Bergbaurevieren wurde eine Glanzkohle von sehr guter Qualität gewonnen.

Die Kohlen dieses Raumes können in zwei große Gruppen, jener der Mattbraunkohlen und jener der Glanzbraunkohlen, untergliedert werden. Selbstverständlich ist eine genaue Abgrenzung der beiden Kohlenarten nicht möglich. Jedoch treten die höherwertigen Glanzbraunkohlen nur zwischen Fohnsdorf im Westen und Kapfenberg im Osten auf. Dies dürfte vor allem auf die ehemalige hohe Überlagerung in tieferen Becken dieses Raumes zusammenhängen. Jedoch läßt sich eine tektonische Beeinflussung der Kohlen ebenso wenig absprechen, was sich in einer schiefen Auslöschung unter polarisierter Sicht äußerst. Die marginalen östlichen, bzw. westlichen Teile der norischen Senke beinhalten stets Mattbraunkohlen.

Reflexionsvermögen in % Rmo

	Eu-Ulmunit B	Levigelinit
Tamsweg	0,32	0,36
Schöder-Rinegg	0,38	0,40
St.Oswald	0,35	0,39
Fohnsdorf	0,42-0,48	detto
Graden	0,40	0,43
Feeberg	0,46	0,47
Leoben	0,40-0,50	detto
Trofaiach	0,38	0,41
Urgental	0,45-0,50	detto
Parschlug	0,45-0,50	detto
Winkl	0,40	0,42
Wartberg	0,36	0,38
Illachgraben	0,33	0,35
St.Kathrein-Ratten	0,28-0,32	0,34
Göriach	0,33	0,36
Hart	0,31	0,37

Tabelle 1: Reflexionsvermögen von Braunkohlen der norischen Senke

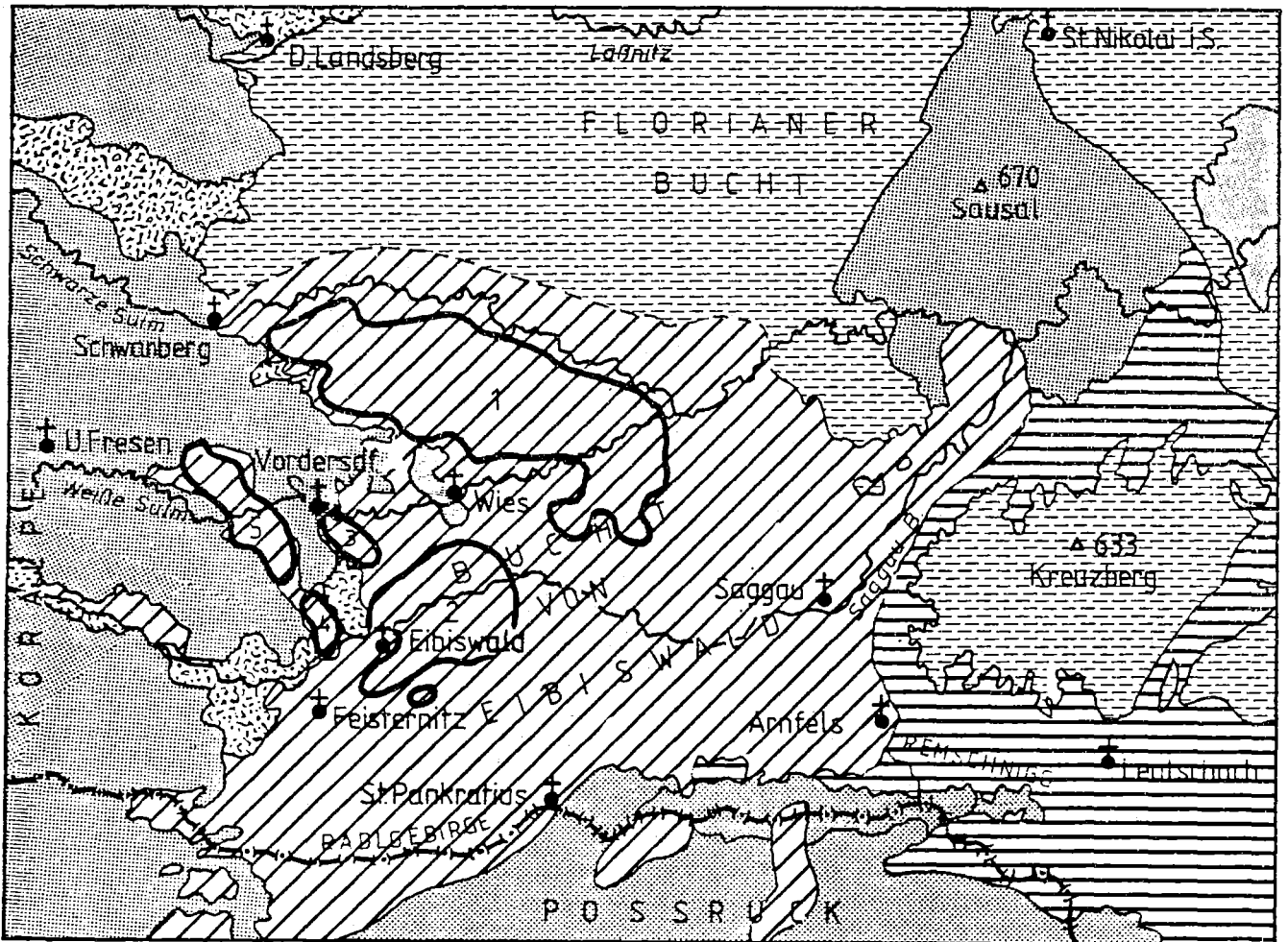
Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Reflexionswerte von Eu-Ulminiten B und Levigeliniten in den Kohlen der norischen Senke.

Diese 2 Mazeraltypen eignen sich für solche Untersuchungen. Ihr Reflexionsvermögen ist ab dem Glanzkohlenstadium praktisch ident, während die Levigelinite in schwächer inkohlter Braunkohlen etwas höhere Werte zeigen (keine Zellulosereste).

Die höchsten Reflexionswerte treten im Bereich um Bruck auf, nehmen dann aber in östlicher Richtung stark ab.

4.3 Weststeirisches Glanzkohlenrevier

Hiezu gehören die ehemaligen Bergbaureviere in der Eibiswalder Bucht.









- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
|  | Badenien marin |  | Glanzkohlenreviere : |
|  | Karpatien und Otnangien
limnisch - fluvial | 1 | Wieser R. |
|  | Schwanberger Blockschutt
(fluvial) Karpatien - Otnangien | 2 | Hörnsdorf - Eibiswalder R. |
|  | Karpatien marin | 3 | Vordersdorfer R. |
|  | prätertiäres Grundgebirge | 4 | Aibl - R. |
| | | 5 | Wernersdorfer R. |

Abb. 2: Vereinfachte geologische Karte des weststeirischen Glanzkohlenreviers (nach Kollmann 1955) aus Weber + Weiss, 1983

Sämtliche Kohlen dieses Gebietes liegen als Glanzbraunkohlen vor und zählen auf Grund ihrer sehr guten Qualität zu den besten Kohlen des Bundeslandes. Generell läßt sich folgendes Bild beschreiben.

Die südlicheren Anteile dieses Reviers beinhalten die Kohlen mit der besten Qualität (Eibiswald und Stammeregg-Bachholz). Der Inkohlungsgrad nimmt in nördlicher Richtung ab, ohne jedoch das Glanzkohlenstadium zu verlassen.

Reflexionsvermögen in % Rmo von Telocolliniten:

Stammeregg	0,52 %
Eibiswald (Charlotte Marie-Schacht)	0,49 %
Feisternitz	0,50 %
Vordersdorf	0,46 %
Wernersdorf	0,42 %
Pölfing	0,42 %
Wies	0,46 %

Eine ausführliche Bearbeitung des steirischen Tertiärbeckens ist derzeit noch im Gange.

4.4 Die Kohlen entlang des Nordrandes des steirischen Beckens

Zwischen dem Bergbaurevier Köflach der GKB im Westen bis an die Landesgrenze zum Burgenland im Osten treten in ehemals geschützten Buchten des steirischen Tertiärbeckens eine Vielzahl kleinerer Kohlenvorkommen auf. Auf Grund ihrer niederen bis mäßigen Qualität wurden diese aber weit weniger intensiv prospektiert als die Glanzbraunkohlengebiete der Steiermark, ausgenommen die mächtigen Vorkommen des Voitsberg-Köflacher Reviers.

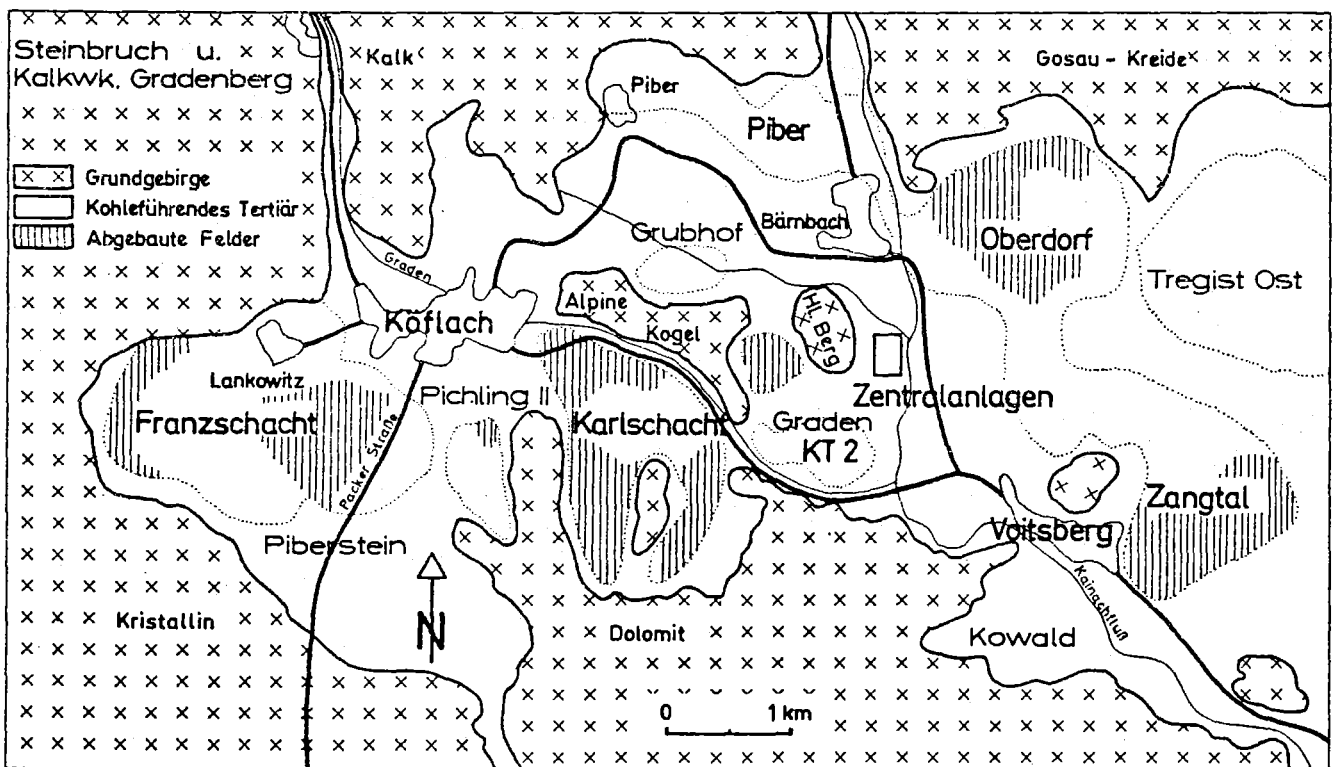


Abb. 3: Lageplan des Voitsberger-Köflacher Reviers aus Weber & Weiss, 1983.

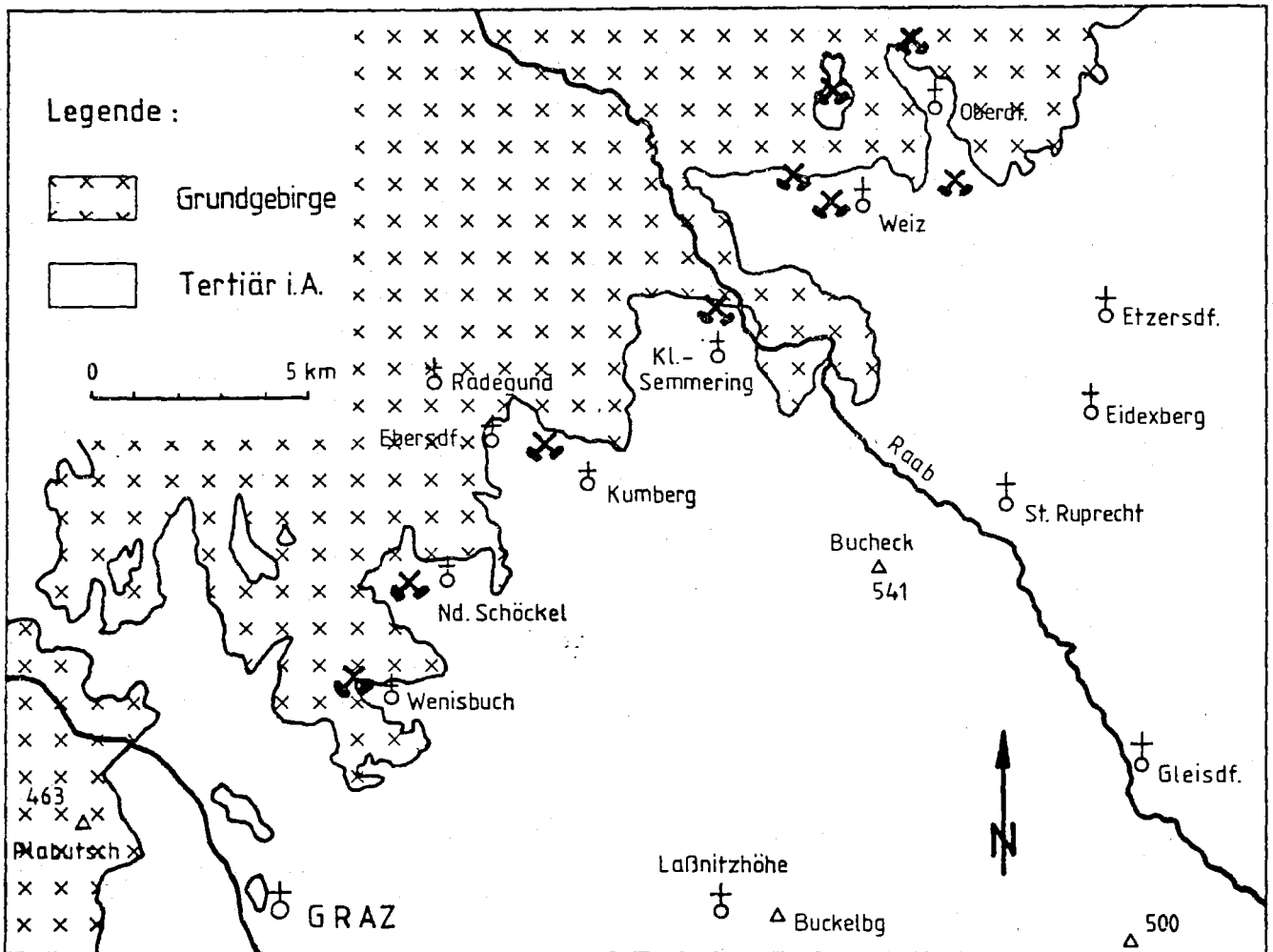


Abb. 4: Die Braunkohlenvorkommen der Grazer Bucht aus Weber & Weiss, 1983.

Diese Kohlen zeigen den schwächsten Inkohlungsgrad aller untersuchten Proben. Sie liegen generell im Bereich stückiger Weichbraunkohlen. Ausschlaggebend für diesen Umstand dürfte die durchwegs geringen Überlagerungsmächtigkeiten sein.

Das Reflexionsvermögen aller untersuchten Kohlen liegt im Bereich zwischen 0,20 - 0,30 % Rmo.

Auch ein genereller Trend fehlt gänzlich.

Hingegen lieferten sie einen abwechslungsreichen petrographischen Aufbau.

5. Detailuntersuchungen an Bohrkernproben der RAG (Rohölaufsuchungsgesellschaft)

5.1 Beprobung

Neben den zahlreichen Proben aus oberflächennahen Aufschlüssen bzw. Bergbauaufschlüssen der GKB konnten zudem kohlige Partikel aus Bohrkernen der RAG entnommen werden.

Sämtliche Bohrungen liegen in den Konzessionsgebieten Feldbach und Burgau (siehe Abb. 5). Insgesamt wurden aus 7 Bohrungen, namentlich Mitterlabill 1, Paldau 1, Waltersdorf 1, Wolkersdorf 1, Blumau 1, Übersbach 1 und Binderberg 1 52 Proben entnommen, von denen 39 für eine weitere Untersuchung geeignet waren. Die stärksten Kohleindikationen traten in den Bohrungen Blumau 1, Übersbach 1, Wolkersdorf 1 und Waltersdorf 1 auf.

Von diesen 4 Bohrungen wurden 39 Proben kohlenpetrographisch bearbeitet und das Reflexionsvermögen der Huminite bzw. Vitrinite gemessen. Die Beschreibung der einzelnen Proben, sowie deren Meßwerte sind auf Tab. 2-5 gelistet.

Für Inkohlungsprofile eigneten sich die vier bereits angeführten Bohrungen, da über weite Bohrstrecken geeignetes Material für die beabsichtigte Untersuchung vorlag. Die Bohrungen Binderberg 1, Mitterlabill 1 und Paldau 1 enthielten jeweils wenige verwendbare Proben und wurden daher nur zur Unterstützung der gefundenen Ergebnisse verwendet.

5.2 Petrographie

Homogene, autochthone Kohlenlagen wurden in keiner der Bohrungen durchörtet. Hingegen fanden sich zahlreiche Kohlensplitter und -linsen, die von holzigen und krautigen, verdrifteten Pflanzenteilen stammen. In den noch gering inkohlten Anteilen konnten immer wieder häufig Taxodiaceenreste bestimmt werden. Offensichtlich hängt diese bessere Widerstandsfähigkeit mit dem höheren Harzanteil zusammen. Derartige Gewebe sind vor allem in der Rotalia-Cibicides-Zone zu finden (Photo 2,4,7), während mit zunehmenden stratigraphischen Alter die ursprünglichen Zellanordnungen immer mehr verschwinden. Die Lageniden-Zone stellt einen markanten stratigraphischen Horizont dar, in welchem die geochemische Inkohlung einsetzt und die bio-

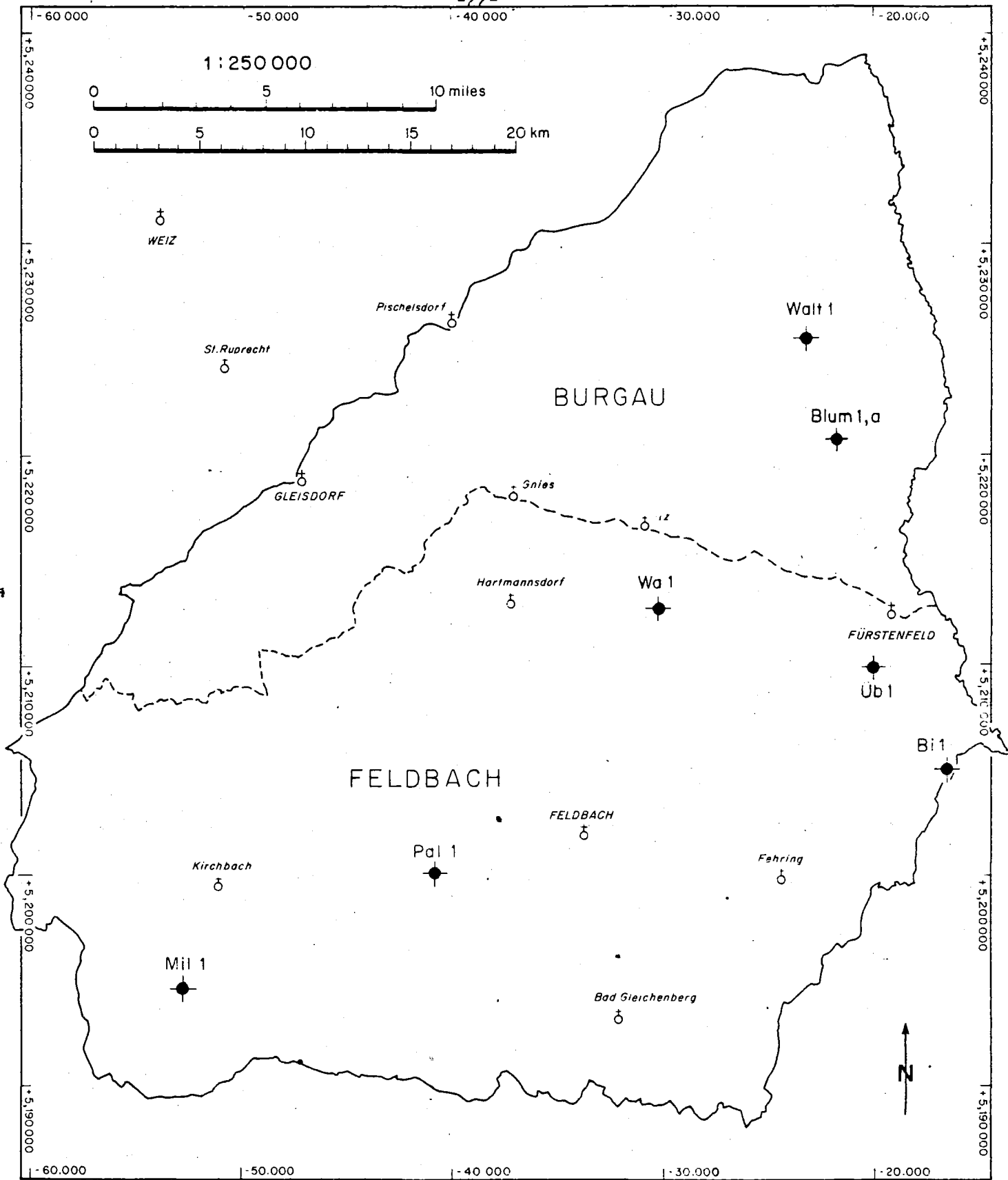


Abb. 5: Geographische Lage der untersuchten Tiefbohrungen.

ROHÖL-AUFSUCHUNGS GES M.B.H.

STYRIA

RAG CONCESSION AREAS

chemische Inkohlung endet. Mit diesem Horizont beginnt auch das Auftreten der Glanzbraunkohlen bzw. Flammkohlen. Die Huminite sind zum Teil noch durch Humotelinit (B) und Humocollinit sowie Eugelinit (Photo 4) vertreten, werden aber rasch durch das Vitrinitmazerale Collinit abgelöst.

Die Liptinite sind durch Harze bzw. untergeordnet durch vereinzelte Kutikulae vertreten. Inertinite wurden in sämtlichen Proben nicht angetroffen. Zahlreicher treten dafür Pyrite entweder als Framboide oder Zellraumfüllungen auf (Photos 4,5).

5.3 Inkohlungs-messungen

Die durch Reflexionsuntersuchungen erhaltenen Meßwerte wurden für die einzelnen Bohrungen auf Tab. 2-5 angeführt. Diese Werte stellen einen Mittelwert aus mindestens drei Meßserien dar. Bereits hier zeigt sich, daß das Glanzbraunkohlenstadium im Liegenden der Sandschalerzone erreicht wird und erste Flammkohlen in der tieferen Lagenidenzone bzw. Karpat und Ottnang auftreten. Das Einsetzen der Erdölbildung aus liptinitisch-bituminösen, meist amorphen Ausgangssubstanzen wird nach DOW (1977) mit 0,5 % R_{mo} angegeben. Aus vorwiegend huminitisch-kohligen Material setzt bei 1,0 % R_{mo} die Bildung von trockenem Gas ein.

In den Abb. 6 und 7 sind die Reflexionswerte in ein Teufendiagramm eingetragen. In den Bohrungen Blumau 1, Übersbach 1 und Wolkersdorf 1 lassen sich unschwer zwei Inkohlungsgradienten unterscheiden, deren Änderung steht im Bereich der Lagenidenzone (unteres Baden) auftritt.

Für die Sedimente des Ottnang bis zur Lagenidenzone erhält man bei insgesamt höheren Inkohlungsgrad einen schwächeren Gradienten. Dies deutet auf einen abrupten Wechsel im oberen Unterbaden hin, was mit der abklingenden vulkanischen Tätigkeit in diesem Bereich zusammenhängen könnte.

Wie bereits oben angeführt, setzt die Bildung von Erdöl bei einem Reflexionswert R_{mo} = 0,5% ein. Dieser Wert tritt durchwegs in allen Bohrungen auf, jedoch lassen die Sedimente auf Grund ihrer lithologischen Charakteristik

eher Zweifel an einer Ölbildung aufkommen, da es sich durchwegs um die basalen Anteile der Beckenfüllung handelt. Lediglich die Bildung von Gas aus eventuell vorhandenen huminitischen Ausgangssubstanzen, genügend hohe Inkohlung ($R_{mo} = 1,0 \%$) vorausgesetzt, in den tiefsten limnisch ausgebildeten Beckenanteilen, läßt sich nicht ausschließen.

Vergleicht man die Temperaturen in den jeweiligen Bohrungen und korreliert diese gegen die korrespondierenden Reflexionswerte, so erkennt man, daß bei Erreichen einer Temperatur von ca. $60^{\circ} C$ die Werte des Reflexionsvermögens über $0,5 \%$ R_{mo} steigen (Abb. 8,9,10)

Vermutlich herrschte daher bis zum unteren Mittelbad ein wesentlich höherer Wärmefluß, als in den darauffolgenden stratigraphischen Altern. Aus diesem Grund dürften die rezent gemessenen hohen Wärmegradienten erst seit geologisch kurzen Zeiten auftreten, da die Inkohlung der postbadischen Sedimente wesentlich unter den zu erwartenden Werte liegen (vgl. BOSTICK et al. 1979).

Diese Vermutung wurde zudem durch folgende Beobachtung gestützt. Betrachtet der geneigte Leser Abb. 11, so kann er im Raum nordwestlich von Fürstenfeld ein Gebiet mit sehr hohen Isothermen erkennen (zwischen den Bohrungen Blumau 1 und Übersbach 1). Für das selbe Gebiet nehmen aber auch die Teufen gleicher Reflexionswerte (hier $0,5 \%$ R_{mo}) in markanter Weise zu (Abb. 12). Würden die selben hohen Isothermen schon über längere geologische Zeiten geherrscht haben, müßte man gerade ein gegenteiliges Erscheinungsbild erwarten.

Erläuterung der verwendeten Abkürzungen:

- % R_{mo} = mittleres Reflexionsvermögen des Vitrinites bzw. Huminits unter
Ölimmersion
- K = Kernprobe
- S = Sarmat
- RCZ = Rotalia-Cibicides Zone
- BZ = Bulimina Zone
- SZ = Sandschaler Zone
- LZ = Lageniden Zone
- K = Karpat
- mH = marines Helvet
- O = Ottnang
- lH = limnisches Helvet

Tabelle 2: Vitrinit- (Huminit-) Reflexion von Proben aus der Bohrung Übersbach 1

Proben Nr.	Art d. Probe	Teufe (m)	Formation	%R _{mo}
RAG-UB 1-01	K	1056	RCZ	0.33
RAG-UB 1-02	K	1059.5	RCZ	0.30
RAG-UB 1-03	K	1060	RCZ	0.36
RAG-UB 1-04	K	1217.2	BZ	0.42
RAG-UB 1-05	K	1379.2	SZ	0.41
RAG-UB 1-06	K	1385	SZ	0.45
RAG-UB 1-07	K	1861.8	K (mH)	0.62
RAG-UB 1-08	K	1943.5	K (mH)	0.65
RAG-UB 1-09	K	2158	O (1H)	0.63
RAG-UB 1-10	K	2159.2	O (1H)	0.67
RAG-UB 1-11	K	2381.7	O	0.70
RAG-UB 1-12	K	2382	O	0.67
RAG-UB 1-13	K	2383	O	0.72
RAG-UB 1-14	K	2561	O	0.72
RAG-UB 1-15	K	2597	O (lat.Ton)	0.74

Tabelle 3. Vitrinit- (Huminit-) Reflexion von Proben aus der Bohrung Blumau 1

Proben Nr.	Art d. Probe	Teufe (m)	Formation	%R _{mo}	
RAG-BL 1-01	K	1039	RCZ	0.36	Photo 1,2
RAG-BL 1-02	K	1309.1	SZ	0.38	
RAG-BL 1-03	K	1309.1	SZ	0.40	
RAG-BL 1-04	K	1309.1	SZ	0.37	
RAG-BL 1-05	K	1309.1	SZ	0.42	
RAG-BL 1-06	K	1559.5	LZ	0.41	Photo 3
RAG-BL 1-07	K	1559.5	LZ	0.46	
RAG-BL 1-08	K	1559.5	LZ	0.43	
RAG-BL 1-09	K	1708.9	Unt. LZ	0.68	Photo 4
RAG-BL 1-10	K	1708.9	Unt. LZ	0.62	
RAG-BL 1-11	K	1708.9	Unt. LZ	0.65	
RAG-BL 1-12	K	1708.9	Unt. LZ	0.64	

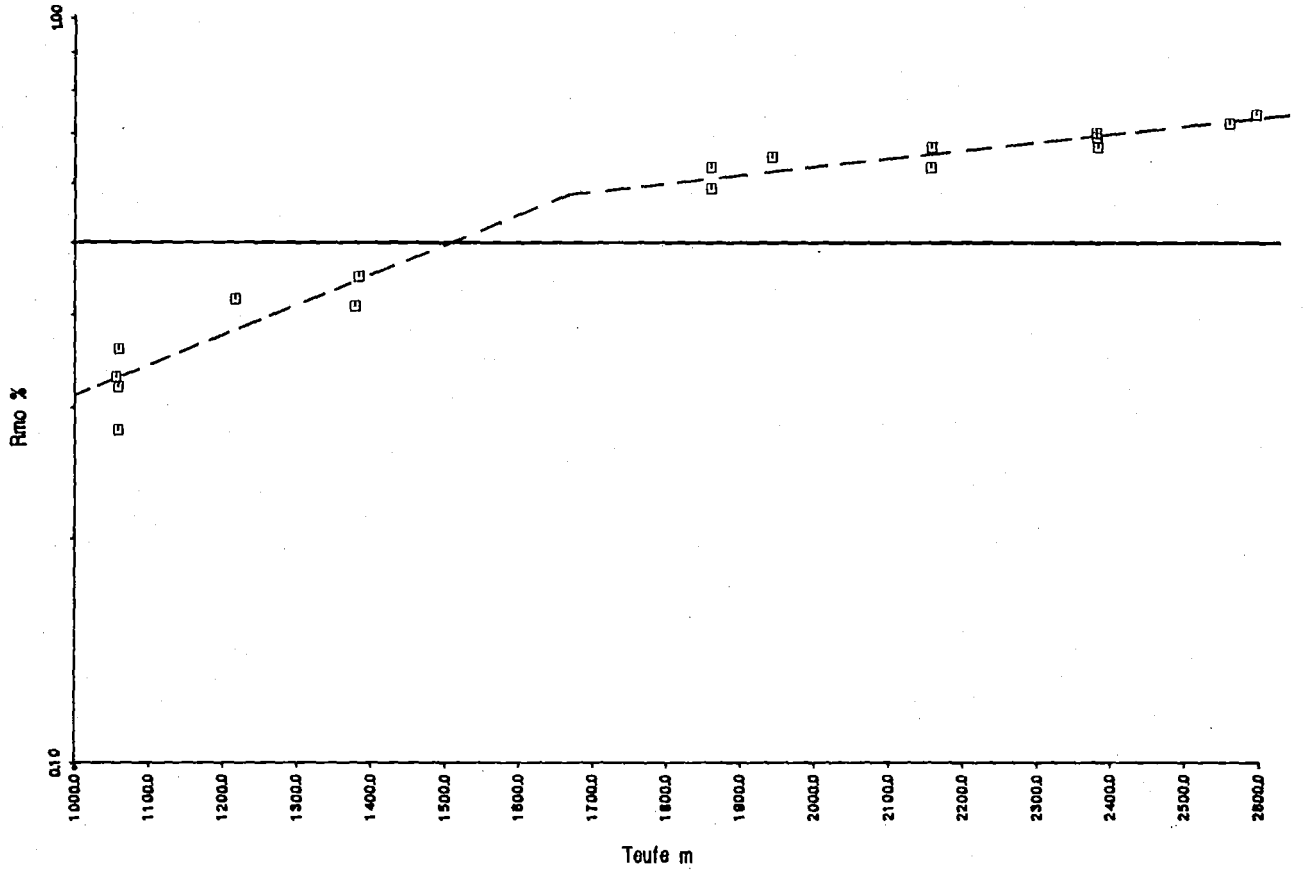
Tabelle 4: Vitrinit- (Huminit-) Reflexion von Proben aus der Bohrung Waltersdorf 1

Proben Nr.	Art d. Probe	Teufe	Formation	%R _{mo}
RAG-WAL 1-01	K	757.7	RCZ	0.28
RAG-WAL 1-02	K	855	BZ	0.36
RAG-WAL 1-03	K	934.5	SZ	0.38
RAG-WAL 1-04	K	935	SZ	0.41
RAG-WAL 1-05	K	1016	LZ	0.52

Tabelle 5: Vitrinit- (Huminit-) Reflexion von Proben aus der Bohrung Walkersdorf 1

Proben Nr.	Art d. Probe	Teufe	Formation	%R _{mo}
RAG-WA 1-01	K	854.5	BZ	0.38
RAG-WA 1-02	K	954.5	SZ	0.42
RAG-WA 1-03	K	1048.5	LZ	0.49
RAG-WA 1-04	K	1454.5	K	0.65
RAG-WA 1-05	K	1649.5	K	0.69
RAG-WA 1-06	K	2073.5	O	0.73
RAG-WA 1-07	K	2074.2	O	0.71

-30-
Reflexionsvermoegen
Uebersbach 1



Reflexionsvermoegen
Walkersdorf 1

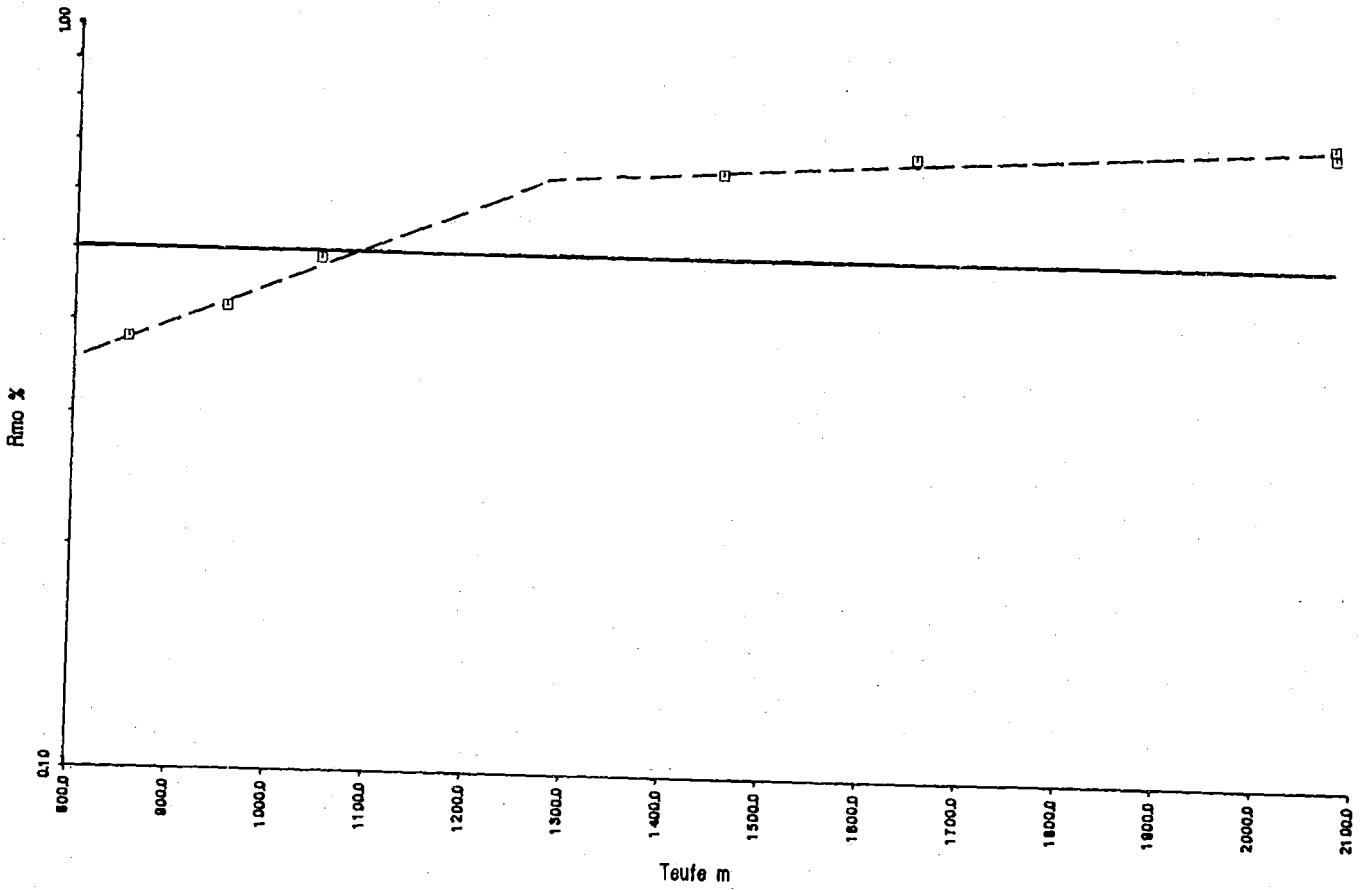
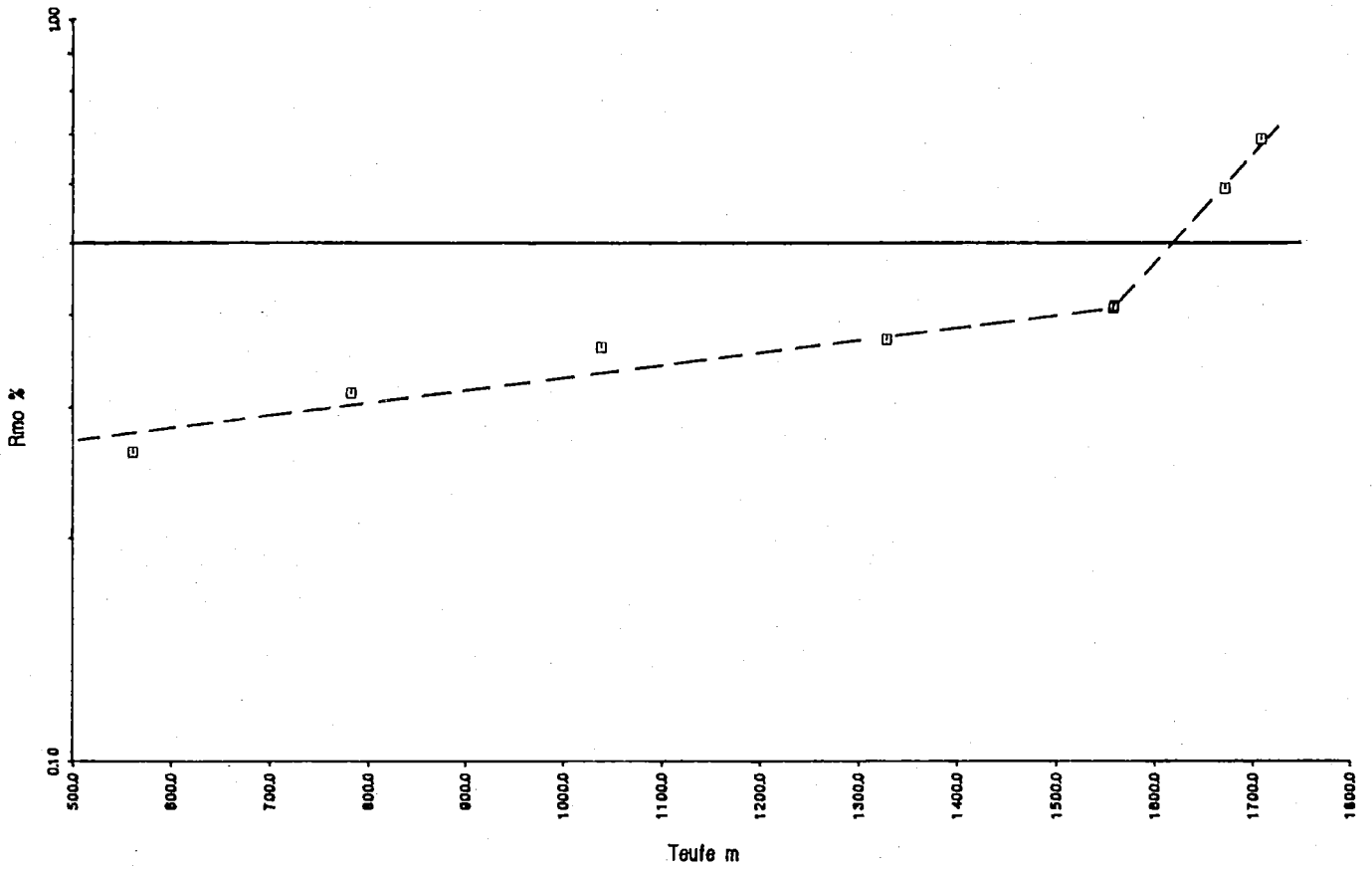


Abb. 6

Reflexionsvermögen

Blumau 1



Reflexionsvermögen
RAG Bohrung Waltersdorf 1

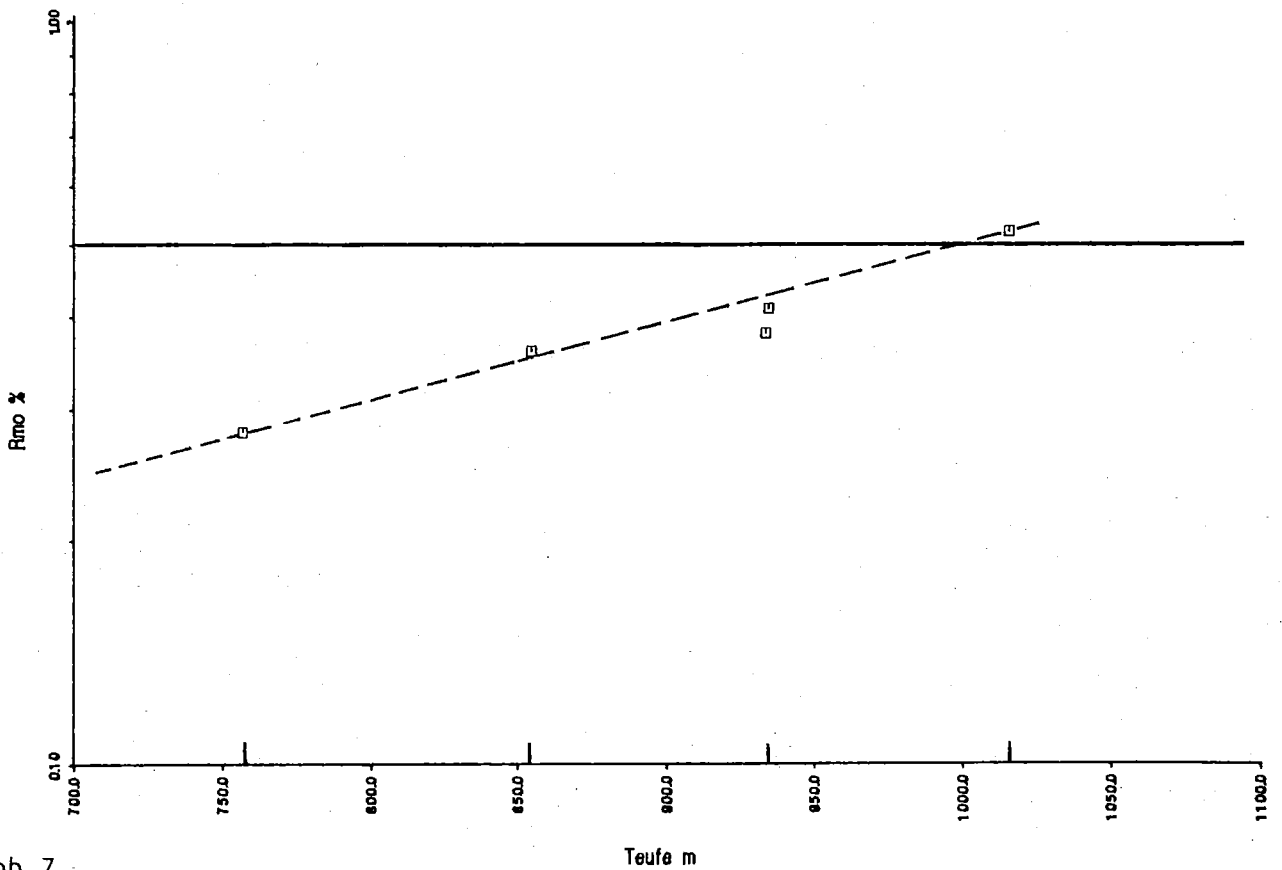
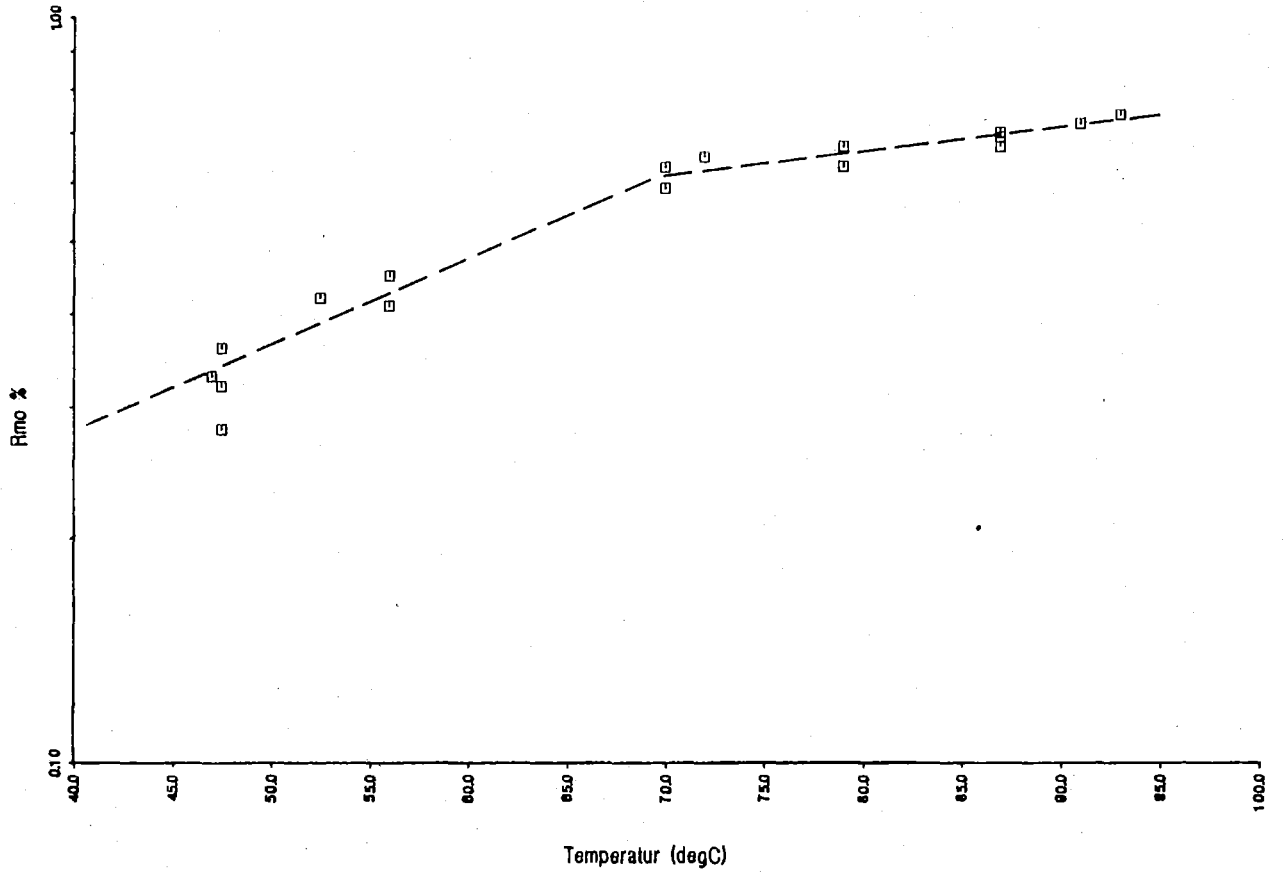


Abb. 7

-32-
Korrelation von Temperatur und
Rmo Uebersbach 1



Korrelation von Temperatur und
Rmo Walkersdorf 1

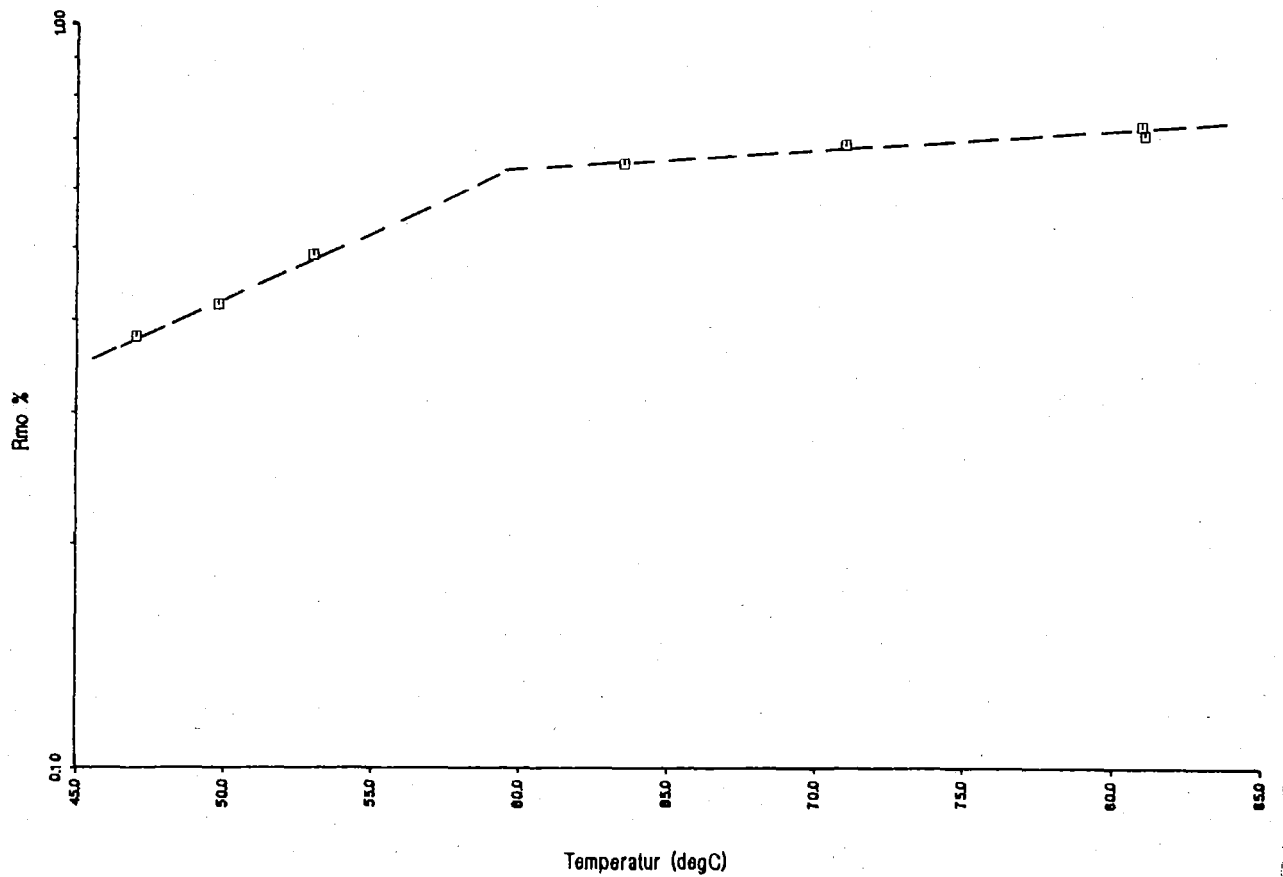
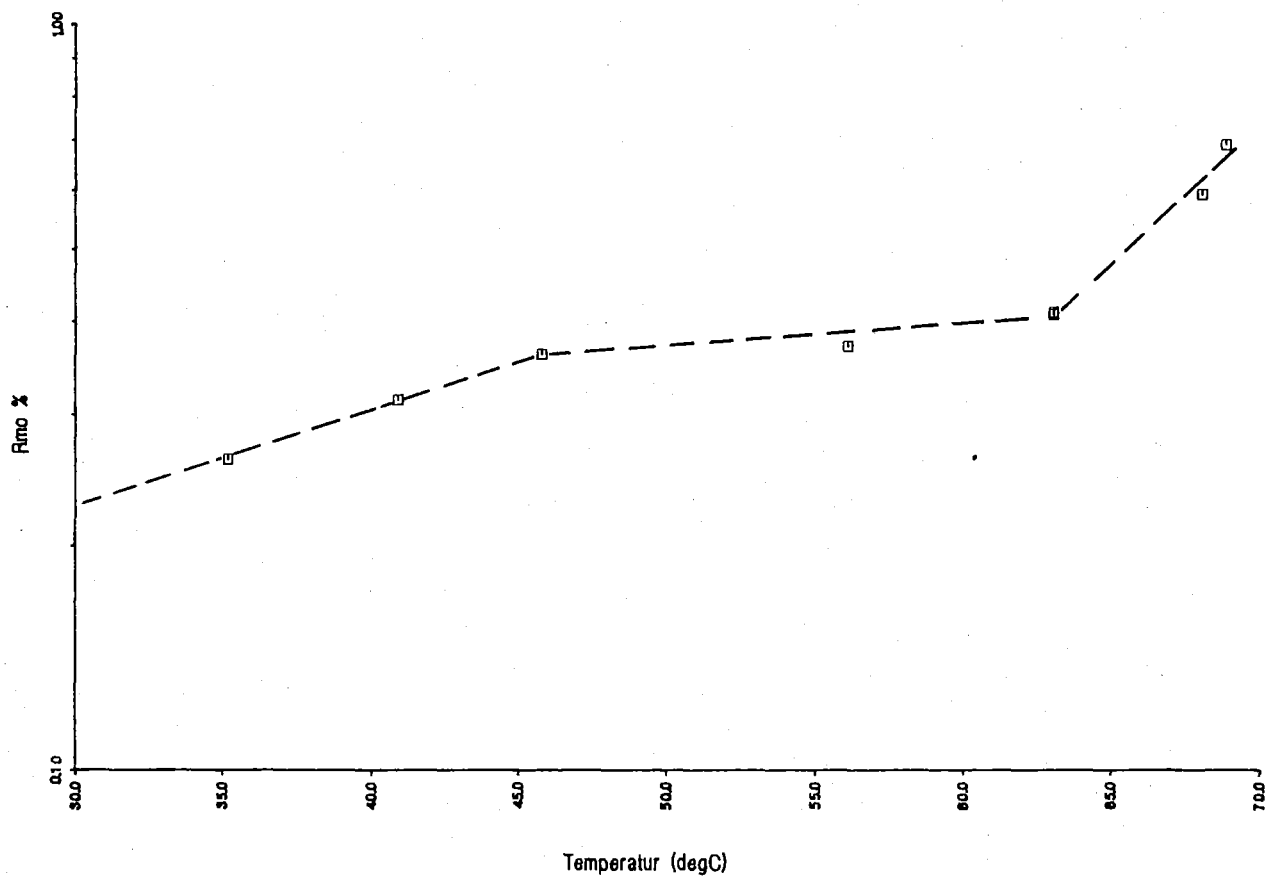


Abb. 8

-33-
Korrelation von Temperatur und
Rmo Blumau 1



Korrelation von Temperatur und
Reflexionsvermoegen Waltersdorf

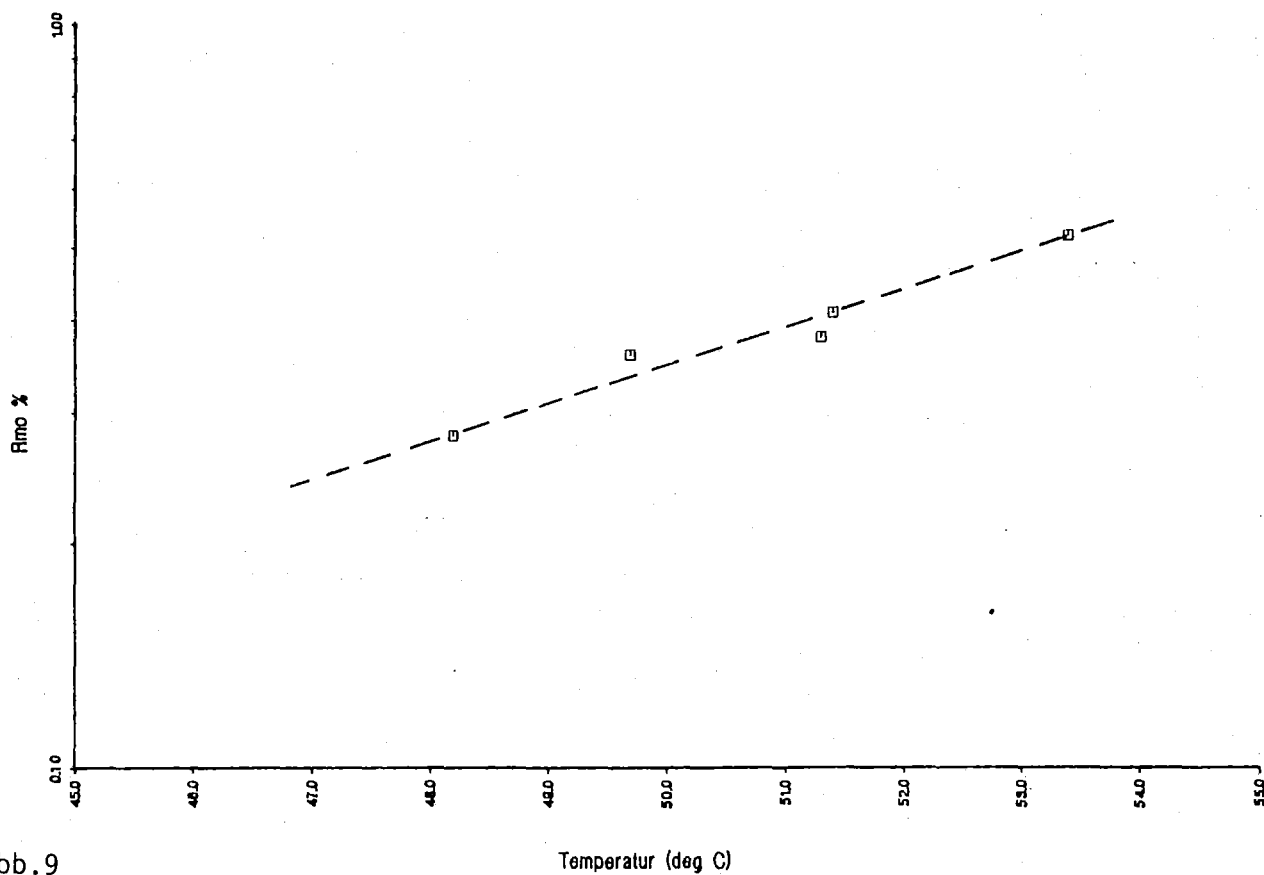


Abb.9

Temperatur (deg C)

Korrelation von Huminit-
reflexion und Temperatur

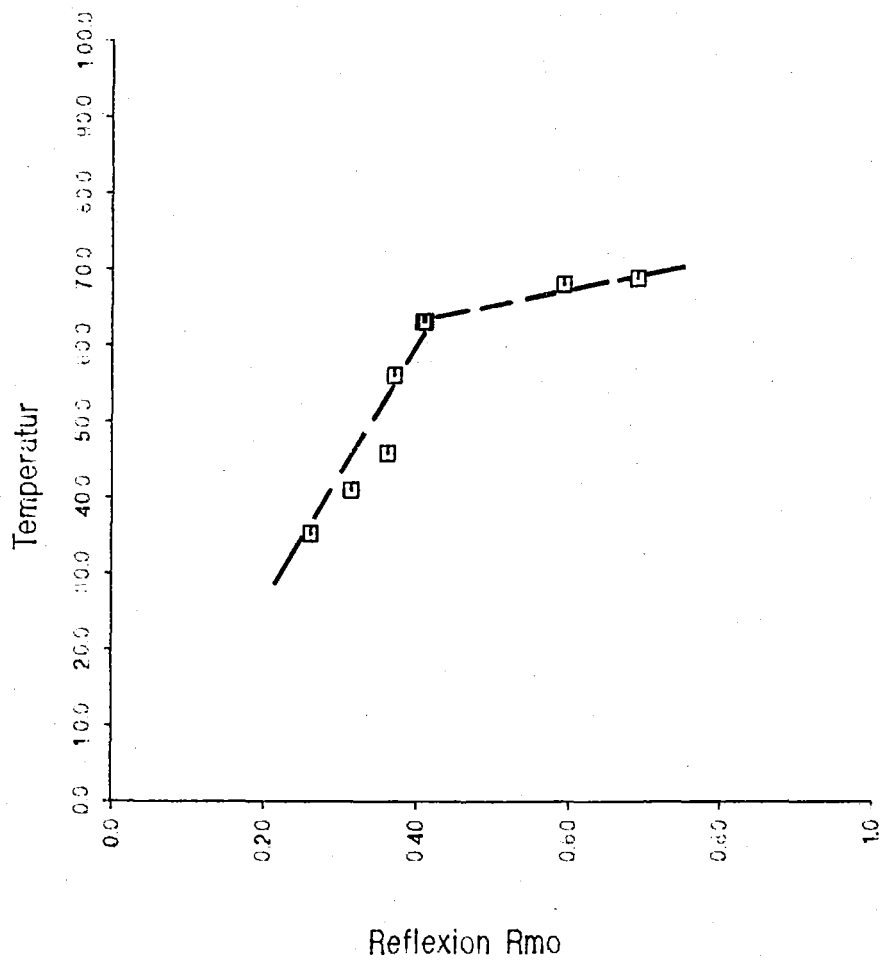


Abb. 10: Korrelation von Reflexionsvermögen der Huminite und rezenter Bohrlochtemperatur

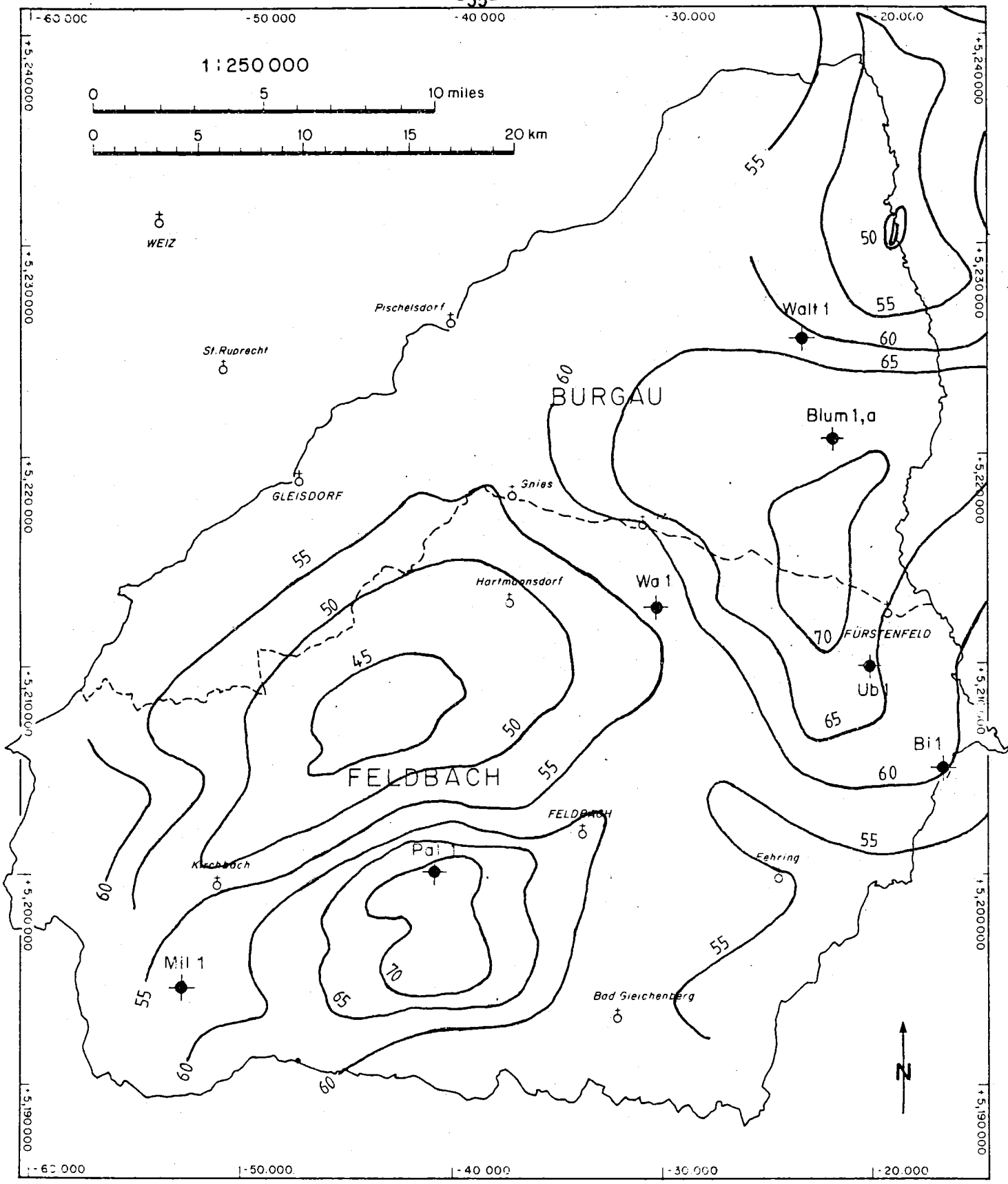


Abb.11: Rezente Isothermen im Untersuchungsgebiet
in 1000 m Tiefe nach ZOJER, 1977

ROHÖL-AUFSUCHUNGS GES M.B.H.
STYRIA
RAG CONCESSION AREAS

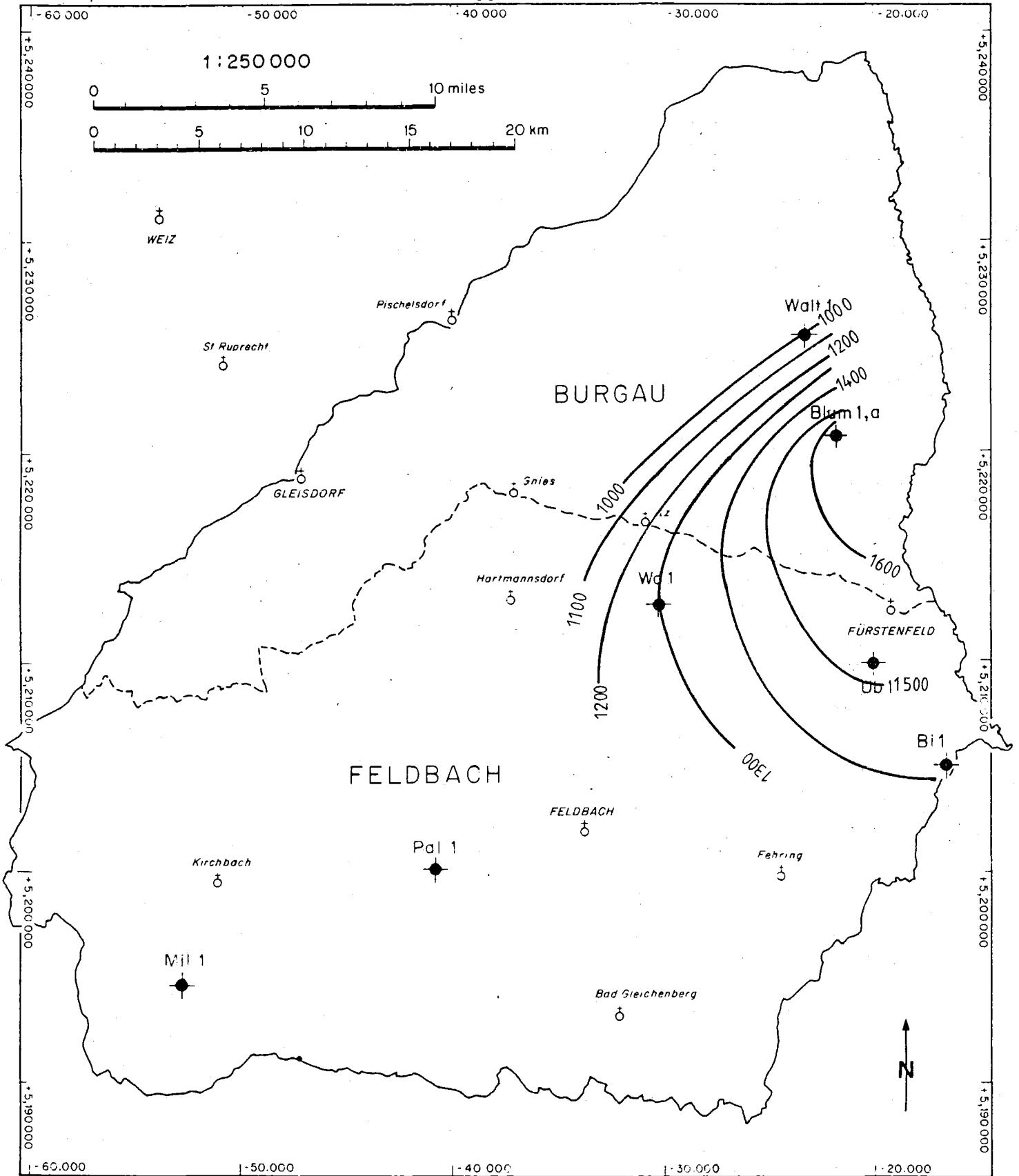


Abb. 12: Isohypsen der Teufen mit 0,5 %
Reflexionsvermögen

ROHÖL-AUFSUCHUNGS GES M.B.H.

STYRIA
RAG CONCESSION AREAS



Photo 2,3: harzreiches Holzgewebe mit tracheenartigen Leitgefäßen, kompakter Eu-Ulminit ($R_{mo} = 0,36 \%$) und Humodetrinit, lagenweise reiche Pyritagglomerate Probe RAG-BL 1-01, Rotalia-Cibicides-Zone (Baden)

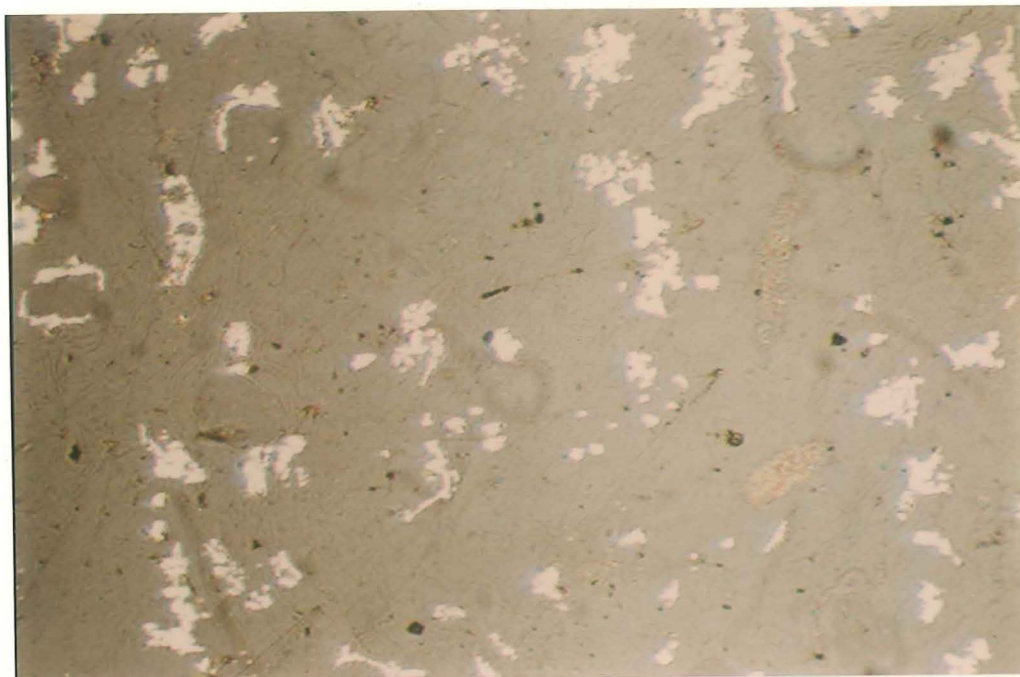


Photo 4: Humotelinit (B) und Humocollinit mit zahlreichen Pyriten, wenig Kutikulae, Eugelinit (B) und Porigelinit $R_{m0} = 0,41$ Probe RAG-BL 1-05, Lageniden Zone (Baden)

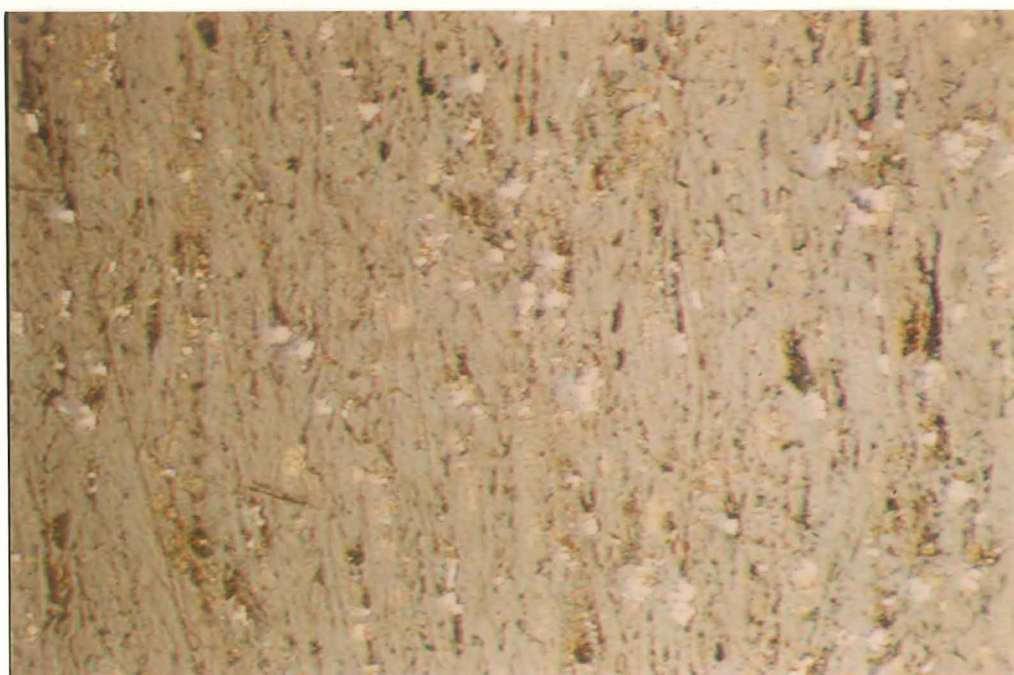


Photo 5: Humotelinit (B), mit Porigeliniten und Pyrit RAG-BL 1-05, Sandechalerzone (Baden)



Photo 6: Humotelinit (B), mit offenen Zellumina, die mit Pyrit und Tonmineralen verfüllt sind. RAG-WAL 1-01 Rotalia-Cibicides-Zone (Baden)



Photo 7: Humotelinit (A), mit großen Porigelinitkörnern und Schrumpfrissen quer zur Pflanzenstruktur $R_{110} = 0,28 \%$, Rotalia-Cibicides-Zone (Baden), RAG-WAL 1-01

