

Institut für Geophysik
Montanuniversität
Abteilung Petrophysik & Paläomagnetik



Vereinigung für **Angewandte Lagerstättenforschung** in Leoben

**Petrophysikalische Untersuchungen
in den Hangendschichten der Kohlenlagerstätte
OBERDORF - BÄRNBACH**

ENDBERICHT 1993

H.J.MAURITSCH

Leoben, im Dezember 1993



Petrophysikalische Untersuchungen in den Hangendschichten der Kohlenlagerstätte OBERDORF - BÄRNBACH

Einleitung

Wie im Projektsantrag dargelegt, war das erste Ziel dieser Untersuchungen der Nachweis der Eignung petrophysikalischer Methoden zur Charakterisierung der Hangendschichten über der Kohlenlagerstätte Oberdorf, sowie der Nachweis von sulfid- und biomassereichen Horizonten. Durch das große Entgegenkommen der Betriebsleitung der GKB in Oberdorf, konnten neben den petrophysikalischen insitu-Messungen in der Grube auch 7 Bohrkernstrecken in die Untersuchung einbezogen werden. Diese Bohrkernstrecken stellen einen nahezu 100%-igen Kerngewinn dar, sodaß eine Korrelation ohne mögliche Fehler durch Schichtlücken, gegeben war. Zur Durchführung der insitu-Messungen wurde ein Gerät zum Einsatz gebracht, daß zum Teil aus Mitteln des vorliegenden Projektes angeschafft werden konnte. Es wird dabei die magnetische Suszeptibilität des Untergrundes in Abhängigkeit der Veränderung des Selbstinduktionskoeffizienten einer Spule gemessen. Die Daten werden in einem Speicher abgelegt und an einem Computer bearbeitet. So wurden ungefähr 1.600 m freie Profile sowie die Bohrkernstrecken vermessen. Aus den Bereichen hoher Suszeptibilität wurden die Proben für die Dichtebestimmung, sowie für eine sedimentpetrographische Begleituntersuchung gezogen. Letztere Analysen wurden am Institut für Geowissenschaften durchgeführt.

Der geologische Rahmen

Die Bucht von Köflach/Voitsberg stellt einen Teil des steirischen Tertiärbeckens (Ottang bis Pliozän) dar. Als wesentlich für die Anlage dieses Beckens wird eine östlich gerichtete Extensionstektonik am Ende des jungalpidischen Orogenese geschehens erkannt (EBNER & SACHSENHOFER, 1991). Der im Zeitraum Karpat - Unterbaden auftretende kalkalkalische Vulkanismus ist Ausdruck für das alpidische Orogenese geschehen, im Gegensatz zum jüngeren (plio-/pleistozänen) Basaltvulkanismus, der im Zusammenhang mit einer back arc - Extension im innerkarpatisch-pannonischen Raum zu sehen ist. Neben den vulkanischen Ereignissen wird das Sedimentationsgeschehen durch synsedimentäre tektonische Vorgänge,

Meerestransgressionen im Karpat und Baden und darauf folgende Regressionen mit Verbrackung und Aussüßung der Restseen beeinflußt. Die größte Intensität erreichen tektonische Vorgänge im oberen Karpat (Nahbereich der sogenannten "steirischen Phase"), was unter anderem zur Ausbildung der mittelsteirischen Schwelle als trennendes Strukturelement zwischen Ost- und Weststeirischem Becken führt.

Das weststeirische Becken, welches dem Korallenblock auflagert, wird durch E-W verlaufende Schwellen in drei Teilbecken (Teilbecken von Eibiswald, St. Florian und Teilbecken von Lieboch mit der Bucht von Köflach/Voitsberg) gegliedert. Ebenfalls im Karpat werden im Raum Eibiswald die sogenannten Eibiswalder Schichten, feinklastische, limnisch-fluviatile Sedimente mit ausgeprägter Kohleführung abgelagert.

Die kohleführende Formation von Köflach/Voitsberg mit 300m mächtigen Feinsedimenten, die in mehreren, durch Schwellen getrennte Mulden, 4 Flözhorizonte aufweist, ist als Äquivalent zu den Eibiswalder Schichten zu betrachten. Das kohleführende Karpat wird im Baden im Raum Köflach/Voitsberg von limnisch-fluviatilen Serien mit Winkeldiskordanz überlagert. Eine neuerliche Transgression im Sarmat wird durch eine gleichzeitige Abschnürung der Paratethys insofern beeinflußt, als daß diese zu einer Verbrackung des Binnenmeeres führt. In der Köflach/Voitsberger-Bucht werden ab dem Sarmat keine Sedimente mehr abgelagert. Nach sukzessiver Aussüßung im Pannon folgt wiederum die Ablagerung limnisch-fluviatiler Sedimente, bis schließlich im Pont nur mehr in den östlichsten Bereichen des steirischen Beckens Sedimente nachzuweisen sind.

Nach den sedimentpetrographischen Untersuchungen von HARER & KOLMER handelt es sich bei den Hangendsedimenten um sandige bzw. schluffige Lehme, in denen der Tonanteil so gut wie nie über 15% ansteigt. Eine einzige Probe wurde den schluffigen Tonen zugeordnet. Für die gegenständliche Arbeit ebenso wichtig, war das Ergebnis der Untersuchungen auf Eisenoxide und Eisenhydroxide, da sie die Suszeptibilität entscheidend beeinflussen können. Während Eisenhydroxid nicht direkt nachgewiesen werden konnte, ist Hämatit in dünnen Lagen in nahezu allen Profilen nachweisbar. Obwohl der Hämatit eine niedere Suszeptibilität aufweist, treten diese Lagen im Kontrast zu den schluffigen Lehmen doch als Hochzonen auf. Neben den Eisenoxiden wurden global Eisensulfide nachgewiesen die als Pyrit bezeichnet wurden. Die Laboruntersuchungen im Labor Gams konnten allerdings den Nachweis erbringen, daß sie sich zumindest teilweise bei diesen Pyriten um Pyrrhotin und/oder Greigit handelt. Die Differenzierung ist durch den Unterschied im paramagnetischen Verhalten des Pyrits sowie des ferromagnetischen Verhaltens des Pyrrhotins und Greigits möglich.

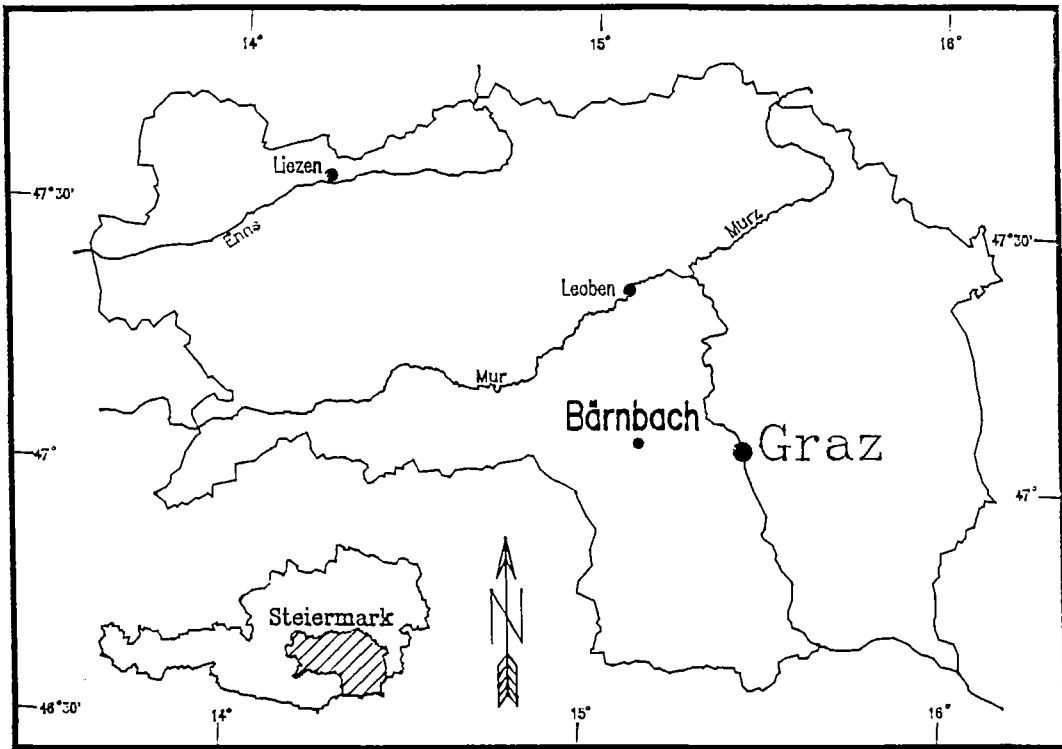


Abb.1: Lageplan der Lokalität

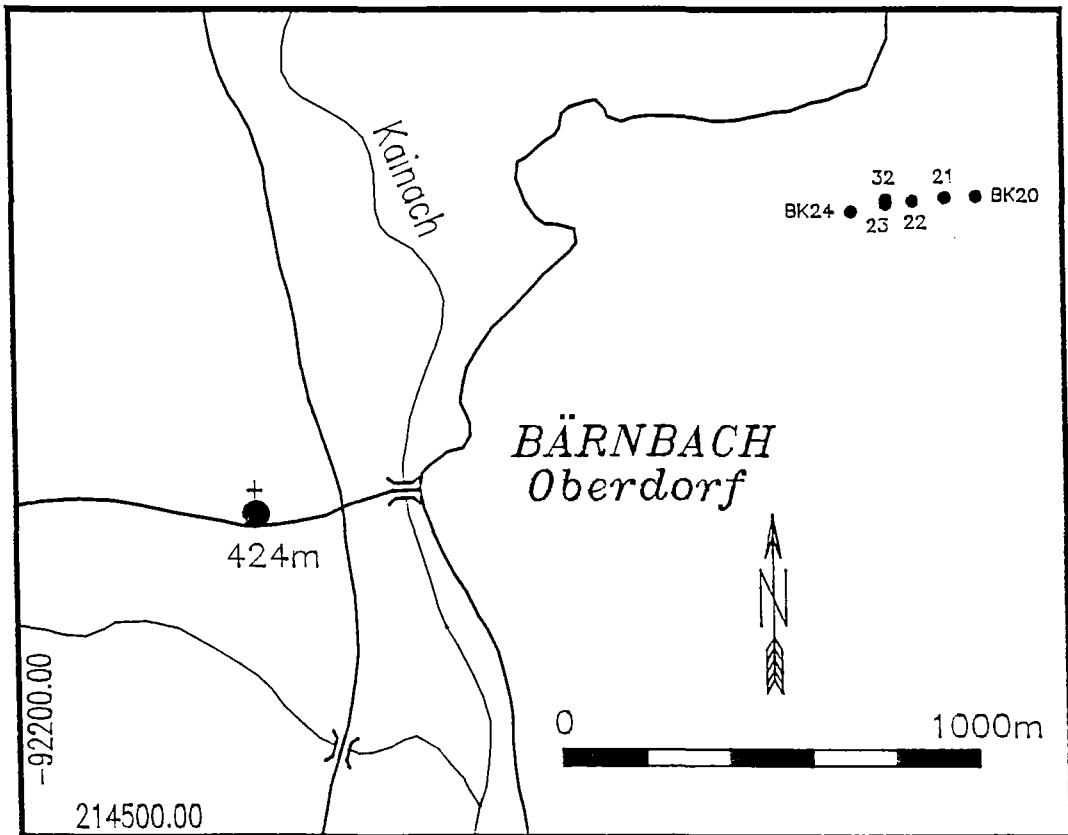


Abb.2: Lageplan der Bohrungen

Petrophysikalische Messungen

Von der GKB wurden im Tagbau Ost der Bärnbacher Kohlenmulde einige Kernbohrungen abgeteuft (Tab.1), die mehr oder weniger entlang einer Profillinie (Abb.1 und 2) liegen und das gesamte Hangende sowie die Kohlenlagerstätte bis zum Untergrund durchörterten (KRÖLL et al., 1988). Kerngewinne von >90% waren eine ideale Voraussetzung für die Messungen und die folgenden Korrelationsversuche.

Bohrung	x-Koord.	y-Koord.	Seehöhe(m)	Teufe(m)	Datum
BK20	216044.83	-89895.52	519.36	70	3/4/1991
BK21	216042.00	-89970.00	519.87	120	2/3/1991
BK22	216033.00	-90049.00	519.33	100	4/1991
BK23	216026.17	-90113.20	518.60	120	5/5/1991
BK24	216007.82	-90195.52	530.32	86	6/1991
BK32	216036.00	-90113.00	518.82	80	6/1991

Tabelle 1: Bohrungsdaten

Um eine erste Abschätzung über die Suszeptibilitätsverteilung bzw. Höhe der Suszeptibilitätswerte und damit eine Entscheidungsgrundlage für weitere, umfangreiche Untersuchungen zu erhalten, wurde die Bohrung BK32 ausgewählt. An den aus ihr gezogenen Kernen ($\varnothing=180\text{mm}$ bzw. 140mm) wurde die Suszeptibilität im Abstand von 5cm mittels Kappameter (Genauigkeit $1 \cdot 10^{-5}\text{SI}$) gemessen. Eine Erhöhung des Meßpunktabstandes auf maximal 10cm in extrem niedrig suszeptiblen Bereichen, vorwiegend im Hauptflöz ($1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-4}\text{SI}$), erschien zweckmäßig und ohne Informationsverlust vertretbar. Aus einer Datenmenge von $N=1430$ Suszeptibilitätswerten wurde in der Folge eine Log-Darstellung generiert (Abb.7). Eindeutig abgrenzbare Bereiche erhöhter Suszeptibilität (bis $2.4 \cdot 10^{-3}\text{SI}$) im Vergleich zu Backgroundwerten von $1-3 \cdot 10^{-4}\text{SI}$ konnten widerspruchsfrei identifiziert werden. Teufenvergleiche mit der Kernansprache aus Bohrprofilen lieferten zusätzlich eine weitere, erwartete Voraussetzung, daß nämlich Abschnitte maximaler Suszeptibilität vor allem in den grauen Tegeln zu finden sind. Unter dem Aspekt der vielversprechenden Ergebnisse dieser ersten, versuchsweisen Auswertung, wurden weitere Suszeptibilitätsmessungen in Angriff genommen. Rund 396m erbohrtes Kernmaterial aus 5 Bohrungen wurde ins Meßprogramm integriert (Tab.2).

Bohrung	Teufe (m)	Anzahl der Maxima	Anzahl der Suszeptibilitätsdaten
BK 24	86.00	17	1557
BK 23	79.75	17	1219
BK 22	83.90	16	1314
BK 21	76.00	15	1202
BK 20	69.75	12	1188
BK 32	80.00	13	1430

Tabelle 2: Meßpunkte pro Bohrung

Zu diesen Ergebnissen aus den Kernstrecken kamen für die Gesamtinterpretation noch die in der Einleitung erwähnten insitu-Messungen, die eine ganz ausgezeichnete Korrelation mit den Kernstrecken ergaben.

Probenahme

Proben wurden aus Bereichen maximaler Suszeptibilität, sowie jeweils im Liegenden und Hangenden davon entnommen. Als Maß für die Determination eines Suszeptibilitätsmaximums diente der Vergleich mit den Werten der unmittelbar umgebenden Kernabschnitte. Soweit es die Konsistenz des Materials erlaubte, wurde die Richtung zum Bohrloch tiefsten markiert und das Probenmaterial verpackt. Im Hinblick auf eine rationelle Datenorganisation wurden die Einzelproben bereits zu diesem Zeitpunkt mit einer Datenbank-konformen Codierung versehen. In gleicher Weise wurden auch die im Anstehenden entnommenen Proben markiert bzw. codiert, um auf einen einheitlichen Horizont gerechnet werden zu können. Die Proben wurden unmittelbar nach der Entnahme luftdicht in Plastikfolien verpackt und in einem Gefrierschrank gelagert. Diese umständliche Behandlung ist deshalb erforderlich, da der Greigit bei Sauerstoffzutritt im feuchten Zustand sehr rasch zusammenbricht und danach nicht mehr nachweisbar ist.

Laboruntersuchungen

Die Suszeptibilitätsbestimmungen erfolgten zum überwiegenden Teil direkt im Gelände, mit einem Suszeptibilitätsmeßinstrument der Type MS2 der Firma Bartington, womit sowohl Profil als auch Einzelmessungen unterschiedlicher Eindringtiefe möglich sind. Die Meßwerte können über ein Korrekturglied miteinander direkt verglichen werden. Die Proben die zum Nachweis des Greigits im Labor Gams bearbeitet wurden, sind unter Stickstoffatmosphäre vorerst getrocknet und danach weiterbearbeitet worden. Neben der Wiederholungsmessung der magnetischen Suszeptibilität wurden die Sättigungsmagnetisierung sowie deren Wechsel-feldabmagnetisierung untersucht. Die Wiederholungsmessung der Suszeptibilität bestätigte die erfolgreiche Trocknung unter Stickstoff durch absolut vergleichbare bzw. unveränderte Meßwerte. Die Sättigungsmagnetisierung bzw. die thermische Abmagnetisierung der Proben bestätigte das Vorhandensein ferromagnetischer Eisensulfide mit Curie-Punkten um 310°C. Eine eindeutige Festlegung, ob es sich bei diesen Sulfiden um Pyrrhotin oder Greigit handelt, kann nur auf mineralchemischen Wege erfolgen. Diese Untersuchungen sind im Augenblick noch nicht abgeschlossen, sodaß dieses Ergebnis noch nicht endgültig feststeht.

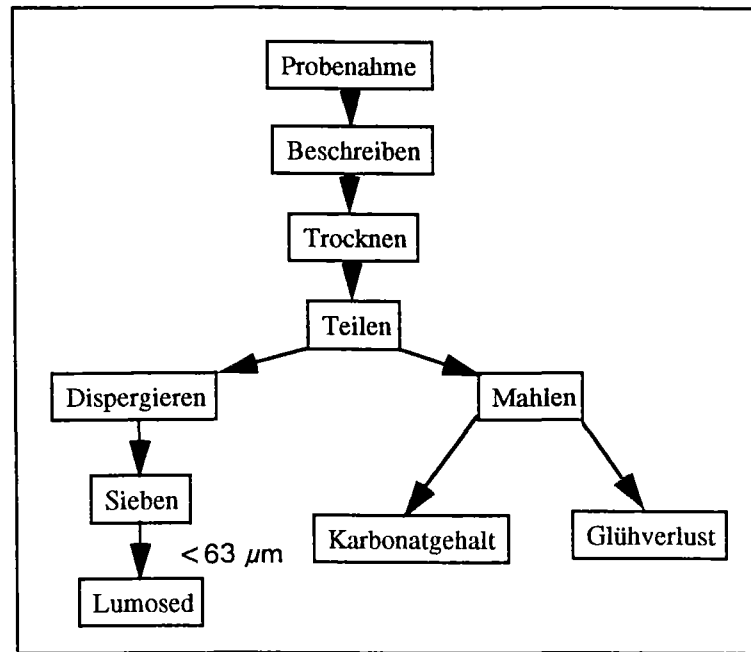
Die Bestimmung der Dichte erfolgte im petrophysikalischen Labor an der Montanuniversität Leoben. Mittels Präzisionswaage wurde die Sättigungsdichte jener Proben ermittelt, die ein Suszeptibilitätsmaximum aufweisen. Unter Verwendung der Formel

$$D = [m_t / (m_t - m_f + T)] * 1000$$

D	Sättigungsdichte in [kg/m ³]
m _t	Masse der Probe an Luft [g]
m _f	Masse der getauchten Probe inkl. Tara [g]
T	Tara der Aufhängevorrichtung [g]

konnten die jeweiligen Dichtewerte errechnet werden. In Summe erfolgte die Dichtebestimmung an 102 Proben.

Die sedimentologischen Parameter wie Korngrößenverteilung, Siebverlust (%), Glühverlust (%) sowie Karbonatgehalt (%) an den Maxima-, Liegend- und Hangendproben wurden am Institut für Geowissenschaften Abteilung Geologie der MU-Leoben erarbeitet. Die Vorgangsweise dieser sedimentologischen Bearbeitung ist am besten durch ein Flußdiagramm wiederzugeben.



Flußdiagramm der Probenbearbeitung

Die Trocknung der zu untersuchenden Proben erfolgte bei 50°C über 3 Tage im Trockenschrank, in dem das Material auch während der Untersuchungen zwischenzeitlich aufbewahrt wurde. Zur Abtrennung der organischen Substanz wurde im Anschluß eine Dispergierung mit Wasserstoffsuperoxid durchgeführt.

Als Ergebnis einer Siebanalyse mittels elektrischer Siebmaschine im Naßsiebverfahren (genormte Maschenweiten von 1.0 bis 0.063mm), gefolgt von einer Lumoseduntersuchung des Korngrößenbereiches <0.063mm konnten Wertekolonnen des Medians der Korngrößenverteilung und des prozentuellen Anteils der Fraktion <2μm ausgewiesen werden. In einigen wenigen Fällen wurde der Siebverlust (%) gesondert angegeben. Da jedoch keine repräsentative Anzahl von Siebverlustwerten zur Verfügung steht, wird auf eine Bezugnahme im Verlaufe der statistischen Betrachtungen gänzlich verzichtet.

Die gasvolumetrische Bestimmung des Karbonatgehaltes (Verfahren von Scheibler) lieferte den prozentuellen Anteil des Gesamtkarbonates an der eingewogenen Probenmenge.

Durch Aufheizung einer bestimmten Probenmenge bis ca. 1000°C wurde der Verlust der bis zu dieser Temperatur flüchtigen Substanzen erfaßt. Die Ergebnisse werden als Glühverlust in % angegeben. Die genannten sedimentologischen Untersuchungen umfaßten 51 Proben aus BK24, 35 Proben aus BK20, sowie 18 Proben aus BK21.

Datenorganisation

Alle erhobenen Daten wurden in Datenbanken (dBASE IV, ROCKBASE nach B.HOLUB) erfaßt und organisiert. Dies erlaubt den laufenden und schnellen Zugriff auf die gemessenen Werte und ermöglicht darüberhinaus die einfache Eingliederung neuer Meßdaten, sowie ihre rasche Weiterbearbeitung, wahlweise als eigene Teilmenge oder im Verbund mit dem Altdatenbestand. Unter Verwendung von diversen Filter- und Sortierkriterien wurden Teildatenmengen unter verschiedenen Gesichtspunkten erstellt und zur Weiterbearbeitung in Folgeprogramme transferiert.

Auswertung

Für die gezielte Probennahme sowohl an den Kernstrecken als auch in der Lagerstätte mußte ein Parameter entwickelt werden, mit dessen Hilfe jene Bereiche ausgewählt werden konnten, die am wahrscheinlichsten Greigit bzw. biomassereiche Horizonte aufweisen. Dazu wurden Wertebereiche für Suszeptibilität, Dichte, Gesamtkarbonat und Glühverlust eingeführt, die einer Idealverteilung möglichst nahe kamen. Das heißt konkret, daß die Suszeptibilität möglichst hoch ($>1000 \cdot 10^{-6} \text{SI}$), die Dichte möglichst gering ($<2 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$), Gesamtkarbonat möglichst gering und der reduzierte Glühverlust möglichst hoch sind. Diese "Idealverteilungen" wurden zu einem "Diskriminierungsfaktor" zusammengefaßt und danach eine Auswahl der Probenhorizonte festgelegt. Die Verteilung der gemessenen Größen läßt sich am einfachsten in Form von Crossplots darstellen. Um die Probennahmebereiche genauer erfassen zu können, wurden jeweils aus dem Bereich der maximalen Suszeptibilität (M) sowie dem unmittelbar angrenzenden Hangenden (H) und Liegenden (L) Detailproben entnommen.

Abbildung 3a zeigt einen Cross-Plot des prozentuellen Anteils an Gesamtkarbonat (GK%) gegen den zugehörigen Glühverlust (GV%) aller Maxima der Bohrung BK24. Gesamtkarbonatgehalt, Gehalt an Tonmineralen und Anteil an organischem Material, bestimmen die Höhe des Glühverlustes (BENDER, 1981), ein Faktum, das auch in der vorliegenden Arbeit eindeutig bestätigt wurde. Klar abtrennbar bleiben karbonatfreie Proben, allerdings mit einem Glühverlust $>45\%$ bis sogar $>60\%$. Es handelt sich dabei um beprobte Kohlenlagen bzw. um Material, das einzelne Kohleschmitzen enthält. Für die vorgegebene Fragestellung lassen sich nun drei Bereiche (Abb.3a), von links nach rechts mit abnehmender Eignung als Ausgangsmaterial für weitere Untersuchungen, abgrenzen. Am interessantesten erscheinen jene Punkte, die im hellblauen Bereich plotten und trotz geringem Karbonatanteil

noch bis 10% Glühverlust aufweisen. Punkte im roten Bereich bzw. im angrenzenden blauen Feld erfüllen die geforderten Eigenschaften weniger, bzw. sind durch den bereits hohen Karbonatanteil auszuschließen. Zur raschen Identifikation der Proben wurde im rechten Bildteil eine Log-Darstellung der Suszeptibilität (Sus) über die bei der Messung erfaßten Bohrkernbereiche hinzugefügt, erweitert durch die Kennzeichnung der Teufenerstreckung der einzelnen Kohleflöze. Proben der differenzierten Bereiche werden im Log als entsprechend gefärbte Balken in zugeordneter Entnahmeteufe eingefügt.

Keine auffallenden Abweichungen vom zuvor erkannten Trend zeigt Abb.3b mit unveränderten Ausgangsparametern, allerdings unter Eintragung aller sedimentologisch untersuchten Proben der Bohrungen BK24, 21, 20, die sowohl Liegend und Hangend als auch Maxima einschließen. Dabei wird der zuvor abgegrenzte "interessante" Bereich noch wesentlich dichter besetzt.

Um der Forderung nachzukommen, daß jener Anteil des Glühverlustes, der vom Gehalt an organischem Material herrührt, für die zu klärende Fragestellung Vorrang besitzt, liegt der Schluß nahe, zweckmäßige Korrekturen anzubringen. Da jener Teil des Glühverlustes, der durch CO₂-Abgabe der auftretenden Karbonate verursacht wird, begründet zu Fehlinterpretationen führen könnte, wurde bei allen folgenden Betrachtungen nur mehr ein reduzierter Glühverlust (GV_{red}%) herangezogen.

Aus stöchiometrischen Gesetzmäßigkeiten ließ sich

$$GV_{red}\% = [GK\% * K] + GV\%$$

GV _{red}	reduzierter Glühverlust [%]
GK	Gesamtkarbonat [%]
GV	Glühverlust [%]
K	Korrekturfaktor für Kalzit = -0.4397

ermitteln. Geringfügige Unterschiede im Korrekturfaktor, hervorgerufen durch wechselnde Kalzit(CaCO₃-), Dolomit(CaMgCO₃-) bzw. Magnesit(Mg₂CO₃-) Gehalte blieben unberücksichtigt, da bei realistischer Fehlereinschätzung kein Einfluß auf die Interpretation der Ergebnisse zu erwarten war.

Abbildung 4a verdeutlicht durch eine 3-dimensionale Darstellung ('Frequency-Plot') die Zweckmäßigkeit dieser Reduktion. Gesamtglühverlust (%) aufgetragen gegen reduzierten Glühverlust (%) liefert den erwarteten Zusammenhang, zusätzlich verdeutlicht durch das Auftragen des Gesamtkarbonatgehaltes (%) als dritte Dimension in Form einer wertabhängigen Farbcodierung. Jene Proben, deren Gesamtkarbonatanteil zwischen 0 und

10% schwankt, d.h. deren reduzierter Glühverlust beinahe gleich dem Gesamtglühverlust ist, und die somit bei entsprechend hohem Glühverlust die bevorzugt auszuwählende Gruppe repräsentieren, wurden mit blauer Farbe dargestellt (Steigung von ca.45°). Mit zunehmendem Karbonatgehalt und dadurch folgerichtig abnehmendem reduzierten Glühverlust (grüne, orange und violette Werte) sinkt die Möglichkeit, die geforderten Kriterien zu erreichen, eine Tatsache, die klar einen Bereich von zu exkludierenden Proben definiert.

Die eingangs spezifizierten "günstigen" Eigenschaften nehmen Bezug auf jenen Teil des Glühverlustes, der auf den Anteil an organischer Substanz zurückzuführen ist. Nach der Korrektur des Gesamtkarbonateinflusses bleibt der Gehalt an Tonmineralen als Einflußgröße zu prüfen. Eine Darstellung, in welcher der reduzierte Glühverlust (%) gegen den prozentuellen Anteil der Fraktion <2µm aufgetragen ist, (Abb.4b) zeigt überzeugend auf, daß im betrachteten Fall kein wesentlicher Beitrag des H₂O-Anteiles der Tonminerale zum reduzierten Glühverlust geleistet wird. Bei einer Variationsweite von 0-50% Feinstkornanteil erscheint die Schwankungsbreite des reduzierten Glühverlustes im Wertebereich von 0-10% als auffallend gering. Die theoretische Abhängigkeit dieser Parameter voneinander scheint hier, wie gezeigt, keinen Einfluß auf die Interpretierbarkeit zu haben. Unabhängig von dieser Tatsache fiel nach erfolgter Teufenzuordnung der Proben in der angeschlossenen Logdarstellung auf, daß der Tongehalt mit steigender Teufe zunimmt.

Der weitaus überwiegende Teil der Proben <7% Tonanteil wird Teufen <30m zugeordnet, während Tongehalte zwischen 15-50% in Proben mit Entnahmeteufen >40m zu finden sind.

Einen weiteren eingrenzenden Parameter stellt die Dichte dar. Den Versuch, Dichte und Anteil der Fraktion <2µm bzw. dessen kohärenten Parameter, den Median der Korngrößenverteilung (mm), in Beziehung zu setzen, zeigt Abb.5a. Mit Dichten um 1500kg/m³ bleiben wiederum Kohle bzw. kohlige Zwischenmittel klar abtrennbar. Ebenso, allerdings ob ihrer zu hohen Dichten, können alle Proben >2250kg/m³ als disqualifiziert betrachtet werden. Der damit eingeschränkte, forderungskonforme Bereich von knapp unter 2000-2250kg/m³ streut im Hinblick auf den Tonanteil in einem weiten Bereich zwischen 0-26%. Damit zeigt sich bereits ein zweites Mal die mehr oder weniger fehlende Einflußnahme der Fraktion <2µm auf die zu untersuchenden Kriterien.

Alle zur Verfügung stehenden Proben sind im Cross-Plot Suszeptibilität (*10⁻³SI) gegen den reduzierten Glühverlust (%) eingetragen (Abb.5b). Hangend- und Liegendproben plotten präzise getrennt von Maxima, eine Tatsache, die auf eine exakte Probennahme schließen läßt (siehe Kap.5). Während Proben mit Suszeptibilitätswerten aus dem Backgroundbereich (<0.25*10⁻³SI) einen reduzierten Glühverlust von 0 - fast 40% aufweisen, überschreiten Maxima eine imaginäre Grenze von ca. 18% in keinem Fall, sondern bleiben zum Großteil sogar unter 15%.

Der Darstellung des Zusammenhanges zwischen den beiden korngrößenabhängigen Parametern Fraktion $<2\mu\text{m}$ (%) und dem Median der Verteilung (mm) bleiben Abb.6a und Abb.6b vorbehalten. Die Maxima der Bohrung BK24 treten offensichtlich in unterschiedlich sortiertem Material auf. Nur Punkte im Bereich der gedachten Ausgleichsgerade können als mehr oder weniger gut sortiert gelten. Bei unveränderter Achsenbelegung und unter Bedachtnahme auf alle untersuchten Proben (Abb.6b) zeigt sich, daß die Verschiebung des Medians in Richtung größerer Kornfraktion nicht mehr linear mit abnehmendem Tongehalt erfolgt.

Diese detaillierten Untersuchungen bzw. der daraus abgeleitete Diskriminierungsfaktor hat sich bei der Probennahme für die weitere petrophysikalische bzw. geochemische Beprobung bestens bewährt. Für eine Betrachtung einer möglicherweise wirtschaftlichen Nutzung dieser Horizonte wurde versucht, die Bohrungen die auf einem Profil durch die Ostmulde von Oberdorf verfügbar waren, miteinander zu vergleichen und so die flächenhafte Verteilung dieser Schichten zu ermitteln. Wie aus der Abbildung 7 unschwer zu erkennen ist, ist diese Vorgangsweise zweifellos zu empfehlen, da selbst kleinste Inhomogenitäten in der Verteilung von Suszeptibilität und Dichte als horizontbeständige Parameter in allen Bohrungen identifiziert werden können. Die interessantesten Horizonte sind dabei jene, die nicht durch die Einlagerung von Kohle in ihren Parametern verändert sind, sondern die makroskopisch im unveränderten Bereich der sandigen bzw. schluffigen Lehme liegen, aber eine ungewöhnlich hohe Suszeptibilität aufweisen. Jene Lagen, wo Hämatit die Verteilung der Suszeptibilität beeinflusst, können im frischen Aufschluß sowie an den nicht ausgetrockneten Kernen durch einen deutlichen Farbumschlag erkannt und damit von den sulfidischen Horizonten abgetrennt werden. Bei der thermischen Behandlung der Proben im Labor Gams, wurde der Prozeß der "Inkohlung" der Proben beobachtet, wenn diese durch eine Aluminiumfolie vor dem Sauerstoffzutritt bewahrt wurden. Heizwertbestimmungen im Labor de GKB ergaben wirtschaftlich uninteressante Heizwerte, allerdings ein verbessertes Blähverhalten der sulfidführenden Lehmschichten. Dieses verbesserte Blähverhalten wurde auch durch HARER & KOLMER (1985) nachgewiesen. Eine industrielle Nutzung dieses Verhaltens wird im Bericht dieser Autoren als durchaus möglich erachtet, sofern es sich nicht um Dachziegeln handelt.

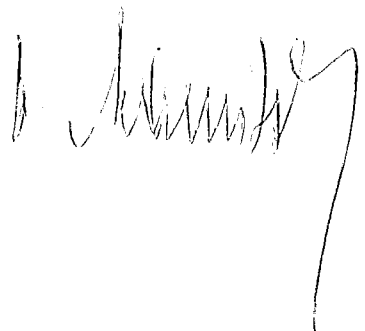
Zusammenfassung

Dank der finanziellen Unterstützung durch das vorliegende VALL-Projekt war es möglich, eine detaillierte petrophysikalische Untersuchung an den Hangendschichten in Oberdorf-Bärnbach durchzuführen. Diese Untersuchungen haben ergeben, daß in der Schichtabfolge der sandigen bis schluffigen Lehme einzelne, leider geringmächtige, Horizonte vorkommen, die über jene Kriterien verfügen, die als biomassereiche sulfidführende Horizonte ausgeschieden werden können. Das Hangende und Liegende dieser Schichten wäre allerdings im Anschluß an dieses Projekt sedimentologisch und geochemisch weiter zu bearbeiten, um zu sehen, ob nur die hochsuszeptiblen Schichten einen höheren Biomasseanteil aufweisen, oder ob in einem mächtigeren biomassereichen Profilabschnitt eine geringmächtige hochsuszeptible Schichte eingelagert ist. Nur im Falle nachgewiesener größerer Mächtigkeiten ist eine wirtschaftliche Nutzung zu überlegen. Die Verteilung der Dichte scheint allerdings ein Hinweis darauf zu sein, daß die Mächtigkeiten gering sind.

Danksagung

Das vorliegende Projekt konnte nur durchgeführt werden, weil die verantwortlichen Mitarbeiter der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbau-Gesellschaft (GKB) allen voran Herrn Dir.Dipl.-Ing. St. ZOLTAN, sowie Herrn Dipl.-Ing. H. LANDSMANN dieses Projekt durch die Beistellung von Transportmöglichkeiten im Bergbau sowie die Mithilfe bei der Probennahme großzügig unterstützt haben. Dafür möchten sich die Projektbearbeiter bestens bedanken. Bei der Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung Leoben darf ich mich als Projektleiter für die finanzielle Basis und bei meinen Mitarbeitern Dr.Robert SCHOLGER sowie Dipl.-Ing.Britte LENZ für ihre korrekte und oft schwierige Bearbeitung der Profile bedanken. Herrn Mag.Martin BERNHARD danke ich für die statistische Bearbeitung der Meßdaten.

Leoben, im Dezember 1993



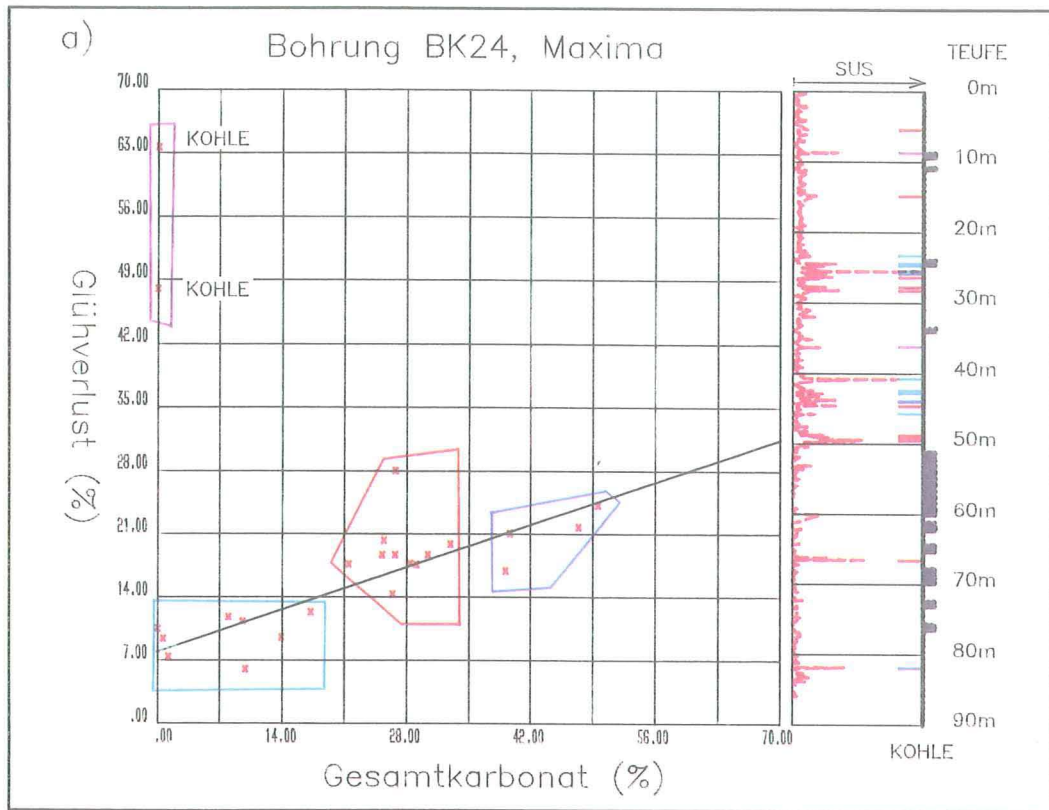


Abb.3a: Crossplot Gesamtkarbonat gegen Glühverlust, erweitert durch Logdarstellung der Suszeptibilität

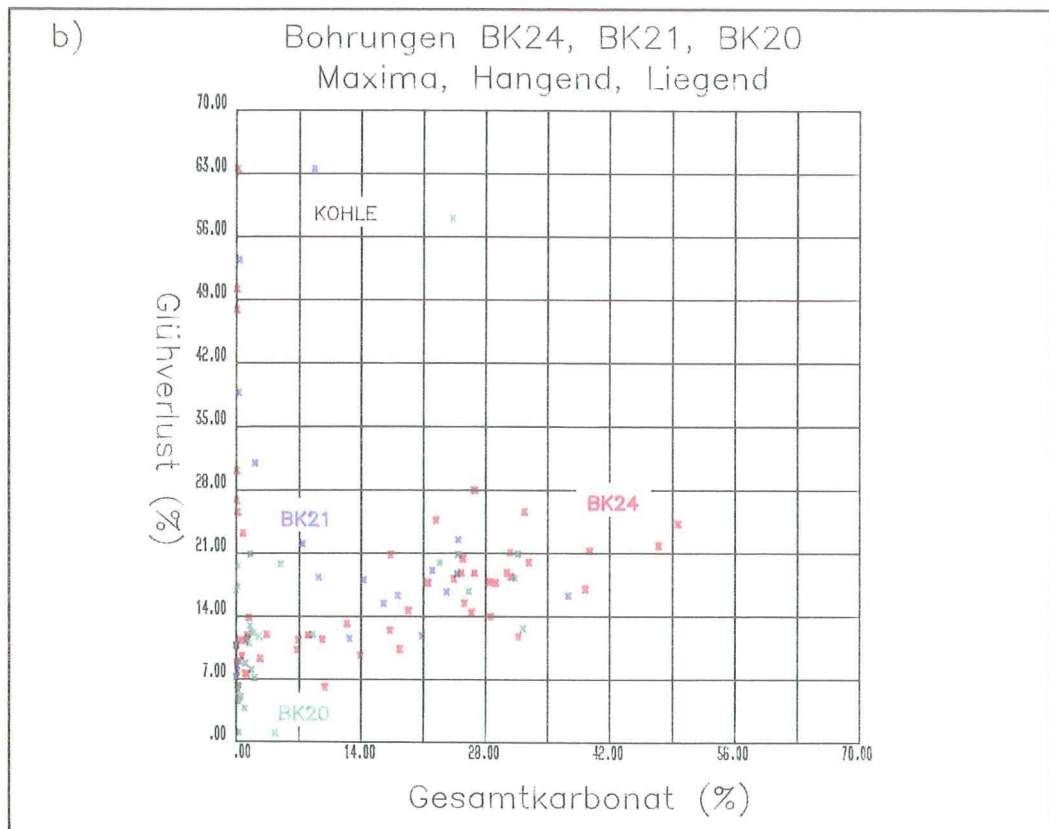


Abb.3b: Crossplot Gesamtkarbonat gegen Glühverlust

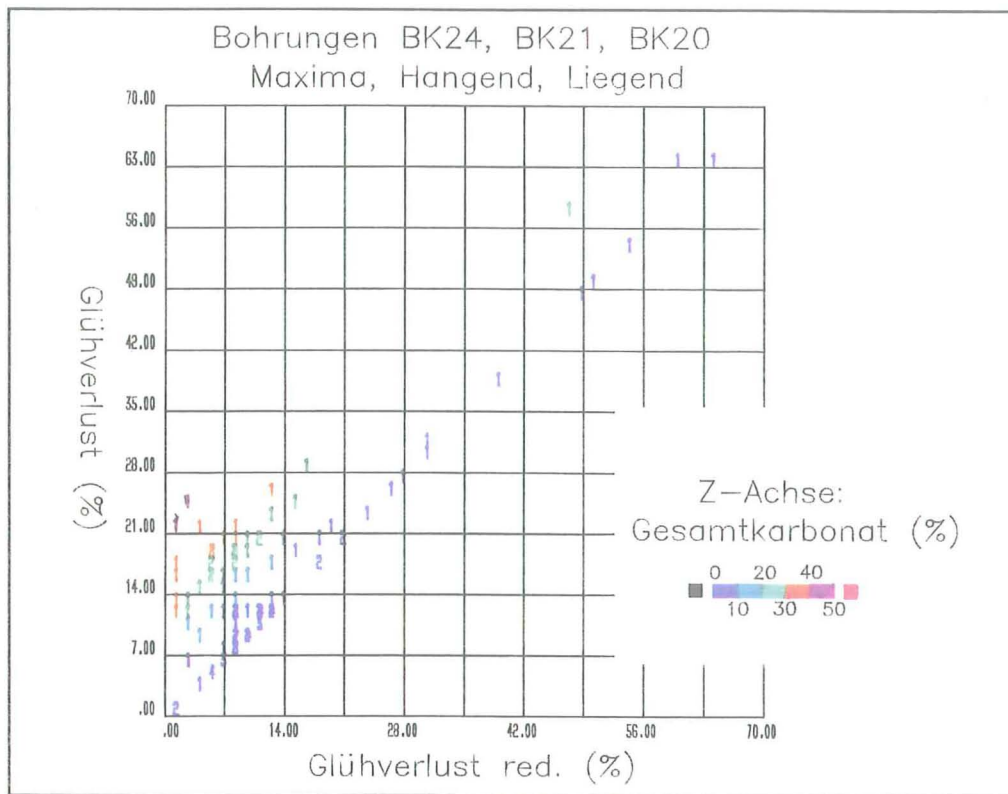


Abb.4a) Frequencyplot Glühverlust reduziert, Glühverlust und Gesamtkarbonat

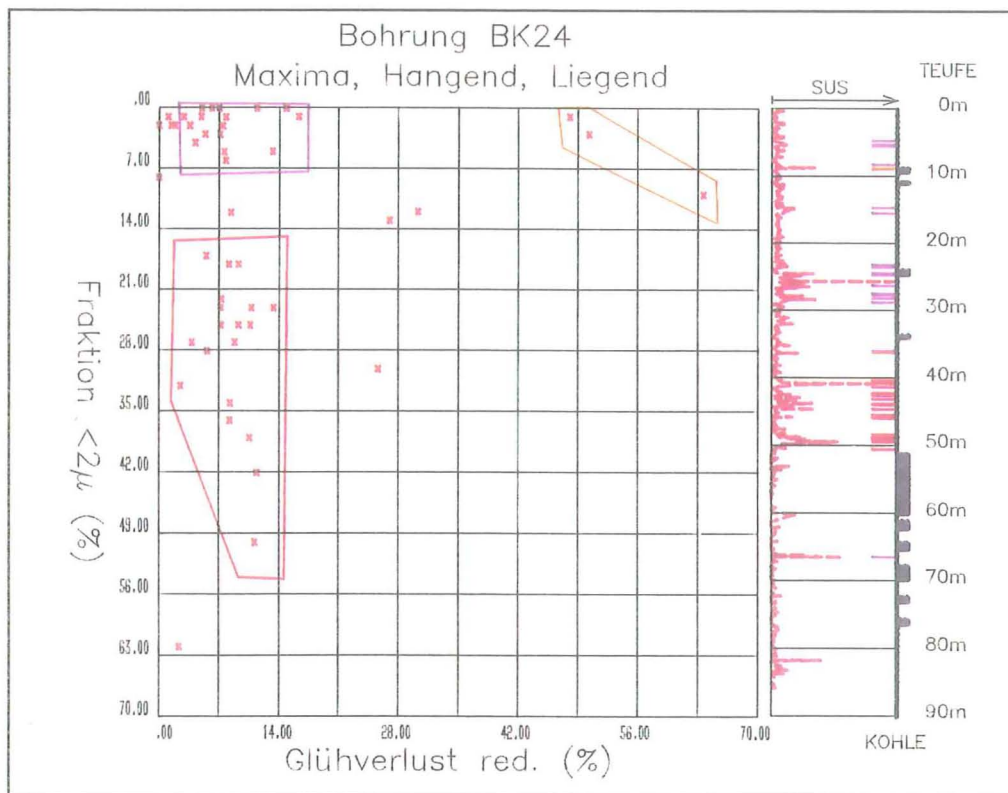


Abb.4b) Crossplot Glühverlust reduziert gegen Fraktion < 2 μ erweitert durch Logdarstellung der Suszeptibilität

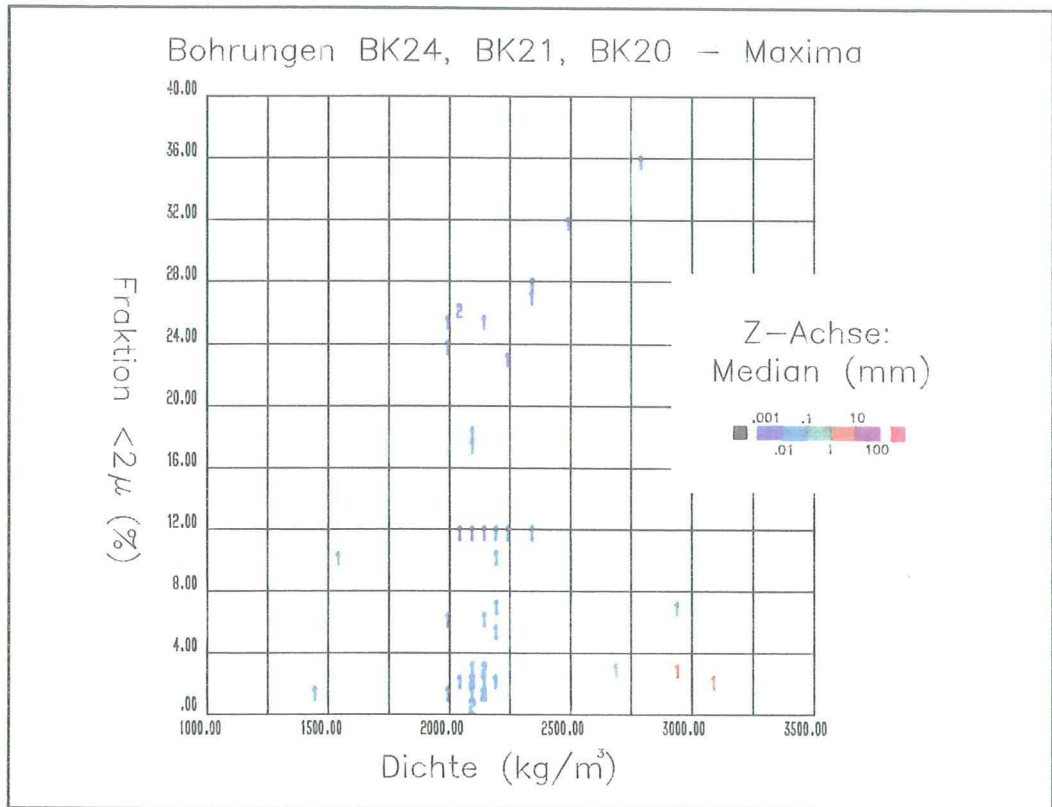


Abb.5a: Frequencyplot Dichte, Fraktion $<2\mu\text{m}$ und Median

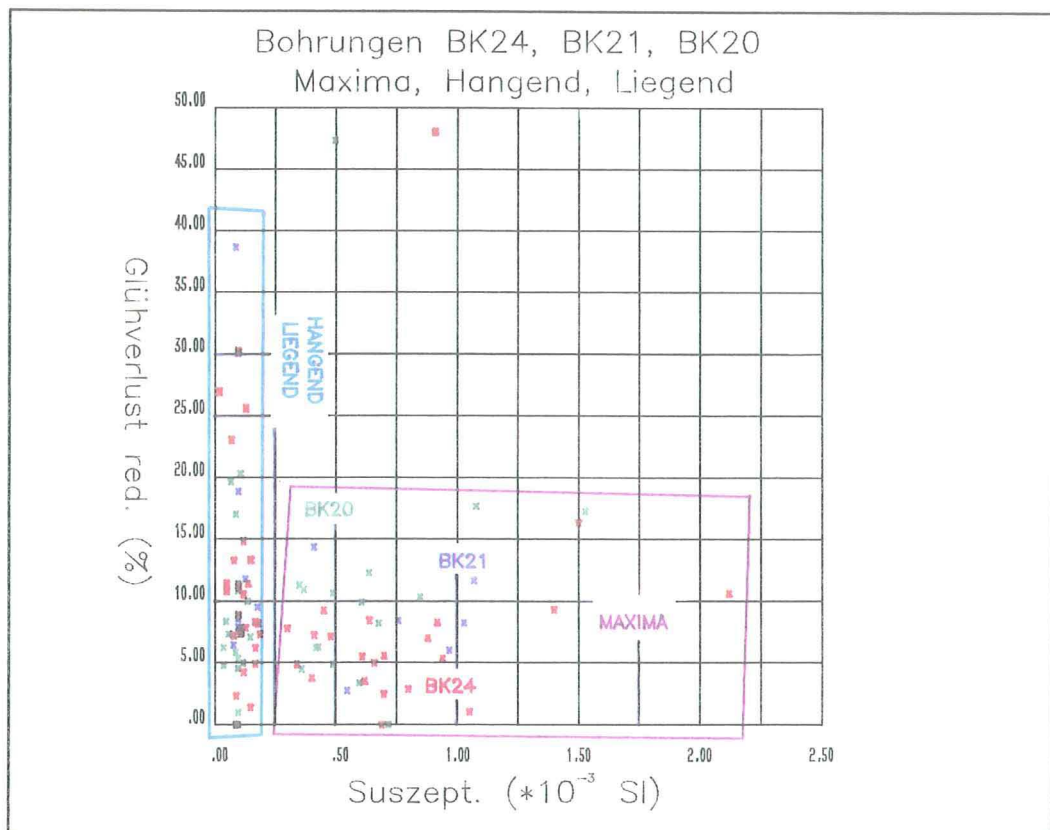


Abb.5b: Crossplot, Suszeptibilität gegen Glühverlust

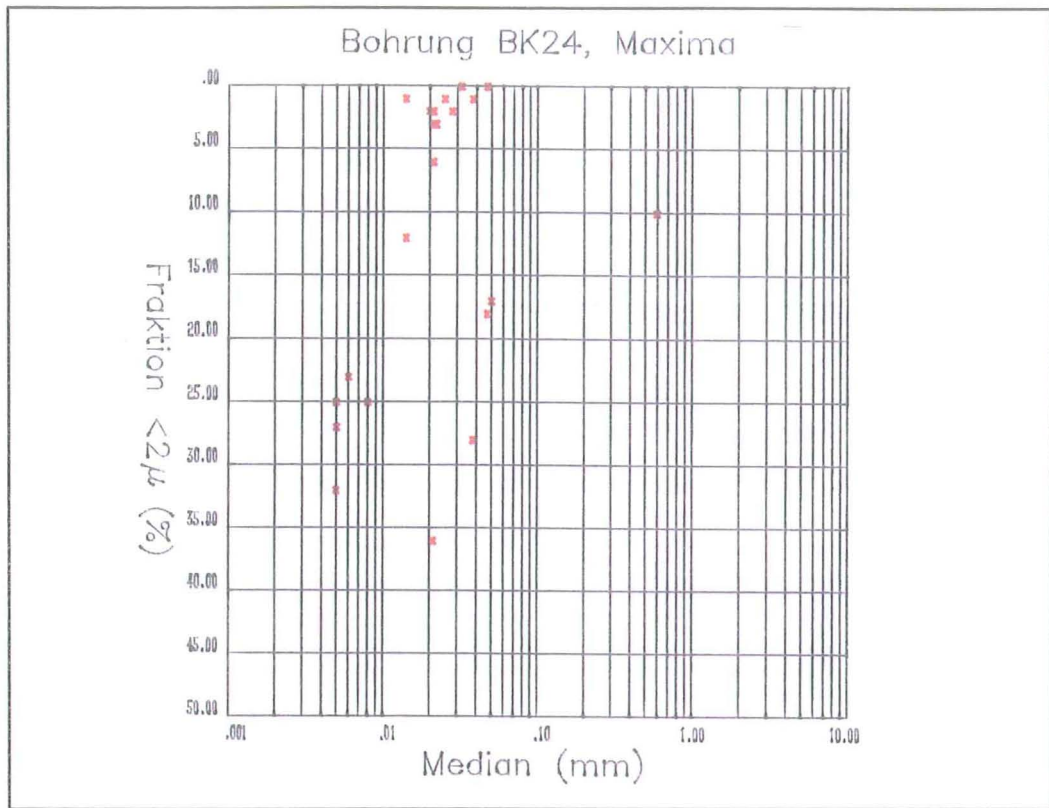


Abb.6a) Crossplot Median gegen Fraktion < 2 μ m

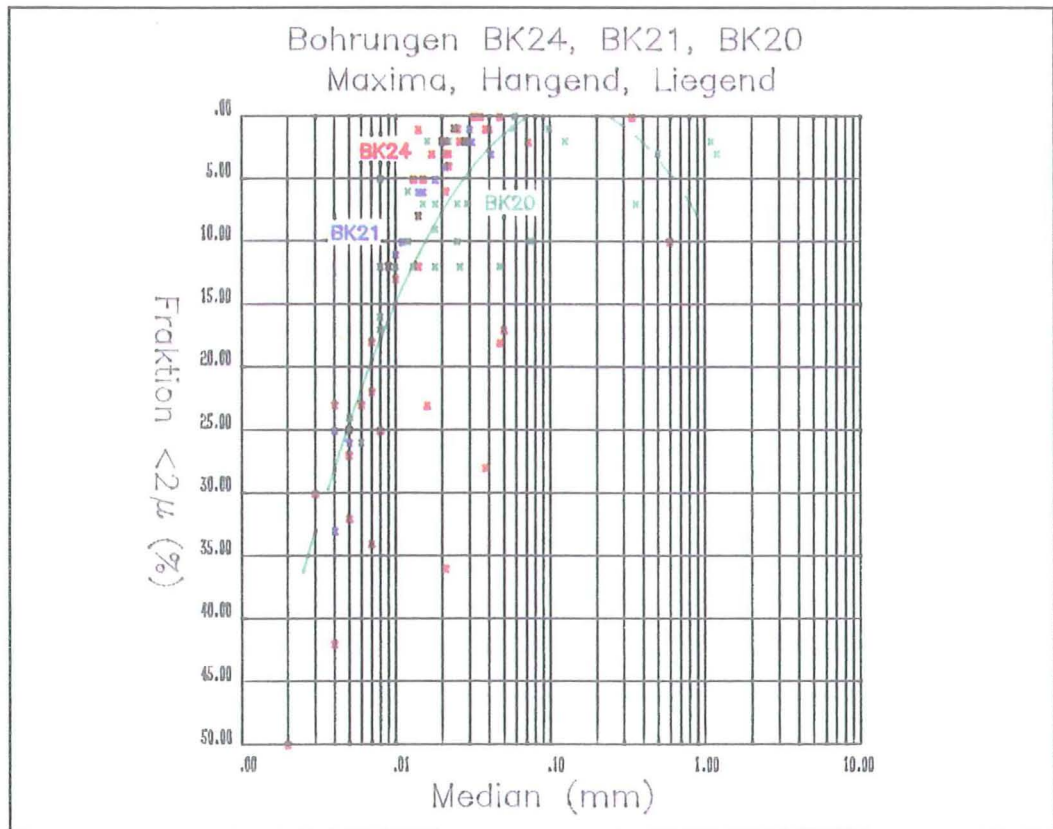


Abb.6b) Crossplot Median gegen Fraktion < 2 μ m

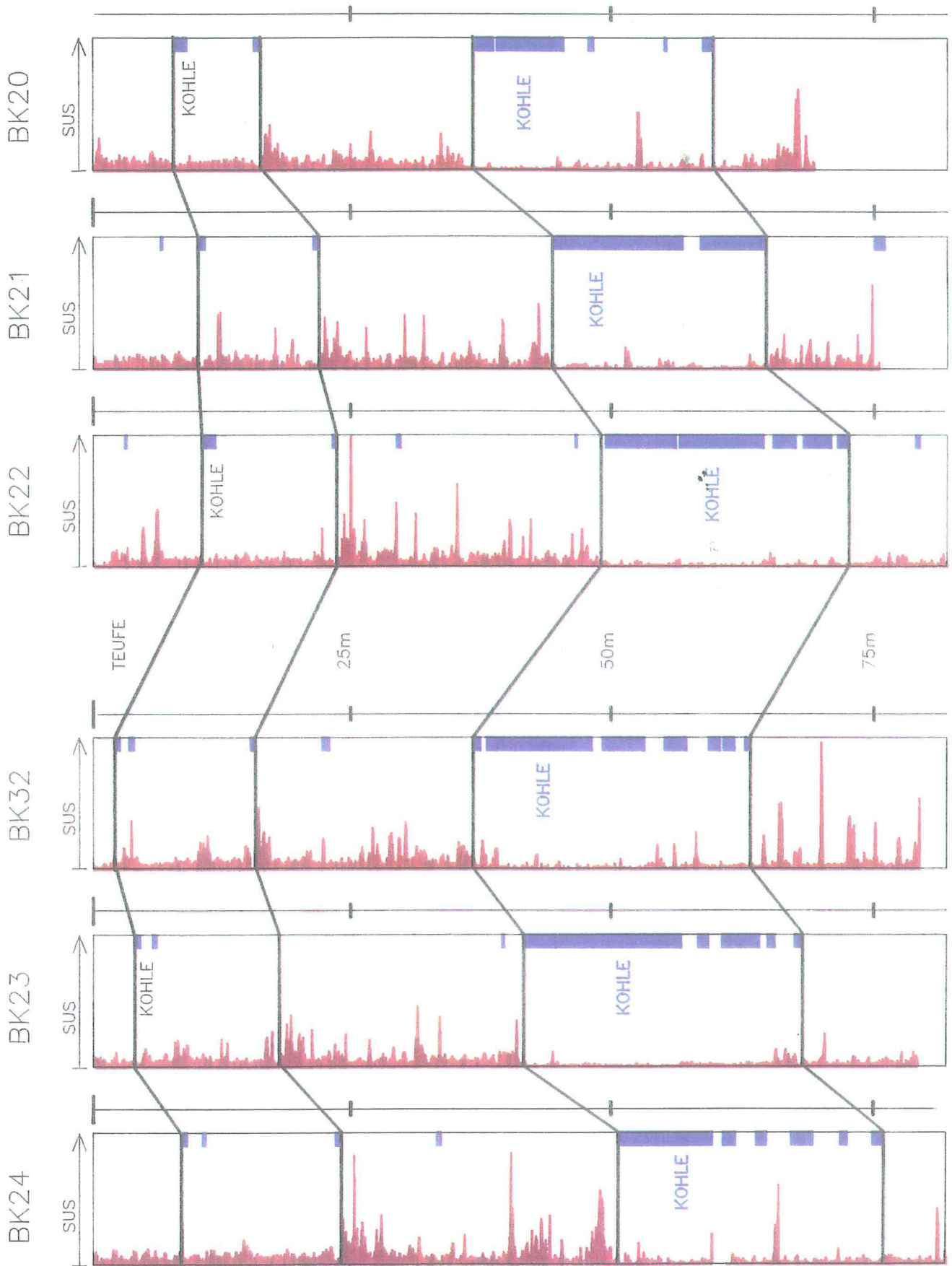


Abb.7: Korrelation aller untersuchten Bohrungen