

36.271



MINERALOGISCHE UND TECHNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN SEDIMENTEN DER KOHLENMULDE VON
BÄRNBACH, WESTSTEIERMARK

von

G. HARER & H. KOLMER

Graz, im Dezember 1985

INHALT

	Seite
Kurzfassung	2
1. Einleitung und Problemstellung	3
2. Methodik	3
3. Geologische Übersicht	4
4. Ergebnis	7
4.1. Mineralogisch-sedimentpetrographische Untersuchungen	7
4.1.1. Korngrößenverteilung des Zwischenmittels	7
4.1.2. Mineralogische Untersuchung des Zwischenmittels	9
4.1.3. Mineralinhalt der Kohle	12
4.2. Technologische Untersuchungen	14
4.2.1. Untersuchung des Blähverhaltens	14
4.2.2. Eignung als Ziegelrohstoff	17
Literatur	21
Tabellen und Beilagen	

KURZFASSUNG

Die in der Kohlenmulde von Bärnbach, einer Teilmulde des Köflach-Voitsberger Braunkohlereviere, erbohrten Zwischenmittelsedimente wurden mineralogisch, sedimentpetrographisch und technologisch untersucht. Sie sind aus Quarz, untergeordnet Feldspat, Serizit/Illit, Chlorit und Kaolinit in wechselnden Mengen zusammengesetzt. Diese Minerale wurden mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits als solche durch Umlagerung in das Sedimentationsbecken eingeschwemmt. Bei horizontgebundenem Siderit und vereinzelt Gips handelt es sich um Neubildungen. Aufgrund der Korngrößenverteilung sind diese Sedimente als sandig bis schluffige Lehme anzusprechen.

Die die Kohle begleitenden Mineralphasen wurden zerstörungsfrei in Sauerstoffplasma bei niederen Temperaturen präpariert. Es konnten kugelförmige Pyritaggregate, wahrscheinlich nach ehemaligem Siderit, neben überwiegend Serizit/Illit, der z.T. Umwandlungserscheinungen zu Kaolinit aufweist, festgestellt werden.

Die Kubatur der obersten Zwischenmittelschichte beträgt ca. $4 \times 10^6 \text{ m}^3$ und stellt für einen zukünftigen Abbau einen nicht unbeachtlichen Kostenfaktor dar. Um mögliche Verwendungszwecke aufzuzeigen wurde die Eignung des Materials als Rohstoff für eine Blähtonherzeugung bzw. als Ziegelrohstoff geprüft. Aus Blähversuchen ergaben sich hohe Blähfaktoren, aus denen sich Schüttgewichte zwischen $300 - 800 \text{ kg m}^{-3}$ errechnen lassen, womit das Material für Konstruktionsleichtbetone gut geeignet wäre.

Vorläufige Tests für die Eignung als Ziegelrohmaterial zeigten, daß sich aufgrund der Kohleführung beim Brand ein relativ hohes Porenvolumen ergibt. Dies bedingt zwar vergleichsweise geringe Raumgewichte, allerdings bei verringerter Frostbeständigkeit durch erhöhte Wasseraufnahme.

1. EINLEITUNG und PROBLEMSTELLUNG

Bei der Kohlegewinnung im Weststeirischen Revier stellt die Gewältigung des Abraumes, der zur abgebauten Kohle im Verhältnis 1 : 4,7 anfällt, ein großes Problem dar. Durch diesen Abraum ist jede Tonne gewonnener Kohle dzt. mit rund S 150,-- an Fixkosten belastet (1). Die Suche nach geeigneten Verwertungsmöglichkeiten für dieses Abraummaterial gehen lange zurück. So wurden für das aus dem Waschvorgang der Kohle anfallende Feinmaterial als mögliche Verwendungszwecke einerseits z.B. die Erzeugung von Isoliersteinen im Feuerungsbau, von Kaminsteinen, von Bausteinen mit geringem Raumgewicht vorgeschlagen, andererseits wurde die Eignung des Materials als Zuschlagstoff für die Zement- und Ziegelerzeugung nachgewiesen (2). Derzeit ist es nur die lokale Ziegelei-Industrie, die, wenn auch in geringen Mengen, das Abraummaterial nutzt.

Für den in Zukunft geplanten Abbau des Kohlevorkommens in der Mulde von Bärnbach sollte das Verhältnis gewinnbare Kohle zu Abraum nicht wesentlich verschieden vom Gesamtrevier sein, so daß es gerechtfertigt scheint, schon jetzt Überlegungen zu einer nutzbringenden Verwendung des Taubmaterials anzustellen. Aus diesem Grunde wurden an den von der GKB zur Verfügung gestellten Bohrkernen mineralogische und technologische Untersuchungen durchgeführt. Die mineralogisch-sedimentpetrographischen Untersuchungen hatten zum Ziel, die Sedimente der Beckenfüllung besonders in Bezug auf ihre Tonmineralführung zu charakterisieren. Bei der technologischen Untersuchung lag das Schwergewicht auf der Prüfung der Eignung als Ziegelrohstoff und als Rohmaterial für eine Blähtonherzeugung.

2. METHODIK

Vor der Bestimmung der Korngrößenverteilung wurde der kohlige Anteil mit Peroxid zersetzt. Die Korngrößenverteilung wurde mittels einer kombinierten Sieb- und Zentrifugenmethode bestimmt; als Dispergierungsmittel kam Natriumpyrophosphat zur Anwendung.

Die chemische Zusammensetzung wurde mittels RFA bestimmt; die Bestimmung von Wasser und CO₂ erfolgte gravimetrisch. Zur Eichung standen internationale Referenzgesteine zur Verfügung.

Die mineralogischen und REM-Untersuchungen des mineralischen Anteils in den Kohlen erfolgte an Präparaten, deren Kohlesubstanz im Sauerstoffstrom kalt verascht wurde. Dabei wird die Proben-temperatur ca. bei 70^oC gehalten. Diese Temperatur wird im wesentlichen von allen Tonmineralen ohne Veränderung überstanden. Veraschungszeiten von rund 20 Stunden tragen die Kohle so weit ab, daß die in der Kohle eingeschlossenen Minerale sowohl mittels REM und EMS und bei entsprechender Präparatgröße auch mittels Diffraktometer problemlos untersucht werden können.

Die Blähversuche wurden an Pellets mit ca. 1 cm Durchmesser ausgeführt. Nach 12stündigem Trocknen bei 105^oC wurden sie ca. 35 min. bei 400^oC gehalten und dann in reduzierender Ofenatmosphäre 5,5 min. bei 1130^oC gebläht. Bei Blähversuchen mit Additiv wurde 2 % Na-Sulfit-Ablauge zugesetzt.

Die Untersuchungen zur Eignung als Ziegelrohstoff wurden an Probekörpern (60 x 35 x 20 mm) aus angefeuchtetem Material durchgeführt. Die Vortrocknung erfolgte 12 Stunden bei 105^oC und 6 Stunden bei 200^oC. Die Aufheizgeschwindigkeit war mit 5^o/min. fixiert; die Haltezeit bei den Temperaturen 830^o, 980^o, 1090^o und 1130^oC betrug jeweils 45 min.

3. GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Köflach-Voitsberger Becken, am NW-Rand des Weststeirischen Beckens ist von diesem durch eine Grundgebirgsschwelle im Bereich Stallhofen getrennt. Weitere Grundgebirgsschwellen teilen das Köflach-Voitsberger Revier selbst in mehrere Mulden, von denen eine die Bärnbacher Mulde ist. Zur Geologie des Kohlereviers liegen aus jüngster Zeit eingehende Untersuchungen (3 - 6) vor, so daß sich dieses Kapitel auf eine kurze Übersicht beschränkt.

Den Beckenrahmen bilden im Süden und Westen die Gesteine des Koralm-Stubalm Kristallins in Form von Gneisen, Glimmerschiefern, Amphiboliten und Marmor. Im NW, im Bereich Ma. Lankowitz, Köflach und Piber, wird das Kristallin von mittel-devonischem Schöckel-Kalk des Grazer Paläozoikums überlagert. Den Nordrand begrenzen die Sedimente der Kainacher Gosau. Im Beckeninneren tauchen aus der miozänen Beckenfüllung vermutlich paläozoische Dolomite, Kalke und Kalkschiefer im Bereich des Hl. Berges sowie bei Voitsberg auf. Diese Gesteinsfolgen bilden auch den Untergrund des Köflach-Voitsberger Braunkohlebeckens und besitzen ein ausgeprägtes Muldenrelief, dessen unterschiedliche Entstehungsmöglichkeiten von (3, 4) diskutiert werden.

Direkt über dem Grundgebirge wurde in einigen Teilmulden ein lateritischer Bodenhorizont erbohrt, der sich jedoch nicht mit den eigentlichen Liegendschichten des limnisch-fluviatilen Tertiärs verzahnt. Diese in fast allen Teilmulden auftretenden Liegendschichten sind weiße bis weiß-graue Quarz- und Glimmer-reiche Sande ohne wesentliche Tonbeimengung. Vereinzelt sind in der Nähe des Beckenrandes Kieseinstreuungen zu beobachten. Über die chemische Zusammensetzung der hellen Basis-Sedimente gibt Tab. 1 Auskunft.

Über diesen unterschiedlich mächtigen Liegendschichten folgt das Kohle-führende Süßwassertertiär. Im Weststeirischen Kohlerevier sind in fast allen Bereichen drei Flözhorizonte (Unter-, Mittel-, Oberflöz) zu unterscheiden. In der Zangtaler Mulde bei Voitsberg fehlen das Unter- und Mittelflöz und das Oberflöz (= Zangtaler Liegendflöz) wird, getrennt durch eine ca. 90 m mächtige Folge von Tonen, Sanden und Schottern, vom Zangtaler Oberflöz als stratigraphisch höchsten Kohlehorizont des Reviers überlagert.

Die Flöze sind im allgemeinen durch tonig, feinsandige Zwischenmittel mit vereinzelt und isoliert auftretenden Grobsandeinlagerungen voneinander getrennt. Die im Bereich der Zangtal Mulde über dem Zangtaler Oberflöz aufgeschlossenen Hangendschichten sind durch von unten nach oben zunehmend gröbere fluviatile Sedimente charakterisiert. Die heutige Mächtigkeit der Kohle-führenden Beckenfüllung erreicht

Über Einzelmulden ca. 300 m, im Bereich der Zangtal Mulde ist eine ehemalige Gesamtmächtigkeit von 500-600 m abzuschätzen, die durch Erosion wieder verloren gegangen ist.

Über dem Oberflöz ist an verschiedenen Stellen, z.B. Bürgerwald, Lobmingberg das Auftreten vulkanischer Tuffe nachgewiesen (7, 8), die mit dem älteren oststeirischen Vulkanzyklus in Verbindung zu bringen sind (9).

Die durch eine größere Zahl (70) von Bohrungen erschlossene Bärnbacher Kohlenmulde liegt zwischen der derzeit in Abbau stehenden Oberdorfer Mulde im Osten und der Piberer Mulde im Westen z.T. unter dem Stadtgebiet von Bärnbach. Die tiefsten Bohrungen erreichen bei 150 - 160 m unter Oberkante Quartär den Untergrund. Es lassen sich bis zu 40 Einzelflöze mit Mächtigkeiten zwischen 1 m bis 40 m unterscheiden. Der Kohleinhalt der Gesamtmulde erreicht 11,1 Mio m³. Die Zusammenfassung dieser Einzelflöze zu Flözgruppen ist nur zum Teil möglich. Weitere Klärung könnte eine sporenanalytische Untersuchung bringen (6).

Die unter der hangendsten Flözgruppe auftretende obere Zwischenmittelschichte erreicht im zentralen Teil der Mulde Mächtigkeiten bis ca. 30 m und besitzt nach einer überschlägigen Rechnung ein Volumen von ca. 4,0 Mio m³.

4. ERGEBNIS

Für diese Untersuchung wurden 16 Bohrungen sowohl aus dem zentralen als auch aus dem randlichen Bereich der Bärnbacher Mulde beprobt (vgl. Abb. 1). Insgesamt wurden aus ca. 1700 Bohrm Metern 195 Proben gezogen.

4.1. Mineralogisch-sedimentpetrographische Untersuchungen

4.1.1. Korngrößenverteilung des Zwischenmittels

Um eine bessere nomenklatorische Einteilung der Sedimente des oberen Zwischenmittels zu ermöglichen, wurde deren Korngrößenverteilung analysiert (Beilagen). Entsprechend der zusammenfassenden Darstellung nach P.R.A. (Public Road Administration) (14) handelt es sich in der

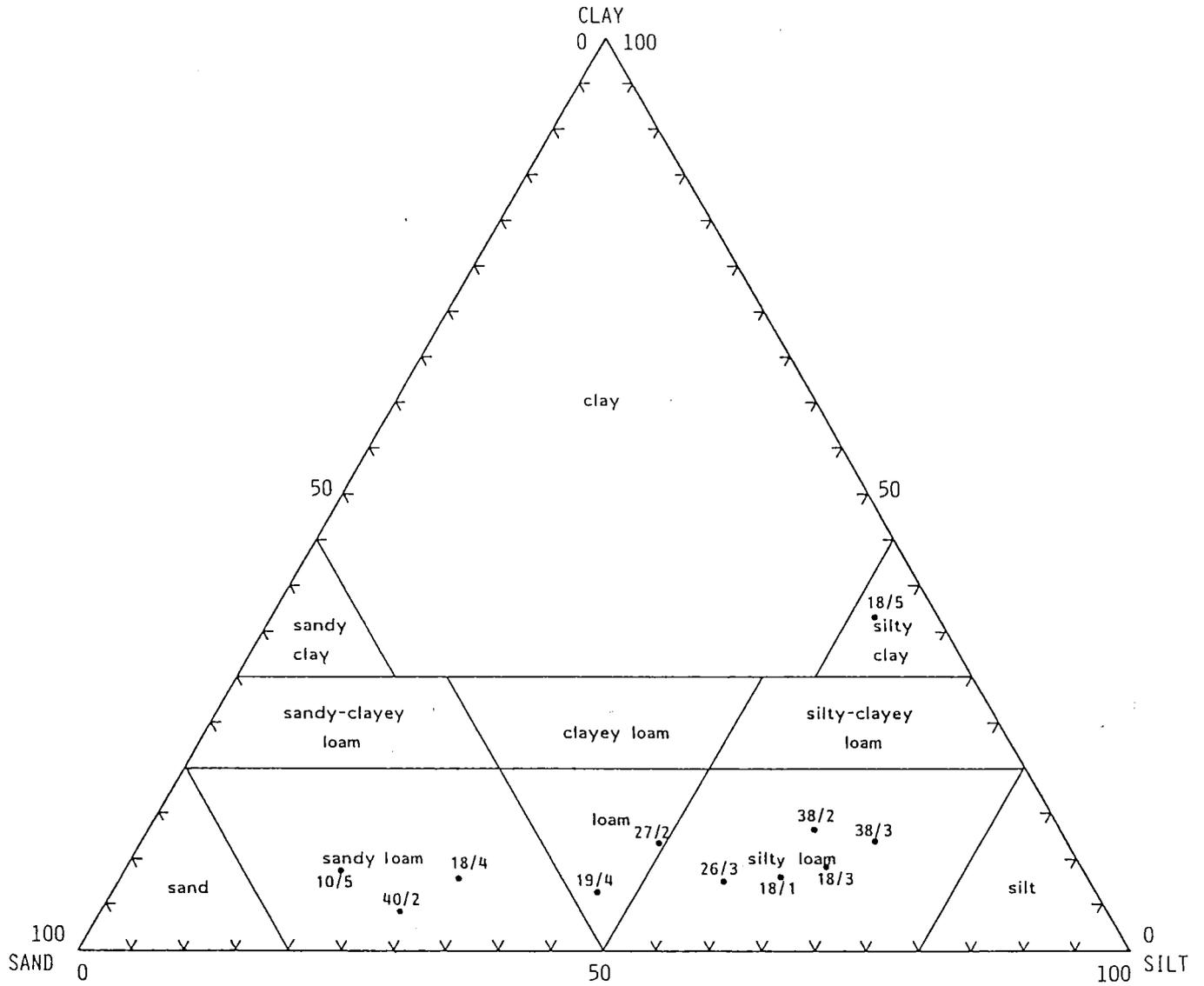


Abb. 2. Ton-Schluff-Sand Dreieck nach P.R.A.

Mehrzahl der Fälle um sandige bzw. schluffige Lehme, in denen der Tonanteil 15 % nie übersteigt. Nur eine Probe fällt in den Bereich schluffiger Ton (Abb. 2).

4.1.2. Mineralogische Untersuchung des Zwischenmittels

Der Mineralinhalt der Zwischenmittelproben ist eintönig zusammengesetzt, wenn auch die Gehalte von Probe zu Probe großen Schwankungen unterworfen sind. Einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der mengenmäßig wichtigsten Phasen gibt Abb. 3.

Illit bildet in den meisten Proben den überwiegenden Anteil. Er ist als Degradationsprodukt des in die Mulde eingeschwemmten Muskovit/Serizit aufzufassen. Nicht ausgeschlossen werden soll jedoch die Möglichkeit, daß Illit bereits als solcher durch Umlagerung älteren Verwitterungsmaterials aus der Umgebung in das Sedimentationsbecken eingebracht worden ist. In wenigen, grobsandigen Proben können Muskovit-Blättchen mehrere Millimeter Durchmesser erreichen. Muskovit wurde bei der quantitativen Auswertung der Diffraktometerkurven dem Illit zugeschlagen.

Bis auf wenige Ausnahmen ist Kaolinit in allen Proben nachweisbar. Die festgestellten Maximal-Gehalte liegen bei 40 ± 5 Gew.-%. Die naheliegende Erklärung der Entstehung aus Feldspat kann im vorliegenden Fall nicht herangezogen werden, da die Kaolinit-Gehalte unabhängig vom jeweiligen Feldspatgehalt schwanken. Für die Deutung des Kaolinit als Abbauprodukt von Illit wäre ein Milieu mit hohen Durchströmungsraten des Grundwassers nötig, was jedoch in einem Kohlebecken mit Sicherheit auszuschließen ist. Der in den Zwischenmittelsedimenten auftretende Kaolinit wird somit ebenfalls als Einschwemmungsmaterial betrachtet. Auffällig ist, daß in jenen in der Mehrzahl grobsandigen Proben die fast ausschließlich nur aus Quarz und Muskovit/Illit bestehen, wenig Kaolinit auftritt.

Der in allen Proben nachweisbare Chlorit weist nur geringe Schwankungen in seinen Gehalten auf. Aufgrund der scharfen Ausbildung

der Diffraktometerpeaks kann eine Neubildung nach der Sedimentation ausgeschlossen werden.

In den Proben konnten folgende Eisenminerale nachgewiesen werden:

Siderit ist in einem Teil der Proben deutlich nachweisbar. Maximalgehalte können Werte >30 Gew.-% erreichen. Bei diesen Karbonatisierungszonen scheint es sich um lokal begrenzte Horizonte zu handeln; sie lassen sich nur selten über mehr als zwei benachbarte Bohrungen verfolgen. Aufgrund der chemischen Analysen bzw. aus Diffraktometeruntersuchungen sind auch ankeritisch-ferrodolomitische Verbindungen zu vermuten. Makroskopisch haben diese Horizonte ein erdig-derbes Aussehen. Siderit-konkretionen wie in (6) konnten nicht beobachtet werden.

Fe-Oxihydroxid ist röntgenographisch nicht direkt nachweisbar. Die in einem Teil der durchgeführten chemischen Analysen verbleibenden Reste an Fe_2O_3 können jedoch sowohl als Oxihydroxid als auch als Gel zusammen mit Si und/oder Al verrechnet werden. In einigen Proben deutet ein erhöhter Untergrund der Diffraktometerkurve bei Fehlen von Siderit das Vorhandensein röntgenamorpher Fe-Verbindungen an.

Haematit konnte in den Proben Bärnbach nicht nachgewiesen werden. Er tritt aber im benachbarten Tagbau Oberdorf horizontgebunden auf. Diese Anreicherungszone können beim Abbau insofern zu Problemen führen, daß Material mit hohen Fe-Konzentrationen den Metalldetektoren an den Förderbändern das Vorhandensein von Stahlstücken vortäuscht und die Bänder abschalten.

Weiters treten im Taubmaterial der Bärnbacher Mulde auf: Quarz mit Gehalten von 4 - 55 Gew.-%; Feldspat (Plagioklas > Alkalifeldspat) bleibt meist unter 5 Gew.-%. An sonstigen Tonmineralen treten in untergeordneten Mengen Montmorillonit (z.T. als Na-Montmorillonit) und Wechsellagerungsminerale auf, die jedoch nicht näher untersucht wurden. Gips ist vereinzelt nachweisbar.

Schwermineralanalysen an zwei Grobsandhorizonten zeigten das erwartete Spektrum mit Granat, Amphibolmineral, Epidot, Disthen, Zirkon, Turmalin, Apatit, Titanit, Rutil und opaken Mineralen.

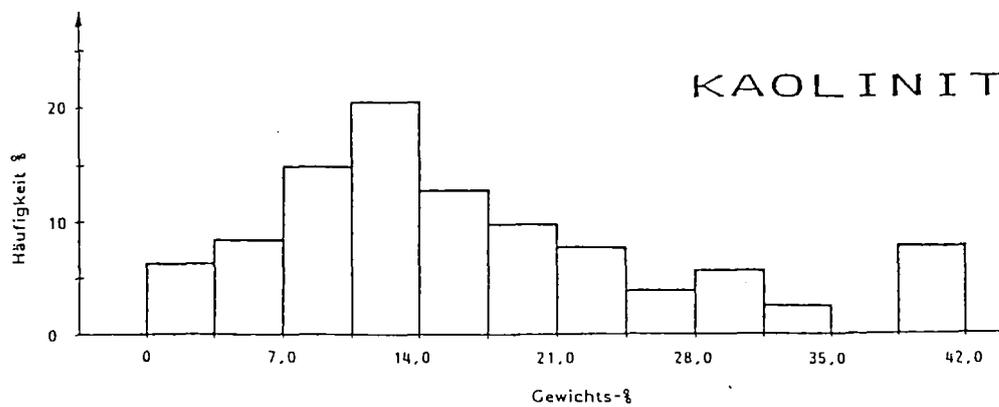
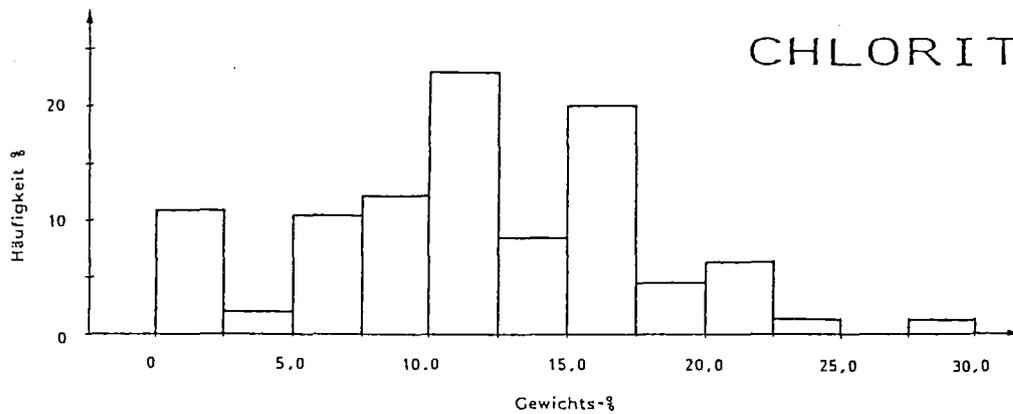
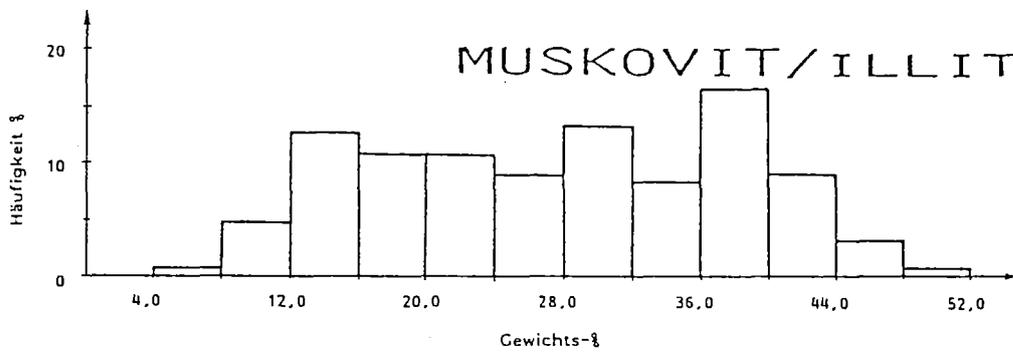
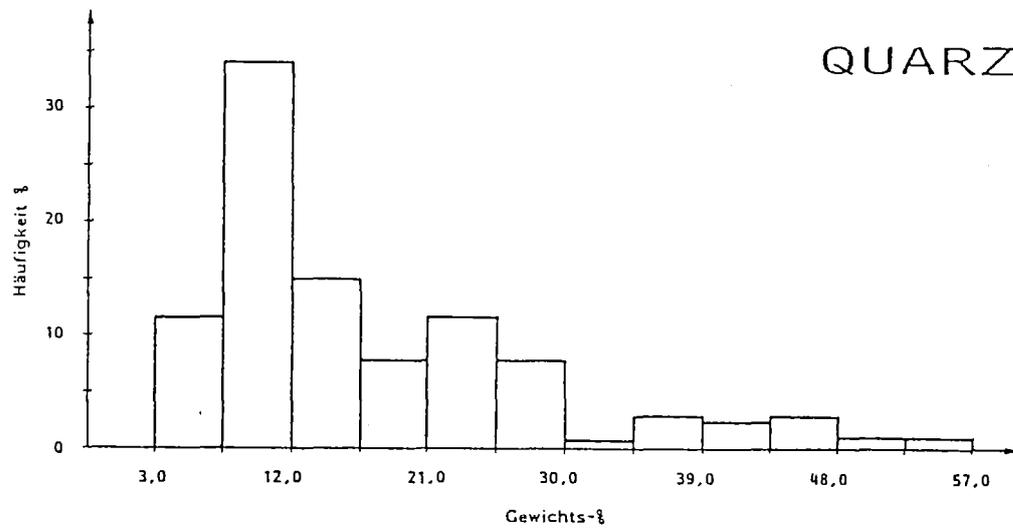


Abb. 3. Häufigkeitsverteilung der wichtigsten Mineralphasen der Zwischenmittel in der Bärnbacher Kohlenmulde (Probenzahl n = 159).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Mineralinhalt der Sedimente des Zwischenmittels weitgehend aus in die Mulde eingeschwemmtem Material besteht. An Neubildungen treten überwiegend die Fe-Minerale Siderit, Goethit und Haematit, die Tonminerale Montmorillonit sowie vereinzelt nachweisbare Wechsellagerungsminerale und Gips auf. Trotz einiger charakteristischer Schwankungen in der Mineralverteilung ist es meist schwer möglich auch nur zwischen zwei benachbarten Bohrungen eine Schichtkorrelation herzustellen, vgl. auch (6).

4.1.3. Mineralinhalt der Kohle

Mit dem hier angewendeten Präparationsverfahren mittels Kaltveraschung im O_2 -Strom konnten folgende Mineralphasen gut sichtbar gemacht werden:

Pyrit tritt in zweifacher Form auf. Einmal sind es die typischen, derben Belege auf Kluftflächen, zum anderen in Form kugelliger Kristallaggregate (Abb. 4). Auffallend ist, daß die ca. 10 - 25 μ großen Kugeln in etwas größeren Hohlräumen liegen, was darauf hindeutet, daß sie gegenüber einem früheren Durchmesser geschrumpft sind.

Abb. 5 zeigt das Innere eines solchen Pyritaggregates. Es besteht ausschließlich aus oktaedrischen Kristallen von ca. 1 μ Größe und weist Hohlräume auf. Dieses Erscheinungsbild legt die Vermutung nahe, daß es sich dabei um Neubildungen nach ehemaligem Siderit durch Einwirkung H_2S -haltiger Lösungen handelt. EMS-Analysen zeigen ausschließlich Eisen und Schwefel.

Neben den Pyrit-"Kugeln" wurden in mehreren Präparaten überwiegend blättchenförmige Minerale beobachtet (Abb. 6). Die Blättchen stehen senkrecht auf die Betrachtungsebene und erreichen Durchmesser bis ca. 30 μ bei einer Dicke bis 3 μ . An den Rändern zeigen einige Kristalle ein Aufspalten, wie dies für zersetzte bzw. im Stadium der Umwandlung begriffene Illite typisch ist (10). Mikrosondenanalysen zeigen die für Illite übliche Elementverteilung, jedoch mit verringerten K-Gehalten und erhöhten Al-Gehalten. Diffraktometeraufnahmen dieser geätzten Kohle-

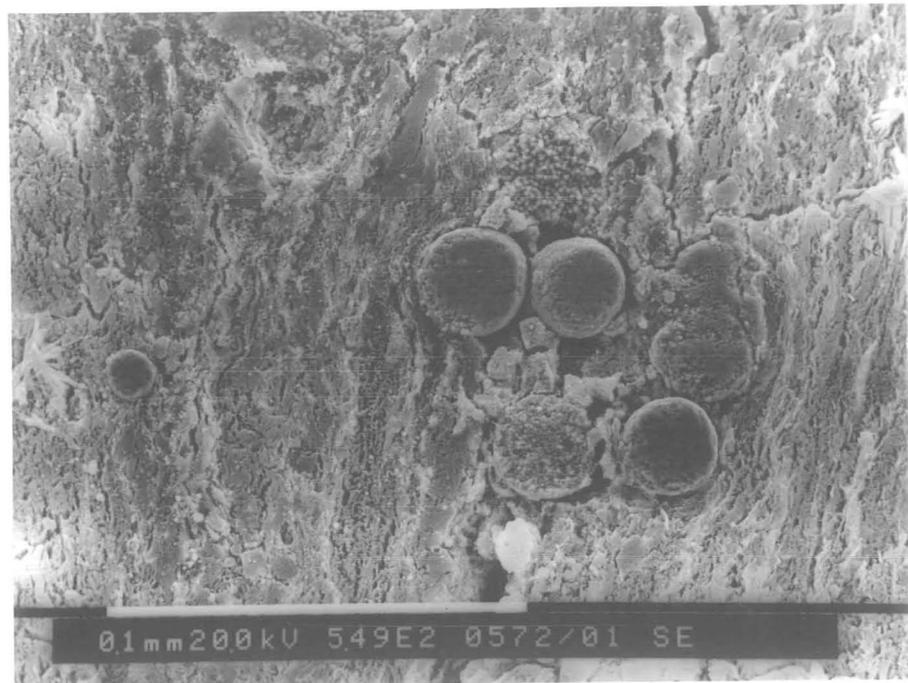


Abb. 4. Kugelige Aggregate von Pyrit in Kohle.
Bohrung 1138, 46,4 m; Geätzt, Vergr. 1100 x.

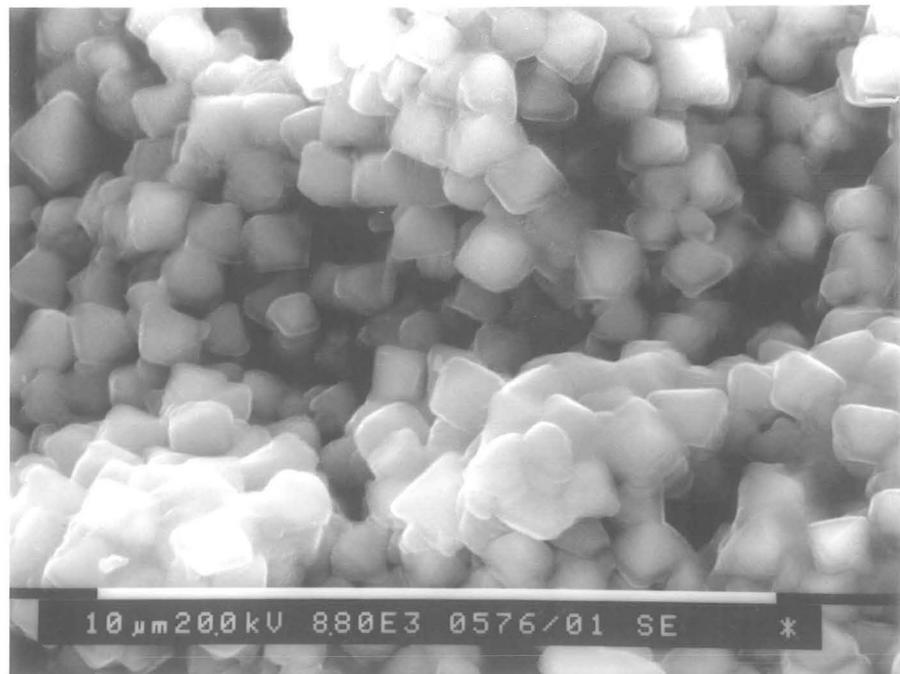


Abb. 5. Kugeliges Aggregat von Pyrit in Kohle.
Wie Abb. 4, Vergr. 8800 x.

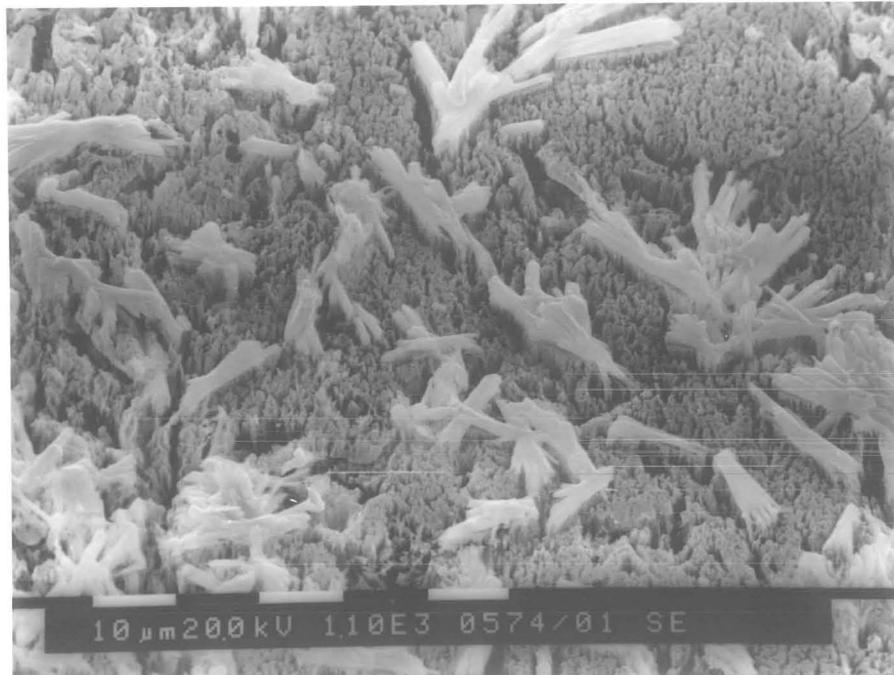


Abb. 6. Illit und Kaolinit in Kohle. - Bohrung 1138, 46,4 m. Geätzt, Vergr. 550 x.

proben zeigen neben Illit, dessen Basisreflexe bereits stark verbreitert sind auch das Vorhandensein von Kaolinit an. Wurmstrukturen von Kaolinit konnten nicht beobachtet werden. Daneben sind Quarz, Pyrit und in geringer Menge Siderit zu identifizieren.

4.2. Technologische Untersuchungen

4.2.1. Untersuchung des Blähverhaltens

Die Grundlagen des Blähvorganges beim Erhitzen tonig-schluffiger Sedimente wurden in (10) ausführlich besprochen, vgl. auch (11), (12). Längere Zeit wurde neben der chemischen Zusammensetzung auch die Kornverteilung als mitentscheidendes Kriterium für die Beurteilung der Blähfähigkeit eines Materials betrachtet (13). Wie hier neuerlich gezeigt werden kann, fallen alle untersuchten Proben in Abb. 7 deutlich in den schlechten Bereich, weisen aber trotzdem z.T. sehr gute Blähfähig-

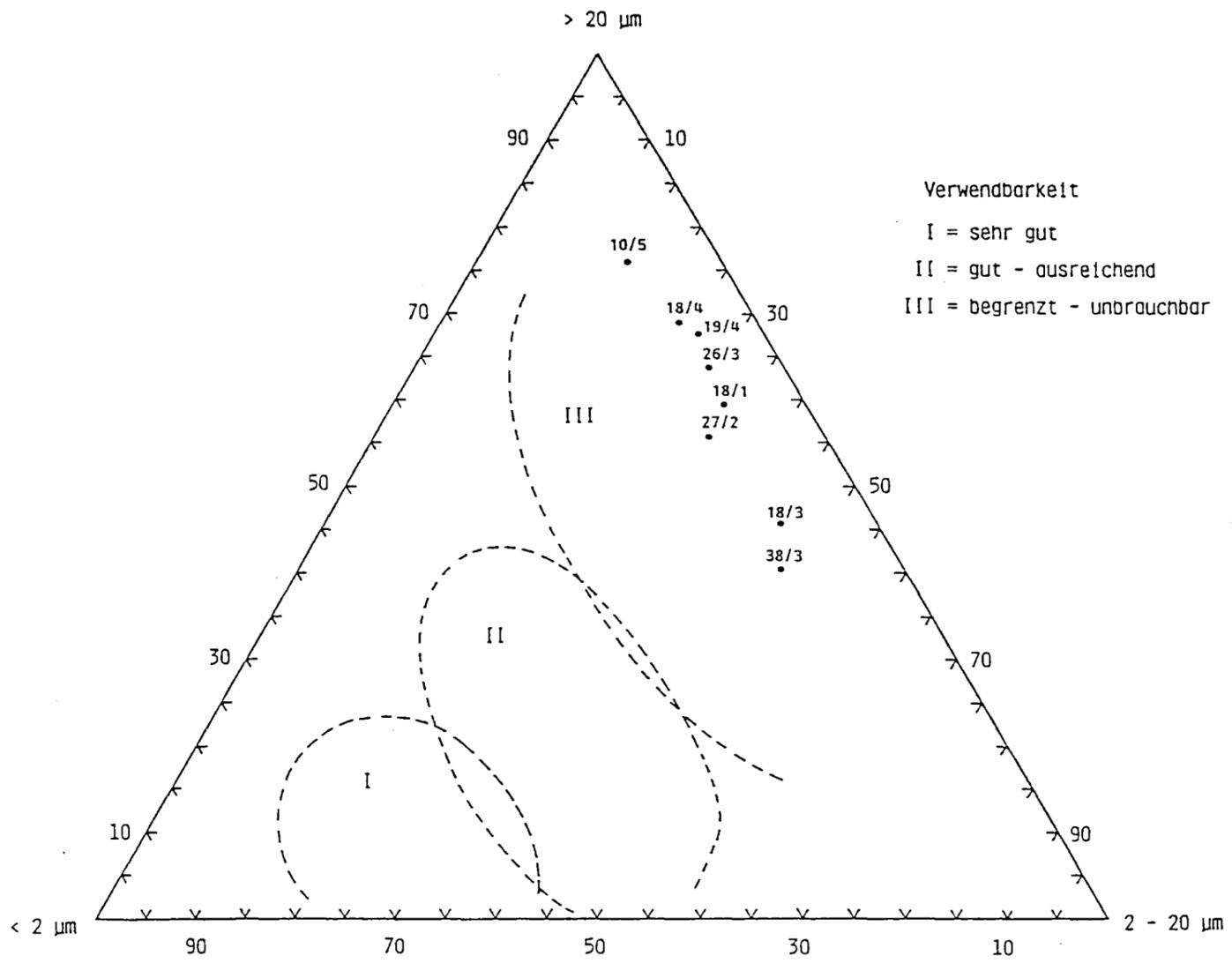


Abb. 7. Korngrößendiagramm nach ROSENBERGER (13).

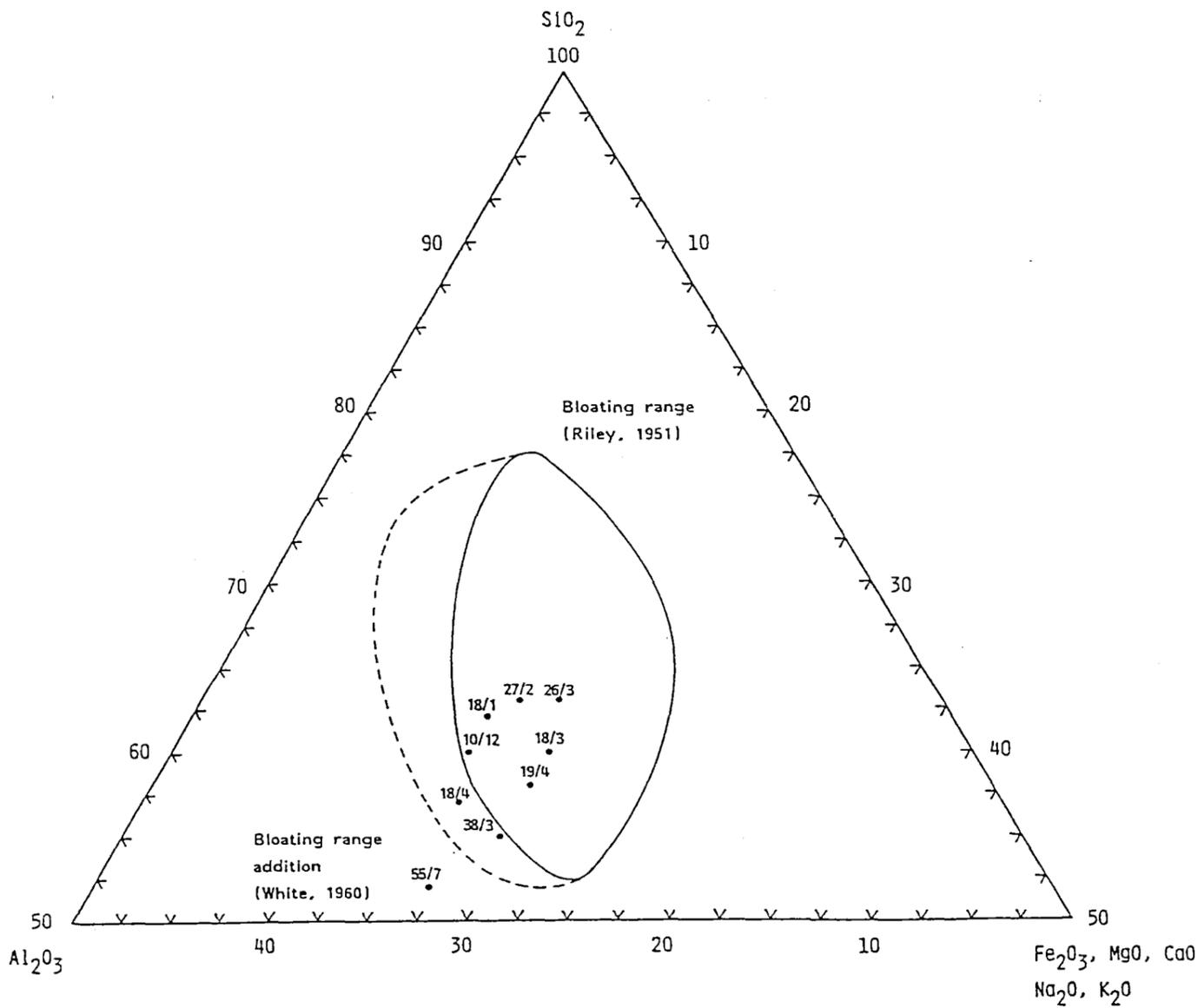


Abb. 8. Chemische Zusammensetzung blähender toniger Gesteine nach (11).

keiten auf (Tab. 2). Charakteristisch scheint sich der Mineralgehalt und der daraus resultierende Chemismus der Proben auf die Blähfähigkeit auszuwirken. In (10) wurden zur Abschätzung der Blähfähigkeit eines Materials folgende Gesichtspunkte als entscheidend angeführt:

- Gesamteisen als Fe_2O_3 soll wenigstens 2 - 6 Gew.-% betragen.
- Das $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis (Gew.-%) soll deutlich über 2 liegen.
- Kalium- und/oder Natrium-Gehalte sind erwünscht.
- Karbonatgehalte insbesondere Ca-Karbonatgehalte sollen so niedrig wie möglich sein, da ansonsten im Bereich um 1100°C eine starke Herabsetzung der Schmelzviskosität erfolgt, wodurch die gebildeten Gasblasen aufplatzen.
- Gehalte an organischen Substanzen, Pyrit sowie geringer Mengen an Sulfaten sind als positiv zu bewerten.
- Geringe Gehalte an quellfähigen Mineralen sind positiv, zu hohe Gehalte stören den Blähvorgang durch Ribbildung während des Brandes.

Diese Kriterien werden von den hier untersuchten Materialien in hervorragender Weise erfüllt, vgl. Abb. 8.

Die in Tab. 2 zusammengestellten Ergebnisse der Blähtests zeigen Schwankungen in den Rohdichten der Granulate zwischen $0,61 - 1,55 \text{ g.cm}^{-3}$. Die Zugabe von Additiven, hier in Form von 2%-Sulfitlauge brachte nur in einem Teil der Fälle eine Verbesserung. Eine Erklärungsmöglichkeit für dieses Verhalten wäre, daß durch das Additiv der Gesamtgehalt an Alkalien zu stark erhöht wurde, wodurch im vorgegebenen Temperaturbereich eine Viskositätsminderung eintrat. Mit der gleichzeitig erfolgten Erhöhung der gasabspaltenden Phasen kommt es dann zu einem frühzeitigen Aufplatzen der Gasblasen und somit zu einer Erhöhung der Dichte. Aus den Raumgewichten lassen sich Schüttgewichte zwischen 300 und 800 kg.m^{-3} errechnen (10), womit eine hervorragende Eignung als Zuschlag für Konstruktionsleichtbetone gegeben wäre.

4.2.2. Eignung als Ziegelrohstoff

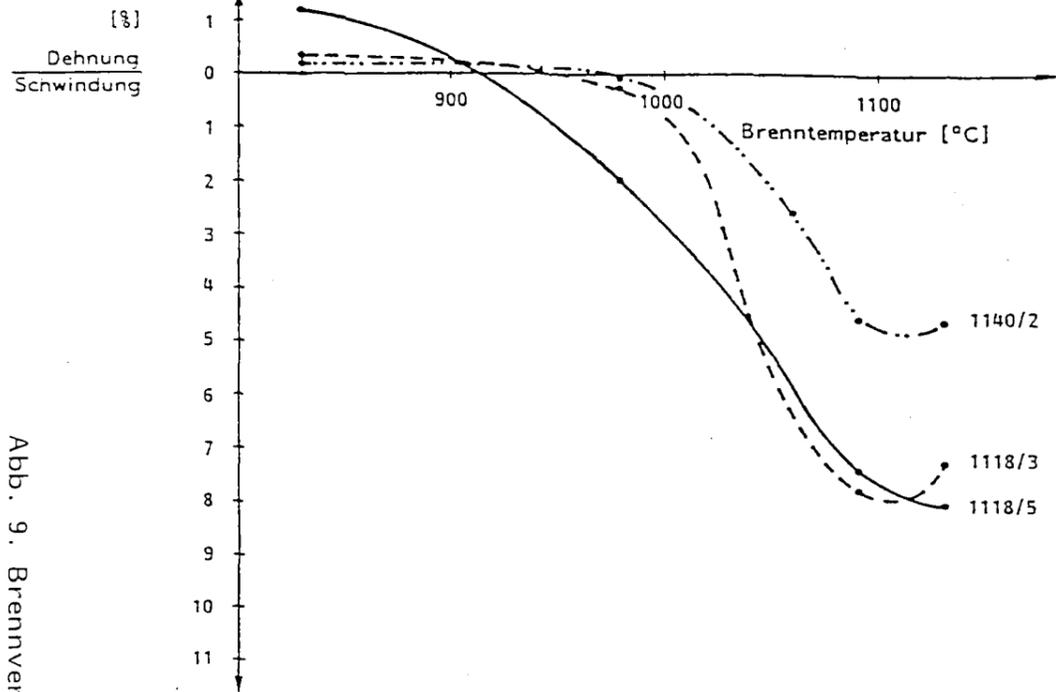
Hinsichtlich der Überprüfung der Eignung der Zwischenmittelsedimente der Bärnbacher Kohlenmulde für die Ziegelerzeugung wurden lediglich Tastversuche an einigen Proben durchgeführt (Abb. 9). Grundsätzlich ist zum Material zu bemerken, daß es aufgrund seiner Mineralzusammensetzung mit überwiegend illitischen Komponenten und daneben Quarz, Chlorit, Kaolinit und Feldspat als für die Ziegelerzeugung geeignet anzusprechen ist. Besonders die Schichtsilikate wirken i.a. positiv auf die Plastizität, das Bindevormögen sowie die mechanischen Festigkeitswerte. Der Kaolingehalt wirkt zwar erhöhend auf die Garbrandtemperatur, allerdings verbreitert er das Sinterintervall, was die Temperaturführung des Ofens vereinfacht (15). Die im Material vorhandene Kohle ist positiv zu werten hinsichtlich der dadurch erzielbaren Brennstoffeinsparung und der zurückbleibenden Porenhohlräume. Diese erniedrigen einerseits das Raumgewicht bei gleichzeitiger Erhöhung der Dämmfähigkeit. Für bestimmte Ziegelarten jedoch, z.B. für Dachziegel, ist dadurch ohne vorhergehende Aufbereitung keine Verwendbarkeit gegeben.

Die in einem Teil der Proben beobachteten hohen Quarzgehalte (bis 50 Gew.-%) würden zwar die Feuerstandfestigkeit erhöhen, gleichzeitig jedoch die Plastizität, die Bindefähigkeit und Trockenfestigkeit vermindern und was entscheidend ist, die Kühlempfindlichkeit stark erhöhen.

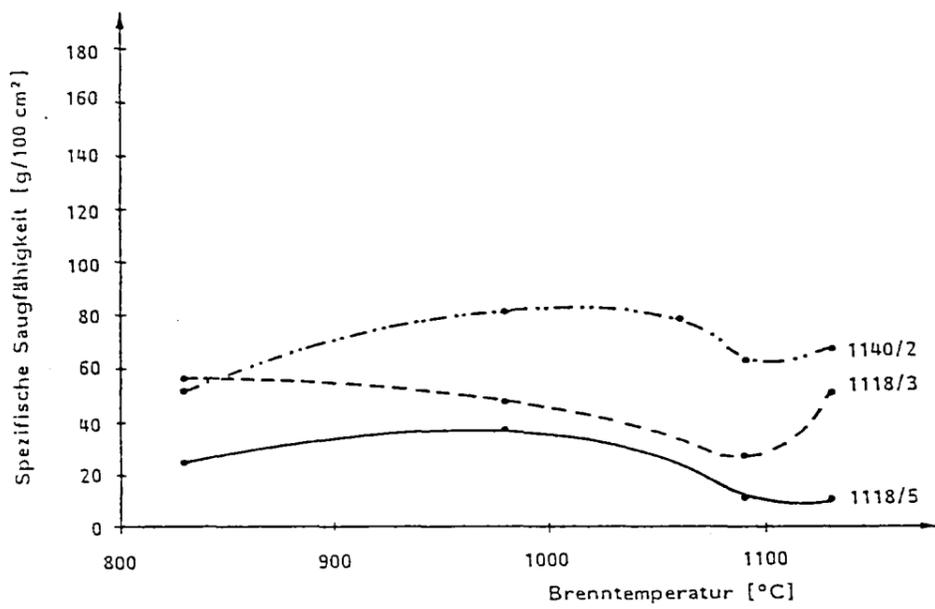
Aus der linearen Brennschwindung läßt sich die erforderliche Brenntemperatur für das getestete Material mit etwa 880° - 950°C abschätzen.

Die Beurteilung der Frostbeständigkeit erfolgt hier nach der Sättigungsziffer S (= "scheinbare Porosität"/Wasseraufnahme durch Kochen) (Abb.10). Demnach würde das hier getestete Material als bedingt frostbeständig einzustufen sein.

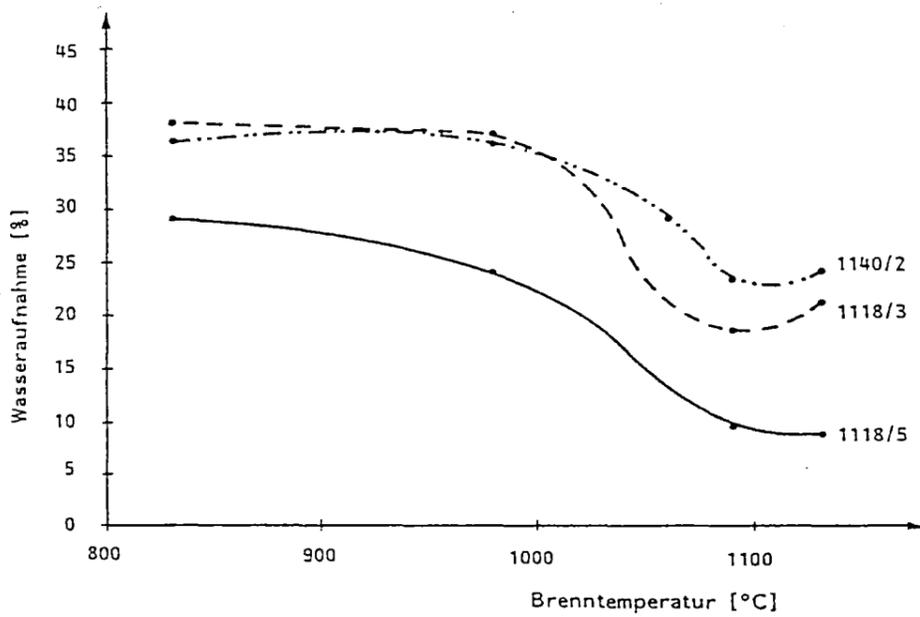
Aufgrund der bereits erwähnten Kohleführung ergibt sich ein hohes Porenvolumen und entsprechend hohe Werte für die Wasseraufnahme.



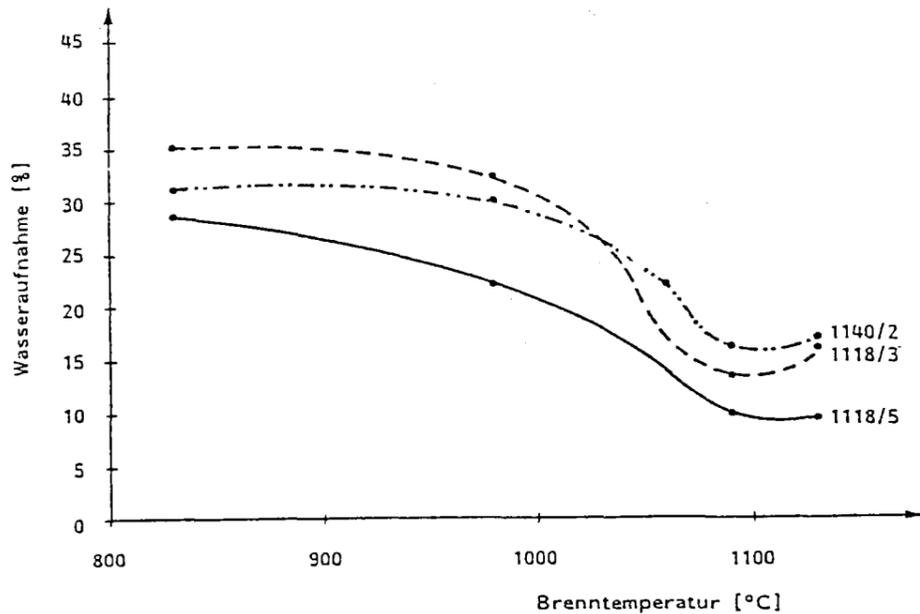
Lineare Brennschwindung bzw. -dehnung.



Spezifische Saugfähigkeit nach ÖNORM B 3200.



Wasseraufnahme nach ÖNORM B 3219.



Wasseraufnahme nach 2 Tagen Wasserlagerung bei Raumtemperatur (= "scheinbare Porosität")

Abb. 9. Brennverhalten und Wasseraufnahme von drei Zwischennittelproben aus der Kohlenmulde Bärnbach.

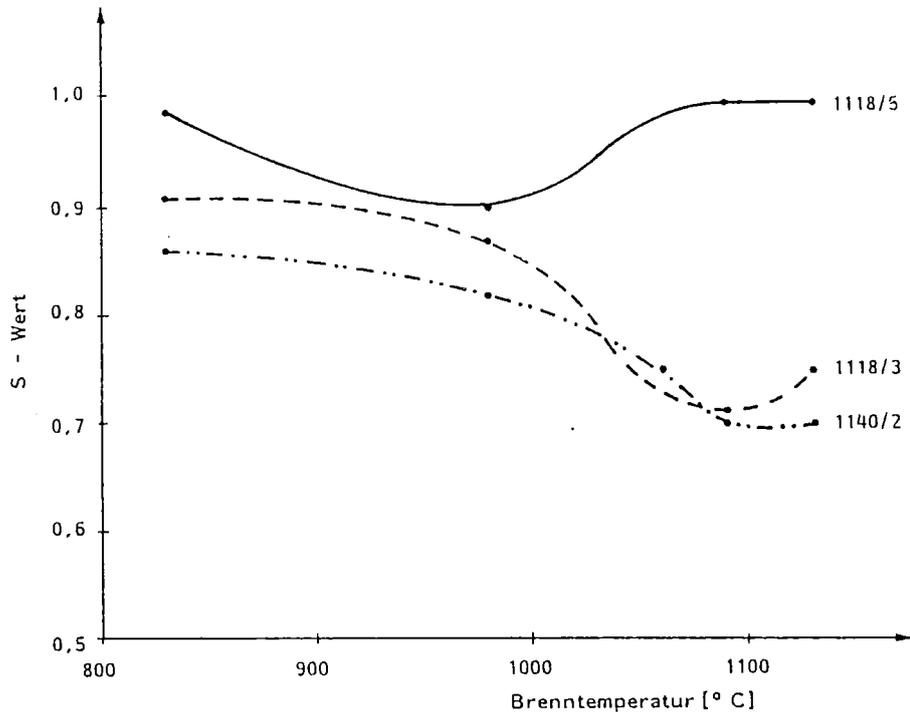


Abb.10. S-Werte für drei Zwischenmittelproben aus der Kohlenmulde Bärnbach.

Die hier gemessenen Werte besitzen jedoch bestenfalls Orientierungscharakter, da aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Materialmengen keine praxismgerechten Prüfkörper angefertigt werden konnten. Weiters könnten längere Brennzeiten die Werte für das Porenvolumen etwas verbessern.

Etwas abweichend verhält sich die Probe 1118/5. Wie weit dies auf den hohen Anteil an Tonfraktion bzw. auf den hohen Kaolinit-Gehalt (40 ± 5 Gew.-%) zurückzuführen ist, könnten nur Reihenuntersuchungen erhärten.

Zusammenfassend kann über die Eignung des Materials als Ziegelrohstoff gesagt werden, daß es grundsätzlich geeignet scheint. Für nähere Aussagen wären Untersuchungen an größeren Materialmengen nötig. In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, daß im derzeit in Abbau stehenden nahegelegenen Tagbau Oberdorf grundsätzlich

ähnliche Zwischenmittel anstehen. Diese Sedimente werden zwar zu einem kleinen Teil von der lokalen Ziegeleiindustrie genutzt, ein sehr großes Volumen geht jedoch auf Halde. Es wird hier angeregt, die im Tagbau Oberdorf anfallenden Zwischenmittelsedimente aufgrund ihrer möglichen Eignung als Rohstoff für grobkeramische Massen nicht mit sonstigem Taubmaterial vermischt zu halden, sondern getrennt zu deponieren, um in einer wahrscheinlich nicht allzu fernen Zukunft darauf zurückgreifen zu können. Damit könnte sichergestellt sein, daß die Abbaukosten wenigstens z.T. nachträglich wieder verringert werden.

Unser Dank gilt der GKB für die Erlaubnis zur Probennahme und das zur Verfügung stellen von Personal und Planunterlagen.

Anschrift der Verfasser:

Gerhard HARER, Schreinerstraße 19, A-8052 Graz.

Ao.Univ.-Prof.Dr. Hans KOLMER, Institut für Technische Geologie,
Petrographie und Mineralogie, Technische Universität Graz,
Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.

Literatur

- (1) Mündl.Mitteilung Berghauptmann Th. RESSMANN.
- (2) KOPETZKY, G., 1965: Die Kohlentone des Köflacher Reviers. - Arch. Lgst.forschung 3, 2-24.
- (3) FLÜGEL, H.W., 1975: Zur Geologie des Grazer Berglandes, 2. Aufl. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb.Landesmus.Joanneum, SH 1.
- (4) POHL, W., 1976: Zur Geologie des Braunkohlebeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark). - BHM 121, 420-427.
- (5) WEBER, L., & WEISS, A., 1983: Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. - Archiv.f.Lagst.forschung d.GBA 4, 1-317.
- (6) SAILER, P., 1984: Geologie der Bärnbacher Mulde. - Unveröff. Diplomarbeit Montan Univ. Leoben 1-55.
- (7) MAURIN, V., 1959: Aufnahmebericht 1958 über das Blatt Köflach-Voitsberg. - Verh.G.B.A. 1959, A 37-42.
- (8) EBNER, F., & GRÄF, W., 1980: Unveröff.Bericht GBA Wien, 141 S.
- (9) KOLMER, H., 1980: Bentonites at the eastern border of the Alps, their distribution and correlation. - Abstr. 4th meeting European Clay Groups, Freising.
- (10) BERTOLDI, G.A., EBNER, F., HÖLLER, H., & KOLMER, H., 1983: Blähtonvorkommen von Gnas und Fehring - geologische, sediment-petrographische und technologische Untersuchungen. - Arch.f. Lagst.forschung Geol.BA 3, 13-22.
- (11) BUSH, A.L., 1973: Lightweight aggregates. - U.S.Geol.Surv.Prof. Pap. 820, 335-355.
- (12) McCARL, H.N., 1983: Construction Materials - aggregates - lightweight aggregates. - In S.J. LEFOND, Edit.: Industrial minerals and rocks. American Inst. Min., Metallurg., and Petrol.Eng., New York 1983.
- (13) ROSENBERGER, H., 1969: Chemische und mineralogische Zusammensetzung sowie Korngrößenaufbau von Blähtonen. - Z.angew.Geol. 15, 241-269.
- (14) KÖSTER, E., 1964: Granulometrische und morphometrische Meßmethoden. - Stuttgart (Enke) 1964.
- (15) SCHMIDT, H., 1981: Neuere Erkenntnisse über den Einfluß des Mineralbestandes auf die stofflichen Eigenschaften von grobkeramischen Massen und Erzeugnissen. - Fortschr.Mineral. 59, 227-266.

Tab. 1. Chemische Analysen von Kohlenton, Basissedimenten und dem Eisenkonkretionshorizont aus Bohrungen im Kohlebecken Bärnbach

	K o h l e n t o n								B a s i s s e d i m e n t					Fe-Horizont	
Bohrung	1110	1118	1118	1118	1119	1126	1127	1138	1110	1110	1127	1148	1155	1138	1138
Lab.Nr.	12	1	3	4	4	3	2	3	15	16	12	10	7	2	4
Tiefe	59,7	15,0	21,8	26,5	35,1	23,6	31,2	30,6	74,3	74,6	106,9	71,2	86,1	23,0	33,1
SiO ₂	53,71	55,11	52,76	47,75	50,77	56,58	55,79	47,04	74,12	64,14	64,50	49,30	42,88	34,62	30,06
TiO ₂	1,00	1,25	1,91	,98	1,40	1,30	1,21	1,07	,53	,71	,66	3,25	3,07	,87	,76
Al ₂ O ₃	21,82	20,07	18,21	22,34	19,93	17,26	18,58	22,18	15,65	15,79	21,62	16,75	25,66	12,70	8,91
Fe ₂ O ₃ ^{*)}	8,45	6,90	9,34	8,22	9,29	9,15	7,99	10,17	,40	3,94	,73	11,10	11,75	25,55	33,74
MnO	,06	,04	,09	,04	,10	,10	,07	,10	,02	,30	-	1,00	,14	,38	,89
MgO	,77	2,15	3,04	2,12	2,71	2,28	2,42	2,50	1,05	1,40	1,36	1,02	,57	1,96	1,61
CaO	,41	,46	1,25	,75	,87	,76	,61	,56	,16	1,02	,32	1,11	,78	1,33	3,39
Na ₂ O	,23	,69	,79	,33	,77	,81	,76	,39	,10	,02	,07	,25	,05	,47	,55
K ₂ O	3,38	2,85	2,35	2,46	2,93	2,73	2,52	2,65	4,78	4,93	2,77	4,61	,85	2,20	1,77
P ₂ O ₅	,23	,22	,35	,04	,68	,24	,34	,77	,12	,33	-	,50	,43	,20	,20
H ₂ O ⁺	3,20	9,24 ¹⁾	7,00 ¹⁾	11,43 ¹⁾	4,50	4,46	5,50	6,76	1,77	4,90	5,04	5,46	6,59	5,14	1,77
H ₂ O ⁻	1,04				2,29	1,63	1,53	2,32	,30	,32	2,18	,34	1,68	1,79	2,92
CO ₂	5,70	2,98	2,90	2,30	3,45	2,57	2,70	3,50	,70	2,00	,75	5,05	5,95	12,73	13,50
SO ₃	-	-	-	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe:	100,00	101,96	99,99	99,90	99,69	99,87	100,02	100,01	99,70	99,80	100,00	99,74	100,40	99,94	100,07

1) Gesamt H₂O; *) Gesamteisen als Fe₂O₃; (-) nicht nachweisbar;

Tab. 2. Ergebnisse der Blähtests an Zwischenmittelproben der Kohlenmulde Bärnbach

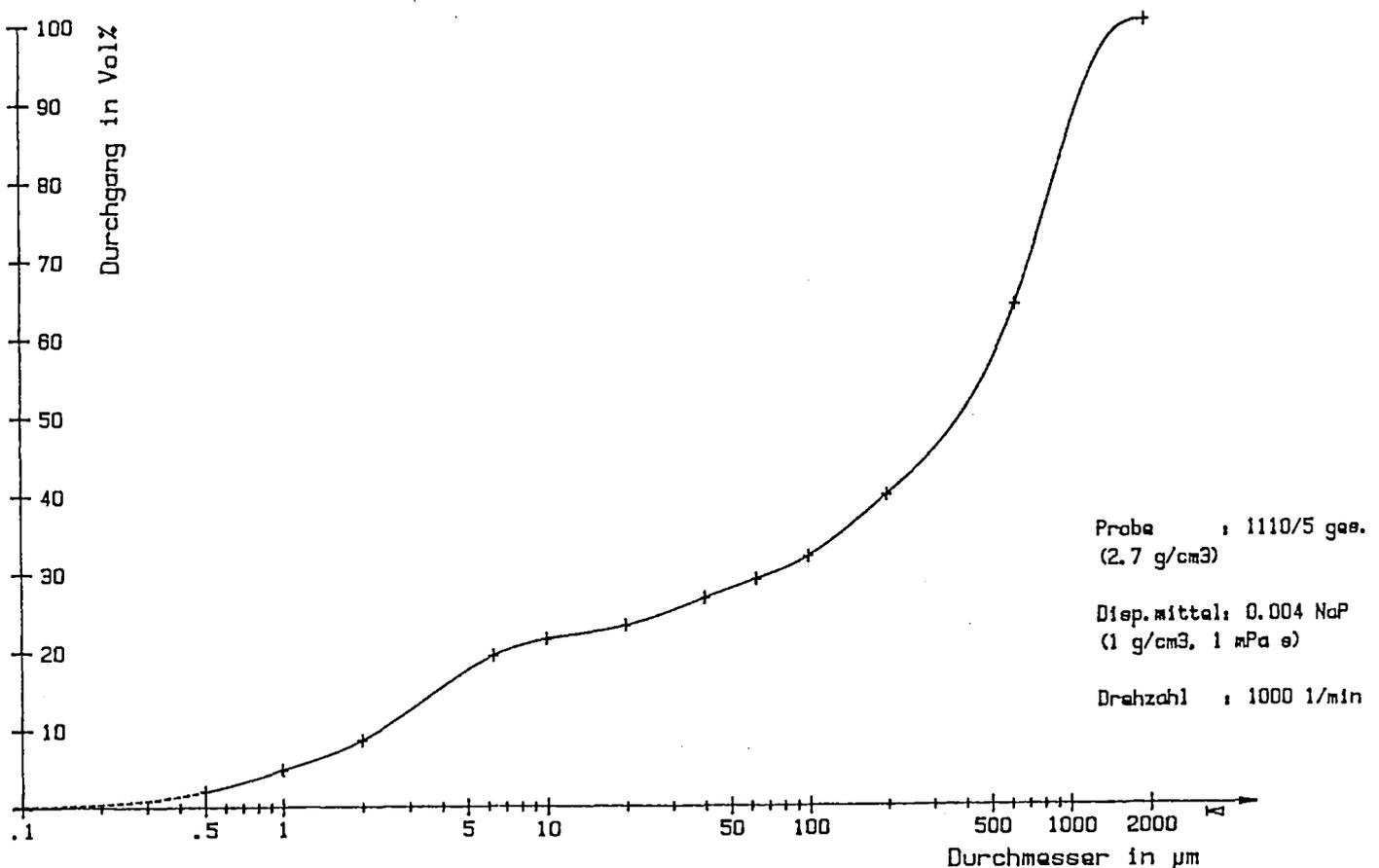
Bohrung	Tiefe	Lab.Nr.	Additiv	Roh- dichte	Bläh- faktor
1110	26,4	10/5	+	0,72	2,30
1110	59,7	10/12	-	1,04	1,80
1118	15,0	18/1	-	1,23	1,45
			+	1,40	1,30
1118	21,8	18/3	-	0,89	2,10
			+	0,79	2,40
1118	26,5	18/4	-	1,55	1,20
			+	1,51	1,20
1119	35,1	19/4	+	1,08	1,70
1126	23,6	26/3	-	0,78	2,45
			+	0,71	2,60
1127	31,2	27,2	-	0,78	2,40
			+	0,69	2,70
1138	30,6	38,3	-	0,70	2,70
			+	1,14	1,70
1155	86,1	55,7	-	0,74	2,50

INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 10/5
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1110 RÖSCHENNR.	TIEFE 26,4 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	2.1	97.9	2.1
1.00	4.9	95.1	2.8
2.00	8.7	91.3	3.9
6.30	19.5	80.5	10.8
10.00	21.6	78.4	2.1
20.00	23.2	76.8	1.6
40.00	26.7	73.3	3.4
63.00	29.1	70.9	2.4
100.00	31.9	68.1	2.9
200.00	39.7	60.3	7.8
630.00	63.9	36.1	24.2
2000.00	100.0	0.0	36.1

Teilchengroessenverteilung

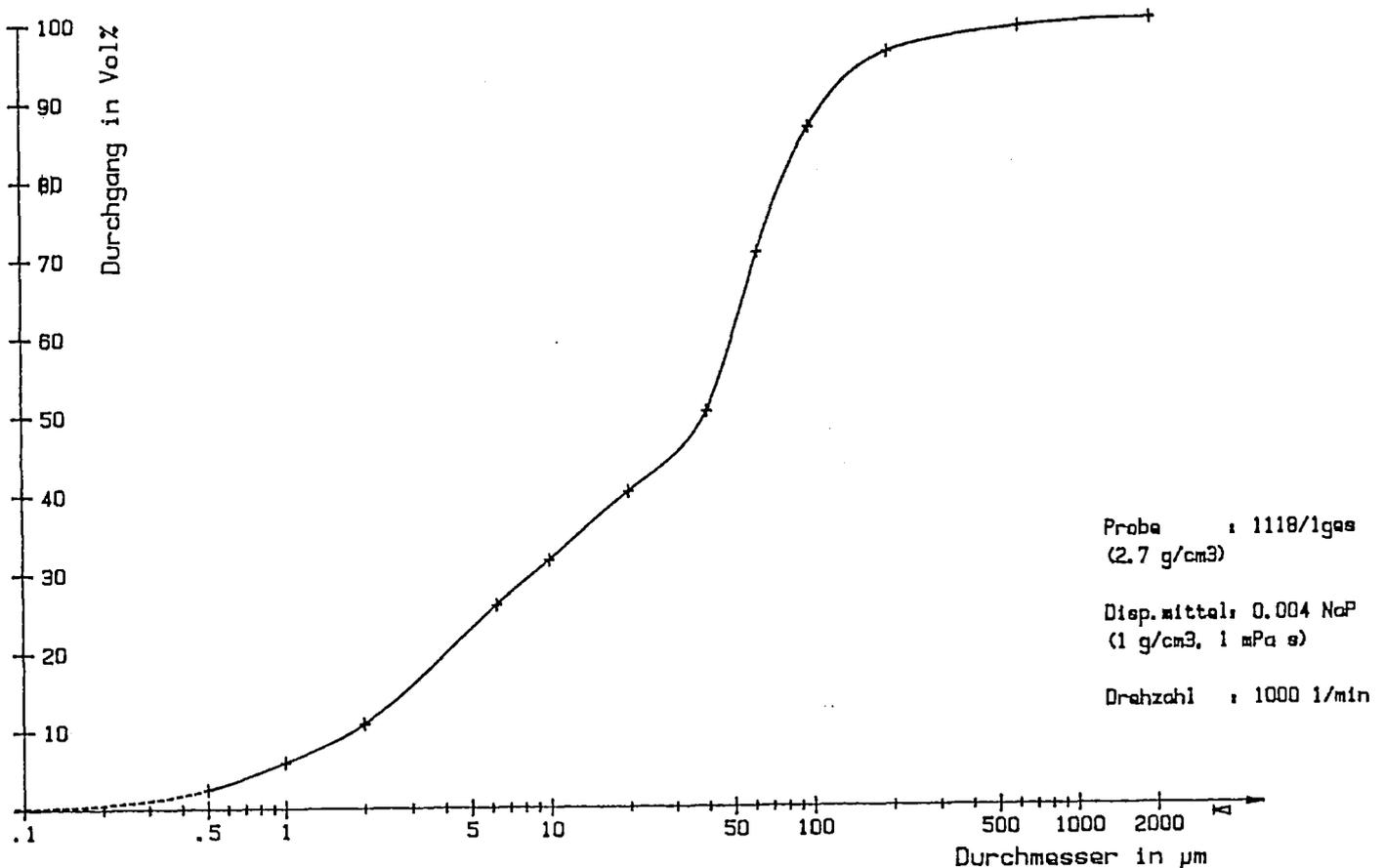


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 18/1
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1118 RÖSCHENNR.	TIEFE 15,0 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	2.5	97.5	2.5
1.00	6.0	94.0	3.5
2.00	11.0	89.0	5.0
6.30	26.0	74.0	15.1
10.00	31.7	68.3	5.6
20.00	40.3	59.7	8.6
40.00	50.3	49.7	10.1
63.00	70.5	29.5	20.2
100.00	86.5	13.5	16.0
200.00	96.0	4.0	9.5
630.00	99.1	0.9	3.1
2000.00	100.0	0.0	0.9

Teilchengroessenverteilung

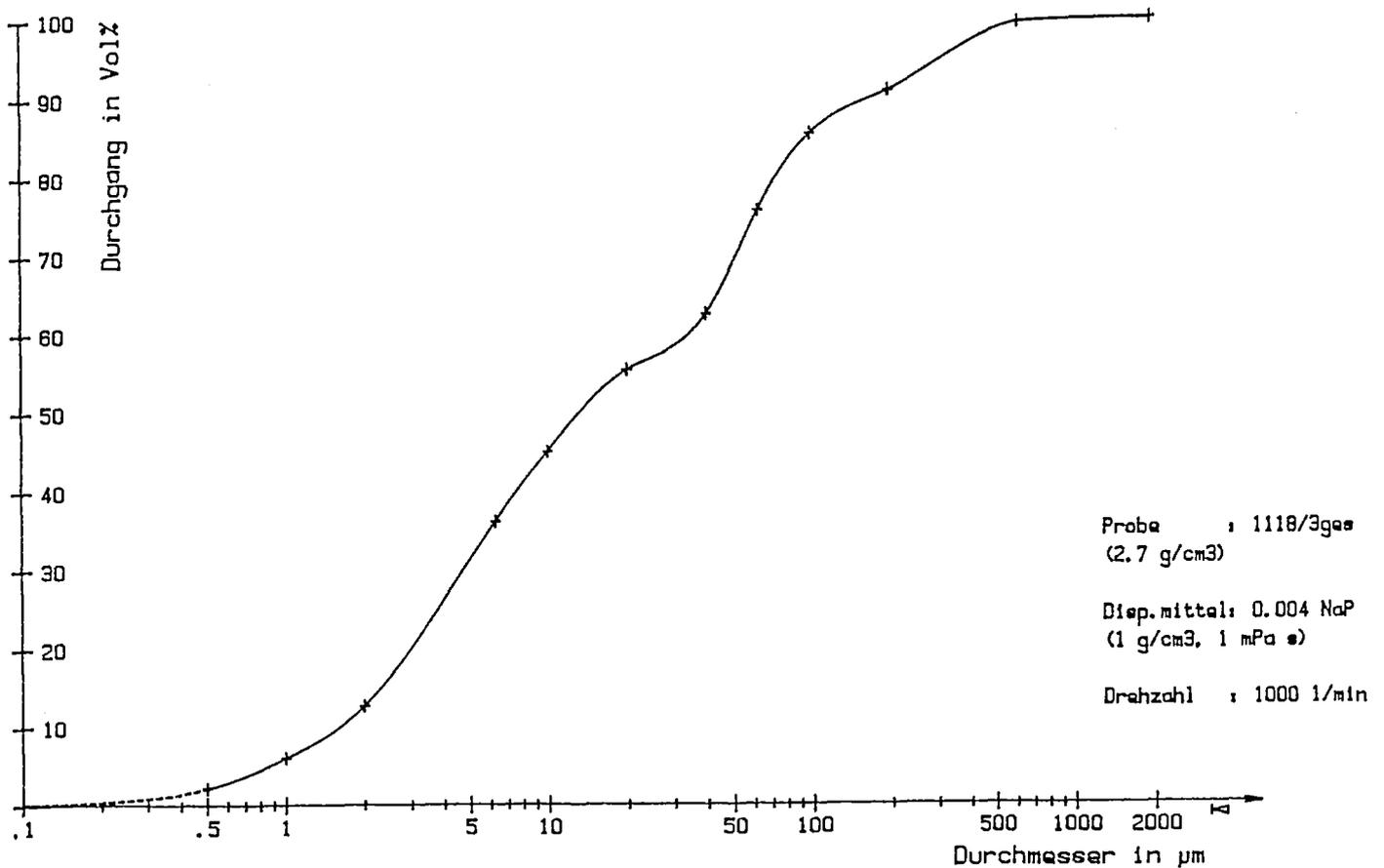


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 18/3
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1118 RÖSCHENNR.	TIEFE 21,8 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	2.2	97.8	2.2
1.00	6.1	93.9	3.9
2.00	12.8	87.2	6.7
6.30	36.3	63.7	23.4
10.00	45.1	54.9	8.9
20.00	55.5	44.5	10.4
40.00	62.5	37.5	7.1
63.00	75.8	24.2	13.2
100.00	85.5	14.5	9.8
200.00	91.0	9.0	5.4
630.00	99.5	0.5	8.5
2000.00	100.0	0.0	0.5

Teilchengroessenverteilung

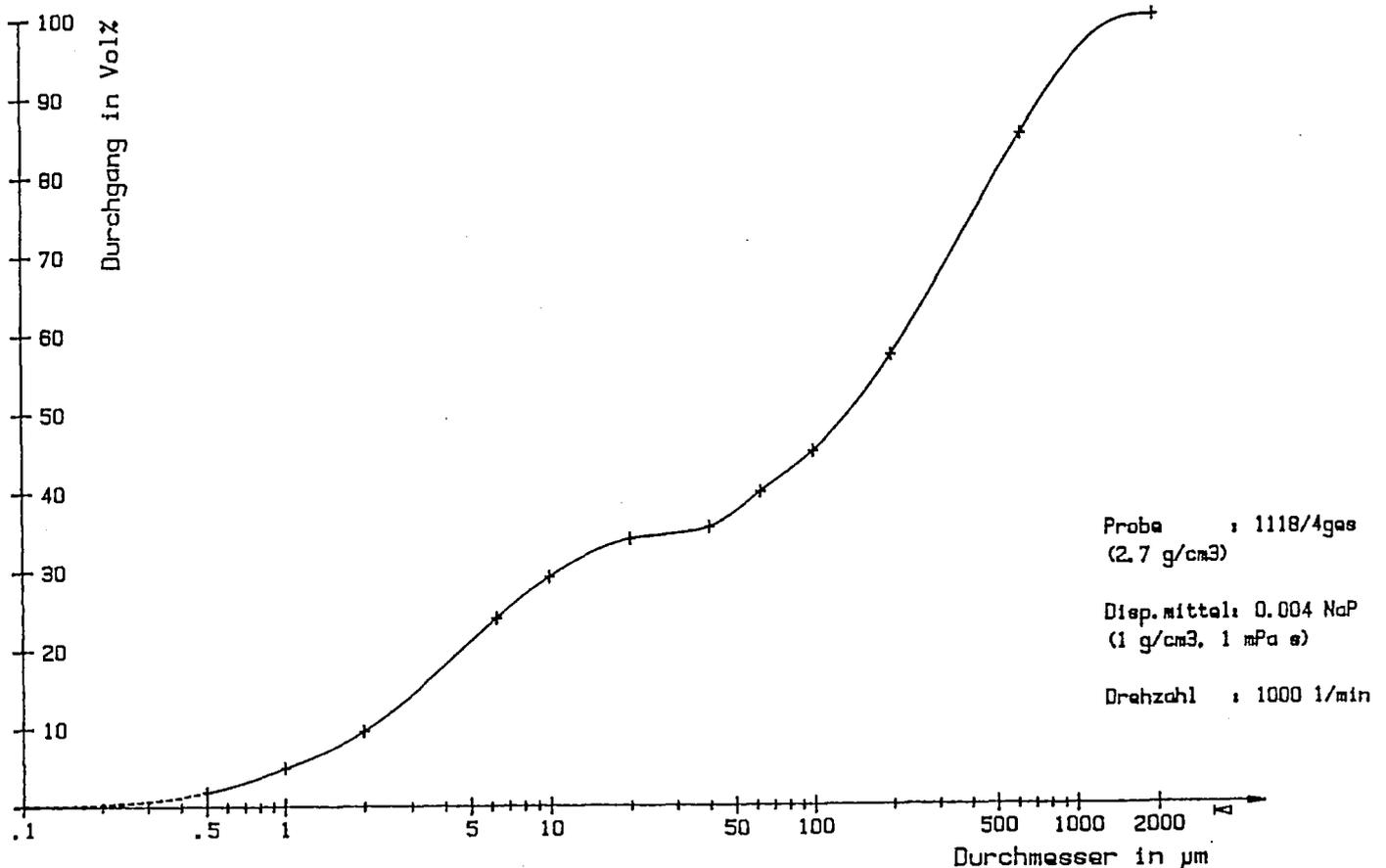


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 18/4
AUFTRAGS- GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1118 RÖSCHENNR.	TIEFE 26,5 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	1.9	98.1	1.9
1.00	5.0	95.0	3.1
2.00	9.7	90.3	4.7
6.30	24.1	75.9	14.4
10.00	29.3	70.7	5.2
20.00	34.0	66.0	4.8
40.00	35.5	64.5	1.5
63.00	39.9	60.1	4.4
100.00	45.0	55.0	5.1
200.00	57.1	42.9	12.1
630.00	85.1	15.0	28.0
2000.00	100.0	0.0	15.0

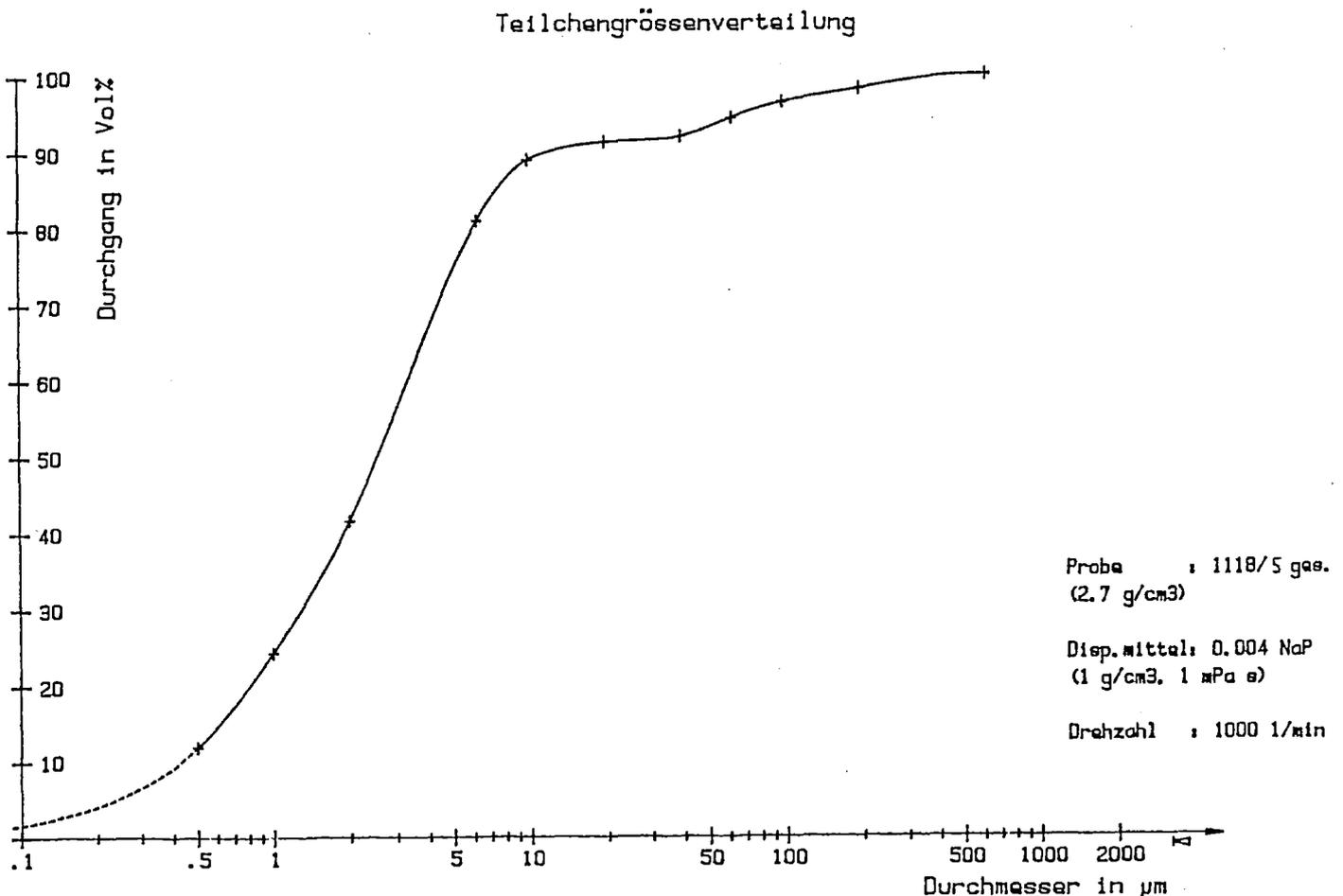
Teilchengroessenverteilung



INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 18/5
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1118 RÖSCHENNR.	TIEFE 35,4 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	12.0	88.0	12.0
1.00	24.4	75.6	12.4
2.00	41.7	58.3	17.3
6.30	81.0	19.0	39.3
10.00	89.0	11.0	7.9
20.00	91.3	8.7	2.3
40.00	92.0	8.0	0.7
63.00	94.4	5.6	2.4
100.00	96.4	3.6	2.0
200.00	98.2	1.8	1.7
630.00	100.0	0.0	1.8

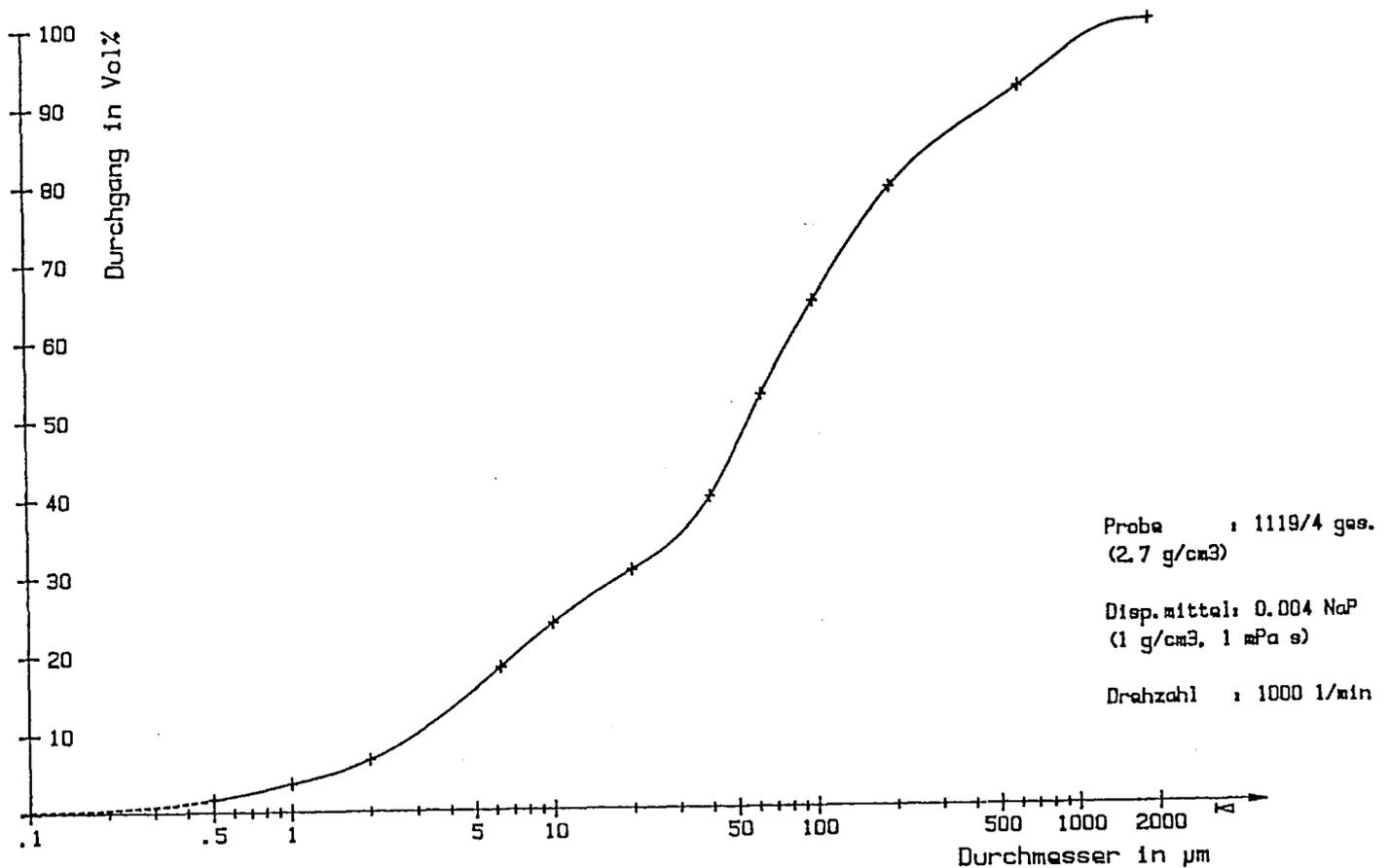


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 19/4
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1119 RÖSCHENNR.	TIEFE 35,1 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	1.7	98.3	1.7
1.00	3.7	96.3	2.0
2.00	6.7	93.3	3.0
6.30	18.4	81.6	11.6
10.00	23.9	76.1	5.5
20.00	30.6	69.4	6.7
40.00	39.8	60.2	9.2
63.00	52.7	47.3	12.9
100.00	64.6	35.4	11.9
200.00	79.1	20.9	14.5
630.00	91.7	8.3	12.6
2000.00	100.0	0.0	8.3

Teilchengroessenverteilung

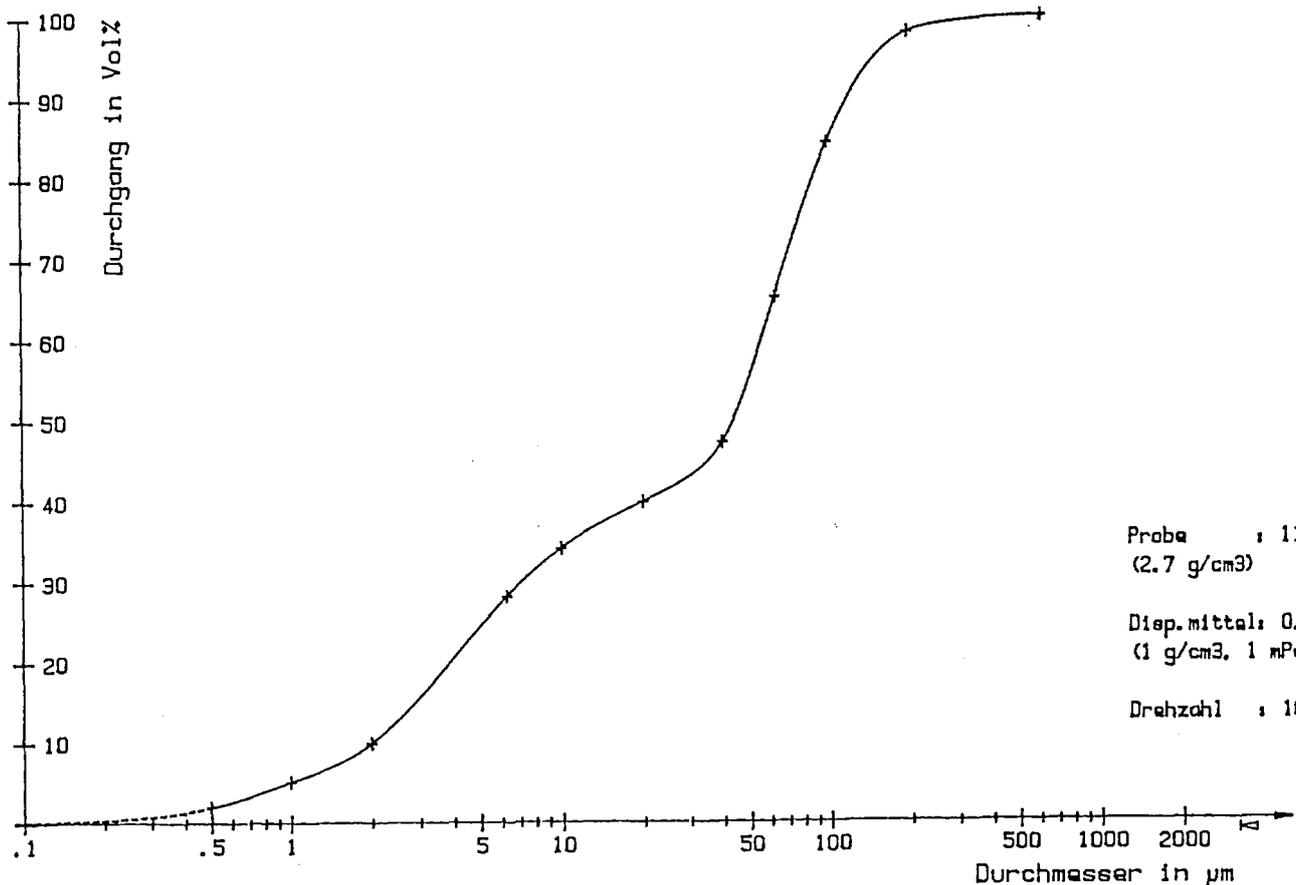


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 26/3
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG- GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1126 RÖSCHENNR.	TIEFE 23,6 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	2.0	98.0	2.0
1.00	5.2	94.8	3.2
2.00	10.0	90.0	4.8
6.30	28.2	71.8	18.2
10.00	34.2	65.8	6.0
20.00	39.9	60.1	5.7
40.00	47.2	52.8	7.3
63.00	65.2	34.8	18.0
100.00	84.4	15.6	19.2
200.00	98.0	2.0	13.7
630.00	100.0	0.0	2.0

Teilchengroessenverteilung

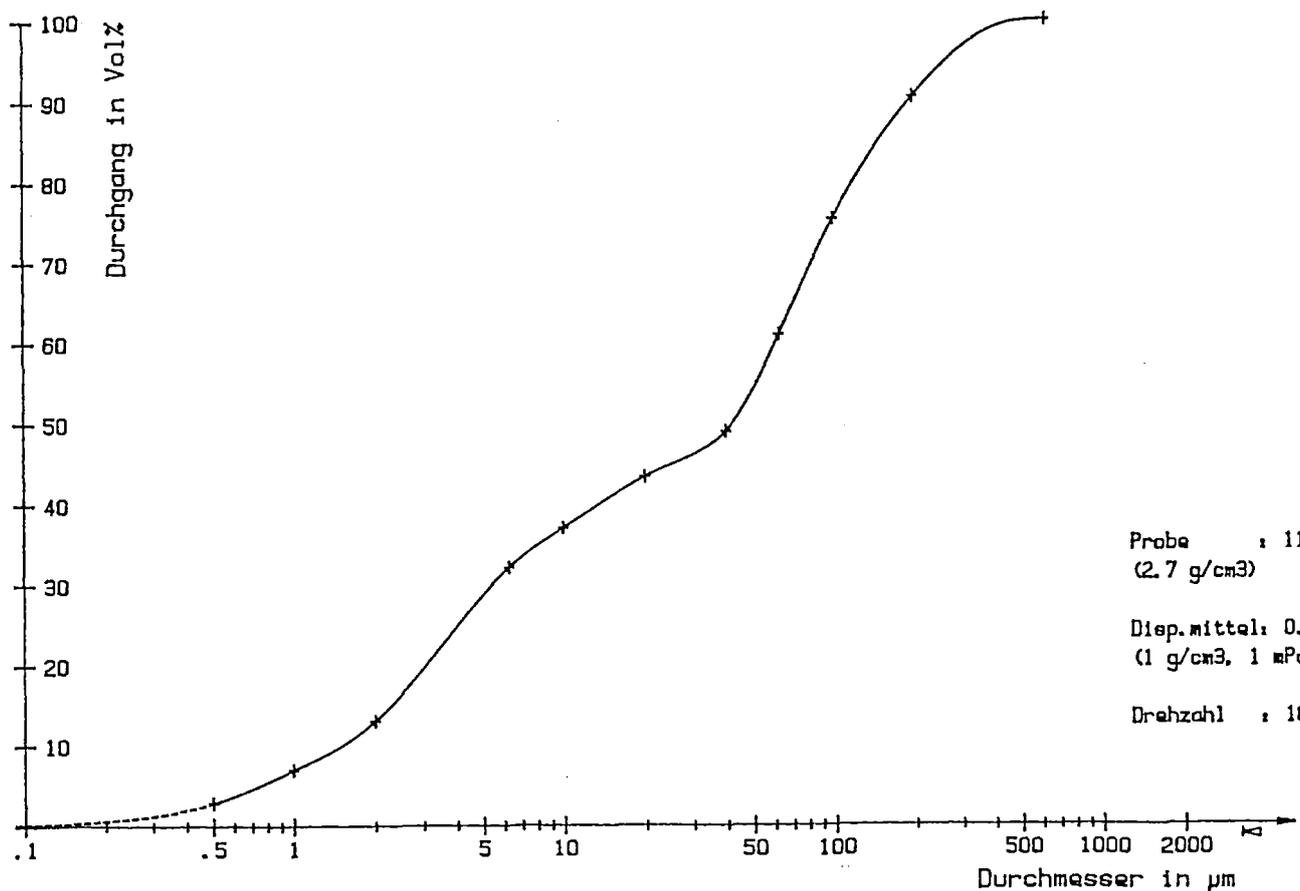


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 27/2
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG- GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1127 RÖSCHENNR.	TIEFE 31,2 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	2.9	97.1	2.9
1.00	7.1	92.9	4.1
2.00	13.2	86.8	6.2
6.30	32.3	67.7	19.1
10.00	37.2	62.8	4.9
20.00	43.5	56.5	6.3
40.00	49.0	51.0	5.5
63.00	61.0	39.0	12.0
100.00	75.4	24.6	14.4
200.00	90.5	9.5	15.2
630.00	100.0	0.0	9.5

Teilchengroessenverteilung

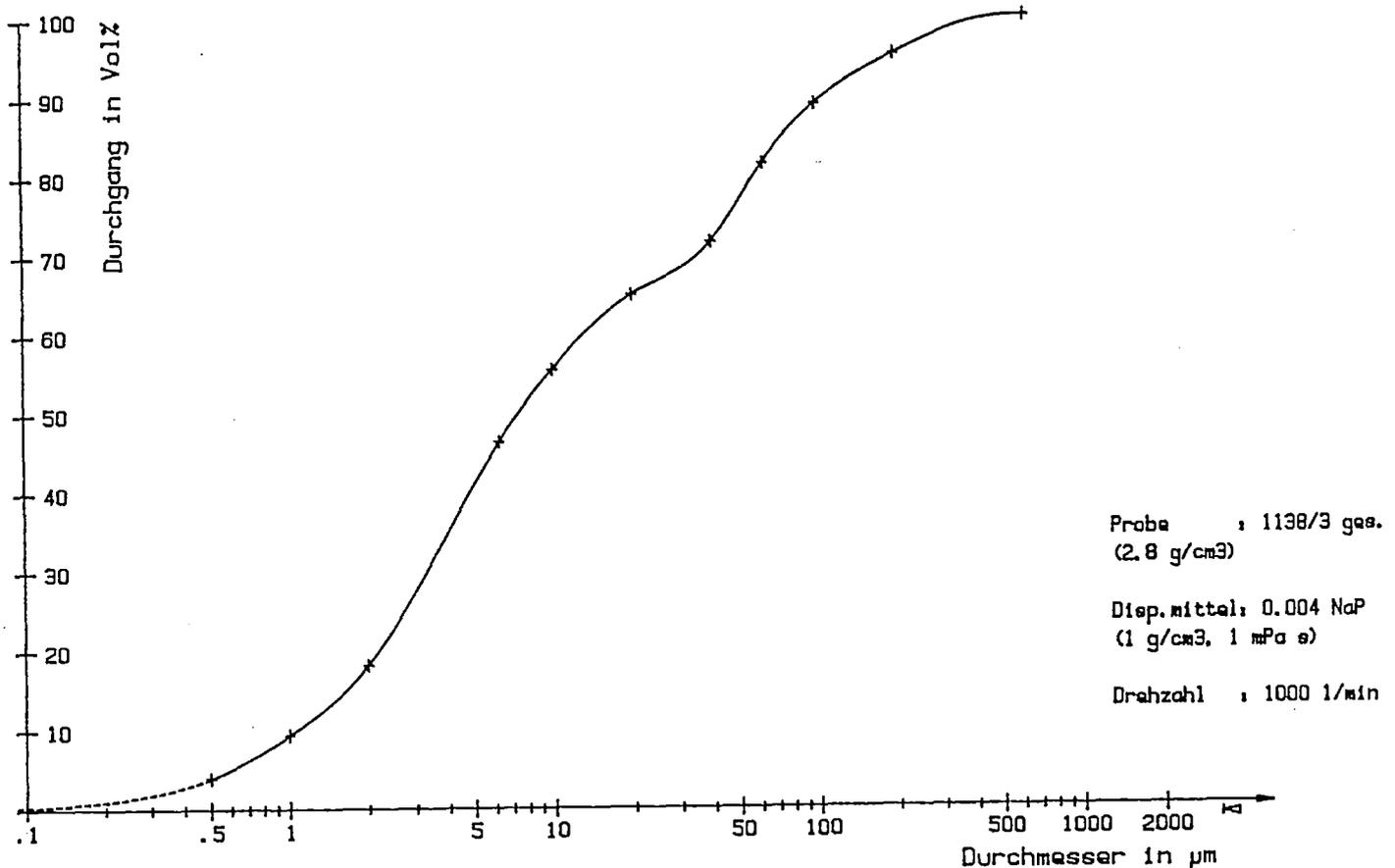


INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-11/6370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 38/3
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG - GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1138 RÖSCHENNR.	TIEFE 30,6 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	4.0	96.0	4.0
1.00	9.5	90.5	5.5
2.00	18.4	81.6	8.9
6.30	46.5	53.5	28.1
10.00	55.6	44.4	9.1
20.00	65.1	34.9	9.5
40.00	71.7	28.3	6.6
63.00	81.6	18.4	9.9
100.00	89.1	10.9	7.5
200.00	95.3	4.7	6.2
630.00	100.0	0.0	4.7

Teilchengroessenverteilung



INSTITUT FÜR TECHNISCHE GEOLOGIE, PETROGRAPHIE UND MINERALOGIE A-8010 GRAZ, RECHBAUERSTRASSE 12 TELEFON (0 316) 77-5-116370, TELEX 31221 tugraz A		LABORNUMMER 40/2
		AUFTRAGSNR.
AUFTRAG- GEBER		Kohlentone Bärnbach
BOHRLOCHNR. 1140 RÖSCHENNR.	TIEFE 16,5 m	
BODENART		BEARBEITET AM 18.11.85 VON Harer
<h1>KORNGRÖSSENVERTEILUNG</h1>		

Messwertetabelle fuer Teilchengroessenverteilung

Klasse bis um	Durchgang in %	Rueckstand in %	Anteil pro Klasse in %
0.50	0.9	99.1	0.9
1.00	2.4	97.6	1.5
2.00	4.8	95.2	2.5
6.30	14.2	85.8	9.4
10.00	17.2	82.8	3.0
20.00	20.6	79.4	3.5
40.00	22.6	77.4	2.0
63.00	32.6	67.4	9.9
100.00	43.3	56.7	10.7
200.00	66.6	33.4	23.3
630.00	95.8	4.2	29.2
2000.00	100.0	0.0	4.2

Teilchengrößenverteilung

