

Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn			A 20 éves magyar-osztrák földtani együttműködés jubileumi kötete		
Redaktion: Harald Lobitzer & Géza Császár			Szerkesztette: Harald Lobitzer & Géza Császár		
Teil 1	S. 351–368	Wien, September 1991	1. rész	pp. 351–368	Bécs, 1991. szeptember
ISBN 3-900312-76-1					

Hydrogeologische Untersuchungen der Leithakalk-Formation im Neusiedlerseegebiet (Österreich/Ungarn)

Von ISTVÁN BOLDIZSÁR, WALTER KOLLMANN & ROUBEN SURENIAN*)

Mit 5 Abbildungen und 5 Tafeln

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 78, 108

Österreich
Ungarn
Neusiedlersee
Eisenstädter Becken
Leithakalk-Formation
Hydrogeologie
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen
Porosität

Inhalt

Zusammenfassung	351
Összefoglalás	352
Abstract	352
1. Einleitung	352
2. Ausgangslage und geologische Situation	352
2.1. Lagerungsverhältnisse und hydrogeologische Wertigkeit	352
2.2. Tektonik und Trennfugendurchlässigkeit	354
3. Neue Ergebnisse durch Bohraufschließungen	357
4. Rasterelektronenmikroskopische Gefügeuntersuchungen an Leithakalken aus Schützen am Gebirge und Fertőrákos ..	357
4.1. Ausgangslage	357
4.2. Untersuchungsmethoden	358
4.3. Probenbeschreibung	358
Literatur	368

Zusammenfassung

Die Leithakalk-Formation im Neusiedlerseegebiet wurde hydrogeologisch insbesondere auf deren Porosität untersucht. Zusätzlich zur tektonisch, diagenetisch, korrosiv und verwitterungsbedingten, karsthydrogeologisch maßgebenden Trennfugendurchlässigkeit konnte ein nennenswerter Intergranularporenraum durch rasterelektronenmikroskopische Gefügemessungen und Quecksilber-Porosimetrie festgestellt werden. Der Kalkarenitfazies kommt als Kluft- und Porengrundwasserleiter besondere Bedeutung für die Karstentwässerung zu. Als Kernfrage für den Wasserhaushalt des Neusiedlersees stellt sich aber dabei, ob eine unterirdische Einspeisung durch die hangende geringdurchlässige Pannonschürze erfolgen kann, was zusätzlich zum gegebenen Effekt des Leaky Aquifers nur durch postpannon noch wirksame Zerrtektonik und damit bedingte Trennfugenwasserwegigkeit möglich wäre. Die Antworten auf diese Fragen werden im Rahmen des weiterführenden Forschungsprojekts „Hydrogeologische Grundlagenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Neusiedlersees“ noch zu klären sein.

A lajtamészko hidrogeológiai vizsgálata a Fertő-tó környékén Összefoglalás

A lajtamészkövet (= Rákosi Mészko Formáció) a Fertő-tó környékén vízföldtanilag és különösen porozitás tekintetében vizsgálták. A tektonika, a diagenézis, valamint a korrózió és a mállás révén előidézett, karsthidrogeológiai meghatározó jelentőségű osztóhézag-áteresztőképességet raszterelektromikroszkópos szövetszerkezeti mérésekkel, valamint higany-porozit-

*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Ing. ISTVÁN BOLDIZSÁR, Magyar Állami Földtani Intezet, Nyugatmagyarországi Terület Földtani Szolgálat, Lackner Kristóf u. 3, H-9400 Sopron; Dr. WALTER KOLLMANN, Dr. ROUBEN SURENIAN, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

metriával figyelemre méltó szemcseközi pórusteret lehetett megállapítani. A kalkarenit fáciesnek, mint rés- és pórusvíz-vezetőnek nagy jelentősége van a karsztvíz elvezetésben. Az alapkérdés azonban a Fertő tó vízháztartásánál az, hogy lehetséges-e felszínalatti vízutánpótlás a csekély átteresztőképességű pannóniai fedő rétegeken át. A jelenség a Leaky Aquifer adott hatásán túlmenően csak a pannóniai után is hatékony húzó tektonika és a vele összefüggő osztóhézagos vízvezetés mellett lenne lehetséges. Az e kérdésekre adandó válaszokat a „Vízföldtani alap kutatások a Fertő tó vízgyűjtő területén” c. kutatási terv keretében kell még tisztázni.

Hydrogeological Investigations of the Leithakalk Formation (Lake Neusiedl Area, Austria/Hungary)

Abstract

The Leithakalk Formation (Leitha Limestone Formation) in the catchment area of the Neusiedler Lake has been investigated concerning its porosity. In addition to tectonic, diagenetic and corrosion events which cause cleavage with following karstification mainly most appreciable intergranular pores have been ascertained. This was possible by combined methods, using Scanning-Electron-Microscopy and Mercury Porosimetry. The greatest permeability could be determined from limestone-arenites. The main question of the water balance of this lake has to be solved by the further on going Hydrogeologic Research Project. This is aimed to the input of the Leaky-Aquifer effect of the covering Pannonian aquitard.

1. Einleitung

Im Zuge des seit 1986 laufenden Forschungsprojekts B-A-005c „Hydrogeologische Grundlagenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Neusiedlersees“ werden ständig bilaterale Exkursionen mit Erfahrungsaustausch und Probenahmen durchgeführt.

Das von der Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedlersee (AGN) im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und der Burgenländischen Landesregierung verwaltete Projekt wird von der Geologischen Bundesanstalt wissenschaftlich geleitet (W. KOLLMANN et al., 1987 und 1989). Die damit erreichte intensive hydrogeologische Bearbeitung dient als Grundlage für die darauf aufbauende Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedler See (S. BARANYI et al., 1986; F. BOROVICZENY et al., 1983 und 1985; P. HAAS et al., 1987).

Als maßgebendes Schichtglied für die Grundwasserführung wurde die Leithakalk-Formation, die durch intensive Klüftung, Verkarstung und Porosität gekennzeichnet sein kann, interdisziplinär untersucht. Insbesondere im Leithagebirge und im Grenzgebiet des Ruster Hügels sind Tiefenaufschlüsse zur Interpretation geophysikalischer Messungen und hydrogeologischer Kennwerte bereits vorhanden (P. HAAS et al., 1987; W. KOLLMANN et al., 1987; J. GOLDBRUNNER & W. POLTNIK, 1988).

2. Ausgangslage und geologische Situation

2.1. Lagerungsverhältnisse und hydrogeologische Wertigkeit

Geologische und hydrogeologische Kartierungen haben den relativ einfachen Aufbau und die Schichtfolge des Leithagebirges und Ruster Hügels herausgearbeitet (M. VENDL, 1928; E. SZADECKY-KARDOSS, 1938; A. TOLLMANN, 1955; W. FUCHS, 1965; W. GAMERITH, R. FERKL in W. KOLLMANN et al., 1987 und 1989; R. FERKL et al., 1989). Stark vereinfacht kann der hydrogeologische Bau wie folgt beschrieben werden: Über dem kristallinen Grundgebirge, das an der Oberfläche bis mehrere Zehnermeter aufgelockert und verwittert ist,

folgt Zentralalpines Mesozoikum in quarzitischer und dolomitischer Ausbildung. Diese an Schubflächen des Kristallins eingeschuppten Sedimente sind intensiv tektonisiert und geklüftet, weisen aber makroskopisch keine hydrogeologisch relevanten Öffnungsweiten auf. Größere Klüftungen im Zusammenhang mit Staffelbruchstörungen und/oder Blattverschiebungen bewirken eine bessere Trennfugendurchlässigkeit und sind für das Auftreten kleinerer Quellen (Zeiler-Brunnen) maßgebend.

Darüber transgredieren auf einem lange Zeit der Verwitterung und Abtragung ausgesetzten Relief tertiäre Sedimente. Im Ruster Hügels sind dies im Karpat mächtige fluviatile Ablagerungen, die sogenannten Ruster Schotter. Im Leithagebirge konnte eine derartige Transgressionsfolge jedoch nicht festgestellt werden! Eine Begründung liegt möglicherweise darin, daß diese stark inhomogen entwickelte Sedimentation später marin umgestaltet wurde und somit altersmäßig sich in das Badenien fortsetzte.

Das transgredierende Meer ab der Oberen Lagendoneze führte zur Bildung mächtiger, flächenhaft erstreckter Sedimente, allerdings in verschiedenster Fazialer Ausbildung. Die Karbonatentwicklung erreichte ihren Höhepunkt und die größten Schichtmächtigkeiten in der Sandschalerzone, weswegen diese hydrogeologisch am bedeutendsten ist.

Die Sedimente der Oberen Sandschalerzone stellen hauptsächlich helle bis schmutzig weiße Kalksandsteine dar, welche als Biosparit zu bezeichnen sind. Innerhalb der im dm- bis m-Bereich gebankten Kalksteinschichten treten dm mächtige Mergeleinschaltungen auf. Vor allem in Nahbereich des Kristallins konnte immer das Auftreten von Quarz, Glimmerschiefer, Muskovit und Quarz-Komponenten im Kalkarenit beobachtet werden. Sonst zeigen die Kalkarenite der Oberen Sandschalerzone eine eher rein karbonatbiogene Komponentenzusammensetzung.

Die Kalkarenite sind durch grobspätigen B-Zement verfestigt. Teilweise sind an den Komponenten-Oberflächen auch nadelige A-Zement Bildungen zu beobachten. Fehlt der feinsandige bis mittelsandige Anteil, dann zeigt auch der Zement nur randliche Bildungen und infolge der 15–20 % Zwickelporosität erhält der Kalkarenit einen mürben bis lockersandigen Charakter. Solche Bereiche liegen oft in cm Dimensionen vor und besitzen für Durchlässigkeiten auf Grund des fehlenden

Legende

- Grenze des hydrogeologischen Einzugsgebietes
- Bohr-Probenpunkt (GBA-H:Nummer)

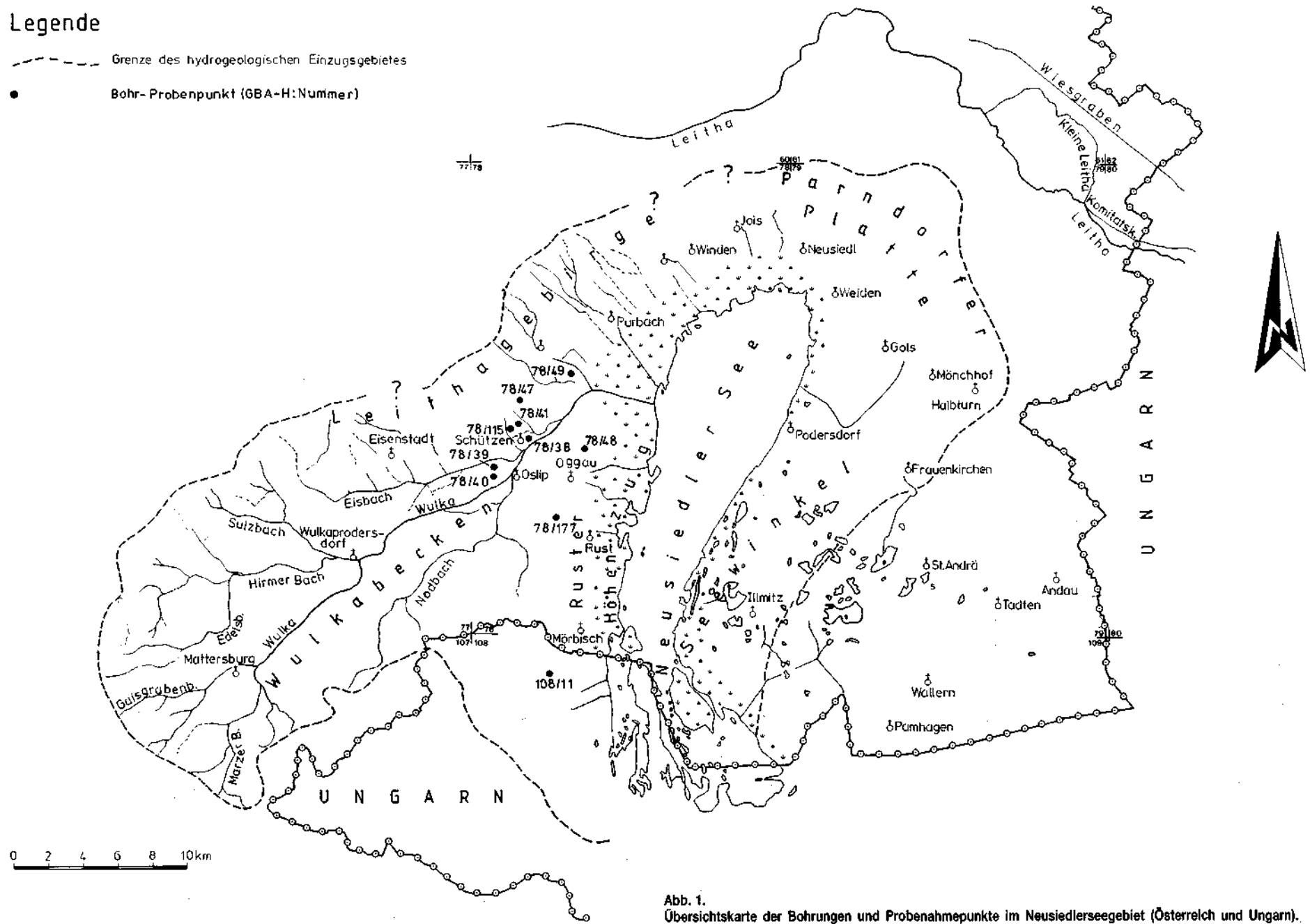


Abb. 1. Übersichtskarte der Bohrungen und Probenahmepunkte im Neusiedlerseegebiet (Österreich und Ungarn).

kommunizierenden Porensystems wahrscheinlich keinerlei Bedeutung. Andererseits können aber auch, wie im Deponiegelände der Thenau, dadurch besser durchlässige Lockersandbildungen hervorgerufen werden.

Die zweite entscheidende Transgression erfolgte mit der sarmatischen Elphidium Reginum Zone. Die Ausbildung der Kalkarenite variiert von fein- und mittelsandigen zu mittel- und grobsandigen Bänken. Generell handelt es sich um weiße, als Biosparit zu bezeichnende Sedimente, deren Biogenmaterial im wesentlichen dem der vorhergehenden besprochenen Kalkarenite der Oberen Sandschalerzone entspricht. Die Bankung liegt im Meterbereich. Um Mergelzwischenhaltungen tritt dm bis cm mächtige Schichtung auf und auch ein Anstieg des Mergelgehaltes der Kalkarenite.

Eine etwas differente fazielle Entwicklung, im Hangenden der Kalkarenite des Badens konkordant und ohne Basalgerölle einsetzend, ist als Schalenbreccie zu bezeichnen. Sie wird von grobsandig bis feinkiesigen Schalenresten gebildet und weist ein fein- bis mittelsandiges Zwischenmittel derselben Art auf. Durch sparitische Zementation bleibt nur noch eine Kammerporosität von 15–20 %, verursacht durch Schalenlösung und Gehäusehöhlräume. Ihre Bedeutung für die Durchlässigkeit ist auf Grund der fehlenden kommunizierenden Porenräume zu vernachlässigen. Mergelzwischenhaltungen konnten nicht beobachtet werden. Durchlässigkeit ist an den seltenen Klüften, bzw. durch fehlendes Zwischenmittel im Bereich der Schichtflächen gegeben. Die beobachteten Aufschlußmächtigkeiten der Schalenbreccien betragen an die 10 m.

Das Unterpannon des Randbereiches liegt im Leithagebirge in Form mürber fein- bis mittelsandiger, bzw. mittel- bis grobsandiger Arenite vor. Lithologisch unterscheiden sich diese Sandsteine von den bisherigen durch einen relativ hohen Quarzanteil neben einem aus Algen-, Schalenresten und Foraminiferengehäusen zusammengesetzten biogenen Detritus. Zement ist bei den unterpannonen Sanden nur randlich als A-Zement anzutreffen. Bei entsprechender grobsandiger Entwicklung können daher stellenweise 20 bis 30 % Zwickelporosität auftreten.

Unteres und mittleres Pannon der Beckenfazies, das in toniger bis mergeliger Entwicklung vorliegt, wurde nur in geringer Mächtigkeit abgelagert. Abgesehen von der Problematik einer durchgehenden gleichförmigen faziellen Entwicklung auf größere Distanz, da ja bisherige Beobachtungen auf kleinräumige, stark heterogene Faziesbereiche schließen lassen, muß noch mit Erosion der Sedimente gerechnet werden. Hier kommt vor allem auch den quartären Ereignissen Bedeutung zu.

Im Pleistozän prägten bedeutende Erosionsabläufe, Umlagerungen, Verwitterungen und Bodenbildungen das heutige Landschaftsbild wesentlich. An den jüngsten Sedimentbildungen sind Solifluktionen-Schuttkörper, Schwemmfächer, See- und Rotlehmbildungen beteiligt.

Der Rotlehm ist nur noch als Relikt über den Kalkareniten an steileren Hängen zum Waldrand hin erhalten. Je nach Erosion kann er noch dm bis m mächtig vorliegen und hat damit untergeordnet Schutzfunktion für Karstwasservorkommen.

Schwemmfächer sind in den von Kristallin herkommenden, ausmündenden Taltrichtern zu finden. Es handelt sich um feinsandiges bis schluffiges braunes Material, das immer wieder cm bis dm mächtige sandige

bis kiesige Einschaltungen führt. Die Komponenten setzen sich vorwiegend aus kaum gerundetem und schlecht sortiertem Kristallinmaterial, untergeordnet gerundeten Kalkareniten zusammen. Die Mächtigkeit solcher Bachsedimente kann 7–8 m erreichen.

Die bereits erwähnten flachen Kuppen im Vorlandbereich zeigen hauptsächlich blockig bis sandigen Schutt von Kalkareniten, die sich durch deutliche Verwitterungsspuren vom frischen Lesesteinmaterial im Nahbereich der anstehenden Kalkarenite gut unterscheiden lassen. Die Wasserführung innerhalb dieses Materials dürfte sehr hoch sein. So treten an den NW von Winden gelegenen Solifluktionkörpern nach mündlichen Mitteilungen im Frühjahr zur Mulde hin starke Vernäsungen auf.

Nochmals sei im Zusammenhang mit den glazialen und postglazialen Sedimenten auch auf die Erosion dieser Periode verwiesen. So kann es in den Muldenbereichen bzw. im Liegenden der größeren Schuttkörper durchaus möglich sein, daß dort durch erodierte Sedimentauflagen ein Kontakt zum Kluftwasserkörper der Karbonate gegeben ist. Daher ist es möglich, daß die Grundwasser-Austritte im Purbacher Schilfgürtel aus dem Grundwasser der Kalkarenite stammen, deren feinklastische pannone Sedimente durch solifluidale Erosion fehlen.

2.2. Tektonik und Trennfugendurchlässigkeit

Tektonische Bewegungen hatten das Eisenstädter Becken über 2000 m tief abgesenkt (W. FUCHS, 1965), was natürlich nicht ohne weitgehende Auswirkungen auf den dem Einbruch entgangenen, horstartig aufragenden Ruster Höhenzug bleiben konnte.

Im wesentlichen liegen durch die Absenkungsgeschichte des Beckens zwei Bruchsysteme vor. Zum einen die parallel dem Leithagebirge NE–SW streichenden Staffelbruchsysteme, zum anderen die in den Tälern schön ersichtlichen quer zum Gebirgskörper streichenden Systeme. Allgemein mit den Störungen, an denen Bewegung erfolgte, stehen die offenen Zerrklüfte im Zusammenhang.

Die als Brüche zweiter Ordnung zusammengefaßten Störungen gehören zum Staffelbruchsystem und konnten innerhalb der Steinbrüche als Versetzer mit wenigen Metern Sprunghöhe angetroffen werden. Jene Störungen, an denen Bewegung erfolgte, zeigen keine Öffnungsweiten durch den als Verschiebung ablaufenden Bewegungsvorgang. Eine Bedeutung für den Wassertransport erhalten sie erst durch die sie begleitenden parallelen Zerrklüfte, wie sie aber nur an Versetzern mit mindestens 5–10 m Sprunghöhe feststellbar waren, mit den darauf folgenden Korrosionserweiterungen.

Die quer zum Gebirge streichenden Störungen ließen sich im Kalkbereich meist noch durch Kartierung, lithologischen Vergleich und im nachhinein durch Geoelektrik mit soweit nachvollziehbaren Sprunghöhen von 10–30 m nachweisen. Eine Abnahme dieser Sprunghöhen, entlang der Gräben zeigt sich, da die meisten Querbrüche im Plateaubereich schon keine lithologischen Differenzen randlich der Brüche erkennen lassen (Zeilergraben, Buchleitengraben).

Ganz allgemein kann festgestellt werden, daß junge und jüngste Tektonik für die Verkarstung und Wasser-

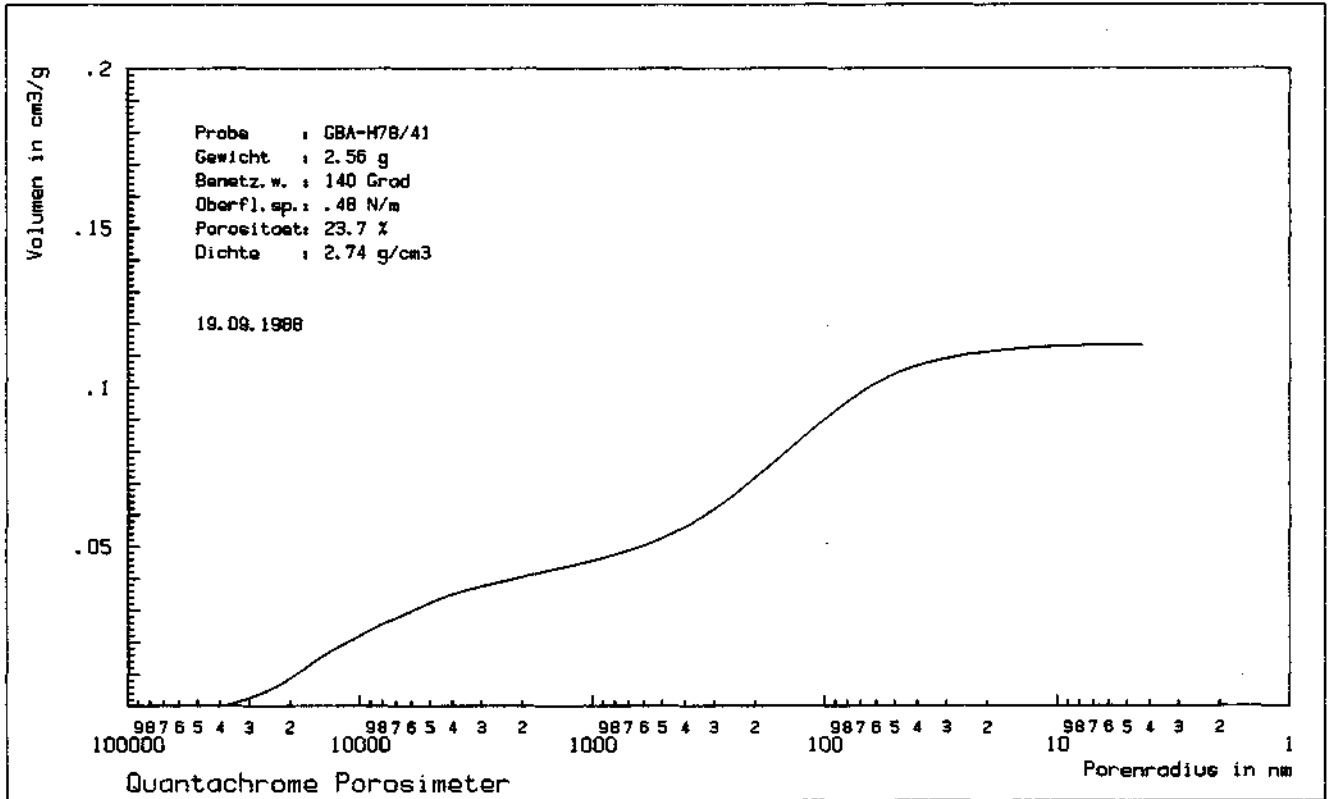


Abb. 2.
 Quecksilber-Posisimetrie.
 Darstellung des Verhältnisses: Volumen zu Porenradius.
 Durchgeführt an der Probe GBA-H:78/41 (Bohrung IV in Schützen am Gebirge ca. 100 m NE der ehemaligen Schwefelquelle).
 Leithakalk im Teufenabschnitt 4,0–7,7 m.

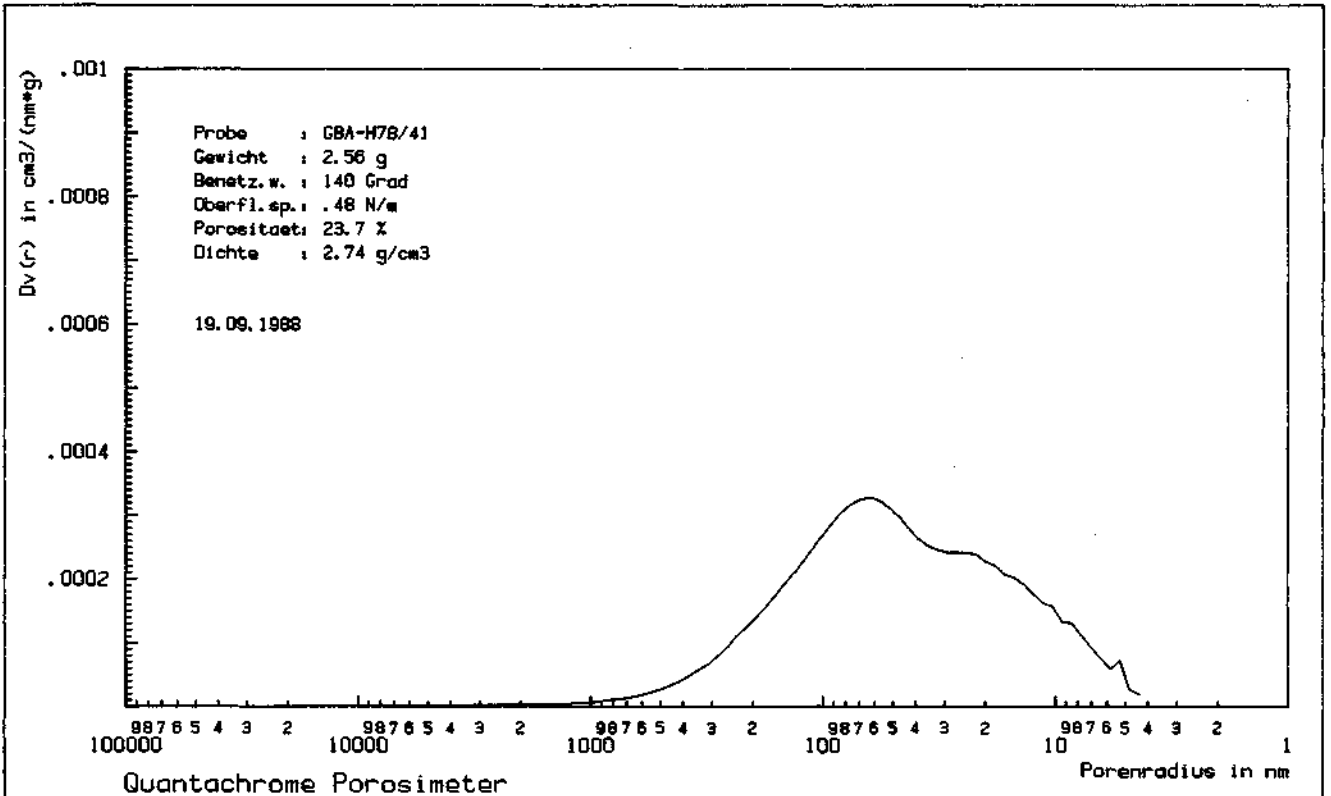


Abb. 3.
 Quecksilber-Posisimetrie.
 Darstellung des Verhältnisses: Porengröße-Verteilungsfunktion zu Porenradius.
 Weitere Angaben siehe Abb. 2.

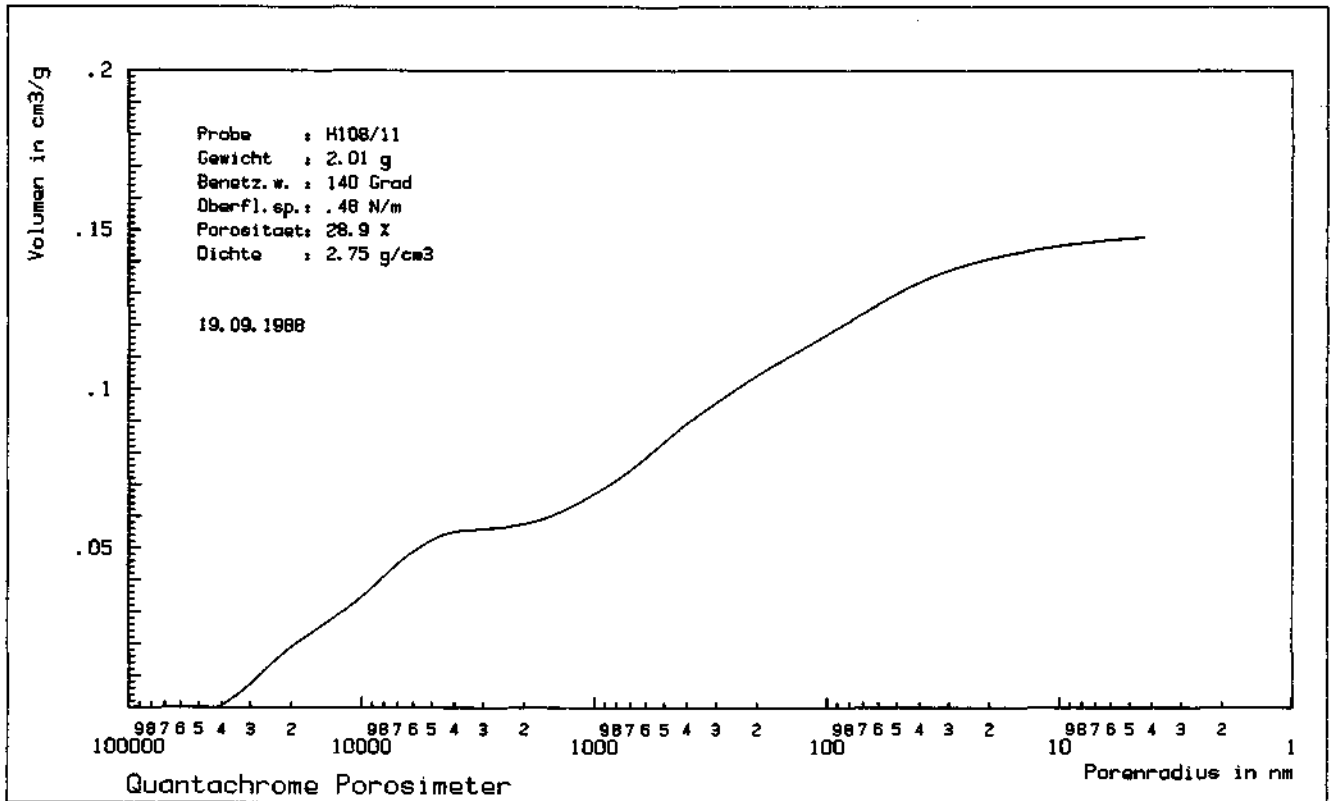


Abb. 4.
 Quecksilber-Pososimetrie.
 Darstellung des Verhältnisses: Volumen zu Porenradius.
 Durchgeführt an der Probe GBA-H:108/11 (Mürber Kalkarenit aus dem Steinbruch Boglár-hegy 1 km NNW Fertőrákos).

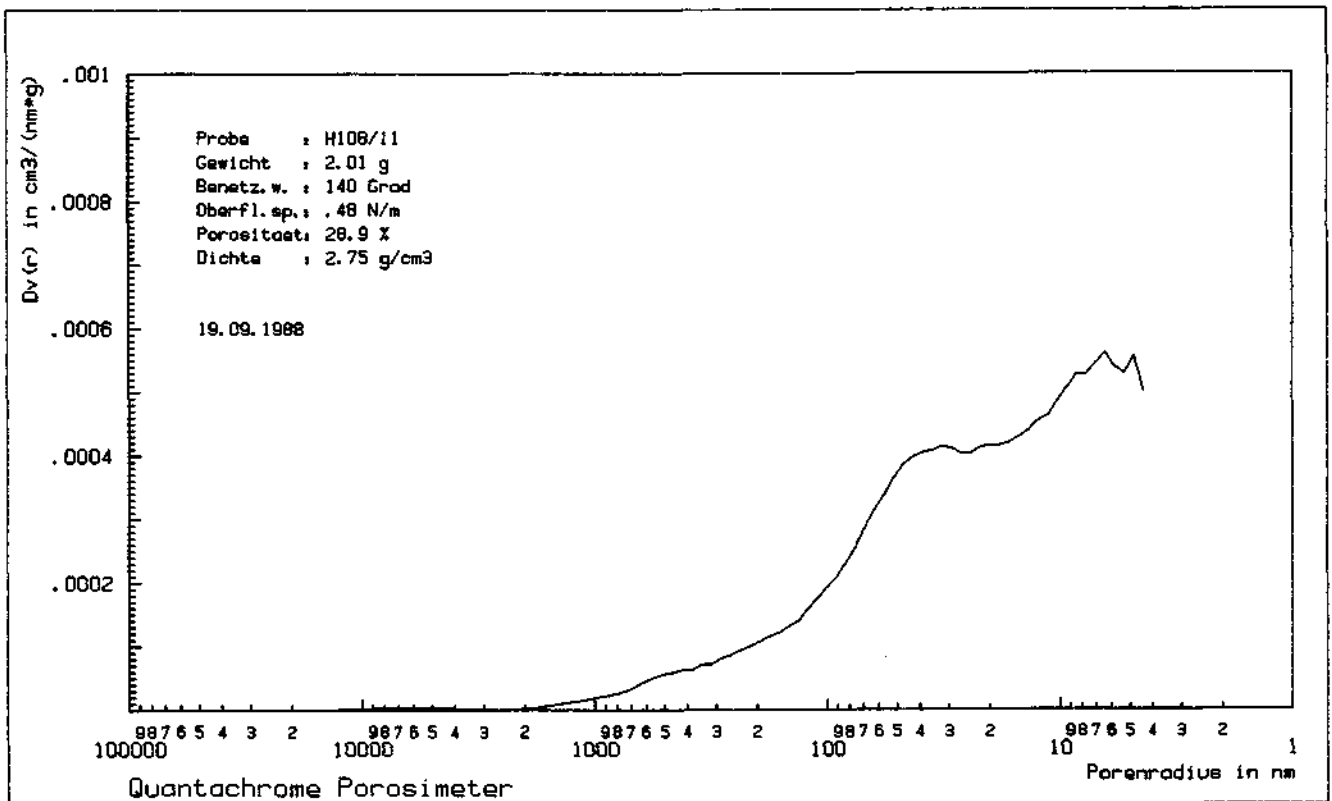


Abb. 5.
 Quecksilber-Pososimetrie.
 Darstellung des Verhältnisses: Porengröße-Verteilungsfunktion zu Porenradius.
 Weitere Angaben siehe Abb. 4.

wegsamkeit einen wesentlichen Einfluß hat (W. FUCHS, 1965; R. FERKL, 1989).

3. Neue Ergebnisse durch Bohraufschlüssen

Mit der Fragestellung: Aufschluß des oberflächennahen, i. a. quartären Sand-Kieskörpers der Talalluvionen des Wulkatales und der liegenden neogenen Schichtfolge wurde die Bohrung GBA-H: 78/38 in der Talachse E Schützen am Gebirge festgelegt (Bl. 1)

Eine ähnliche Fragestellung lag der Bohrung GBA-H: 78/41 nahe der ehemaligen Schwefelquelle (GBA-H: 78/115) mit der Hoffnung, diese wiederaufzuschließen, zugrunde.

Da im Winter 1985/86 das beantragte Hydrogeologie-Projekt noch nicht bewilligt war und deshalb keine Geophysik vorgezogen werden konnte, wurden die Bohransatzpunkte nach regionalen geologischen Gesichtspunkten im Bereich der vermuteten Bruchstörung ausgewählt. Die zu erreichenden Endteufen waren insbesondere bei der ersten Bohrung nach den technischen Möglichkeiten determiniert. Nachträglich haben sich diese Aufschlüsse jedoch ideal zur Eichung der geophysikalischen Parameter heranziehen lassen. Das bereits erwähnte Geophysikprogramm hatte damit die Aufgabe, zu prüfen, inwieweit die an und für sich stichprobenartigen und punktbezogenen und somit keine flächenhaften Aussagen zulassenden Bohrergebnisse repräsentativ und korrelierbar sind (W. KOLLMANN, 1988).

Die mittels Schappe und Greifer ausgeführten Schlagbohrungen mußten aus Gründen der notwendigen Hilfsverrohrungen mit Teleskopierungen des Bohrdurchmessers mehrmals (bis 305 mm) reduziert werden. Das gewonnene Bohrgut war zwar gestört, gestattete aber, da keine Spülung verwendet wurde, eine einigermaßen deutliche Sedimentansprache und Korngrößen- und Durchlässigkeitsbestimmungen, welche für das Quartär k_f -Werte von $9 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s ergaben. Das feinklastische Pannon zeigt wesentlich geringere Durchlässigkeiten, die k_f -Werten von $1 \cdot 10^{-8}$ bis $3 \cdot 10^{-9}$ m/s entsprechen.

Der durch die Bohrung Schützen GBA-H: 78/ 38 bis 2,40 m unter GOK reichende, quartäre Sand-Kieskörper ist lediglich 1,80 m mächtig und nur durch eine 0,60 m starke, mittelfest gelagerte, lehmige Humusschicht abgedeckt. Ein wasserwirtschaftlich relevanter Begleitgrundwasserstrom entlang der Wulka konnte somit an dieser Stelle nicht festgestellt werden (P. HAAS et al., 1987).

Unterhalb der dazu liegenden Schluff-Ton-Folge aus dem Pannon wurde bei der ausgeschriebenen Endteufe von 30 m gerade noch die Oberkante eines Leithakalkriffes (siehe dazu das folgende Kapitel) erreicht. Aus bohrtechnischen und finanziellen Gründen konnte die Bohrung nur einen Meter in dieses festgelagerte, harte aber wahrscheinlich klüftige Gestein vorgetrieben werden. Es wurde aber technisch vorgesehen, die Bohrung zu einem Versuchsbrunnen so auszubauen, daß eine spätere Vertiefung möglich ist. Das artesisch zufließende, stark schwefelhaltige Wasser, welches nach mündlicher Information von Dr. D. RANK (BVFA Arsenal Isotopenlabor) ein ^{14}C -Alter von >30.000 Jahre aufwies, wurde durch einen Leistungspumpversuch beurteilt (0,4 l/s, Absenkung $s = 17,2$ m).

Da nur gestörte Bohrkern des Leithakalks gewinnbar waren, konnte eine Untersuchung des durchflußwirksamen Hohlraumanteils (bzw. der nutzbaren Porosität) nicht erfolgen. Das nach der Methode der Quecksilber-Porosimetrie (T. ALLEN, 1981) ermittelte Gesamtporenvolumen beträgt bei der Probe GBA-H: 78/ 41 4,9 m (Bl. 2 und 3) 23,7 % (Det. K. KLIMA & G. RIEDMÜLLER, 1989). Es kann angenommen werden, daß zusätzlich zu der hydrogeologisch sicherlich wesentlicheren Trennfugendurchlässigkeit noch etwa maximal 15 % durchflußwirksamer Hohlraumanteil ausgebildet ist.

Grundsätzlich ist bei „Leithakalken“ je nach Habitus und Genese v. a. die Fazies, ob Riffkalk, Riffschutt (Detritus), Kalksandsteinentwicklung u. a. m. für die hydrogeologische Wirksamkeit maßgebend. Gefügemäßig (vgl. Kap. 4) kann davon ausgegangen werden, daß bei derartigen Festgesteinen neben der Trennfugendurchlässigkeit und Verkarstung auch ein nennenswerter entwässerbarer Porenraum ausgebildet ist. Aufgrund von Erfahrungen (mündl. Mitt. von Univ.-Prof. Dr. H. HÖTZL, Karlsruhe) bestimmen die Klüfte v. a. die Durchlässigkeit und die Poren das Speichervermögen, wobei der Einfluß der Kluffbeschaffenheit (Rauigkeit, Weite, Dichte, Durchgängigkeit etc.) und der Porenraumgestaltung (siehe Kap. 4) sehr wesentlich sein kann. Beim detritären Leithakalk, der als mächtige Lithothamnienkalkentwicklung über Korallenriffen auflagert (T. E. GATTINGER, 1975), konnte in den Aufschlüssen GBA-H: 78/ 47, 48 und 177 die mittelfest bis festgelagerte, schluffig-mergelige Matrix, die ja in erster Linie die Permeabilität bestimmt, durch Auffüll- und Entleerungsversuche (W. KOLLMANN, 1986) beurteilt werden. Es hat sich dabei herausgestellt, daß bei zwar relativ hoher Gesamtporosität (33–42 %) die frei entwässerbare Komponente (2–6 %) eher gering ist.

Der Herstellung von Beobachtungspeilrohren für den Hydrographischen Landesdienst dienten die beiden Bohrungen (GBA-H: 78/39 und GBA-H: 78/40) an der Straße nach Oslip (Bl. 1). Durch systematische Grundwasserspiegel- und Temperaturreihenbeobachtungen und hydrometrische Simultanmessungen (P. HAAS et al., 1987) werden die Schwankungen des freien Grundwasserspiegels und Fuß-Grundwasser-Kommunikationen im Bereich dieser geringmächtigen, faziell auf kleinem Raum unterschiedlichen, quartären Talfüllung des Wulkatales intensiv erkundet. Durchlässigkeitsversuche an der Sand-Kies-Fraktion ermittelten k_f -Werte zwischen 10^{-4} bis 10^{-6} m/s für den Bereich des seichten Grundwasserleiters im Quartär. Das dazu liegende Neogen (Pannon B–C) ist in feinklastischer Ausbildung (Feinsand, schwach schluffig und tonig, mitteldicht) bis 20 m Tiefe erbohrt worden. Eine karbonatische Fazies wurde bis zu dieser Endteufe nicht angetroffen, durch geophysikalische Untersuchungen (Refraktions- und Reflexionsseismik, Geoelektrik) in größerer Tiefe jedoch vermutet (W. KOLLMANN et al., 1987).

4. Rasterelektronenmikroskopische Gefügeuntersuchungen an Leithakalken aus Schützen/Gebirge und Fertőrákos

4.1. Ausgangslage

Zweck dieser Untersuchungen war die Feststellung und Definition der Porosität des Leithakalkvorkommens

in den Bohrungen I und IV (GBA-H: 78/38–41) in Schützen/Gebirge und im ungarischen Anteil des Ruster Hügellandes (aus einem Steinbruch etwa 1 km NW Fertörakos) in Abhängigkeit von Fossilinhalt und anderen Gefügekomponenten sowie der Einfluß von Lösungsvorgängen. Die sarmatische Karbonatsandsteinprobe (GBA-H: 108/11) macht sich bereits makroskopisch durch eine hohe, vom sedimentären Gefüge abhängige, Porosität bemerkbar und unterscheidet sich deutlich von den Bohrproben aus Schützen/Gebirge (?Pannon). Das Gesamtporenvolumen nach der Methode der Quecksilber-Porosimetrie ist mit 28,9 % noch wesentlich höher (Bl. 4 und 5) und läßt für einen derartig mürben Kalkarenit eine nennenswerte Porendurchlässigkeit n_f in der Größenordnung von 20 % vermuten.

Im folgenden wird daher versucht, anhand von 5 untersuchten Proben durch REM-Aufnahmen in knapper Darstellung ein Bild des Mikrogefüges der untersuchten Leithakalke zu geben. W. Chr. DULLO (1983) führte paläontologische und mikrofazielle Untersuchungen an miozänen Leithakalken des Wiener Beckens und der Süd-Steiermark durch. Er unterscheidet in diesen Kalken, welche durch eine reichhaltige Fauna und Flora gekennzeichnet sind, verschiedene Faziestypen und verwendet den Erhaltungszustand bestimmter Fossilien als Schlüssel für die Beschreibung der verschiedenen diagenetischen Vorgänge.

4.2. Untersuchungsmethoden

Die Proben wurden im Rasterelektronenmikroskop (REM Cambridge Stereoscan 150) bei einer Betriebsspannung von 20 kV und mit EDX-Zusatzgerät (Energiedispersive Röntgenmikroanalyse, Link System, AN 10 000) untersucht. Die Untersuchungen wurden am frischen Bruch durchgeführt, wobei die Präparate mit Leit-C montiert und mit Gold besputtert wurden.

4.3. Probenbeschreibung

- **Probe 1**
Bohrung IV, GBA-H: 78/41; Teufe 4,0–5,5 m
Die mikritische Grundmasse (Korngrößen überwiegend 1–4 Mikron) zeigt häufig diagenetisch angelegte Klüfte, die sekundär mit eu- bzw. subhedralen Kalzitkristallen teilweise oder vollständig verfüllt sind. Diese haben meist einen Durchmesser von 2 bis 20 Mikron, vereinzelt in den Hohlräumen bis zu 500 Mikron. Zwischen den Kristallen entstandene Porosität (Interkristallporen) ist erheblich. Die Körner sind z. T. korrodiert, in der Matrix kommen vereinzelt auch Schichtsilikate und Biogenreste vor (Taf. 1).
- **Probe 2**
Bohrung IV, GBA-H: 78/41; Teufe 6,9–7,7 m
Die Grundmasse ist mikritisch (Korngrößen überwiegend zwischen 1–4 Mikron) und weist ein inhomogenes Gefügebild bedingt durch Karbonatlösung an Tonsäumen (Stylolithen-Bildung) auf. Die entstandenen Hohlräume sind z. T. miteinander verbunden bzw. verzahnt (Tafel 2). Euhedrale Kalzitkristalle kommen häufig vor und zeigen überwiegend einen Durchmesser von 4–20 Mikron, vereinzelt bis 200 Mikron. Lösungshohlräume, hohe interkristalline Porosität sowie biogene Poren sind erkennbar. Pyrit-Oktaeder, auch deren framboidale Aggregate, kommen in der Matrix, insbesondere in den Hohlräumen, vor. Vereinzelt wurden auch terrigene Schichtsilikate beobachtet (Taf. 2).

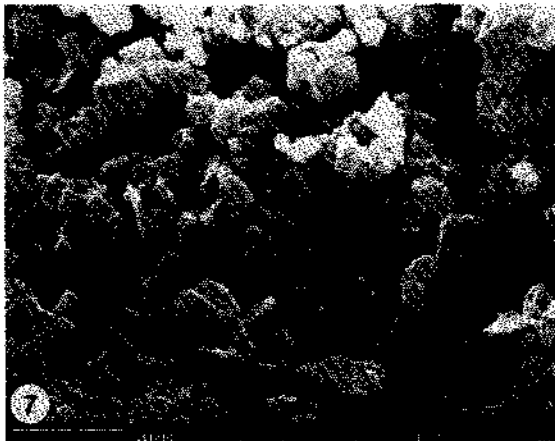
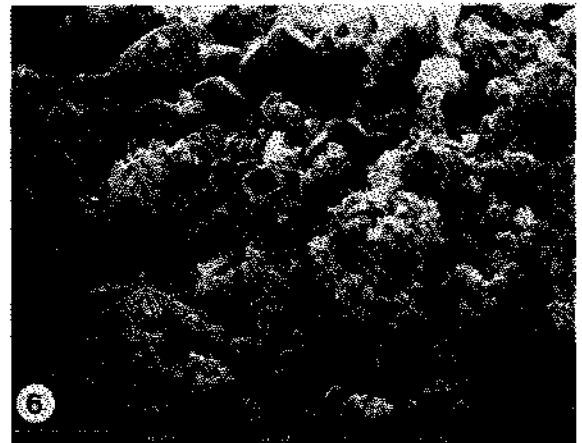
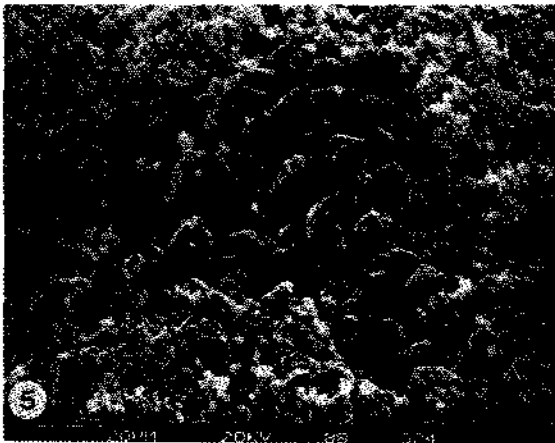
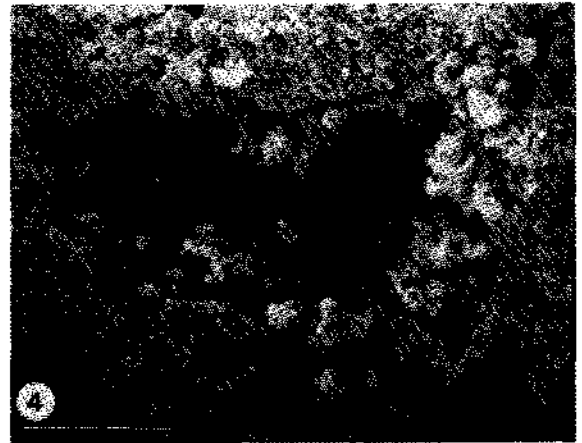
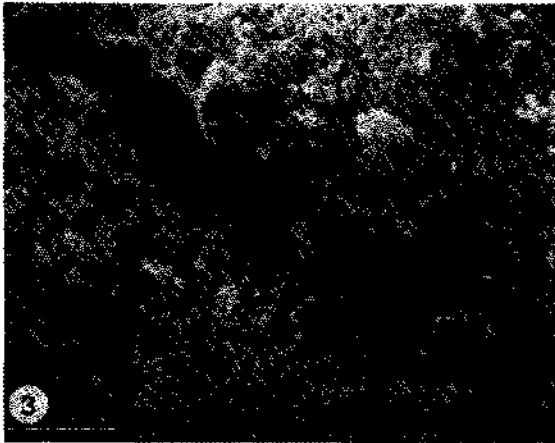
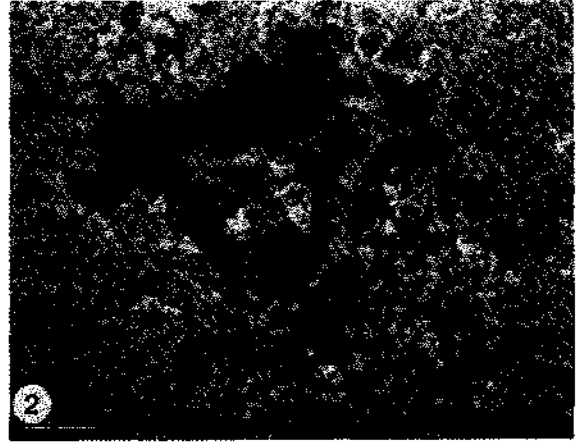
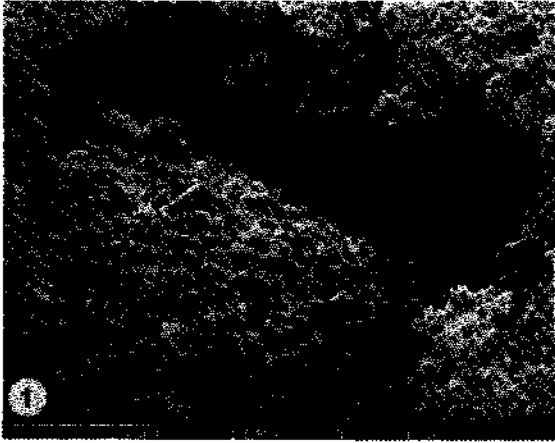
- **Probe 3**
Bohrung I, GBA-H: 78/38; Teufe 19,0–19,3 m
Die überwiegend amorphe Grundmasse besteht aus Kalzit und Tonmineralien (Mergel). Die Korngrößen liegen meist zwischen 2 und 5 Mikron. Auch euhedrale Kalzitkristalle, häufig kleiner als 2 Mikron, in den Hohlräumen bis 20 Mikron, können beobachtet werden. Die Matrix ist porös (auch interkristallin bedingt) und z. T. stark korrodiert. Vereinzelt sind Pyrit-framboide und z. T. gut erhaltene pseudohexagonale Kaolinit-Platten erkennbar (Taf. 3).
- **Probe 4**
Bohrung I, GBA-H: 78/38; Teufe 29,6–30,6 m
Die Grundmasse dieses mikritischen Kalkes ist etwas feinkörniger (ein Maximum zwischen 1 und 2 Mikron) und auch stärker korrodiert als die Proben Nr. 1 und 2. Sie ist teilweise auch tonig. Euhedrale Kalzit-Kristalle (meist bis 20 Mikron, in den Hohlräumen bis 50 Mikron) kommen auch in dieser Probe häufig vor. Lösungshohlräume, hohe interkristalline Porosität auch biogene Poren sind erkennbar. Pyrit-Framboide und Biogen-Reste können auch beobachtet werden (Taf. 3).
- **Probe 5**
Aufschluß Fertörakos, GBA-H: 108/11; Teufe 2,8–2,9 m
Die Kalksandsteinprobe besteht aus verschiedenen großen (von ≤ 200 Mikron bis ≥ 2 mm), eckigen bis etwa runden Komponenten, die z. T. miteinander verkittet und überwiegend mikritisiert sind. Sie sind im Bewegtwasserbereich durch Zerfall von Biogenen (Bioklast) und Algen (Algenpeloid) oder durch biogene Anlagerung um einen Kern (Ooid) entstanden. Die mikritisch bis mikrosparitische Matrix (Korngrößen 1 bis 10 Mikron, überwiegend 1–4 Mikron, in den Hohlräumen bis 50 Mikron) ist z. T. tonig, amorph und stark korrodiert und zeigt vereinzelt auch Quarzkörner. Die zwischen den Komponenten entstandene primäre Porosität (intergranular pores) ist erheblich, es sind aber auch biogene Poren, interkristalline Poren und vereinzelt auch Lösungshohlräume (bis 50 Mikron \varnothing) in der gering verfestigten Grundmasse erkennbar (Taf. 4).

Tafel 1

- Fig. 1,2,3,4: Ungleichkörnige, eu- bis subhedrale Kalzit-Kristalle in offenen Lösungshohlräumen, umgeben von mikritischer Matrix.
- Fig. 5: Die verfüllten Hohlräume mit überwiegend euhedralen Kalzit-Kristallen sind durch ihre gröbere Korngröße von umgebender mikritischer Matrix deutlich überprägt. Reste der mikritischen

GBA-H: 78/41; 4,0–5,5 m.

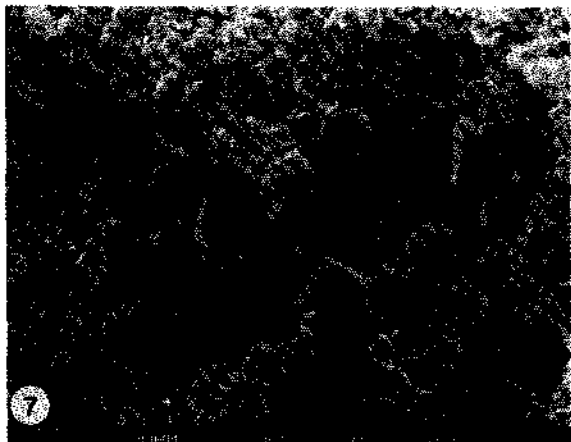
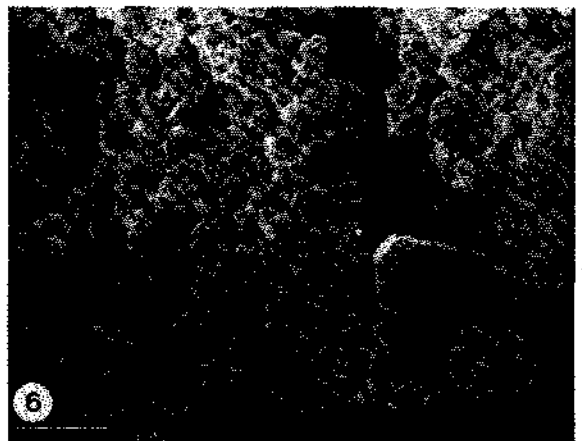
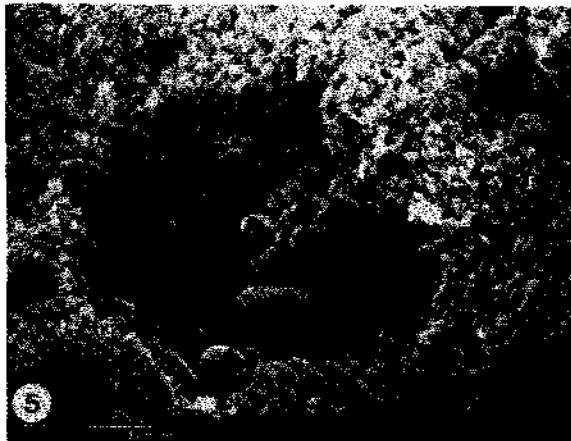
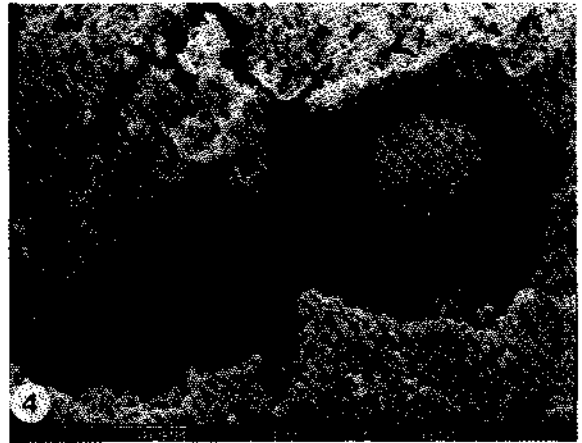
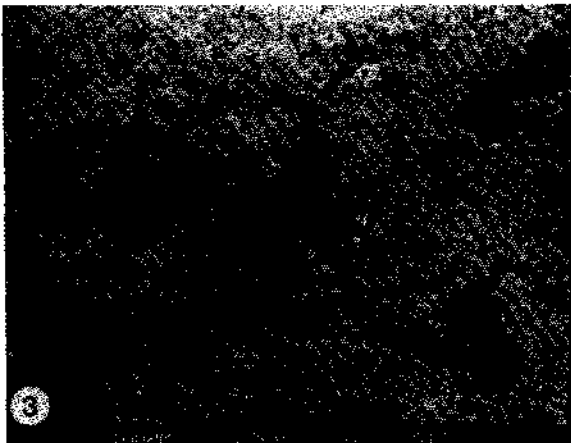
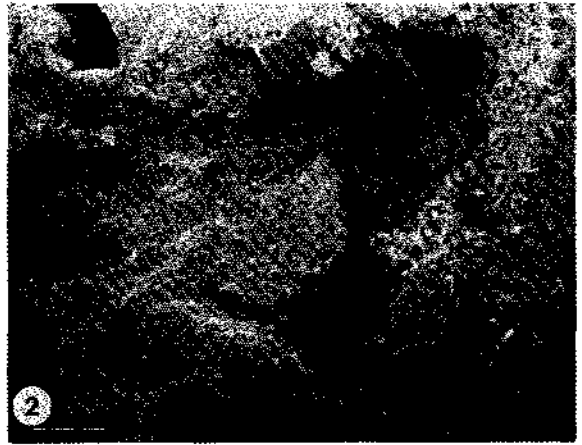
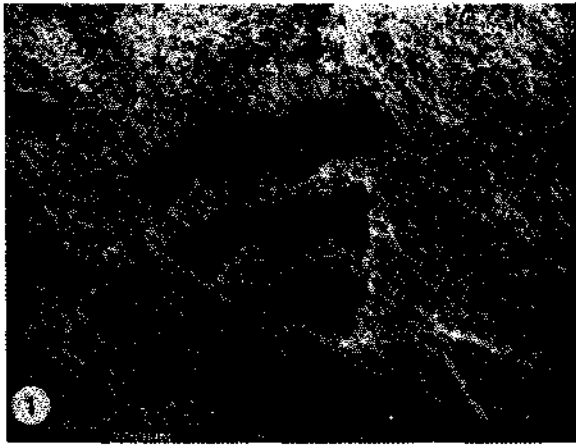
- Grundmasse auf Kristallflächen sowie hohe interkristalline Porosität sind beachtenswert.
- Fig. 6,7: Überwiegend mikritische Grundmasse, hohe interkristalline Porosität sowie Ätzgruben auf Kristallflächen werden häufig beobachtet.
- Fig. 8: Vereinzelt kommen auch detritäre Schichtsilikate in der Matrix vor.



Tafel 2

GBA-H: 78/41; 6,9–7,7 m.

- Fig. 1: Geschlossene Porosität in mikritischer Grundmasse aus Hohlräumen eines Foraminiferen-Gehäuses. Die eingeschlossenen Kammern sind z.T. mit Kalzit-Kristallen ausgefüllt.
- Fig. 2,3: Die Lösung von kalzitischer Matrix an Tonsäumen (Stylolithen-Bildung) verursacht eine sekundäre Porosität und ein inhomogenes Gefügebild der Probe. Die Neusprossung von Kalzit-Kristallen entlang stylolithischer Gefüge und Bildung von Framboidal-Pyrit im Hohlraum sind beachtenswert.
- Fig. 4: Detail aus Abb. 3, Hohraumauskleidung aus tonigem Material.
- Fig. 5,6,7: Hohlraumfüllung mit ?Kalzit-Kristallen in mikritischer bis mikrosparitischer Grundmasse.
- Fig. 8: Detritäre Schichtsilikate kommen in dieser Probe relativ häufiger vor als in der ersten Probe.



Tafel 3

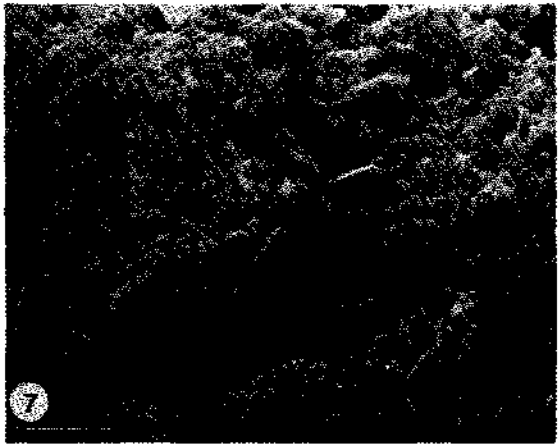
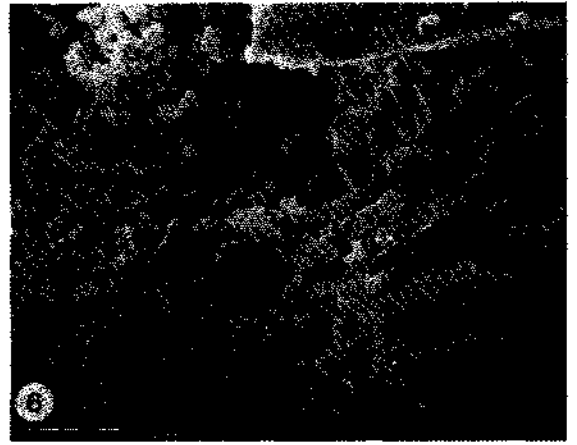
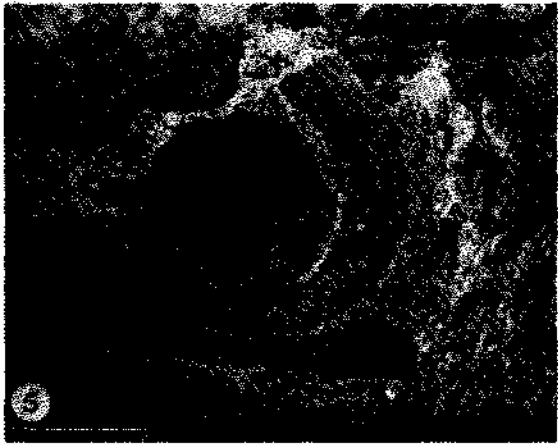
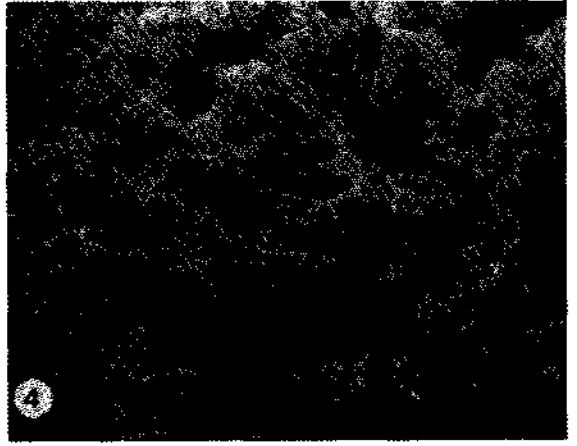
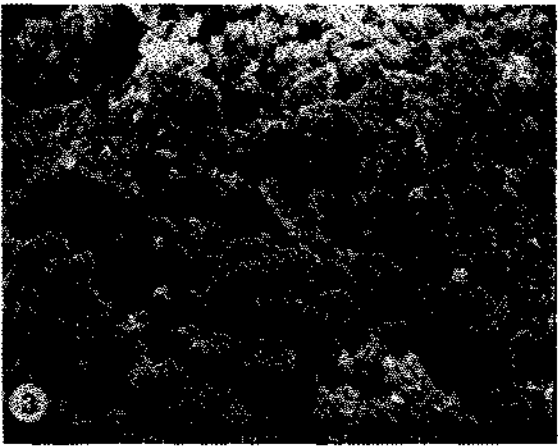
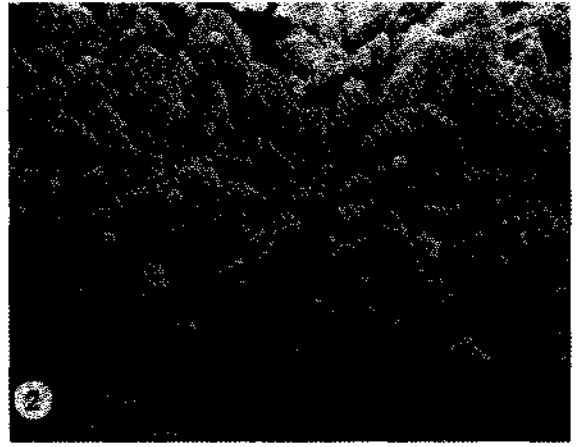
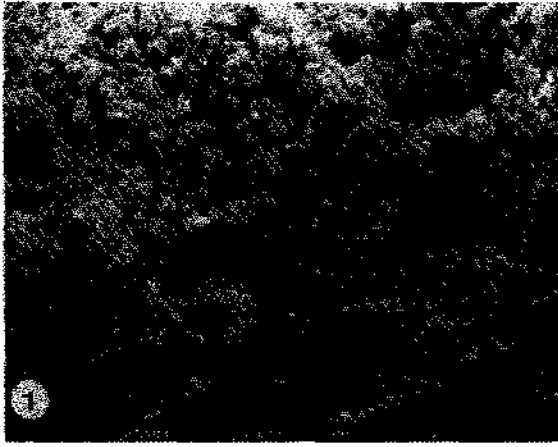
GBA-H: 78/38; 19,0–19,3 m.

Fig. 1,2,3,4: Die Grundmasse dieser Probe ist aus einer Mischung von Kalk und Tonmineralen (Mergel) aufgebaut. Korngrößen liegen überwiegend zwischen 2 und 5 Mikron, sie sind meist amorph und korrodiert. In Abb. 1 und 2 können z.T. idiomorphe Kalzitkörner sowie interkristalline Porosität beobachtet werden. In Abb. 3 und 4 sind z.T. gut erhaltene pseudo-hexagonale Kaolinit-Platten in tonig-kalkiger Matrix erkennbar.

GBA-H: 78/38; 29,6–30,6 m.

- Fig. 5: Gastropodenspindel, darunter vermutlich ein Wurmrohr in mikritischer Grundmasse.
- Fig. 6: Plattige Kalkspatgefüge, teilweise euhedrale Kalzitkristalle in mikritischer bis mikrosparitischer Grundmasse.
- Fig. 7: Entlang einer diagenetisch angelegten Kluft kommt es sekundär zur Sprossung von euhedralem Kalzitpflaster.
- Fig. 8: Ungleichkörnige, eu- bis subhedrale Kalzitkristalle füllen einen Lösungshohlraum im umgebenden Mikrit.

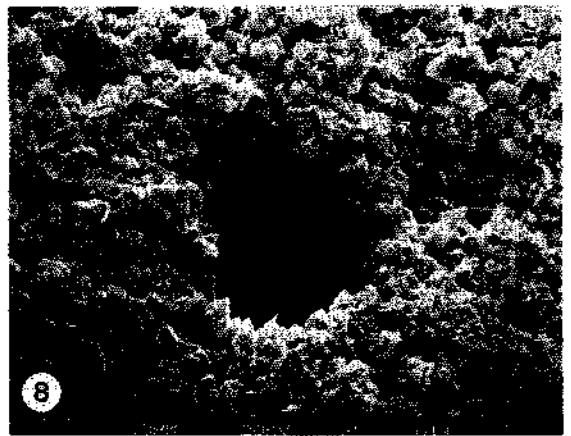
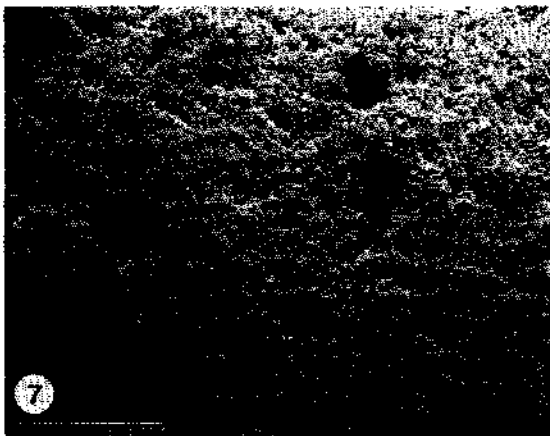
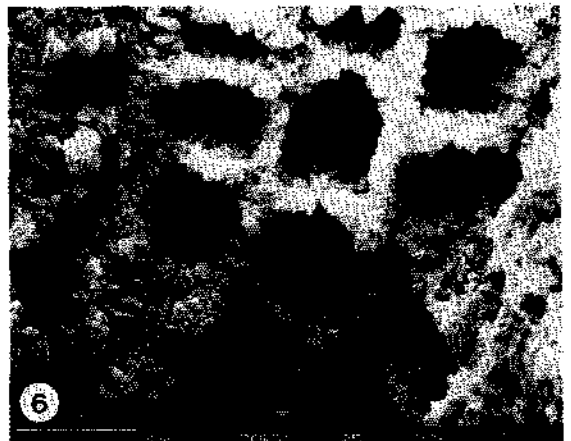
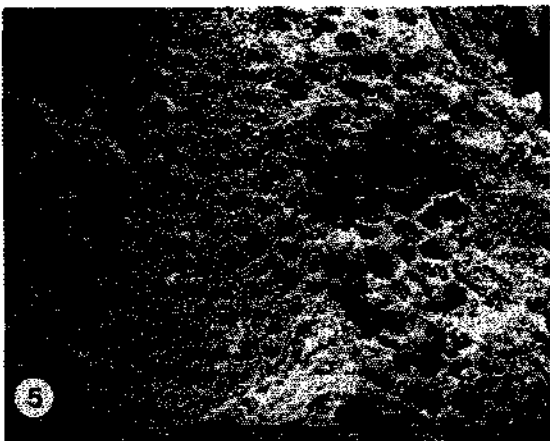
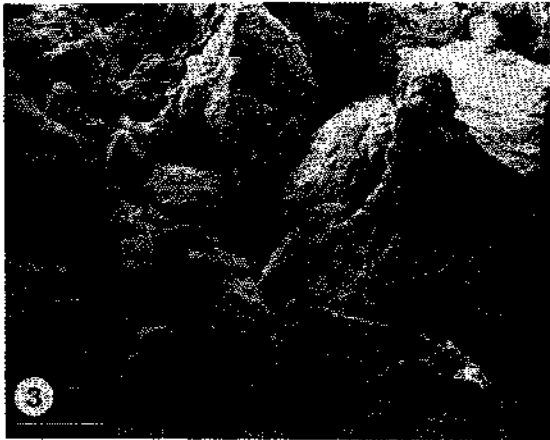
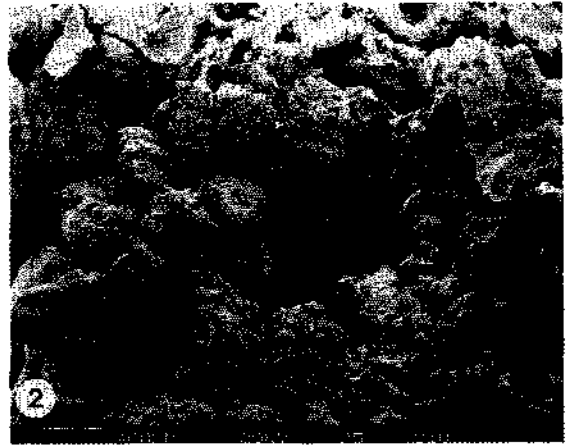
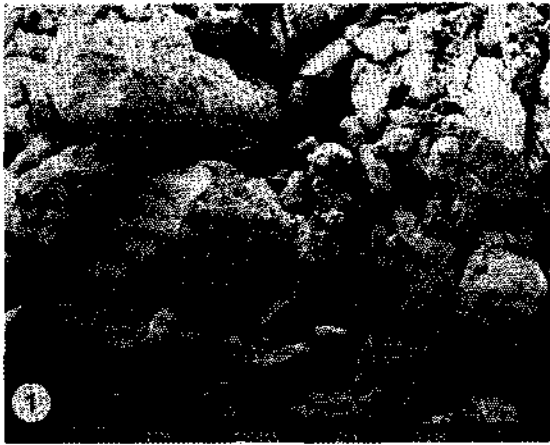
In den Fig. 6–8 ist auch eine hohe interkristalline Porosität beachtenswert.



Tafel 4

GBA-H: 108/11; 2,8–2,9 m

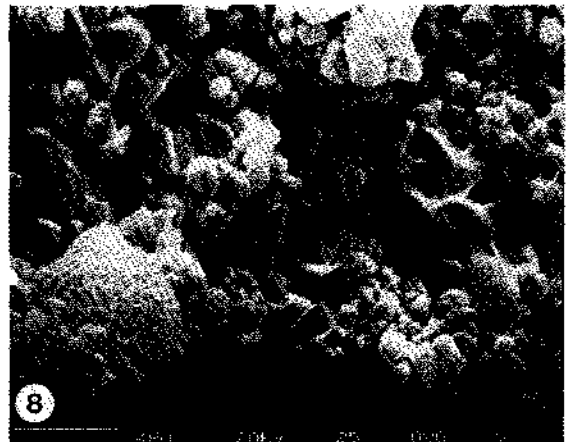
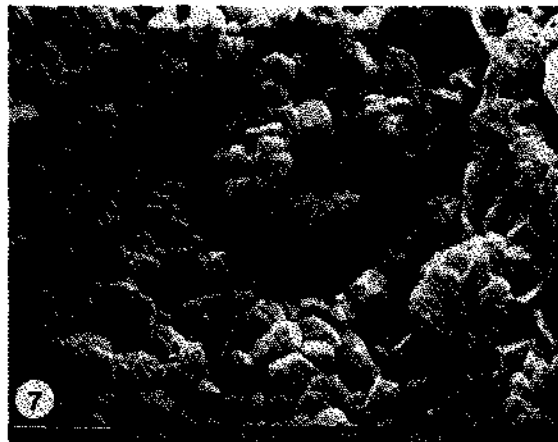
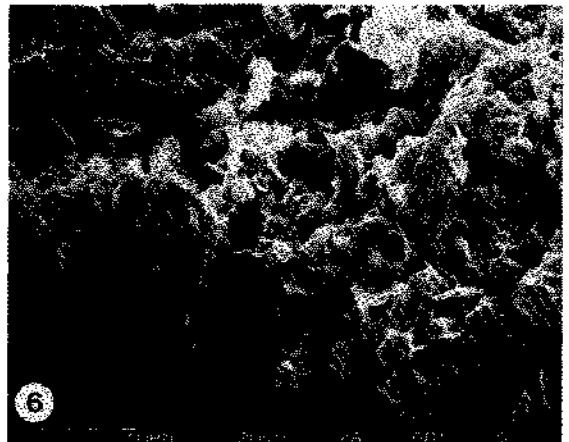
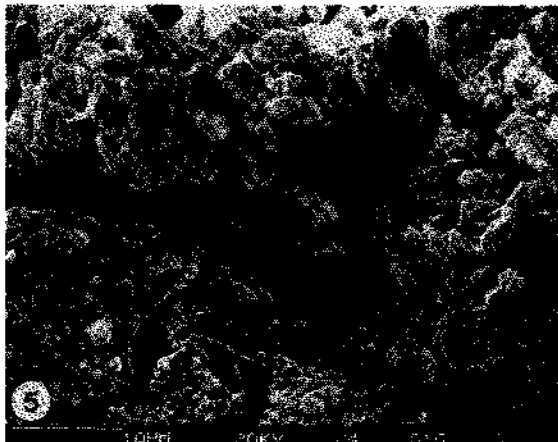
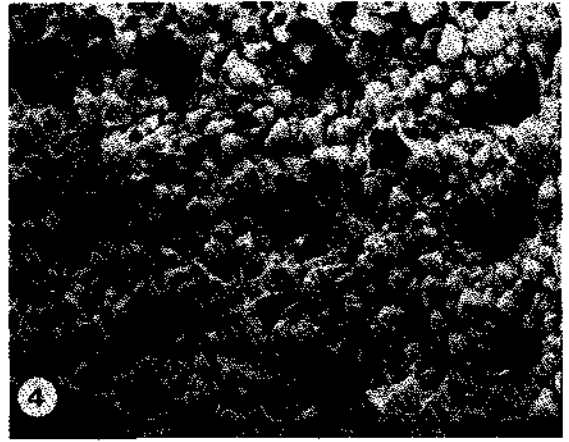
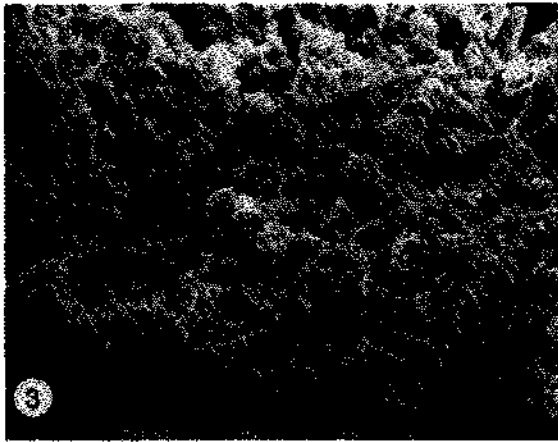
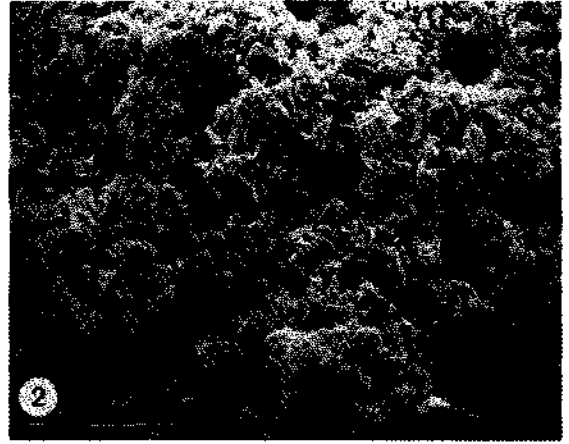
- Fig. 1,2,3: Aus verschieden großen, eckigen bis etwas runden, überwiegend mikritischen Komponenten zusammengesetzte Probe zeigt erhebliche intergranulare Porosität. Die Komponenten sind z.T. mit Karbonatzement miteinander verbunden und sind stark korrodiert.
- Fig. 4: Die Hohlräume der Komponenten sind teilweise mit Kalzitkristallen bis 50 Mikron \varnothing verfüllt.
- Fig. 5,6: Die unregelmäßig geformten Kammern des Schwammes sowie die Kammerwände sind mit Kalzitkristallen teilweise oder ganz verfüllt.
- Fig. 7,8: Auf Algen zurückführbare sphärische Hohlräume. Die mikritische Grundmasse (Abb. 8) ist korrodiert und zeigt interkristalline Porosität.



Tafel 5

GBA-H: 108/11; 2,8–2,9 m

Die Grundmasse der einzelnen Komponenten besteht überwiegend aus Mikrit bis Mikrospatit (Korngrößen zwischen 1 und 10 Mikron). Sie sind z. T. stark korrodiert und zeigen häufig Tonhäute auf Kristalloberflächen. Beachtenswert sind auch die interkristalline Porosität und Lösungshohlräume (Fig. 2,5) sowie biogene (Algen-)Poren (Fig. 4).



Literatur

- ALLEN, T.: Particle Size Measurement. – 3rd ed., (Chapman & Hall) 1981.
- BARANYI, S., BOROVICZENY, F., DESAK, J., DREHER, J., LIEBE, P., MAHLER, H., MAJOR, P., NEPPEL, F., RAJNER, V., RANK, D. & REITINGER, J.: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik. Rückblick auf den 1. Projektabschnitt 1980 bis 1984. Vorschau auf den 2. Projektabschnitt 1985 bis 1989. – BFB-Bericht, **58**, 85–91, Illmitz 1986.
- BOROVICZENY, F., BARANYI, S. & REITINGER, J.: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik: Forschungsprojekt im Rahmen des Abkommens über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zwischen der Republik Österreich und der Volksrepublik Ungarn, Projekt 4.24 der österreichisch-ungarischen gemischten Kommission für Wissenschaft und Technik. – 80 S., 20 Abb., 7 Tab., Forschungsber. Inst. Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtsch., **6**, Wien (Eigenverl. d. Inst. f. Hydraulik etc.) 1985.
- BOROVICZENY, F., DREHER, J., RAJNER, V., RANK, D. & REITINGER, J.: Hydrogeologische Untersuchungen am Ostufer des Neusiedlersees: Ein Zwischenbericht (mit Analyseergebnissen von PETER KLEIN). – 12 Bl., 9 Abb. Wien (Geol. B.-A., BVFA) 1983.
- DULLO, W.-Chr.: Fossilidiagenese im miozänen Leitha-Kalk der Paratethys von Österreich: Ein Beispiel für Faunenverschiebungen durch Diageneseunterschiede. – *Facies*, **8**, 1–112, Erlangen 1983.
- FERKL, R., KOLLMANN, W. & MEYER, J.: Hydrogeologische Kartierung und Aufschlußtätigkeit im Leithagebirge. – BFB-Bericht, **71**, 39–51, Illmitz 1989.
- FUCHS, W.: Geologie des Ruster Berglandes (Burgenland). – Jb. Geol. B.-A., **108**, 155–194, Wien 1965.
- GATTINGER, T. E.: Das hydrogeologische Einzugsgebiet des Neusiedlersees. – Verh. Geol. B.-A., Jg. **1975/4**, 331–346, 2 Abb., 1 Beil., Wien (Geol. B.-A.) 1975.
- HAAS, P., HAIDINGER, G., MAHLER, H., & REITINGER, J.: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie: Grundwasserhaushalt Wulkaeinzugsgebiet. Forschungsprojekt im Rahmen des Abkommens über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zwischen der Republik Österreich und der Volksrepublik Ungarn, Projekt 4.25 der österreichisch-ungarischen gemischten Kommission für Wissenschaft und Technik. – Forschungsber. Inst. Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, **9**, 58 S., Anh. A–C, Wien (TU Wien, Institut f. Hydraulik etc.) 1987.
- KLIMA, K. & RIEDMÜLLER, G.: Quecksilber-Porosimetrie der Proben GBA-H: 78/41 und 108/11. – Unpubl. Ber. d. Inst. f. Techn. Geol., Petrographie, Mineralogie. Techn. Univ., 11 S., Graz 1989.
- KOLLMANN, W.: Die Bestimmung des durchflußwirksamen Porenvolumens von Sedimenten und seine Bedeutung für den Grundwasserschutz. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **79**, 63–76, Wien 1986.
- KOLLMANN, W.: Hydrogeologisch-stratigraphische Untersuchungen im Raum Schützen am Gebirge. – BFB-Bericht, **68**, 49–57, Illmitz 1988.
- KOLLMANN, W. et al.: Hydrogeologische Grundlagenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Neusiedlersees. – Unpubl. Jahresendbericht f. d. Zeitraum Nov. 1986 – Okt. 1987 zum Proj. BA 5c, 158 S., Wien (Geol. B.-A.) 1987.
- KOLLMANN, W. et al.: Hydrogeologische Grundlagenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Neusiedlersees. – Unpubl. Jahresendbericht f. d. Zeitraum Jän. 1988 – Feb. 1989 zum Proj. BA 5c, 50 S., Wien (Geol. B.-A.) 1989.
- SZADECKZY-KARDOSS, E.: Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. – Mitt. berg. und hüttenm. Abt., **10**, S. 1, Sopron 1938.
- TOLLMANN, A.: Das Neogen am NW-Rand der Eisenstädter Bucht. – Wiss. Arbeiten aus dem Burgenlande, **10**, Eisenstadt 1955.
- VENDL, M.: Geologische Karte der Umgebung von Sopron, 1 : 25.000, Sopron 1928.