

VORKOMMEN HOCHREINER UND REINSTER KALKE IM
STEIRISCHEN SALZKAMMERGUT

von

E. FLÜGEL (Erlangen) und J. G. HADITSCH (Graz)

Im August und September 1974 wurden im Rahmen des Rohstoffsicherungsprojektes der Steiermärkischen Landesregierung unter Mithilfe einer Studentengruppe Sucharbeiten nach durch die Industrie verwertbaren Kalken durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden in einem Bericht mit umfangreichem Kartenmaterial zusammengefaßt. Die vorliegende Arbeit baut auf diesem Bericht (E. FLÜGEL & al. 1974) auf.

Aufgabenstellung

Kalke und Kalkmarmore werden in großem Umfang in der heutigen Technik verwertet. Dabei werden an diese Rohstoffe spezifische Anforderungen gestellt. Während derzeit die Versorgung des heimischen Straßenbaues, der Landwirtschaft und der Zementindustrie mit geeignetem Rohmaterial gesichert erscheint, besteht ein dringender Bedarf in allen jenen Sparten, die chemisch möglichst reinen, hochwertigen Kalk verarbeiten, so vor allem in der Hütten-, Glas-, Farb-, Zucker und keramischen Industrie und in der chemischen Industrie für die Herstellung verschiedener Chemikalien (Kalziumkarbid, Kalkstickstoff, Soda, Glycerin, usw.)

Weitere Verwendungsmöglichkeiten für hochwertige Kalke bestehen bei der Herstellung von Füllstoffen und bei der Kalksandsteinproduktion.

In der Natur gibt es zwei lückenlose Gemengereihen, die eine wirtschaftliche Bedeutung haben:

- a) Kalk(stein) - dolomitischer Kalk(stein) - kalkhaltiger Dolomit(it) - Dolomit(it)

Tafel 1



b) Kalk-Ton

Bisher bestehen für die Kalk-Tonreihe noch keine einheitlichen Qualitätsbezeichnungen. In der Abb. 1 wurden verschiedene Definitionen einander gegenübergestellt. Die in der Kolonne 1 gegebene Reihe ist heute allgemein in der Zementindustrie gebräuchlich, die Bezeichnungen der Kolonne 2 sind die vor allem in den Geowissenschaften üblichen (siehe dazu: BENTZ-MARTINI : 1256), die der nächsten Reihe gliedert den Kalk und Kalkmergel bzw. mergeligen Kalk in die vier in der chemischen Industrie, im Bauwesen und in anderen Industriezweigen üblichen Güteklassen, wobei die Güteklasse 1 wieder in drei auf den jeweiligen Verwendungszweck abgestimmte Ordnungen unterteilt werden kann (Kolonne 4), nämlich in solche Rohkalke, die $>99\%$ CaCO_3 enthalten (reinste Kalke), solche mit einem CaCO_3 -Gehalt von $99-98\%$ (hochreine Kalke) und in solche, die $<98\% - 95\%$ CaCO_3 enthalten (reine Kalke). Unsere Arbeit beschränkte sich auf die Suche nach hochreinen und reinsten Kalken, das heißt nach solchen mit entsprechend hohen CaCO_3 -Gehalten bei niedrigen Werten an störenden Elementen, wie Mg, Fe und Si.

Viele Kalke werden heute als Branntkalke technischen Prozessen zugeführt. Durch Erfahrung hat sich herausgestellt, daß zwar das geologische Alter des Rohstoffes und die Kristallform des Kalkspats keinen Einfluß auf das Brenn- und Löschverhalten ausüben, daß aber ein solcher der Korngröße, der Textur und der Verteilung des Quarzes im Gestein zukommen. Überschreitet die Größe des Einzelkornes eine gewisse Grenze (sie liegt im mm-Bereich), so zerfällt der Kalkstein beim Brennen rasch, was sich natürlich nachteilig auf die Stückigkeit des Branntgutes auswirkt. Es ist auch bekannt, daß bestimmte Gefügeformen (z. B. eine oolithische Textur) eine länge-

re Zersetzungszeit bedingen. Quarz hat durch seine Ausdehnung beim Brand einen nachteiligen Einfluß auf diesen, zudem beeinrächtigt er das Löschverhalten.

Bei unseren Untersuchungen kam also, abgesehen von der entsprechenden Größe der Vorkommen, einer verkehrsgünstigen Lage, der Nähe zur verarbeitenden Industrie und der entsprechenden Berücksichtigung des Naturschutzes, der chemischen und textuellen Untersuchung die größte Bedeutung zu.

Aufbauend auf Literaturhinweisen und auf unveröffentlichten Untersuchungen über Rückstandsmengen und von Bildungsbedingungen abhängigen unterschiedlichen Karbonatgehalten mesozoischer Kalke in den Nordalpen durch E. FLÜGEL boten sich als potentielle Vorkommen wertvoller, reiner Kalke die im Steirischen Salzkammergut auftretenden oberjurassischen "Plassen-Kalke", "Tressenstein-Kalke" und "Oberalmer Kalke" an.

Die hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf Chemismus, Textur, Verbreitung und Menge oberjurassischer Karbonatgesteine. Zu Vergleichszwecken wurden Proben triassischer Kalke bearbeitet.

Untersuchungsgebiete (Tafel 1)

- a) Krahstein NE Mitterndorf (Österreichische Karte 1 : 50 000, Blatt 97)
- b) Rötelsstein NW Mitterndorf (Österreichische Karte 1 : 50 000, Blatt 97)
- c) Brandwald N Mitterndorf (Österreichische Karte 1 : 25 000, Blatt 97/2)
- d) Gipfelregion des Loser NW Bad Aussee (Österreichische Karte 1 : 25 000, Blatt 96/2)

Geologische Situation

Auf Grund der Arbeiten von W. MEDWENITSCH (1958), A. TOLLMANN (1960), E. FLÜGEL (1964) und W. SCHÖLLNERGER (1973) und auf Grund der durchgeführten Geländebegehungen können die geologischen Verhältnisse wie folgt charakterisiert werden:

Krahstein

Der NW-Abschnitt des Krahsteinstockes besteht aus hellen, ungebankten Plassen-Kalken, die nach Fossilinhalt und Gesteinsausbildung als Riff-Kalke i. w. S. und als Riffschutt-Kalke zu bezeichnen sind. Diesen die Gipfel des Krahsteins, des Möserkogels und des Hirscheck aufbauenden Plassen-Kalke stehen - getrennt durch eine SW-NE-streichende Störung - im SW-Abschnitt des Krahsteinmassivs sehr feinkörnige, hellbraune bis weiße, gebankte Oberalmer Kalke gegenüber, welche ohne nennenswerte Reliefunterschiede ein breites Plateau bilden, das gegen Süden und Osten in der Bergerwand abbricht.

Die Unterlagerung der genannten oberjurassischen Kalke bilden im Süden tonig-mergelige Gesteine (Lias-Fleckenmergel), im SW und NE Kieselgesteine (Radiolarite des Dogger) und im N und NW dunkelgraue, knollige Kalke (Reifflinger Kalke, Trias).

Die Aufschlußverhältnisse sind als sehr gut zu bezeichnen: Die in den letzten Jahren angelegte Forststrasse erschließt die Gipfelregion des Krahsteines und hat durchgehende, frische Aufschlüsse geschaffen. Am Südhang des Krahstein-Gipfels treten im Bereich der Plassen-Kalke mehrere große Schutthalden auf. Die aus Oberalmer Schichten aufgebaute Bergerwand bietet mit einer Gesamtlänge von 4 km einen durchgehenden Aufschluß. Auch auf dem Plateau des SW-Abschnittes sind genügend Ausbisse

vorhanden, die eine gleichmäßige Beprobung des Gebietes gestatten.

Rötelstein

Der allseitig von tektonischen Störungen begrenzte Rötelstein besteht aus weißem, fossilreichem Plassenkalk, der teilweise als Schuttkalk entwickelt ist. Komponentenreiche Kalktypen sind häufig durch Eisenbeläge im Bereich von feinen Kalzitadern ausgezeichnet.

Die Unterlagerung der Plassenkalke bilden bunte, vorwiegend rot gefärbte obertriassische Hallstätter Kalken. Im Bereich von südlichen, ESE-WNW-verlaufenden Randstörungen stoßen im Gebiet der Langmoos-Alm Oberalmer Kalken an die Plassenkalke des Rötelsteins; die Oberalmer Kalken werden von feinkrekziösen Tressenstein-Kalken überlagert.

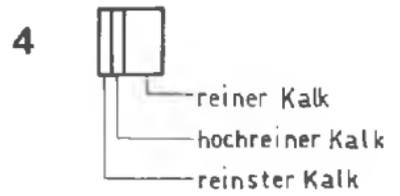
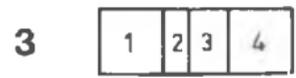
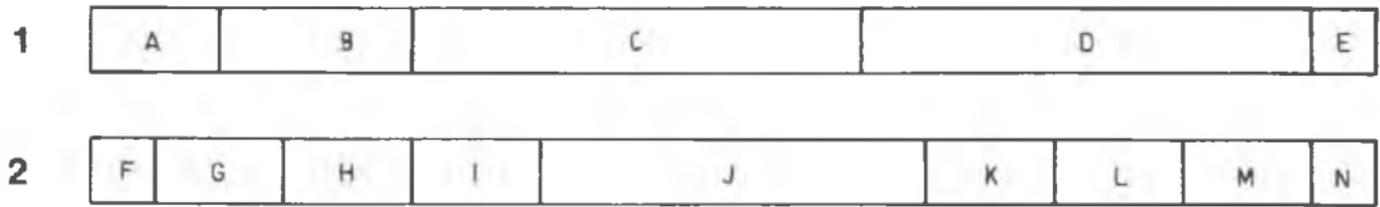
Die Aufschlußverhältnisse sind als gut zu bezeichnen, jedoch erschwert der starke Latschenbewuchs eine gleichmäßige Beprobung. Ausgedehnte Schutthalden bestehen am Südrand des Rötelsteinmassivs.

Brandwald

Das Gebiet des Brandwaldes am Ende des von Mitterndorf gegen Norden verlaufenden Öderntales weist kompliziertere geologische Verhältnisse auf:

Im Bereich der Salza-Alm finden sich, nach Süden bis zur Rechenstube reichend, feinkrekziöse, gebankte Tressenstein-Kalken. Entlang einer, der westlichen Begrenzung der Salza-Alm folgenden, SW-NE-verlaufenden Störung treten im Tal graue, massige Dachsteinkalke (Obertrias) auf. Im Bereich einer Parallelstörung westlich des Brandwaldes sind rote Crinoiden-Kalke (Lias) aufgeschoben. Die im Norden des Brandwaldes und der Salza-Alm liegenden Gipfel am

Abbildung 1



- | | | |
|--------------|-------------------|-----------------------|
| A Kalk | F reinster Kalk | K Tonmergel |
| B Kalkmergel | G mergeliger Kalk | L Mergel ton |
| C Mergel | H Mergelkalk | M mergeliger Ton |
| D Tonmergel | I Kalkmergel | N hochprozentiger Ton |
| E Ton | J Mergel | |

Rande des Toten Gebirges bestehen aus weißen, massigen Dachsteinkalken. Bezeichnend für das Gebiet des Brandwaldes ist das häufige Vorkommen von jungen Rutschmassen (Blockhalden, altes Bergsturzmaterial).

Die Aufschlußverhältnisse sind als relativ gut zu bezeichnen, wobei die besten Aufschlüsse an der Salza-Alm-Straße und im Gebiet des Saubaches zu finden sind. Im Verbreitungsgebiet der feinkörnigen Tressenstein-Kalke treten, bedingt durch den dichten Waldbestand, kaum natürliche Aufschlüsse auf.

Losser

Dieses Vorkommen, das aus verständlichen Gründen des Naturschutzes für einen künftigen Abbau nicht in Frage kommt, wurde untersucht, um Vergleichsmöglichkeiten auch mit Dachsteinkalken zu erhalten.

Der nördlich von Alt-Aussee gelegene Bergstock des Losser baut sich aus hellgrauen, grobspätigen Dachsteinkalken (Obertrias) der Hinterriff-Fazies auf, die etwa im Bereich der Losser-Hütte von mit 30⁰ gegen SE fallenden, gut gebankten oberjurassischen Tressenstein-Kalken und Oberaimer Schichten überlagert werden. Die Tressensteinkalke sind auf die Dachstein-Kalke aufgeschoben.

Der relativ feinkörnige Oberjura-Kalk ist in seinem unteren Abschnitt grau bis dunkelgrau gefärbt und deutlich gebankt. In den bis zu 70 cm mächtigen Bänken treten lokal linsenförmige SiO₂-Einlagerungen (Hornsteine) auf; bis zu 10 cm mächtige Hornsteinlagen finden sich auch zwischen den Kalkbänken. Der höhere Abschnitt der Tressenstein-Kalke ist durch hellere Gesteinsfarben und eine nur undeutliche Bankung gekennzeichnet.

Die Aufschlußverhältnisse dürfen generell als gut bezeichnet werden, wobei auf dem Plateau (Hochanger, Gras-

kögerl) eine starke Verkarstung auftritt.

Probenahme (Tafel 2)

Insgesamt wurden etwa 1000 Handstücke aufgesammelt, von welchen etwa 800 Proben aus den Plassen-, Oberalmer- und Tressenstein-Kalken und etwa 200 Proben aus den unterlagernden oder benachbarten triassischen Gesteinsfolgen stammen. Diese große Probenmenge ermöglichte unter Berücksichtigung der textuellen und fazialen Variationsbreite die Auswahl von Testproben, deren geochemische Parameter Antworten auf die eingangs gestellte Frage liefern.

Die Probenahme erfolgte nach Möglichkeiten, die das Gelände bot (d. h. bei schlechten Aufschlußverhältnissen Beprobung aller zur Verfügung stehender Aufschlüsse; bei großen Einzelaufschlüssen vertikale Bank- für Bank-Beprobung) und - in Gebieten mit günstigen Aufschlußverhältnissen - nach der Raster-Methode, wobei die Abstände der Probenentnahmestellen meist bei 100 m, im Krahstein-Gebiet bei 50 m lagen.

Ergebnisse

Gesteinsbeschreibung

Im Handstück- und Schliff-Bereich erweisen sich die Plassenkalke als

- a) feinkörnige (mikritische) Kalke mit unterschiedlich starker Fossilführung
- b) Komponenten-Kalke mit mm- bis cm-großen Organismen-Bruchstücken und Resedimenten, die durch grobspätigen Kalzit verkittet sind.

Die Oberalmer Kalke sind überwiegend als feinstkörnige Feinschlamm-Kalke mit teilweise reicher Mikrofossilführung ausgebildet, wobei primär aus SiO_2 bestehende Organismen-Reste (Radiolarien u. a.) häufig sind.

Die Tressenstein Kalke fallen durch ihre feinkörnige Textur in Verbindung mit feinkörniger Matrix auf, jedoch scheint die mikrofazielle Vielfalt bei diesen Kalcken größer als bei den beiden vorher genannten zu sein.

Grundsätzlich darf festgestellt werden, daß die oben skizzierten Haupttypen in allen bearbeiteten Gebieten feststellbar sind. Unterschiede treten hinsichtlich der Fossilführung und - bei den Oberalmer Kalcken - hinsichtlich der Häufigkeit der SiO_2 -Führung auf.

Geochemische Merkmale

Die geochemische Untersuchung von 85 ausgewählten Testproben erfolgte unter dem Gesichtspunkt der notwendigen breiten Streuung der Probenpunkte und unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Fazies-Typen. Für die oberjurassischen Kalktypen ergeben sich derzeit keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der CaCO_3 -Gehalte, Rückstandsmengen und der Gehalte an Mg, Fe und Sr. Auffallende Unterschiede - insbesondere in der Menge der säureunlöslichen Rückstände - bestehen jedoch zwischen den oberjurassischen Kalcken einerseits und den Trias-Kalcken der Umrandung und der Unterlage andererseits. Dies zeigt, daß in diesem Fall geochemische Daten zur zusätzlichen Abgrenzung der auswertbaren Kalk-Vorkommen herangezogen werden können.

Methoden

Bestimmung des nichtkarbonatischen Rückstandes:

4 g wurden in 0,1 n HCl gelöst, der unlösliche Rückstand abgetrennt und nach Trocknung zur Auswaage gebracht.

Karbonatbestimmung:

Nach Auffüllung des Filtrates auf 1 l wurde Ca komplexometrisch durch Titration ermittelt.

Bestimmung von Mg, Sr und Fe:

Nach Lösung des Karbonates in 0,1 n HCl wurden die genannten Elemente mit Hilfe einer PERKIN-ELMER-Atomabsorptionsapparatur bestimmt.

Karbonat-Gehalt

Unter Berücksichtigung lediglich der Proben aus den oberjurassischen Kalken ergeben sich relativ einheitliche CaCO_3 -Gehalte. Die Schwankungsbreiten und die häufigsten Werte sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

	Krahstein	Rötelstein	Brandwald	Losser
Maximalwert	99,95 %	99,64 %	97,74 %	99,39 %
Minimalwert	90,81 %	97,12 %	56,76 %	67,10 %
häufigste Werte	98,8 bis 99,8 %	99,0 bis 99,6 %	um 95 %	96,3 bis 99,3 %

Tab. 1: CaCO_3 -Gehalte

Die Mehrzahl der Karbonat-Werte liegt über 99 % CaCO_3 und damit im Bereich des für die chemische Industrie nutzbaren Materials.

Die bisher untersuchten Proben lassen kaum eine bevorzugte Verteilung der CaCO_3 -Gehalte in bestimmten Gebieten erkennen.

Rückstandsgehalt

Die Menge des nichtkarbonatischen, aus Tonmineralen, Quarz und Silex bestehenden Rückstandes kann - unter Berücksichtigung der relativen Häufigkeit in den Probenreihen - nach Gruppen zusammengefaßt werden. Dies gilt zumindestens für die Kalke des Krahsteins, in welchen einer häufigen Gruppe mit Gehalten unter 0,5 Gew. % eine seltenere, nicht geregelt verteilte Gruppe mit Rückstandsgehalten zwischen 0,5 und 1 Gew.% gegenübersteht. Höhere Werte (über 2 Gew. %) sind ausgesprochen selten und treten bevorzugt in nichtjurassischen Gesteinen der Umrandung des Gebietes auf.

	Krahstein	Rötelstein	Brandwald	Loser
Maximalwert	8,31 %	2,94 %	41,63 %	38,23 %
Minimalwert	0,09 %	0,08 %	1,32 %	0,19 %
häufigste Werte	0,2 bis 0,6 %	0,2 bis 0,5 %	über 2 %	0,5 bis 2,5 %

Tab. 2: Rückstandswerte

MgCO_3 -Gehalte

Wie aus Tab. 3 hervorgeht, ergeben sich Unterschiede in den MgCO_3 -Gehalten in den vier untersuchten Gebieten:

	Krahstein	Rötelstein	Brandwald	Losler
Maximalwert	0,29 %	0,44 %	0,51 %	0,7 %
Minimalwert	0,07 %	0,1 %	0,27 %	0,29 %
häufige Werte	0,1 bis 0,2 %	0,1 bis 0,2 %	0,2 bis 0,5 %	0,3 bis 0,4 %

Tab. 3: $MgCO_3$ -Gehalte

Dies gilt insbesondere bei einem Vergleich der relativ hohen Werte im Brandwald und im Gebiet des Losler mit den im allgemeinen unter 0,3 % liegenden Werten der Proben aus dem Krahstein- und Rötelstein-Gebiet.

SrCO₃-Gehalt

Die fehlende Korrelation zwischen Rückstandsmenge und SrCO₃-Gehalten macht es wahrscheinlich, daß das Strontium an die karbonatische Phase gebunden ist. In diesem Fall können die SrCO₃-Werte indirekte Indikatoren für die Stärke der diagenetischen Veränderung der Karbonatgesteine verwendet werden. Es fällt auf, daß die Durchschnittswerte mit etwa 0,01 % - 0,02 % in den Kalken des Krahsteins, des Rötelsteins und des Loslers im Vergleich mit bekannten Werten von faziell ähnlichen Kalken relativ niedrig liegen, während in den Kalken des Brandwaldes mit Werten von meist unter 0,01 % noch geringere Werte auftreten. Verteilungsmuster scheinen nicht zu existieren.

Fe₂O₃-Gehalte

	Krahstein	Rötelstein	Brandwald	Losser
Maximalwert	0,2 %	0,04 %	0,24 %	0,5 %
Minimalwert	0,01 %	0,01 %	0,03 %	0,01 %
häufigste Werte	0,01 bis 0,06 %	0,01 bis 0,02 %	0,05 bis 0,1 %	0,02 bis 0,07 %

Tab. 4: Fe₂O₃-Gehalte

Die Fe₂O₃-Gehalte liegen fast durchwegs unter der für spezielle Verwendungszwecke kritischen Grenze von 0,3 %.

SiO₂

SiO₂ wurde nicht bestimmt. Die im Krahstein-Gebiet und in den Tressenstein-Kalken des Losers unregelmäßig verteilten und kaum konzentrierten cm-großen Hornsteine erschweren die Verwendung der Kalke als Industriekalke. Dies gilt jedoch nur für Teile der Tressenstein-Kalke und für die gebankten Oberalmer Kalke. In den Plassenkalken fehlen SiO₂-Knollen vollkommen.

Auswertung der Ergebnisse

Rechnet man die durch die Analyse erhaltenen Werte unter Berücksichtigung der durch den Analysengang verursachten Fehler auf die Summe 100 % um und faßt die so erhaltenen Werte zu ca, mg und r zusammen, so erhält man für die einzelnen Bereiche die in der Tafel 3 enthaltenen Verteilungen.

In der Fig. 1 der Tafel 3 sind in einem Dreiecksdiagramm die Felder für die einzelnen Kalk-Qualitätsklas-

sen dargestellt. Da für die Beurteilung der Kalke nur die Felder für die reinen, hochreinen und reinsten Kalke maßgebend sind, sind in den Figuren 2 bis 6 nur mehr diese enthalten.

In der Figur 2 sind alle zehn analysierten Proben vom Rötelstein enthalten. Acht Proben (Plassenkalk) fallen in das Feld der reinsten Kalke, eine Probe ist als hochreiner und eine als reiner Kalk zu bezeichnen.

Die Kalke des Loser zeigen ein ähnliches Bild: Vom Loser lagen 14 analysierte Proben aus dem Tressensteinkalk und 7 aus dem Dachsteinkalk vor. Die meisten analysierten Proben, und zwar sowohl die aus dem Tressensteinkalk, als auch die aus dem Dachsteinkalk, sind als reinste Kalke anzusprechen.

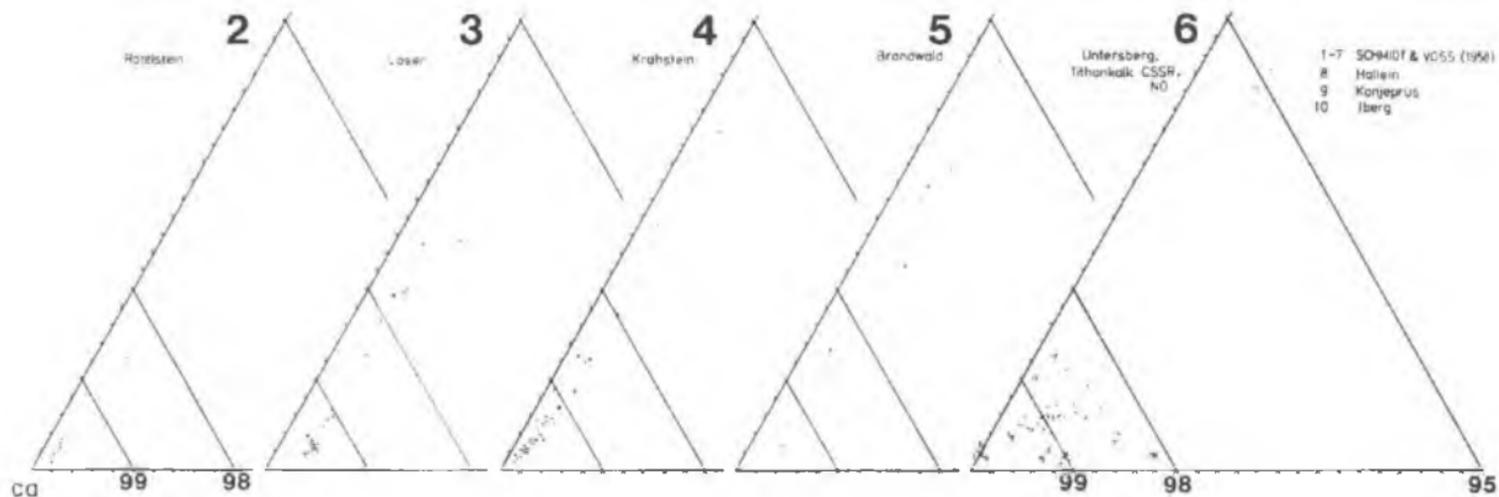
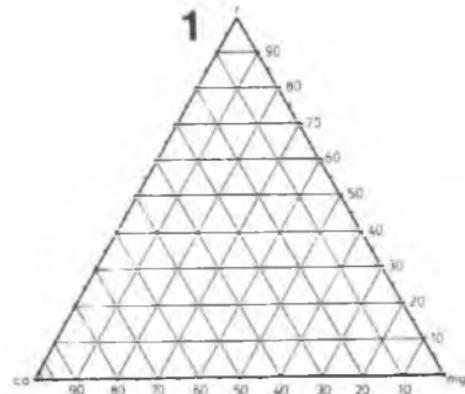
Vom Krahstein wurden 12 Plassenkalk- und 21 Oberalmer Kalk-Proben analysiert. Weitere acht Analysen betrafen triadische Kalke. Nur eine Probe (mit $ca = 91,40$, $mg = 0,23$ und $r = 8,37$) konnte in der Figur 4 nicht berücksichtigt werden. Auch die Kalke des Krahstein zählen in überwiegendem Maße zu den reinsten.

Im Gegensatz zum bisher Geschilderten zeigt der Brandwald ein wesentlich schlechteres Ergebnis: Nur drei der fünf vorliegenden Tressensteinkalk-Analysen stammen von hochreinen und reinen Kalken - die beiden restlichen sind vor allem auf Grund ihres hohen Rückstandswertes ($r = 42,20$ bzw. $16,53$) nicht mehr als Kalke, sondern als Mergel bzw. Mergelkalk zu bezeichnen. Vier der sechs analysierten Proben aus der Trias sind in der Fig. 5 dargestellt, die zwei restlichen und rückstandsreicheren haben ca -Werte von $92,49$ bzw. $92,58$.

Mangels entsprechender veröffentlichter Unterlagen fällt ein Vergleich mit anderen hochwertigen Kalken nicht leicht. In der Figur 6 der Tafel 3 wurden 23 Analysen von

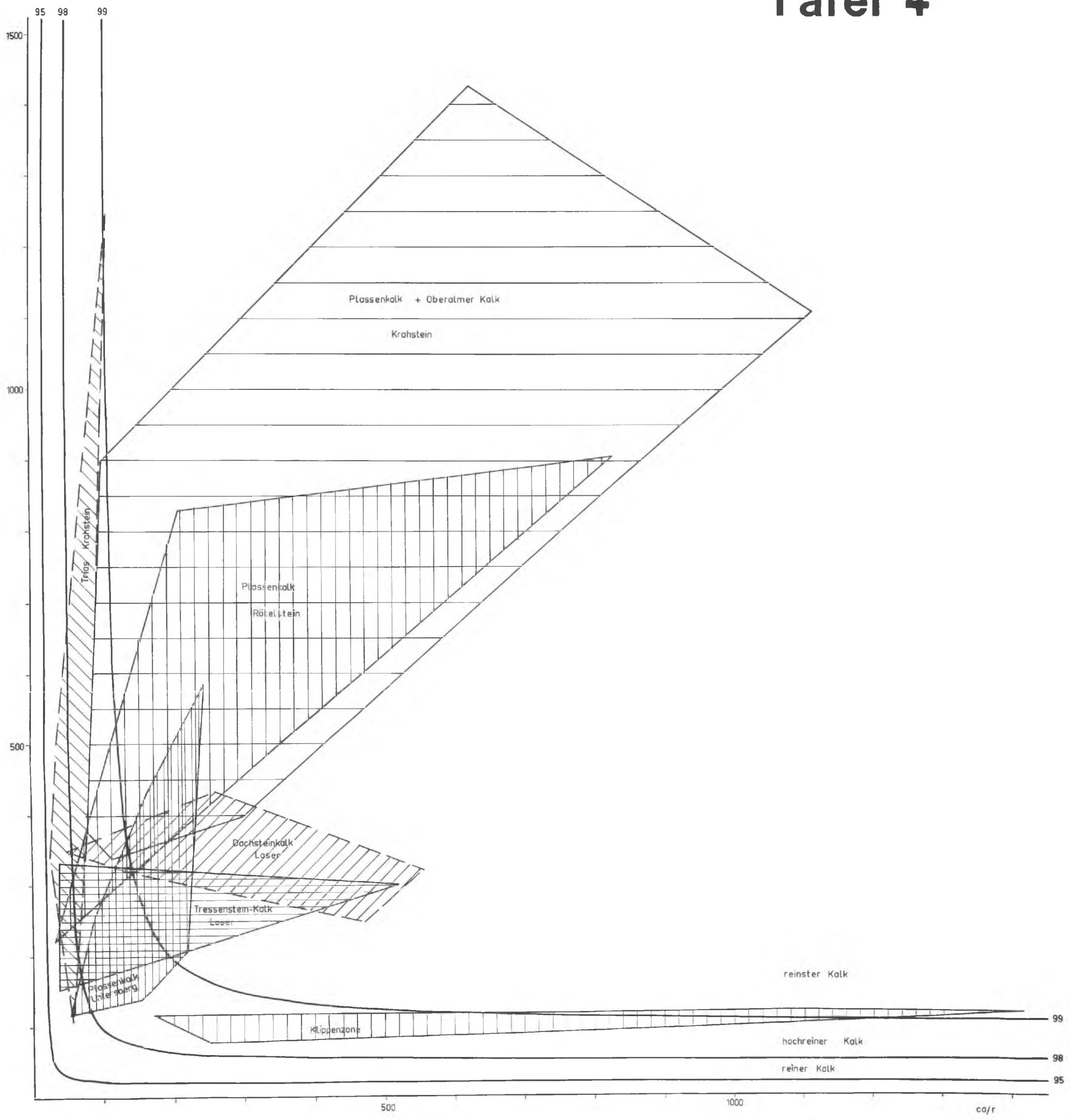
Tafel 3

- Plassenkalk
- Tressensteinkalk
- Dachsteinkalk
- Oberalmer Kalk
- Tithon - Kalk NO, CSSR
- Trias - Kalk



ca/mg

Tafel 4



Plassenkalken des Untersberges (A. KIESLINGER 1964: 250, 251), sieben Analysen tschechoslovakischer und niederösterreichischer Tithonkalke und die Werte für einen mitteltriadischen Kalk aus Hallein, einen unterdevonischen aus Konjprus (CSSR) und den bekannten oberdevonischen Tberger Kalk des Harzes (nach A. BENTZ & H. J. MARTINI 1968: 1253) zusammengestellt. Weiters sind in der zuletzt genannten Figur noch sieben Analysen (nach R. SCHMIDT & H. VOSS 1958: 179) enthalten:

- 1 Kalkmehl von Brilon (Westf.)
- 2 Kalkspat von Obergeorghenthal
- 3 Stringocephalenkalk von Elbingerode (Harz)
- 4 Kalk von Oberalm/Hallein
- 5 Kalkmehl "Juraperle" (jurassischer Massenkalk von Ehrenstein bei Ulm)
- 6 Calcium carbonicum praecipitatum purum, DAB.VI, extra Leicht
- 7 Mehl aus Hohenelbe (Riesengebirge)

Ein Vergleich der Figur 6 mit den vorangegangenen Darstellungen zeigt sofort die gegenüber dem steirischen Material höheren mg-Werte der meisten dieser Vergleichsanalysen. Besonders auffallend sind dabei die Unterschiede der Tithonkalke und selbst des Plassenkalkes des Untersberges zu den des Rötelsteins oder des Krahnsteins.

Die Unterschiede im Chemismus der einzelnen Kalke werden noch deutlicher, wenn man die ca-, mg- und r-Werte zueinander in Beziehung setzt, etwa in der Art, wie dies auf der Tafel 4 dargestellt ist.

Mit einiger Deutlichkeit lassen sich hier drei unterschiedliche Kalktypen unterscheiden:

- a) Kalke mit niedrigem ca/mg-Verhältnis und niedrigen bis hohen ca/r-Werten;
- b) Kalke mit niedrigen bis hohen ca/mg- und ca/r-Werten;

- c) Kalke, die mit ihren Werten zwischen den beiden vorgenannten Typen liegen, d.h. solche mit niedrigen ca/mg- und ca/r-Verhältnissen.

Zum Typ a zählen die niederösterreichischen und tschechoslovakischen Tithonkalke, zum Typ b die Triaskalke des Krahsteins, ein Teil der Plassenkalke des Rötelstein und des Krahstein und ein Teil der dortigen Oberalmer Kalke. Zum Typ c können die Plassenkalke des Untersberges und die Tressenstein- und Dachsteinkalke des Loser gezählt werden.

Auch aus dieser Darstellung geht die hohe Qualität der Kalke des Steirischen Salzkammergutes hervor: Die Felder der obersteirischen Plassen- und Oberalmer Kalke liegen zum größten Teil über der 99 %-Kurve.

Schlußfolgerungen

Der sehr hohe, weitgehend gleichbleibende und regional kaum nennenswert schwankende CaCO_3 -Gehalt der oberjurassischen Kalke und die geringen MgCO_3 - und Fe_2O_3 -Gehalte charakterisieren einen Großteil der untersuchten Plassen-, Tressenstein- und Oberalmer Kalke als für die eingangs erwähnten Industriezweige verwertbar.

Unter Berücksichtigung der relativ hohen Rückstandsgehalte der Tressenstein-Kalke des Brandwaldes muß dieses Vorkommen zunächst für eine weitere Diskussion ausscheiden.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich aus der unregelmäßig verteilten SiO_2 -Führung der Oberalmer Kalke des Krahsteingebietes.

Somit erweisen sich insbesondere die Plassenkalke des Krahsteins und des Rötelsteins als hochwertige Rohstoffe, die auch in Bezug auf die jetzt schon nachgewiesenen Vorräte als bauwürdig zu bezeichnen sind.

Die Verfasser danken der Steiermärkischen Landesregierung für eine finanzielle Unterstützung und die Erlaubnis der Veröffentlichung der Ergebnisse, den mitarbeitenden Erlanger und Leobener Studenten, Herrn Dr.G.-F. TIETZ (Erlangen) sowie Herrn Ing. HOFER von der Bauverwaltung der Loserstraße und den Herren der Forstämter Bad Aussee und Mitterndorf für ihre Hilfe. Die Untersuchungen am AAS konnten durch das Entgegenkommen von Herrn Dipl. Chem. E. ZIEGLER im Forschungslabor der Fa. Aroma-Chemie (Aufseß) durchgeführt werden.

Schrifttum

- BENTZ, A. & MARTINI, H.J.: Lehrbuch der Angewandten Geologie, II, 1.-1355 p., 457 Abb., 112 Tab., Stuttgart 1968.
- FLÜGEL, E.: Ein neues Vorkommen von Plassen-Kalk (Oberjura) im Steirischen Salzkammergut, Österreich.-N.Jb. Geol. Paläont., Abh. 120, 2 : 213-232, Taf. 11 - 13, Stuttgart 1964.
- FLÜGEL, E., HADITSCH, J. G., SENOWBARI-DARYAN, B. & STEIGER, T.: Bericht über Rohstoff-Exploration (Untersuchung von Kalk-Vorkommen) in der Steiermark (Raum Mitterndorf - Bad Aussee). - 17 p., 16 Anlagen, 28. 2. 1974.
- KIESLINGER, A.: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. - XI + 436 p., 127 Abb., 2 Falttaf., Salzburg/Stuttgart 1964.
- MEDWENITSCH, W.: Die Geologie der Salzlagerstätten Bad Ischl und Alt-Aussee (Salzkammergut).-Mitt. Geol. Ges. Wien, 50: 133-200, 4 Taf., Wien 1958.
- SCHMIDT, R. & VOSS, H.: Die Rohstoffe zur Glaserzeugung. 2. Aufl., 428 p., 5 Abb., 118 + 1 Tab., Leipzig 1958
- SCHÖLLNBERGER, W.: Zur Verzahnung von Dachsteinkalk-Fazies und Hallstätter Fazies am Südrand des Toten Gebirges (Nördl. Kalkalpen, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 22: 95 - 153, Wien 1973.
- TOLLMANN, A.: Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen. - Jb. Geol. BA., 103 : 37 - 131, Taf. 2 - 5, Wien 1960.

Erklärung der Phototafeln:

Abb. 1: Komponenten-Kalk, bestehend aus Fragmenten von Hydrozoen (größere Schnitte mit wurmförmiger Struktur), Korallen (Schnitt mit Stern-Struktur), Kalkalgen (segmentierte Struktur) und zahlreichen im Ablagerungsraum aufgearbeiteten Sedimentpartikeln. Die Komponenten sind durch grobkristallinen, spätigen Kalzit verkittet (im Bild hell). Dieser Fazies-Typ ist in den Plassenkalcken des Rötelsteins und des Krahsteins weit verbreitet.
Schliff Rö 5/14, Rötelstein; 3,7 x

Abb. 2: Mikrokristalliner (mikritischer) Plassenkalk, Krahstein, mit zahlreichen Mikrofossilresten, meist Echinodermatendetritus.
9,2 x

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von hochreinen Kalken. Direktbruch, Probe Krahstein 22.

Abb. 3: Mikritische Kornaggregate (Korn- \emptyset 0,5-1,5 Mikron) und unregelmäßig verteilte Sparit-Bildung. Die unvollkommene Ausbildung der Kristallflächen zeigt starke Rekristallisation an.
1880 x

Abb. 4: Mikrit mit Kalzitader.
1880 x

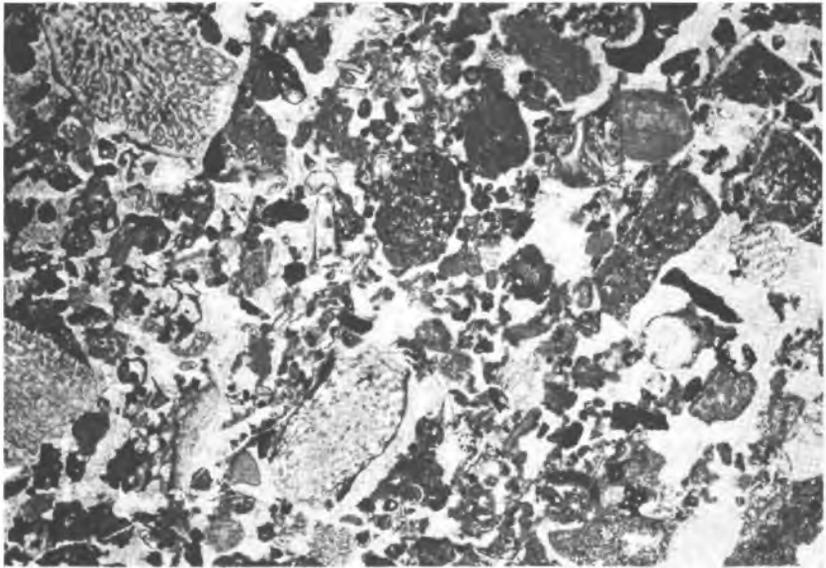
Abb. 5: Rekristallisation im Krahstein-Kalk. Intergranulare Porosität ist weitgehend herabgesetzt, nichtkarbonatische Komponenten fehlen.
4650 x

Abb. 6: Ellipsagelosphaera sp. (planktonische Alge, Coccolithophoriden) als seltene Komponente; weitgehende Rekristallisation bedingt Herabsetzung der intragranularen Porosität.
4650 x

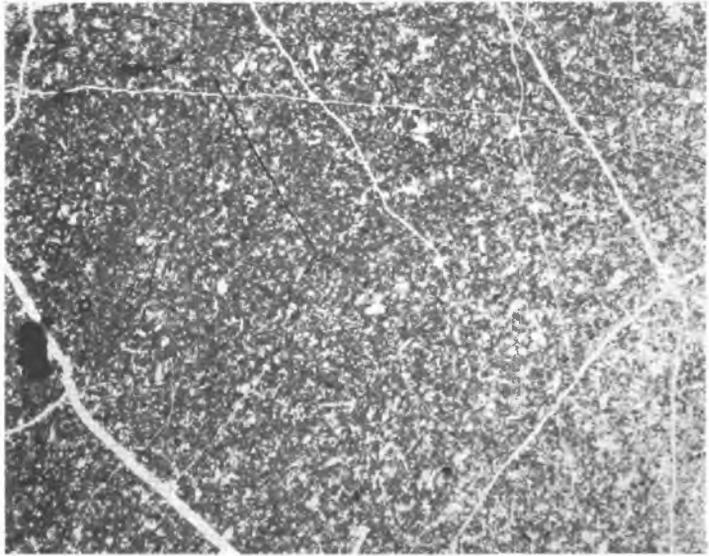
Anschriften der Verfasser:

Univ. Prof. Dr. Erik FLÜGEL, Institut für Paläontologie,
Universität Erlangen-Nürnberg,
Loewenichstraße 28, D-8520 Erlangen.

Univ. Prof. Dr. Johann Georg HADITSCH,
Maria Trosterstraße 193, A-8043 Graz.

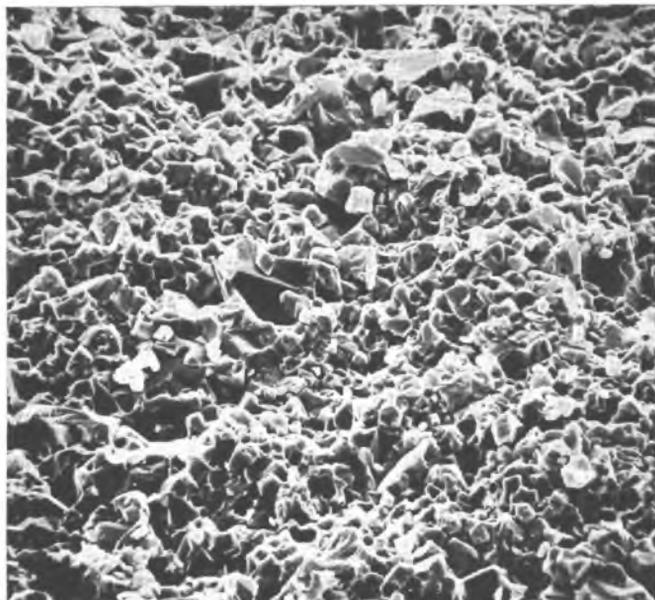


1

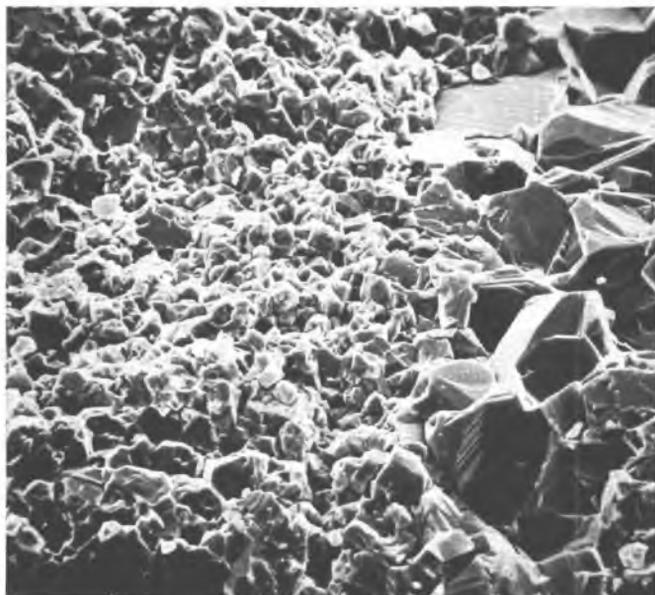


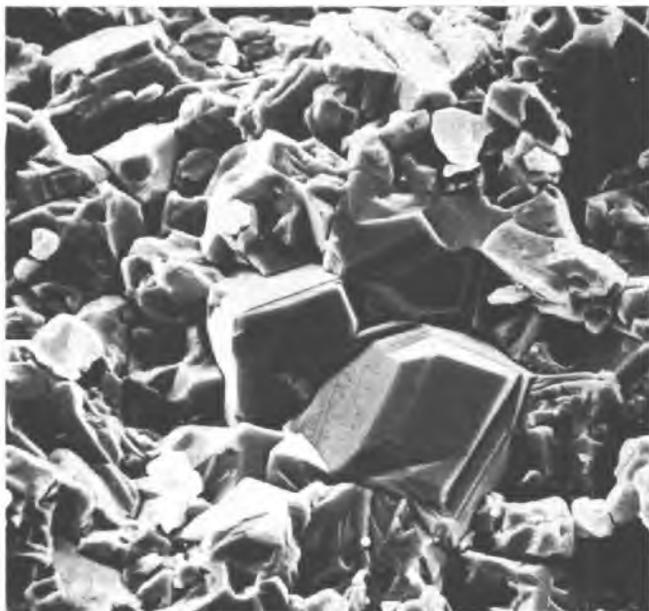
2

3



4





5



6