

Über ein „Kaolin“-Vorkommen bei Karlstetten, N.-Ö.

Von HARALD W. MÜLLER, OTMAR SCHERMANN & BERND SCHWAIGHOFER*)

Mit 10 Abbildungen und 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 38

Niederösterreich
Tertiär
Kaolin
Verwitterungslagerstätte
Tonmineralogische Untersuchungen
Genese

Zusammenfassung

Eine neue Kaolinlagerstätte wurde 1 km östlich von Karlstetten (NW St. Pölten, N. Ö.) gefunden, welche beim gegenwärtigen Stand des Wissens einmalig in ihrer mineralogischen Zusammensetzung ist. Sie ist durch Verwitterung von Granulit entstanden und wird von oberoligozänen Sedimenten überlagert. Die möglichen Reserven können als wirtschaftlich interessant angesehen werden.

Fünf Pick-Proben wurden mineralogisch untersucht mittels Röntgendiffraktometer, Rasterelektronenmikroskop und Transmissionselektronenmikroskop. Im Durchschnitt sind 56 % des Gesteins kleiner 63 μ . Diese Fraktion besteht zu 5 % aus Quarz und zu 95 % aus 7Å-Halloysit; die Fraktion kleiner 20 μ besteht zu 98 % aus 7Å-Halloysit, zu 2 % aus Illit, weiters finden sich Spuren von Kaolinit. Die Bildung von Halloysit geht auf die Verwitterungsbedingungen zurück, für die Entwässerung des Halloysits werden die Möglichkeiten der Druckerhöhung bzw. einer auf diagenetische Prozesse zurückgehende erhöhte Konzentration der Porenlösung diskutiert, wobei die zweite Möglichkeit gleichzeitig als Ursache für die sonst nicht begründete höhere Inkohlung hangender Kohlenflöze angesehen wird.

Summary

A new kaolin-deposit has been discovered 1 km E Karlstetten (NW St. Pölten, Lower Austria). Up to now it is unique in its mineralogic composition. The deposit with economically interesting potential reserves can be derived from granulite by in-situ weathering and is overlain by upper oligocene sediments.

Five pick samples have been investigated mineralogically by means of X-ray diffractometer, scanning electron microscope and transmission electron microscope. In the average 56 % of the rock has a grain size of minus 63 microns; this fraction consists of 5 % quartz and 95 % 7Å-Halloysite. The fraction minus 20 microns is composed of 98 % 7Å-Halloysite, 2 % illite and traces of kaolinite. The crystallisation of halloysite is controlled by the weathering conditions. For the dehydration of halloysite influence of pressure and higher concentration of the poreliquid respectively are discussed, the latter possibility thought to cause simultaneously the higher degree of carbonification of bituminous coal in the hanging wall.

*) Anschriften der Verfasser: Univ. Doz. Dr. Dipl. Ing. HARALD W. MÜLLER, a. o. Univ. Prof. Dr. BERND SCHWAIGHOFER, Institut f. Bodenforschung u. Baugologie, Universität f. Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien; OR Dr. OTMAR SCHERMANN, Geologische Bundesanstalt Wien, Rasumofskyg. 23, A-1031 Wien.

1. Einleitung

In der Grube der Fa. FRINGS, ca. 1,5 km östlich des Ortszentrums von Karlstetten, wurde im Liegenden des Melker Sandes ein Kaolin freigelegt (siehe Abb. 1). Weiters war weißes, toniges Material, gangartig aufgetrieben, kurzfristig in zwei Sandgruben aufgeschlossen, und zwar in der Grube NW Untermamau sowie in der Grube der Fa. SCHMALEK, ca. 200 m NW der Fringsgrube. Im Verlaufe der Abbautätigkeit sind beide Aufschlüsse wieder verdeckt worden, bevor geeignetes Probematerial geborgen wurde. Über das Kaolinvorkommen konnten weitere Informationen bei der Sammlung geophysikalischer Basisdaten erhalten werden. Die daraufhin angestellten Überlegungen rechtfertigen nun weiter gesteckte wirtschaftliche Hoffnungen bezüglich dieses Vorkommens, welches zur Zeit in bescheidenem Maße für Feuerfestzwecke abgebaut wird. Das Kaolinvorkommen ist bis jetzt einmalig in Österreich in Hinsicht auf seinen mineralogischen Aufbau.

2. Geologische Übersicht

Die geologischen Verhältnisse im Raum Karlstetten in der Südostecke des Dunkelsteiner Waldes sind charakterisiert durch ein mannigfaltig gegliedertes Relief des kristallinen Untergrundes. Nach Osten bzw. Süden abtauchend wird er von Sedimenten des Molassetroges bedeckt. Die Kenntnis dieses präsedimentären Reliefs stammt nicht nur aus Obertagaufschlüssen infolge beginnender Exhumierung, es wurde auch in den Kohlebergbauen immer wieder gefunden – es sei hier nur

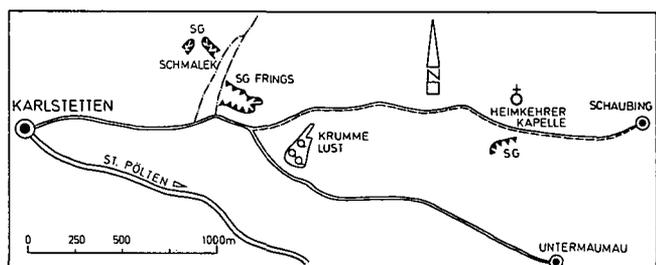


Abb. 1: Geographische Lageskizze.

auf das Statzendorfer Revier als das bekannteste verwiesen – wo einzelne Kohlemulden durch kristalline Schwellen voneinander getrennt werden. Der kristalline Untergrund unter der Kohle, hauptsächlich Granulite, war bei Beginn der Sedimentation tiefgründig kaolinisiert.

Die Transgression beginnt – die Einstufung des Tertiärs folgt W. FUCHS (1972) – im Egerien mit dem Pielacher Tegel, d. s. graue, ungeschichtete Tone, in höheren Partien auch tonige Fein- bis Grobsande. Häufig findet sich Kohle, ein oder mehrere Flöze bildend, die entweder direkt dem bis 10 m tief kaolinisierten Granulit aufliegen kann (K. LECHNER, 1953) oder tieferen Partien des Pielacher Tegels eingeschaltet ist. Die Tone wurden wegen ihrer Feuerfestigkeit verschiedenenorts abgebaut. Im Raum östlich von Karlstetten wurde bisher kein Pielacher Tegel nachgewiesen, es besteht jedoch der dringende Verdacht, daß das aufgepreßte tonige Material zumindest in der Schmalek-Grube von einem nach Westen sich ausdehnenden Areal dieses Schichtgliedes stammt.

Durch Wechsellagerung geht der Pielacher Tegel in die Melker Sande über, die in zahlreichen Gruben abgebaut werden und für Bau- und Feuerfestzwecke sowie für die Glaserzeugung verwendet werden. R. GRILL (1956) konnte die Melker Sande weiter unterteilen: der in etwa chattische Ältere Melker Sand wird von oft dicken Bänken weißer bis hellgelber Quarzsande (mit Feldspatgehalten bis ca. 35 %) aufgebaut, er ist feinkörnig bis resch, leicht verfestigt. Bisweilen führen sie Lagen oder Linsen von Grobsand bis Feinkies. Die oft intensive Rotfärbung geht auf deszendente Prozesse zurück. Der ins Aquitanien zu stellende Jüngere Melker Sand wurde vermutlich erst nach einer kurzen Sedimentationsunterbrechung abgelagert; die Diskordanz selber ist in den Gruben um Karlstetten nicht zu beobachten, wohl aber die Zunahme der Korngröße in den nördlicheren (= höheren) Gruben. Auch diese Sande sind leicht verfestigt und stellen eine Abfolge von ungeschichteten, eher groben Sanden dar. Sie sind gelbgrau bis braungelb, häufig finden sich Kies- und Feinschottereinstreuungen. Gegen das Hangende zu erscheinen bisweilen dünne, ungeschichtete Tonlagen.

Überlagert wird der Melker Sand vom Älteren Schlier, welcher ebenfalls in das Egerien gestellt wird. Er wird aus dunklen, in verschiedenen Farben getönten feinschichtigen Tonen aufgebaut; der Übergang ist scharf. Der anderswo betont transgressive Charakter kann in diesem Gebiet nicht beobachtet werden. In Oberflächennähe verfärbt sich der Ton infolge Oxidation nach schokoladebraun, bisweilen nach rot. Durch Oxidation des Sulfidschwefels können sich, wie das Beispiel Winzing zeigt, schöne Gipsrosetten bilden, die bei Tieferreichen des Oberflächeneinflusses aufgelöst werden und tiefer unten wieder auskristallisieren.

Das Eggenburgien, welches um den Dunkelsteiner Wald herum stets nur auf sekundärer Lagerstätte gefunden wird in Form der „Blockschichten“, ist hier nicht repräsentiert, es greift vielmehr das Ottnangien transgressiv über alle tertiären Gesteine hinweg weit in das Kristallgebiet hinein. Im Raum Karlstetten entspricht die Ausbildung der Fazies des Robulus Schliers, d. s. verschiedenfarbig getönte graue, dünnsschichtige Mergel mit sandigen und glimmerigen Bestegen auf den Schichtflächen; mächtigere Einschaltungen der sogenannten Prinzersdorfer Sande fehlen hier. Es dürften

hier auch die sonst weit verbreiteten Oncophora-Schichten fehlen, welche als schluffige, kreuzgeschichtete Quarzfeinsande beschrieben werden mit Einschaltungen von grauen bis gelben Grobsanden bis Feinschottern. Kalkkonkretionen, die auch im Robulus-Schlier vereinzelt auftreten („Septarien“), sind in den Oncophora-Schichten horizontbeständig.

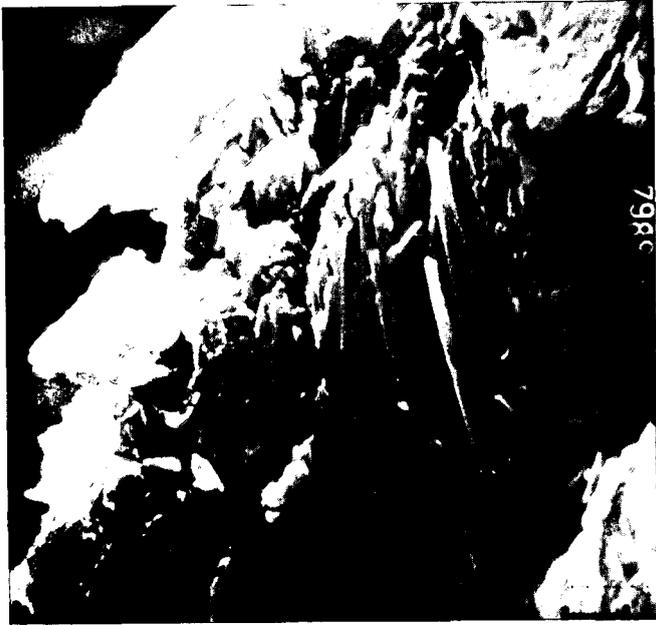
Bei der Heimkehrerkapelle (NW Untermamau) und in den Hügeln nördlich der Sandgrube tritt das Hollenburg-Karlstettner-Konglomerat auf, dessen Einstufung in das Badenien durch Fossilien gesichert ist. Jenes Konglomerat jedoch, welches in den hangenden Älteren Schlier der Frings-Grube in Rinnenform eingelagert ist, dürfte hingegen mit dem Wachtberg-Konglomerat zu parallelisieren sein. Es ist, zumindest in seinem Westteil, undeutlich gebankt, zeigt westliches Einfallen und besteht aus gut gerundeten Geröllen von kalkalpinem Material sowie plattigen Flyschsandsteinen; an einer Stelle wurde auch kaum kantengerundeter Granulit gefunden. Das Bindemittel des Konglomerates ist kalkig, die Mächtigkeit wird 30 m nicht überschreiten.

3. Das Kaolinlager

Das Kaolinvorkommen ist erst durch den Abbau des Melker Sandes freigelegt worden und bildet die Sohle der ehemaligen Sandgrube. Es ist eindeutig aus Granulit hervorgegangen und im abgewaschenen Aufschluß sind noch alle für Granulit charakteristischen Gesteinsmerkmale festzustellen: Schieferungs-Flächen, Diskenquarze, Feinkörnigkeit. Auch die Klüfte sind noch erhalten geblieben. Verschiedene Gesteinsvarietäten sind ebenfalls noch zu erkennen: Lagen mit dunkelgrünem Farbstich (ehemals biotitreichere Partien) wechseln mit helleren. Die Schieferungs-Flächen fallen mittelsteil nach SE bis S ein. Im gegenwärtigen Aufschluß ist kein Übergang zum hangenden Sand zu beobachten, auch kein Aufarbeitungshorizont, was auf eine sehr rasche Überdeckung mit Wasser schließen läßt.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt für das Abschätzen des Kaolinpotentials bei den gegebenen Aufschlußverhältnissen liegt darin, wie weit es gelingt, den Verlauf der Granulitoberfläche zu errahnen und jene Bereiche realistisch zu erfassen, in denen die kaolinisierte Verwitterungsschwarte vor der nachfolgenden Erosion geschützt wurde. Einen wesentlichen Hinweis kann die geologische Kartierung insofern geben, als es dabei gelungen ist, zwischen der Krümmen Lust (etwas östlich der Gabelung der Straße von Karlstetten nach Untermamau bzw. Schaubing) und der Sandgrube NW Untermamau einen tektonisch vorgeformten Horstbereich abzugrenzen. In der zweitgenannten Grube wurde neuerdings tatsächlich Granulit unter und neben Melker Sand aufgeschlossen, ohne daß eine Störung die überlagernden Schichten noch erfaßt hat. (Im Aufschlußstadium Dezember 1981 war im Hangenden des Jüngeren Melker Sandes Robulus Schlier zu sehen, und zwar in konkordanter Lagerung, sodaß hier also keine Transgression anzunehmen ist.) Zwischen den beiden die Hochzone begrenzenden, vermutlich NE–SW-streichenden, Störungen ist nur frischer oder rezent angewitterter, jedoch kein gebleichter Granulit angetroffen worden.

Die kartierungsmäßig zugänglichen Informationen über das an die Hochzone im Osten anschließende Gebiet lassen zwar Pielacher Tegel und Kaolin erwarten, die Überlagerungsverhältnisse müssen aber als ungün-



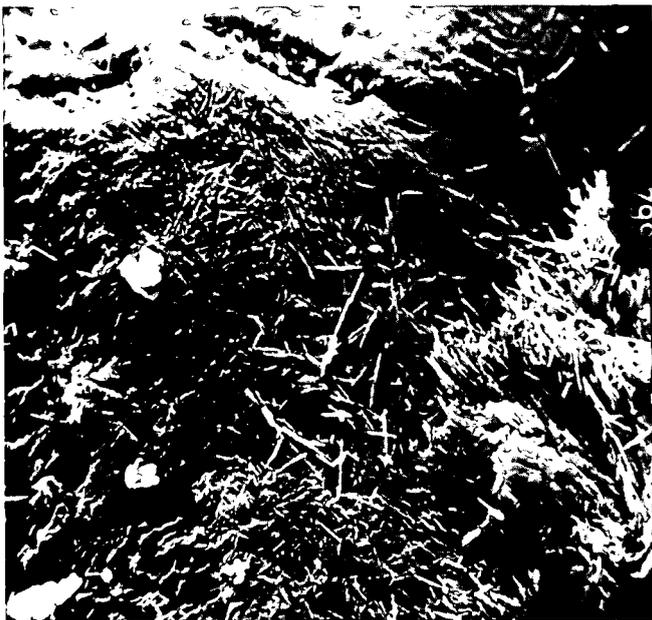
0,83µ

Abb. 2: Granulitzersatz im Bereich von Harnischflächen; stegelige, z. T. wirr angeordnete Halloysitminerale.

stig für eine wirtschaftliche Gewinnung prognostiziert werden. Günstiger in Hinblick auf Reserven und Gewinnbarkeit liegen die Verhältnisse westlich des Horstes, wo ein größeres Kaolinpotential angenommen werden darf. Die Ermittlung von Reserven, ausbringbarem Tongehalt und Qualität bedarf umfangreicher Bohrarbeiten, welche aber noch ausstehen.

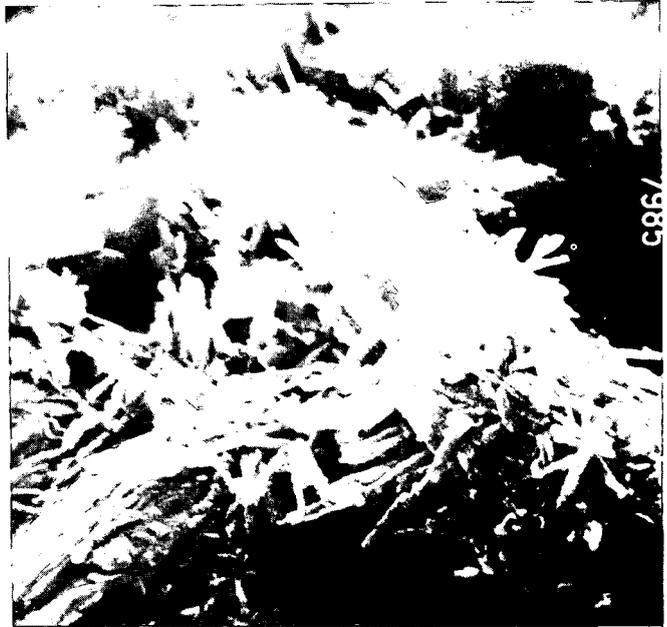
3.1. Mineralogische Untersuchung

Da aus dem betreffenden Untersuchungsraum keine mineralogischen Daten vorliegen, und auch nicht auf andere Erfahrungen zurückgegriffen werden kann, schien es sinnvoll, diesbezügliche Untersuchungen durchzuführen. Es wurden dazu im Gelände 5 pick-Pro-



4,2µ

Abb. 3: Granulitzersatz im Bereich von Harnischflächen; stegelige, z. T. wirr angeordnete Halloysitminerale.



1,4µ

Abb. 4: Granulitzersatz im Bereich von Harnischflächen; stegelige, z. T. wirr angeordnete Halloysitminerale.

ben ausgewählt; entsprechend der gegenwärtigen Zugänglichkeit sind sie durchwegs nahe der Oberkante der Kaolinschwarte entnommen. Vier der Proben zeigten das zu erwartende Erscheinungsbild eines zersetzten Granulits: sandig-toniger Zerfall, in verschiedenen Farbtönen gebrochene weiße Farbe, mit Limonitprägnationen in Rissen. Die fünfte Probe enthielt einige mit Ton gefüllte Scherzonen, welche an ihrer Oberfläche Harnischstriemen zeigten und in getrocknetem Zustand sehr hart waren.

3.1.1. Untersuchungsmethoden

Für die quantitative Erfassung der Fraktion <math><63 \mu</math> wurden drei Parallelproben nach Behandlung mit 10%



0,42µ

Abb. 5: Bei stärkerer Vergrößerung ist die röhrenförmige Struktur der Einzelminerale deutlich zu erkennen.



0,85μ

Abb. 6: Neben den stengeligen Halloysitmineralen treten auch stapelförmige Kaolinitaggregate auf.

H₂O₂ gesiebt und der Siebdurchgang <63 μ ausgewogen.

Die Mineralanalysen erfolgten mittels Röntgendiffraktometer, wobei das Gesteinspulver <63 μ, mit Kunstharz versetzt und nach Aushärtung fein vermahlen, semiquantitativ analysiert wurde. Die Auswertung der Röntgendiffraktogramme erfolgte aus den Peakintensitäten mit Hilfe von Korrekturfaktoren und Standardreihen. Die Bestimmung der Tonmineralverteilung in der Fraktion <20 μ wurde an Texturpräparaten auf Diaphragmablättchen durchgeführt.

Für die mikromorphologischen Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop*) wurden Bruchflächen von ungestörtem Probenmaterial mit Gold besputtert. Von der Fraktion <2 μ konnten zusätzlich Analysen im Transmissionselektronenmikroskop**) durchgeführt werden.

4. Ergebnisse

Die ermittelte Streuung in der Korngrößenverteilung und im Mineralbestand der 5 Kaolinproben sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Sämtliche Proben zeigen eine weitgehend idente Mineralzusammensetzung, wobei stets der Halloysit, ein Tonmineral der Kaolinitgruppe, eindeutig vorherrscht. Nur untergeordnet tritt Illit auf. (Vergleichsuntersuchungen an Material der Abbaugebiete Krumnußbaum und Kleinpöchlarn erbrachten weder röntgenanalytisch noch im Rasterelektronenmikroskop Hinweise auf Halloysit.) Von den Primärmineralen findet sich ausschließlich

*) Die REM-Aufnahmen konnten am Rasterelektronenmikroskop CAMBRIDGE STEREOCAM S 4 durchgeführt werden, das vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich, Projekt Nr. 4264, zur Verfügung gestellt wurde.

**) Die Aufnahmen am Transmissionselektronenmikroskop konnten dankenswerterweise am Zentrum für Ultrastrukturfor-



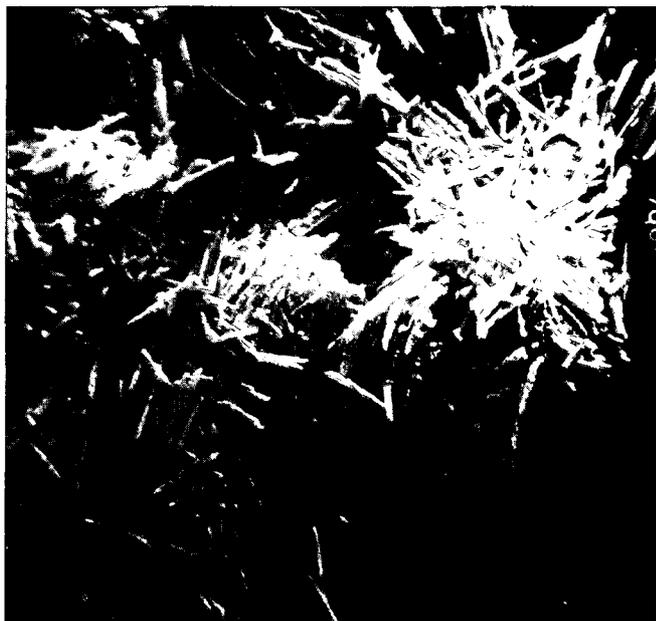
6,7μ

Abb. 7: Übersicht aus Granulitzersatz ohne Harnischflächen; die Mikromorphologie zeigt eine unruhige Internstruktur; die einzelnen Aggregate werden von büschelförmig angeordneten, verbogenen und langstengeligen Halloysitkristallen aufgebaut.

Quarz, alle anderen Mineralbestandteile haben den intensiven Verwitterungseinflüssen nicht standgehalten.

Aufgrund der Röntgendiffraktometeranalysen ergab sich, daß der Halloysit in der 7Å-Modifikation, also in dehydrierter Form vorliegt.

Die mikromorphologischen Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop zeigten, daß neben Halloysit nur geringe Mengen von Kaolinit als Neubildungen auftreten. Kaolinit findet sich in stapelförmigen Aggregaten, wobei die Einzelblättchen hexagonale Umrisse zeigen.



1,7μ

Abb. 8: Detail aus Abb. 7.

Tabelle 1: Korngrößenverteilung und Mineralbestand von 5 pick-Proben aus dem „Kaolin“-Vorkommen Karlstetten.

Probe	Kornanteil <63 μ	Mineralogische Zusammensetzung [Rel.-%]			
		Fraktion <63 μ		Fraktion <20 μ	
		Quarz	Halloysit	Halloysit	Illit
1	58,1	6	94	97	3
2	56,0	5	95	100	Spuren
3	56,1	4	96	97	3
4	54,1	3	97	97	3
5	55,2	7	93	97	3

5. Interpretation

Die Neubildung des Halloysits kann auf Lösungsumsätze im Zuge von Verwitterungsprozessen oder hydrothermalen Einfluß zurückgeführt werden. Der Temperaturbereich, in welchem Halloysit stabil ist, wird weitgehend vom jeweils herrschenden Wasserdampfpartialdruck beeinflusst (MINATO, H. & AOKI, A., 1978).

Hinsichtlich der Bildung des 7Å-Halloysits werden je nach Arbeitsrichtung der Bearbeiter unterschiedliche Ansichten zur Diskussion gestellt.

Aus den Untersuchungen von G. W. BRINDLEY, K. ROBINSON & J. GOODYEAR (1948) geht hervor, daß es z. B. bei Druckerhöhung zu einer Umwandlung von 10Å- zu 7Å-Halloysit kommen kann.

Für die Genese der Tonminerale im zersetzten Granulit ergibt sich nun die Folgerung, daß offenbar nicht nur entsprechende klimatische Bedingungen eine wesentliche Rolle gespielt haben. Auf sie darf sicher die weitgehende Auflösung der Feldspäte zurückgeführt werden. Im Zuge der Rekristallisation aus den vorhandenen Al-Si-reichen Lösungen entstand dann neben geringen Anteilen von Kaolinit hauptsächlich Halloysit. Daß dieser heute in der dehydrierten 7Å-Modifikation vorliegt, könnte maßgeblich auch mit erhöhten Druckbedingungen zusammenhängen. Die zahlreichen, das Ge-



Abb. 9: Neben stengeligen Halloysitmineralen finden sich stapelförmige Kaolinitaggregate.



Abb. 10: In der transmissionsmikroskopischen Aufnahme zeigt sich deutlich die röhrenförmige Struktur der Halloysite neben den pseudohexagonalen Kaolinitkristallen.

stein durchziehenden Harnischflächen verweisen auf Teilbewegungen innerhalb des Granulitmassivs, in deren Gefolge die notwendigen hohen Drücke angenommen werden dürfen. Die textuelle Anordnung der Halloysit-Aggregate, die keinerlei Orientierung entsprechend einer bevorzugten Druckrichtung erkennen lassen, spricht dafür, daß die Kristallisation der Einzelkristalle sich in Dimensionen abgespielt hat, die mit der räumlichen Ausdehnung der Klüfte und Harnischflächen nichts zu tun hat.

Aus geologischer Sicht wiederum kann eine ganz andere Vorstellung entwickelt werden. Zunächst soll festgestellt werden, daß das Hauptmineral aller österreichischen Kaolinlagerstätten – soweit jedenfalls verlässliche Daten vorliegen – Kaolinit ist. Für seine Bildung wird – unbewiesen bisher – Moorbedeckung angenommen; Übereinstimmung herrscht lediglich hinsichtlich der deszendenter Bildung. Das Vorkommen bei Karlstetten ist ebenfalls deszendenter Entstehung, die Bedingungen für die Bildung des Halloysits gingen ebenfalls von der Oberfläche aus in die Tiefe, wie es in gleicher Weise auch für die anderen österreichischen Lagerstätten angenommen wird. Die von P. WIEDEN (1976, 1978) angeführten Nontronite von Mallersbach sind – das wurde von O. SCHERMANN gezielt untersucht – hydrothermale Bildungen in wenige Zentimeter mächtigen Scherungszonen, welche in gleicher Ausbildung auch am Rande und abseits der Lagerstätte auftreten im nicht mehr kaolinisierten Bittescher Gneis.

Die Bildung des 7Å-Halloysits durch Druckerhöhung scheint aus geologischer Sicht nicht unbedingt zwingend, weil allgemeine Druckerhöhung allein aus der Existenz der Scherflächen nicht geschlossen werden kann, zumal die Zeit ihrer Aktivität nicht bekannt ist. Die Front der alpinen Decken liegt auch zu weit im Süden als daß von dieser Seite her seitlicher Druck angenommen werden kann. Eine Spur könnte vielleicht über die Kohle zu finden sein. Die Kohle des Wöblinger Reviers liegt nämlich als Glanzbraunkohle vor und es gibt keine Erklärung für diesen vergleichsweise hohen Inkohlungsgrad. Es fehlen sowohl Anzeichen für entsprechende Überlagerungsmächtigkeiten als auch für entsprechende tektonische Beanspruchung. Es scheint demnach naheliegend, der Kohlereifung und der Halloysit-Dehydratisierung gleiche Ursache zugrunde zu legen,

und zwar eine – vielleicht durch diagenetische Prozesse bedingte – höhere Konzentration der Porenlösung.

Literatur

- BRINDLEY, G. W., ROBINSON, K. & GOODYEAR, J.: X-ray studies of halloysite and metahalloysite. Part III. Effect of temperature and pressure on the transition from halloysite to metahalloysite. – *Miner. Mag.*, **28**, 423–428, 1948.
- FUCHS, W.: Tertiär und Quartär am Südostrand des Dunkelsteiner Waldes. – *Jb. Geol. B.-A.*, **115**, 205–245, Wien 1972.
- FUCHS, W.: Einige Beiträge zur Tertiär- und Quartärstratigraphie Ober- und Niederösterreich. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1977**, H. 3, 231–241, Wien 1977.
- GRILL, R.: Aufnahmen 1955 auf den Blättern Krems a. d. Donau (38), Obergrafendorf (55) und St. Pölten (56). – *Verh. Ggeol. B.-A.*, **1956** H. 1, 42–46, Wien 1956.
- LECHNER, K.: Bericht 1952 über lagerstättenkundliche Aufnahmen. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1953**, H. 1, 81–85, Wien 1953.
- MINATO, H. & AOKI, M.: Rate of transformation of halloysite to metahalloysite under hydrothermal conditions. – *Intern. Clay Conf.* 1978, 619–627, Oxford–New York–Amsterdam 1979.
- SCHERMANN, O.: Geologische Beobachtungen im Kaolinbergbau Mallersbach (N.-Ö.). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1968**, H. 3, A76, Wien 1968.
- SCHWAIGHOFER, B.: Zur Verwitterung Vulkanischer Gesteine – ein Beitrag zur Halloysit-Genese. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **66**, 221–236, Wien 1974.
- WIEDEN, P.: Interessanter Tonmineralfund in der Kaolinlagerstätte Mallersbach, N. Ö. – *Mitt. Öst. Min. Ges.*, **125**, 11–12, Wien 1976.
- WIEDEN, P.: Genese und Alter der österreichischen Kaolinlagerstätten. – *Schriftenr. geol. Wiss. Berlin*, **11**, 335–342, Berlin 1978.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 21. Jänner 1983.