

Keramikrohstoffe und deren Vorkommen im Lungau Tonmineralogische, technologische und geophysikalische Untersuchungen

Von HANSJÖRG WEBER*)

Mit 7 Abbildungen und 4 Tabellen

*Salzburg
Lungau
Raumplanung
Bemusterung
Keramikrohstoffe
Rohstoffsicherung
Tonmineralogie
Geophysik
Nutzung*

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 157

Inhalt

Zusammenfassung, Summary	171
1. Einleitung	172
2. Problemstellungen	172
2.1. Versorgung mit keramischen Produkten	172
2.2. Arbeitsmarktsituation	172
2.3. Raumplanung	172
2.4. Konkurrierende Raumsprüche	172
3. Projektabwicklung	174
4. Tonvorkommen im Lungau	174
4.1. Geologie	174
4.2. Tektonik	175
5. Bemusterung	175
5.1. Probenahme	175
5.2. Tonmineralogische Untersuchungen	175
5.2.1. Kornverteilung	175
5.2.2. Mineralogische Zusammensetzung	177
5.3. Chemische Zusammensetzung	180
5.4. Technologische Untersuchungen	180
6. Auswahl der Hoffungsgebiete	180
7. Geophysikalische Aufschlußarbeiten	181
7.1. Refraktionsseismik	181
7.1.1. Geräte	181
7.2.2. Arbeitsmethoden	181
7.2.3. Auswertung	181
7.2. Geoelektrik	181
7.2.1. Arbeitsmethode	181
7.2.2. Auswertung	182
7.3. Ergebnisse der geophysikalischen Aufschlußarbeiten	182
7.3.1. Lasa	182
7.3.2. Wölting	182
8. Ermittlung des Rohstoffpotentials	183
9. Rohstoffverwertung	183
Literatur	183

Zusammenfassung

Muster und Proben von Tongesteinsvorkommen im Lungau wurden bezüglich ihrer Kornverteilung und mineralogischen Zusammensetzung untersucht. Von einem Muster der tertiären Schiefertone in Lasa und einer Probe der Moränenlehme in Wölting sind die chemische Zusammensetzung und das Verhalten beim Brennen bis zu 1250°C ermittelt worden. In den Hoffungsgebieten Lasa und Wölting kamen refraktionsseismische sowie geoelektrische Erkundungsmethoden zum Einsatz. Eine neue zweckmäßige Ausrüstung zur Anregung von Bodenschwingungen wird beschrieben.

Unter der Voraussetzung einer positiven Feasibility-Studie wird die Nutzung des nachgewiesenen Rohstoffpotentials als eine Möglichkeit zur Problemlösung in den Entwicklungsge-
meinden angesehen.

Die Rohstoffhoffungsgebiete Wölting Ost und Lasa West sowie der Bereich der Tongrube Flatschach und der Taurachtalboden samt Nordhang bei Gutrath sollten vorsorglich nicht weiter verbaut werden.

Summary

Specimens and samples of deposits of clay in the Lungau have been tested in regard to their grain size distribution and mineralogical composition. The chemical composition and the behaviour in burning state up to 1250°C of a specimen of ter-

*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. HANSJÖRG WEBER, Zivilingenieur für Bergwesen, Schwarzstraße 27, A-5020 Salzburg.

tiary slate-clay at Lasa and of a sample of morainic loams at Wölting have been determined. In the prospective areas of Lasa and Wölting refraction-seismics as well as geoelectric methods of exploration had been used. A new expedient equipment for stimulating ground vibrations is described.

Provided a positive feasibility study, an utilization of the established potential of raw materials can be considered a good chance to solve problems in developing communities.

The prospective raw material areas of Wölting-East and Lasa-West as well as the area of the Flatschach clay pit and the Taurach valley bottom, including the northern slope near Gut-rath, should providently not be additionally built up.

1. Einleitung

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Erforschung der Lockergesteine und ihrer wirtschaftlichen Nutzbarkeit in ausgewählten Gebieten des Bundeslandes Salzburg“ wurde 1982 das von Bund und Bundesland Salzburg finanzierte zweijährige Forschungsprojekt SA 16g in Angriff genommen. Dieses Projekt befaßt sich mit der Aufsuchung von Lockergesteinen im Lungau.

Die Arbeiten des Projektjahres 1982 konzentrierten sich auf Vorkommen von Keramikrohstoffen (Abb. 1).

Zweck der Probenahme, der orientierenden tonmineralogischen und technologischen Erstuntersuchungen, der geophysikalischen Aufschlußarbeiten sowie der Ermittlung gewinnbarer Tongesteinsvorräte war die Abgrenzung von sogenannten Rohstoffsicherungsgebieten mit ausreichenden Lagerstättenvorräten.

Der Nachweis derartiger Vorräte wird im Zusammenhang mit der Wiederbelebung einer Keramikindustrie im Lungau als Voraussetzung für weiterführende Detailuntersuchungen und für Ausführbarkeits- bzw. „Feasibility“-Studien angesehen.

Die gegenständliche Veröffentlichung soll das Interesse an den Keramikrohstoffen im Lungau wecken.

An dieser Stelle sei dem Bund und dem Bundesland Salzburg für die Finanzierung des Projektes sowie den örtlichen Gemeinden und den beratenden Fachleuten für Informationen und Anregungen bestens gedankt.



Abb. 1: Lageplan der Tongesteinsvorkommen.

2. Problemstellungen

2.1. Versorgung mit keramischen Produkten

Mit Ausnahme von Ziegelei- und Blähtonprodukten, von Steinzeug-Kanalrohren sowie von Töpferware werden in Österreich alle übrigen keramischen Produkte mit farbigem und weißem Scherben importiert.

Aus dieser Sicht müßten Marktnischen für allfällige Keramikprodukte aus dem Lungau zu finden sein.

Die Versorgung des Lungaus mit Ziegelei-Produkten ist durch Transportkosten erheblich belastet. Zur Zeit ist, wie von der Handelskammer zu erfahren war, die Kapazität der bestehenden Ziegeleien nur teilausgelastet, so daß gegenwärtig kaum Interesse für die Schaffung neuer Ziegeleikapazitäten besteht.

2.2. Arbeitsmarktsituation

Der Lungau gilt als wirtschaftlich unterentwickeltes Gebiet, in dem laut Beschluß der SALZBURGER LANDESREGIERUNG vom 9. Dezember 1974 u. a. die Gemeinden Göriach, St. Andrä und Unternberg als „Entwicklungsgemeinden“ anerkannt wurden. In diesen Gemeinden sind als Naturraumpotential Tonvorkommen bekannt, die seinerzeit Ziegeleien versorgten und die bei Eignung die Errichtung einer modernen Keramikindustrie zur Schaffung von dringend benötigten Arbeitsplätzen nahelegen.

Zur Förderung des Lungaus hat das AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG das „Entwicklungsprogramm Lungau“ ausgearbeitet und in Form einer Broschüre 1979 herausgebracht.

In dieser Broschüre werden die Wirtschaftsstruktur des Lungaus analysiert und die Arbeitsmarktsituation dargestellt. Nach den Ausführungen in der Broschüre ist der Lungau der wirtschaftlich am wenigsten entwickelte Bezirk im Land Salzburg, so daß der Schaffung und Festigung von Arbeitsplätzen Vorrang zukomme.

Als eine Möglichkeit zur Problemlösung wird vom Verfasser die wirtschaftliche Nutzung der Ton- und Lehmvorkommen im Lungau angesehen.

2.3. Raumplanung

Entsprechend dem zitierten „Entwicklungsprogramm Lungau“ bezieht sich die Förderung des Gaus durch Bund und Land unter anderem auf die Ansiedlung oder die Erweiterung von industriellen und gewerblichen Betrieben.

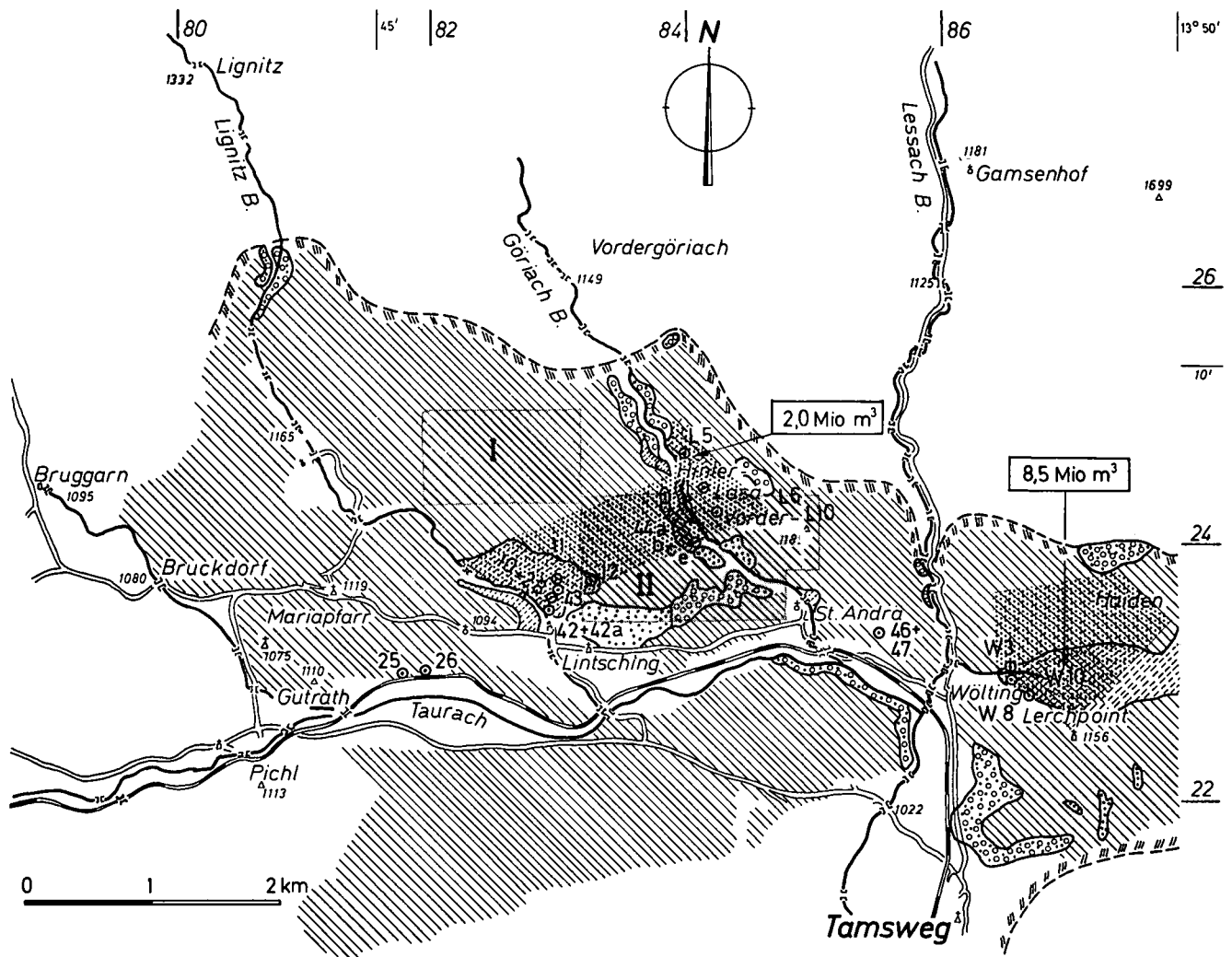
Als bevorzugte Gebiete für die konzentrierte Ansiedlung von Betrieben des gewerblich-industriellen Sektors wurden im genannten Programm die Bereiche St. Michael und Tamsweg-St. Andrä festgelegt.

Für die allfällige Ansiedlung einer keramischen Industrie würde sich aus Gründen der nahen Tonvorkommen vor allem der Bereich Tamsweg-St. Andrä eignen, wie später nachgewiesen wird.

2.4. Konkurrierende Raumansprüche

Aus dem „Entwicklungsprogramm Lungau“ gehen auch die konkurrierenden Raumansprüche hervor. Die „Vorsorgeräume für künftige Landschaftschutzgebiete“ haben seit 1979 Korrekturen erfahren und dürften auch in Zukunft örtlich noch verändert werden.

Das Tonhoffnungsgebiet „Lasa“ (s. Abb. 2) nördlich St. Andrä wird möglicherweise zum Teil von einem süd-



Tertiär von Tamsweg

(nach M. Heinrich, 1977)

mit den Rohstoffsicherungsgebieten Hinter - Lasa und Wölting / Lerchpoint für Tongestein

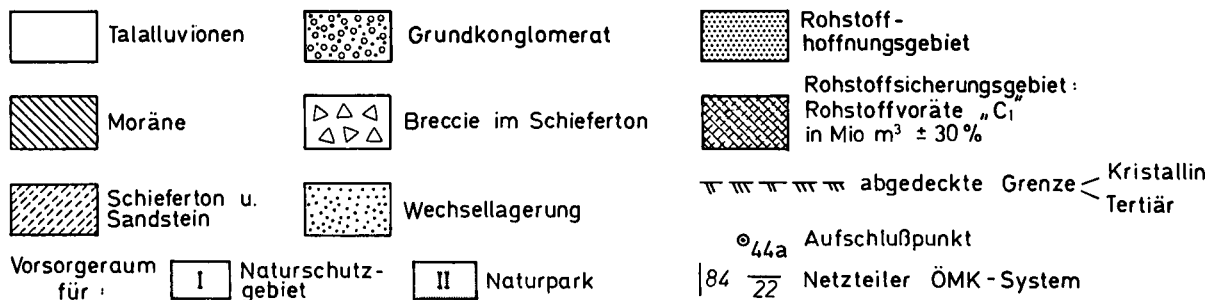


Abb. 2: Das Tertiär von Tamsweg nach M. HEINRICH (1977) mit den Rohstoffhoffnungs- und Rohstoffsicherungsgebieten Lasa und Wölting.

lich angrenzenden Vorsorgeraum für einen zu schaffen- den Naturpark beansprucht.

Das Tonhoffnungsgebiet „Lehmgraben bis Lerch- point“ östlich von Wölting (s. Abb. 2) gilt derzeit als „anspruchsfrei“. Der Großteil dieses Gebiets ist jedoch

bewaldet, so daß auch dort Nutzungsprobleme entstan- den könnten.

Bezüglich der Besiedlung und des Einblickes bzw. des störenden Anblickes eines Rohstoffgewinnungsge- bietes wären beide Hoffnungsgebiete günstig gelegen.

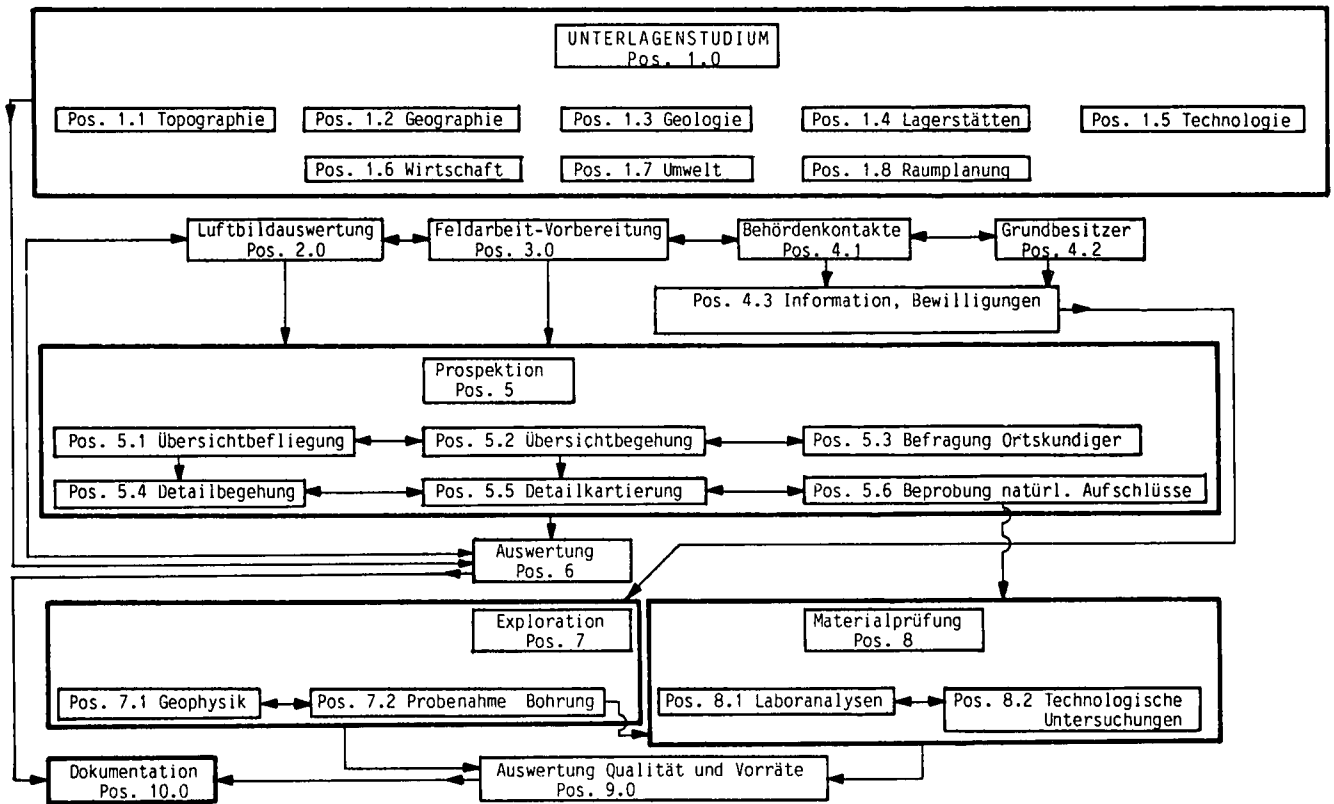


Abb. 3: Schema der Projektentwicklung.

3. Projektentwicklung

Die Methode und der geplante Ablauf bei der Aufsuchung von Lockergestein im Lungau gehen aus dem Schema der Abb. 3 hervor.

Als erstes Untersuchungsziel sollten aufgrund der Unterlagenstudien, Luftbildauswertung sowie Übersichtsbegehungen und Befragungen Lockergesteins-Rohstoffgebiete bzw. Hoffungsgebiete aufgezeigt werden.

Ausgewählte Hoffungsgebiete sollten dann durch Bemusterung und geophysikalische Sondierung so weit aufgeschlossen werden, daß als zweites Untersuchungsziel Angaben über Qualität und Menge des Rohstoffes ermöglicht werden. Diese Angaben sollten die Voraussetzung eines Nutzungsvorbehaltes für die Rohstoffgewinnung bilden und diesen Vorbehalt rechtfertigen. Der Vorbehalt sollte in Form eines Rohstoffsicherungsgebietes (BECKER-PLATEN, 1977) vertreten werden können.

Für die unmittelbare Aufnahme einer planmäßigen Gewinnung reichen die vorgenannten und ausgeführten orientierenden Aufschlußarbeiten, das sei an dieser Stelle betont, nicht aus. Sie müssen durch gezielte Aufschlußarbeiten ergänzt werden.

4. Tonvorkommen im Lungau

Für die wirtschaftliche Nutzung bieten sich die Tongesteine des sogenannten Tertiärbeckens von Tamsweg und die glazialen See- bzw. Bändertone im Murtal (Flatschach) sowie die umgelagerten Tone im Taurachtal (Gutrath) als Rohstoffe für keramische Produkte an.

4.1. Geologie

Aus Platzgründen kann auf die Geologie im Lungau nicht näher eingegangen werden.

Das Jungtertiärbecken von Tamsweg mit seiner kristallinen Umrahmung hat MARIA HEINRICH bearbeitet und darüber 1977 berichtet. Auf diese Arbeit wird verwiesen.

Als Keramikrohstoff können die oberste bzw. die hangende Schicht des Tertiär-Idealprofils (HEINRICH, 1977) und deren Verwitterungs- und glaziale Umlagerungsprodukte herangezogen werden.

Die Schiefertone der obersten Tertiärschicht stellen eine gradierte Wechselfolge von tonigen Schluffen mit Sanden dar. Das Korn der schichtigen Ablagerung (in einem Seebecken) wird dabei von unten nach oben immer feiner. Diese Wechselfolge ist zu mm- bis cm-dicken, mittelfesten Platten diagenetisch verfestigt, so daß die Bezeichnung Schiefertone gewählt wurde.

Lokal können in der Wechselfolge auch m-mächtige Sandstein- bzw. Konglomerathorizonte (Wildtaubenwand am rechten Göriach-Ufer im W von Vorder-Lasa bzw. im Lehmgraben im E von Wölting) oder geringmächtige Kohleflöze (der Größenordnung dm, örtlich bis 1 m anschwellend) auftreten.

Sollte ein Projekt „Gewinnung von Keramik-Rohstoffen“ weiter verfolgt werden, so wären nach Ansicht des Verfassers die Achsen der mit Moränen abgedeckten Tertiärmulden geophysikalisch zu ermitteln und im Zentrum dieser Mulden Aufschlußbohrungen niederzubringen. Aufgrund der Kernuntersuchungen dieser Bohrungen und der Schwermineralanalysen könnten unter Berücksichtigung der Erkenntnisse NEBERTS (1983) über die Schwermineralinhalte der Sedimentationsphasen

voraussichtlich Bereiche mit höheren Materialqualitäten als bisher aufgeschlossen werden.

Wegen der möglichen Sandstein- und Konglomerathorizonte sowie örtlichen Murenmaterialvorkommen im Tertiär (HEINRICH, 1977: Brekzie in Hinterlasa an der rechten Talflanke des Göriachtales) wären vor einem Schiefer-tonabbau in den untersuchten Hoffungsgebieten zur Materialbeurteilung und Qualitätssteuerung Aufschlußbohrungen bis zur geplanten Abbausohle abzu- stoßen.

4.2. Tektonik

Mittelsteiles bis steiles Einfallen der Schichtglieder und der Wechsellagerungen des Korngefüges sowie Bewegungsklüfte und Anzeichen intensiver tektonischer Beanspruchungen des Tertiärs lassen nicht vorherseh- bare Veränderungen der Materialqualitäten in den Roh- stoffsicherungsgebieten vermuten. Daraus folgt, daß bei einer Tongesteinserschließung mit einem engen Aufschlußrastrer gearbeitet werden muß.

5. Bemusterung

5.1. Probenahme

Für die mineralogischen und technologischen Unter- suchungen wurden durch händische Entnahme von Handstücken und durch Bohrungen mit einem mechani- schen Spiralbohrer (Minuteman, Durchmesser 75 mm) Materialproben gezogen (ÖNORM G1041, G1046, Teil 2 und G1030).

Tabelle 1: Entnahmestellen von händisch entnommenen Mu- stern und von Spiralbohrproben.

Proben- nummer	Punktmeldung (ÖMK 50 Nr. 4708)	Entnahmeort
W 3f	(8622-1220)	Wölting/Lehmgraben
W 8g	(8622-1416)	Wölting/Lerchpoint
W 10a	(8622-1219)	Wölting/Lerchpoint
2a	(7816-3233)	Flatschach/Tongrube
2b	(7816-3233)	Flatschach/anstehend
L 4f	(8224-3816)	Hinter-Lasa
L 5b	(8424-0014)	Hinter-Lasa
L 5c	(8424-0014)	Hinter-Lasa
L 6b	(8424-0380)	Hinter-Lasa
10	(8222-2030)	Lintsching/Tongrube
L 10g	(8424-0505)	Vorder-Lasa
11	(8222-2133)	Lintsching/Straßen- böschung ober Grube
12	(8222-2633)	Lintsching/Straßen- böschung
25	(8022-3618)	Gutrath/Acker
26	(8222-0019)	Gutrath/Acker
28	(8222-2030)	Lintsching/Tongrube
42a	(8222-1828)	Lintsching/graue Moräne am Bachufer
42	(8222-1828)	Lintsching/graue Moräne am Bachufer
43	(8422-2232)	Lintsching/Böschung
44a	(8424-0003)	Wildtaubenwand/an- stehend
44b	(8424-0102)	Wildtaubenwand/Schutt von hohem Niveau
44c	(8424-0200)	Wildtaubenwand/Schutt von hohem Niveau
44e	(8422-0438)	Wildtaubenwand/an- stehend
46	(8422-3225)	Schacht St. Andrä/Halde
47	(8422-3225)	Schacht St. Andrä/Halde

Anmerkung zu den Probennummern: bei den Spiralbohrungen steht W für Wölting, L für Lasa. Die Kleinbuchstaben bezeichnen die Entnahme- tiefe (a: 0,2–0,7 m; b: 0,7–1,6 m; c: 1,6–2,5 m; f: 4,3–5,2 m; g: 5,2–6,0 m).

Die Entnahmestellen gehen z. T. aus der Abb. 2 her- vor. Alle Stellen wurden in Tabelle 1 koordinatenmäßig festgehalten.

Die Spiralbohrerproben stellen Sammelproben über eine Bohrlochlänge von 90 cm dar.

In einem Bohrprotokoll sind die erforderlichen Pro- bendaten sowie Bodenart, Farbe und Konsistenz des entnommenen Materials und weiters die Höhe des an- getroffenen Grundwasserspiegels verzeichnet worden.

Als Nachteil der raschen Probenahme mit dem Spiral- bohrer ist anzuführen, daß bei erhöhtem Grundwasser- zudrang mit der Bohrschnecke kein Material ausgeför- dert werden konnte.

5.2. Tonmineralogische Untersuchungen

5.2.1. Kornverteilung

Zur Ermittlung der Kornverteilung kam bis zu einer Korngröße von 0,02 mm eine Siebanalyse, für darun- ter liegende Korngrößen eine Schlämmanalyse, verbunden mit einer Sedimentierung in Atterbergzylindern, zur An- wendung. Die Kornverteilung geht aus den Abb. 4 bis 6 hervor.

Der Tonanteil (Korndurchmesser kleiner 0,002 mm) aller Proben liegt in der Regel unter 0,5 Masseprozent.

Die Seetone bei Flatschach weisen einen Schluffge- halt (Korndurchmesser kleiner 0,063 mm) von 98 % und die umgelagerten Tone bei Gutrath/Mariapfarr einen solchen von ebenfalls 98 % auf.

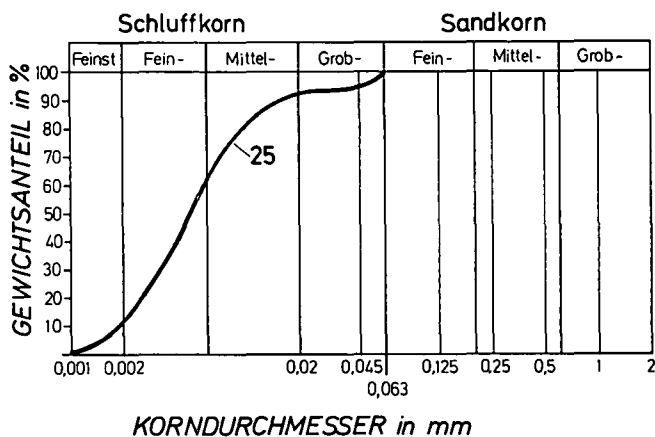
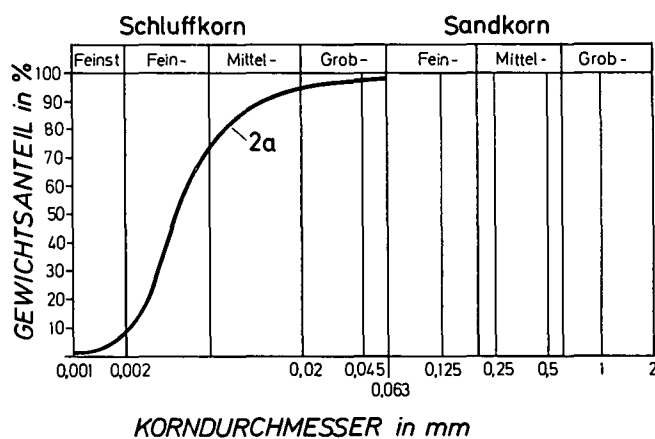


Abb. 4: Kornzusammensetzung der Seetone bzw. der fluviatil umgelagerten Schiefertone.

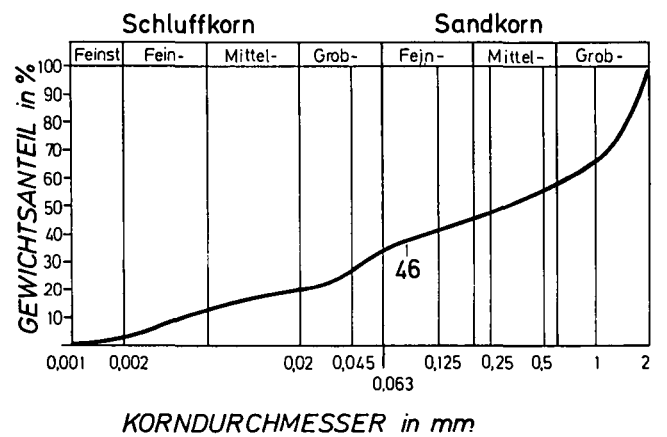
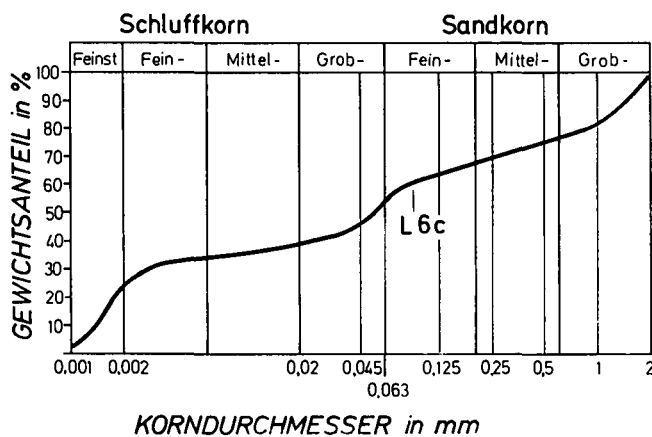
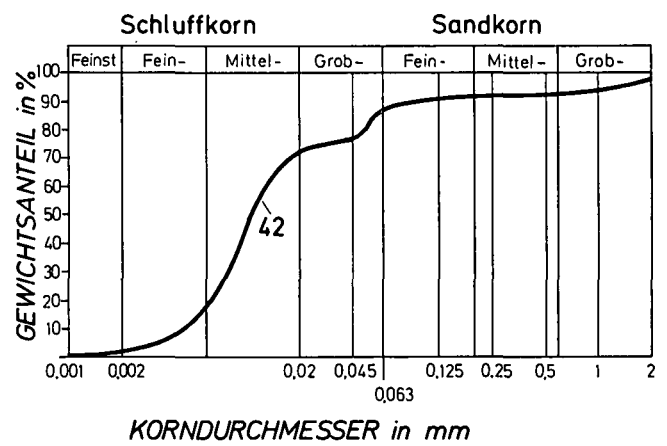
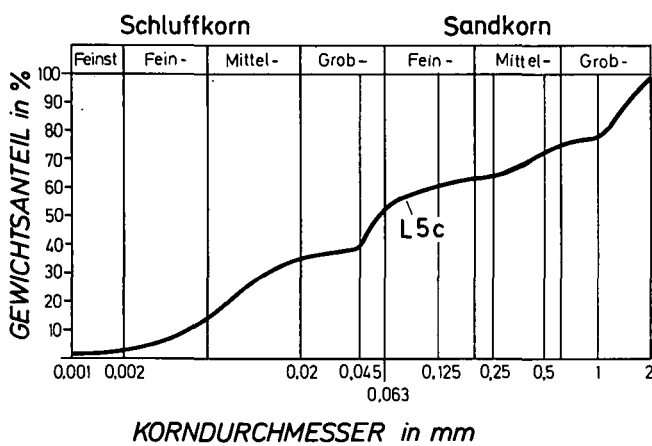
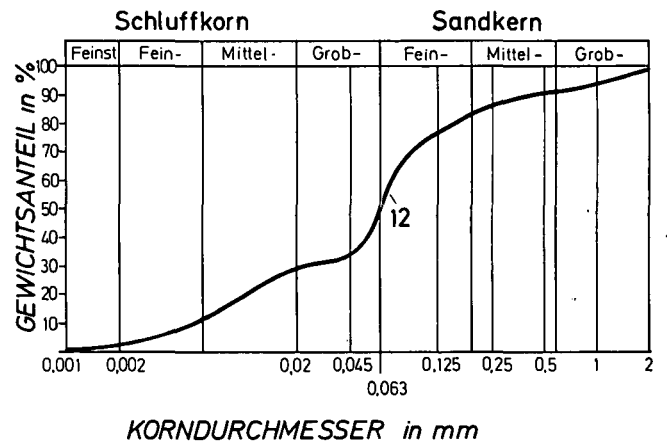
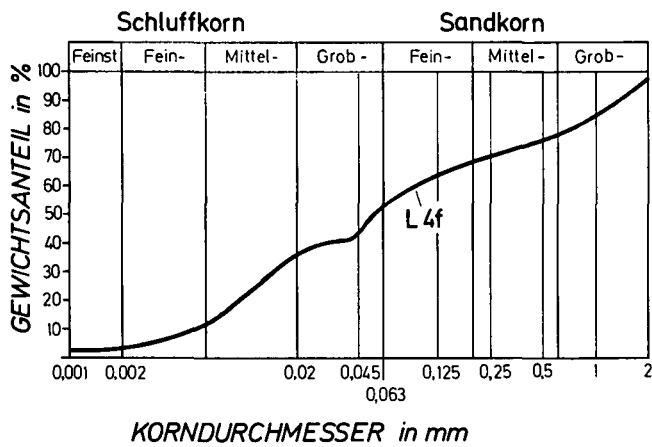


Abb. 5: Kornzusammensetzung der Moränenlehme.

Die tertiären Schiefertone schwanken in ihrem Schluffgehalt zwischen 95 % und 70 %, je nachdem, ob ihr Kornmaximum zwischen 0,020 und 0,045 mm liegt oder bei sandigen Schluffen zu den größeren Korndurchmessern ausgedehnt ist.

Umgelagerte, lehmige Tone enthalten einen Schluffanteil um 50 % und zeigen eine offensichtlich charakteristische homogene Kornverteilung.

Die homogene Kornverteilung der materialmäßig interessanten seetonähnlichen, jedoch karbonatfreien Tone bei Gutrath weist auf eine Umlagerung und Sortierung der nahen Tertiärtone hin.

KRAUSE et al. (1981) geben an, daß für Grobkermik Rohmassen in Korngößen im wesentlichen zwischen 0,1 bis 10 mm verwendet werden. Für Feinkermik wird ein Korngrößenbereich der Rohmasse kleiner

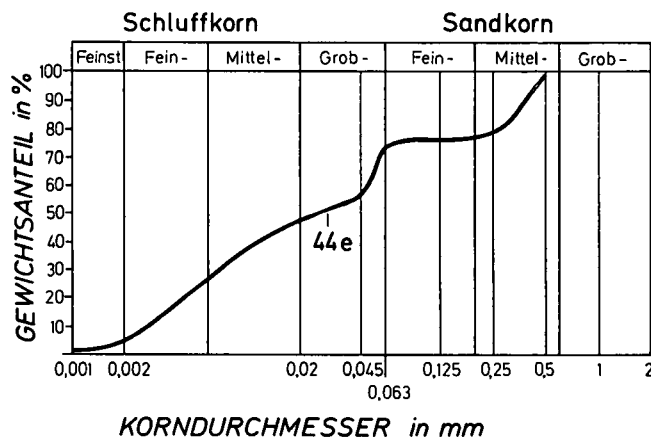
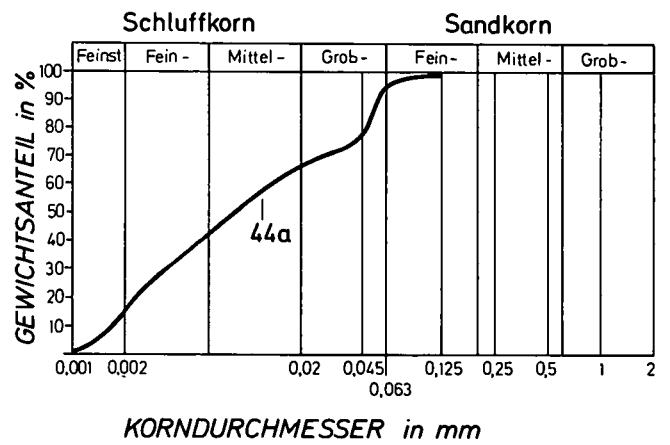
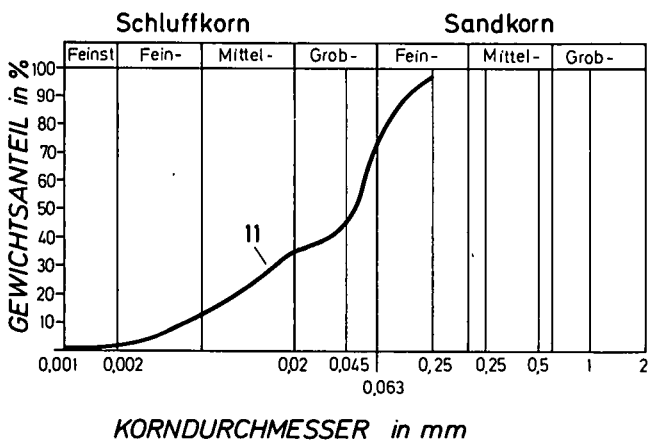
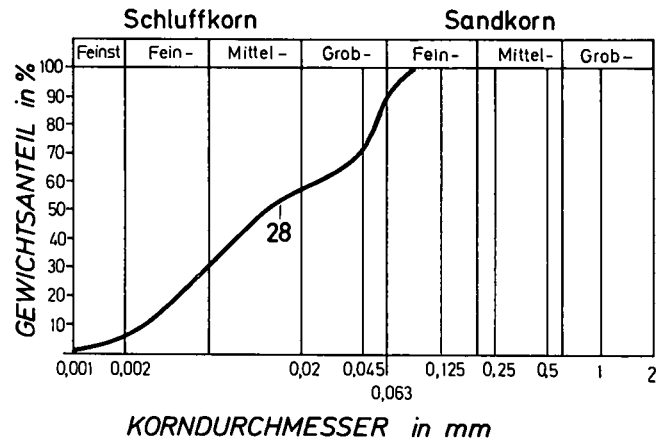
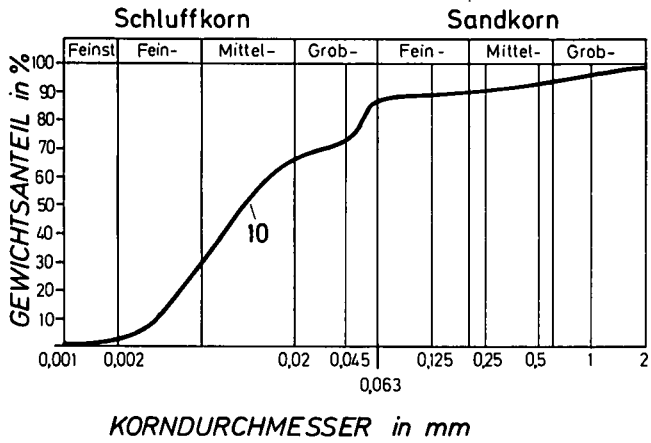


Abb. 6: Kornzusammensetzung der tertiären Schiefertone.

als 0,1 mm angegeben, wobei in der Masse ein formgebungswirksamer Anteil kleiner 0,002 mm in der Regel vorhanden sein sollte. BERGMANN (1982) erwähnt, daß für die Blähton- bzw. LECA-Erzeugung Korngrößen unter 0,06 mm abgetrennt und verwendet werden.

5.2.2. Mineralogische Zusammensetzung

Die Phasenbestimmung bzw. die Bestimmung der Tonminerale erfolgte durch Univ. Prof. Dr. E. KIRCHNER,

Salzburg, an insgesamt 20 Stk. Proben mit einem Röntgendiffraktometer der Firma SIEMENS.

Von den Proben wurden Übersichtsaufnahmen (Ü) hergestellt.

Dazu wurden Proben in der Achatschale gemahlen und das Mahlgut in einen Behälter gepreßt. Das führte zu einer teilweisen Orientierung der blättchenförmigen Minerale. Im Gegensatz dazu sedimentierte die

Tabelle 2: Tongesteinskomponenten.

	Chlorit	Montmorillonit	Vermiculit	Mixed Layer	Paragonit	Glimmer allg.	Hydroglimmer	Kaolinit	Feldspat	Quarz	Amphibol	FeOOH	Dolomit	Calcit
W 3 f Ü + E-Glyc.	x		x	x	x	x	(x)		x	x	x			
W 8 g Ü + E-Glyc.	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			
W 10a Ü + E-Glyc.	x	x		x	x	x	x		x	x	x			
2a Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x
2a 20µ + E-Glyc. + DMSO	x			x		x	x		x	x	x		x	x
2a 2µ	x		x	x		x	x							
2b Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
2b -20µ + E-Glyc. + DMSO	x	x		x		x	x		x	x	x	x	x	x
2b 2µ	x		x	x		x	x		x					
L 5b Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			
L 5c Ü + E-Glyc.	x		x			x	x		(x)	x	x			
L 5c 20µ + E-Glyc. + DMSO	x		(x)	x		x	x			x	x			
L 6b Ü + E-Glyc.	x		x			x	x		x	x	x			
L 6b 20µ Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x			x	x		x	x	x			
10 Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x			x	x	x	(x)	x	x			
10 2µ + DMSO	x	x	x	x		x	x	x						
10g Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x	x	x	x	x		x	x				
11 Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x				x	x	x	x	x				
11 Ü 20µ + E-Glyc. + DMSO	x	x	x	x		x	x	x	x			x		
11 2µ	x		x	x										
12 Ü + E-Glyc. + DMSO	x		x	x		x	x	x	x	x		x		
12 20µ + DMSO	x	x		x				x						
12 2µ + DMSO	x	x				x		x	x	x				
25 Ü 20µ + E-Glyc. + DMSO	x	x		x		x			x	x	x			
26 Ü 2µ	x	x				x	x	x	x					
28 Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x		x	x	x	x	x	x				
28 Ü 20µ + E-Glyc. + DMSO	x	x		x	x	x	x	x	x	x				
28 2µ + DMSO	x		x	x		x	x							
42a Ü + DMSO	x	x	x			x	x	x	x	x	x			
42a 2µ + DMSO	x	x				x	x	x						
43 Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x	x	x		x	x	x	x	x				
44a Ü + E-Glyc.	x	x		x	x		x	x	x	x				
44a 20µ + E-Glyc. + DMSO	x	x		x	x	x		x						
44a 2µ + DMSO	x			x		x		x						
44b + E-Glyc.	x	x				x	x		x	x				
44c Ü	x					x	x		x	x				

	Chlorit	Montmorillonit	Vermiculit	Mixed Layer	Paragonit	Glimmer allg.	Hydroglimmer	Kaolinit	Feldspat	Quarz	Amphibol	FeOOH	Dolomit	Calcit
44e Ü + E-Glyc. + DMSO	x	x x		x	x	x		x	x	x				
44e 20µ + E-Glyc. + DMSO	x x x		x	x x x		x	x	x x	x	x		x		
44e 2µ + DMSO	x	x x				x		x x						
46 Ü	x	x			x	x	x	x		x				
46a Ü	x	x			x	x	x	x	x	x			x	
46 2µ + DMSO	x		x			x		x x	x					
47 Ü	x	x	x			x	x	x	x	x			x	

Anmerkungen zur ersten Spalte: „W31“ bezeichnet die Probe (siehe auch Anmerkung zu Tabelle 1); „Ü“ steht für Übersichtsaufnahme, „20µ“ für Aufnahme der 20µ-Fraktion, „2µ“ für Aufnahme der 2µ-Fraktion, „E-Glyc.“ für Ethylenglycol (Nachweis quellbarer Minerale), „DMSO“ für Dimethylsulfoxid (Nachweis quellbarer Minerale und von Kaolinit).

0,002 mm-Probenfraktion und war somit vollständig orientiert.

Die 0,02 mm- und die 0,002 mm-Fraktion wurden zwecks Erfassung der quellbaren Minerale mit Ethylenglycol (E-Glyc) und Dimethylsulfoxid (DMSO) behandelt.

Die Behandlung mit DMSO diente vor allem zum Nachweis von Kaolinit. Dieser ist in Gegenwart von Chlorit sehr schwer erfaßbar, da die meisten Reflexe beider Minerale an derselben 2 Theta-Position liegen. Um die gegebene Unsicherheit der Kaolinit-Bestimmung abzubauen, wurden an zwei Proben Temperaturversuche bei 200°, 400° und 600° durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß Kaolinit in größeren Mengen vorhanden war, als durch die Methode mit DMSO ermittelt worden war (BRINDLEY & BROWN, 1980, sowie WARSHAW & ROY, 1961).

Die Ergebnisse der Übersichtsaufnahmen, der Ermittlung der quellbaren Minerale und des Kaolinitgehaltes gehen aus der Tabelle 2 hervor.

An 9 Proben wurde versucht, eine genaue Abschätzung der Anteile vorzunehmen. Berechnet wurden die anteiligen Mengen aus den Flächen der Reflexe. Je 5 Untersuchungen sind an der 0,002 mm-Fraktion und an der 0,02 mm-Fraktion der 9 Proben vorgenommen worden, wobei die Anteile der Probe 44 e zu Vergleichszwecken in beiden Fraktionen ermittelt wurden. Die Mineralgehalte zeigt die Tabelle 3.

Als Ergebnis der mineralogischen Untersuchungen ist festzuhalten:

– Die Anwesenheit von Amphibolen weist auf Umlagerungen bzw. auf glaziales Ablagerungsmilieu hin

(braunes, oberflächennahes Lehmmaterial in Lasa und Wöiting bzw. Tone bei Flatschach und Gutrath),

- die Anwesenheit von Dolomit und Calcit (Flatschach) zeigt Seetone an,
- die Abwesenheit von Amphibolen und Karbonaten kennzeichnet die Schluffe bis Mittelsande der tertiären Schiefertone,
- der Mineralbestand aller Proben variiert nicht sehr stark,
- die hervortretenden Materialkomponenten sind Glimmer, Chlorit und Kaolinit,
- alle Proben enthalten quellbare Komponenten, entweder Montmorillonit oder/und Mixed Layer-Mineralie,
- ausgewiesene Kaolinitanteile könnten auch eisenreiche Chlorite (Chamosite) sein,
- Illit kann bei der Untersuchung durch Glimmer überdeckt worden sein. Da Illit jedoch hauptsächlich in der Tonfraktion (0,002 mm) vorkommt, die nur ±0,5 % der Schiefertone ausmacht, kann sein Anteil dort nicht groß sein.
- Die Proben lassen sich mit einigen Proben von verwitterten, tertiären Tonschiefern aus dem Westerwald, die KROMER (1980) beschrieb, vergleichen, wengleich dort generell die SiO₂- und Al₂O₃-Gehalte der Proben höher liegen.

Da Blähton kalkarm und frei von Kaolinit sein sollte, wäre aus dem Ergebnis abzuleiten, daß sich das untersuchte Material nicht zur LECA-Erzeugung eignet. Das Ergebnis der technologischen Untersuchung deutet wiederum das Gegenteil an.

Tabelle 3: Prozentanteile der wichtigsten Komponenten.

Fraktion	Probennummer	Glimmer	Chlorit	Kaolinit	Montmorillonit	Feldspat	Quarz	Amphibole	Dolomit	Calcit	Rest
0,020 mm	2a	41	14	16	3	3	2	3	10	6	2
	11	55	20	18	5	–	2	–	–	–	0
	25	28	31	18	–	14	5	4	–	–	0
	28	59	17	19	4	–	1	–	–	–	0
	44e	62	13	16	1	4	4	–	–	–	0
0,002 mm	10	49	10	13	14						14
	12	61	29	9	Spuren						1
	42	42	38	11	9						0
	44a	53	16	19	12						2
	44e	39	31	18	12						0

Tabelle 4: Chemische Zusammensetzung der untersuchten Proben und chemisch vergleichbarer Tonproben [%].

Herkunft der Probe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O K ₂ O	Sonstiges	Glüh- verlust	Rest	Bemerkungen Verwendung
Lasa, L 44a	49,2	20,9	11,1	0,7	n.b.*)	4,1	2,0 SO ₃	8,2	5,6	saurer Ton, flußmittelreich, arm an Feinton
Wölting, WG 3	59,8	17,5	7,2	1,3	n.b.	3,1	0,4 SO ₃	5,7	5,0	
Hessen, Großalmeroder Hafenton (HARDES & KIENOW, 1960)	72,8	16,4	1,8	–	0,1	0,4	2,0 TiO ₂	5,3	1,2	brennt bei 1000° dicht, für Glashäfen
Hessen, Großalmeroder Mager-ton (RADZEWSKI, 1968)	67,4	20,3	2,3	–	–	–	2,0 Ti/2	7,2	0,8	feuerfest
Westerwald, Roßbach (HARDES & KIENOW, 1960)	69,8	19,2	0,8	0,6	0,4	n.b.	2,2 TiO ₂	5,1	1,9	feuerfest Steinzeug
Rheinland, Frechen Sibyllaton (HARDES & KIENOW)	62,4	23,2	2,8	0,1	0,09	3,1	0,8 TiO ₂	7,6	–0,09	feuerfest Steinzeug
Odenwälder roter Gießton (SINGER & SINGER, 1964)	58,8	18,7	8,1	0,2	0,9	1,8 7,9	–	4,5	–0,9	Feinsteinzeug Bodenfliesen
UDSSR, Poltawa (BUDNIKOW, 1950)	65,6	8,9	2,6	1,2	1,3	1,2	–	4,2	15,0	Klinker
UDSSR, Nikiforowsk (BUDNIKOW, 1950)	53,5	26,2	10,3	0,8	0,6	0,3	0,9 TiO ₂	8,4	–1,0	Fußbodenplatten

*) n.b. = nicht bestimmt

5.3. Chemische Zusammensetzung

Die chemischen Überblick-Untersuchungen an den Proben W 3g (Wölting/Lehmgraben) und 44 a (Wildtaubenwand) wurden mittels Röntgenfluoreszenz unter Verwendung von Schmelzperlen von Dr. GERGER, Gmundner Zementwerke, vorgenommen.

Aus der Tabelle 4 sind die gegenständlichen Untersuchungsergebnisse sowie in der Literatur bekanntgemachte und vergleichbare Probenergebnisse von Tonen beispielhaft zu ersehen. Anzumerken ist, daß bei der chemischen Untersuchung das MgO (des Chlorits und Biotits) nicht ermittelt wurde und in der Tabelle zusammen mit Restprozenten aufscheint.

Mit Bezug auf die chemische Zusammensetzung sind die Tone im Lungau nicht als feuerfest anzusprechen.

Wenn auch die zum Vergleich herangezogenen ausländischen Tone eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die von Lasa und Wölting zeigen, so ist doch festzuhalten, daß Tone für Steinzeug, Klinker, Fußbodenplatten und Dachziegel generell höhere SiO₂- und Al₂O₃-Gehalte und einen kleineren Fe₂O₃-Gehalt als die genannten Tone des Lungaus aufweisen.

Bei der Herstellung von Keramikmassen aus Rohstoffen des Lungaus könnte der erforderliche Chemismus durch Mischen der Tertiärtonen mit dem Seeton und mit den Quarziten (z. B. Tweng/Purgut) sowie durch Zumischen ortsfremder Stoffe eingestellt werden. Dieserart könnte man die Produkteigenschaften variieren.

5.4. Technologische Untersuchungen

Zur Orientierung über das Verhalten beim Brennvorgang kamen zwei Tonproben (W 3g Lehmgraben und 44 a Taubenwand) bei Temperaturen bis 1200°C bzw. 1250°C zur Untersuchung. Diese führte Dr. GERGER von den GMUNDNER ZEMENTWERKEN durch: Probekörper von der Größe eines halben Daumens wurden geformt, bei 105°C getrocknet und im Temperaturbereich zwischen 900°C und 1250°C beobachtet. In diesem Bereich erfolgte die Temperaturerhöhung um 100° in jeweils 15 Minuten.

Die Probe W 3g zeigte bei 1150°C deutliches Blähverhalten (Porengröße 0,5–1,5 mm). Bis zur Endtempe-

ratur von 1200°C bildeten sich 0,5–4 mm große Poren, eine dunkelbraune Probenoberfläche und ein grau-violetter Scherben.

Die Probe 44 a zeigte bei 1250°C ein deutliches Blähverhalten, wobei das Blähen bereits bei 1150°C (Porengröße 0,5–2 mm) einsetzte. Bis zur Endtemperatur von 1250°C bildeten sich bis 4 mm große Poren und eine braun- bis grauviolette Oberfläche, die bereits bei 1200°C Schmelzerscheinungen aufwies.

Aus den Untersuchungen ist abzuleiten, daß die bemusterten Tone

- – nicht feuerfest sind,
- – keine Steinzeug- und Klinkereigenschaften (keine Sinterung) aufweisen, jedoch
- – gute Blähfähigkeit besitzen.

6. Auswahl der Hoffungsgebiete

Die Hoffungsgebiete Lasa und Wölting wurden vor dem Abstoßen der Aufschlußbohrungen ausgewählt aufgrund

- der ehemaligen Kohleschurfstollen und Ziegelei im Lehmgraben bei Wölting,
- des Tertiäraufschlusses „Wildtaubenwand“ im W von Vorderlasa,
- der Bearbeitung von M. HEINRICH,
- der unruhigen Morphologie und Rutschungsindikationen, die Ton- bzw. Lehmuntergrund andeuten,
- der gegenwärtigen Schutzgebietfreiheit,
- der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung,
- der Zugänglichkeit und
- der positiven Gesichtspunkte für eine (hydraulische) Gewinnung und Abförderung.

Im Zuge der geophysikalischen Aufschlußarbeiten, die sowohl über die Ablagerungsverhältnisse als auch über Lagerstättenvorräte Auskunft geben sollten, sind die Rohstoffgewinnungsgebiete (BMHGI, 1981) innerhalb der Hoffungsgebiete verschoben worden. Damit wollte man interpretierten Ablagerungen von bindigen Moränenkiesen bzw. Konglomeraten ausweichen.

7. Geophysikalische Aufschlußarbeiten

Die geophysikalischen Aufschlußarbeiten wurden von der INTERFELS Ges.m.b.H., Salzburg, ausgeführt. Die Auswertung dieser Arbeiten, die aus refraktionsseismischen und geoelektrischen Messungen bestanden, hat Dr. E. BRÜCKL, Salzburg, vorgenommen.

Der Bereich Lehmgrube Flatschach konnte nicht weiter untersucht werden, da der Vertreter des Besitzers den Zutritt verwehrt.

7.1. Refraktionsseismik

Zur räumlichen Abgrenzung der Moränenlehme und der tertiären Schiefertone in den Hoffnungsgebieten Lasa und Wölting kam eine neue refraktionsseismische Untersuchungs-ausrüstung zum Einsatz. Diese Ausrüstung sowie die Arbeitsmethode mit dieser Ausrüstung haben, verglichen mit den bisherigen Aufschlußarbeiten des Autors, Vorteile gebracht und sich im schwierigen Gelände bewährt.

7.1.1. Geräte

Zur Anregung von Longitudinalwellen (P-Wellen) wurde der pneumatische Hammer „VAKIMPAK“ der INTERFELS (Abb. 7) eingesetzt.

Der VAKIMPAK besteht aus einem Vakuumrohr mit innen luftdicht geführtem Hammer. Das Aufziehen des Hammers erfolgt mit einer Seilwinde. Bei Erreichen eines Hubes von 1,5 m und eines Vakuums von

90–95 % wird die Winde ausgekuppelt und der Hammer durch den von außen einwirkenden Luftdruck gegen den Amboß geschleudert. Die kinetische Energie des Hammers wird über den Amboß auf eine Bodenplatte übertragen und als Schwingung in den Untergrund eingeleitet.

Der neue pneumatische Hammer zeichnet sich aus durch

- Anregung von P-Wellen oder horizontal polarisierten Transversalwellen (SH-Wellen),
- hochfrequente Impulsform des Schlages,
- Eindringtiefen bis ca. 100 m bei refraktionsseismischen Messungen,
- Verwendbarkeit für Reflexionsmessungen,
- kurze Schlagzykluszeit von 10 s,
- günstiges Verhältnis von Schlagenergie und Eigengewicht,
- gute Beweglichkeit abseits von Zufahrtsmöglichkeiten im Gelände sowie
- rasche Inbetriebnahme und kurze Umstellungszeit.

Die Bildschirmanzeige, die Registrierung sowie die Speicherung der Anregung und der von den Geophonen übertragenen Bodenschwingungen erfolgte mit einem 12-spurigen NIMBUS Enhancement-Seismographen. Die Speicherung erlaubt das Stapeln mehrerer Anregungen und Bodenschwingungen.

7.1.2. Arbeitsmethode

In Lasa und Wölting wurden 5 Profile in Länge von 320 bis 880 m mit einer Gesamtlänge von 2860 m gemessen. Jedes Teilprofil umfaßte 12 Geophonpunkte mit einem Geophonabstand von 20 m. Die seismischen Schwingungen wurden im vierfachen Geophonabstand entlang der Profile angeregt.

7.1.3. Auswertung

Die Interpretation der Laufzeiten der Longitudinalwellen-Einsätze erfolgte mit einem graphischen, die Gesetze der Strahlenoptik exakt berücksichtigenden interaktiven Computerprogramm. Das Programmresultat bilden Schichtmodelle, die Aufschluß über die vertikale und laterale Verteilung der Longitudinalwellengeschwindigkeiten geben.

7.2. Geoelektrik

In Ergänzung der Refraktionsseismik kam die Geoelektrik ebenfalls zur räumlichen Abgrenzung der Rohstoffvorkommen zum Einsatz. Darüber hinaus sollte die Geoelektrik über die Homogenität des Untergrundes sowie über Materialunterschiede Auskunft geben.

7.2.1. Arbeitsmethode

Die geoelektrischen Untersuchungen wurden nicht, wie ursprünglich geplant und weiter vorne begründet, ausschließlich über seismische Profile ausgeführt.

Bei den Tiefensondierungen kam die SCHLUMBERGER-Elektrodenanordnung zur Anwendung. Der maximale Elektrodenabstand lag im allgemeinen bei $L/2 = 250$ m. Zur Erfassung tieferer Untergrundbereiche ist der maximale Elektrodenabstand fallweise auf $L/2 = 400$ m erhöht worden. Pro Dekade ($L/2 = 1-10$ m, $10-100$ m usw.) wurden 10 logarithmisch äquidistante Elektrodenabstände gemessen.

Als Meßgerät stand eine geoelektrische Gleichstromapparatur GGA 30 der Bodenseewerke zur Verfügung.

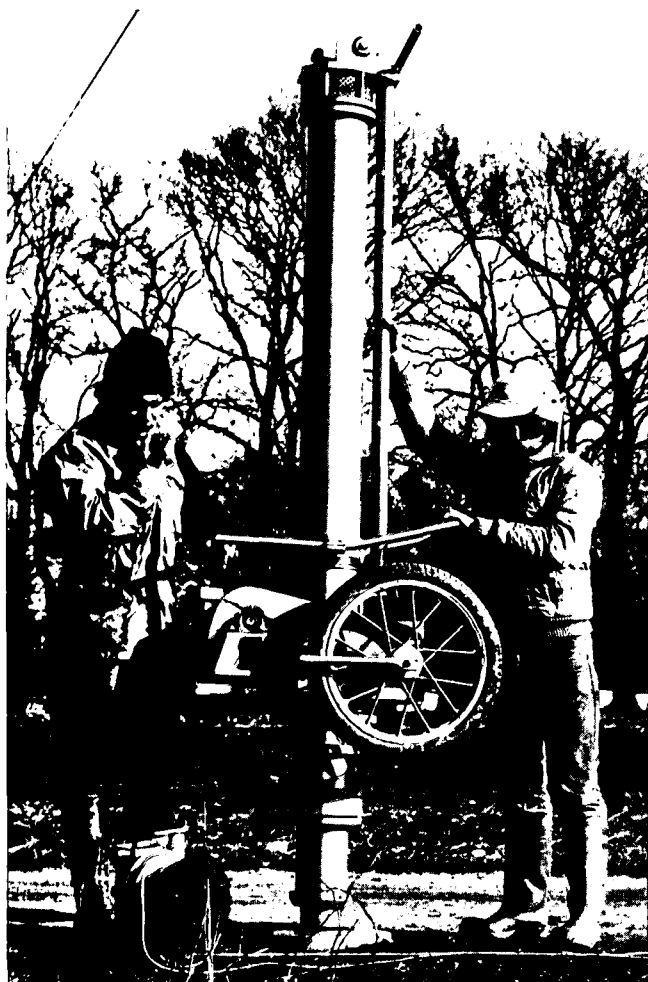


Abb. 7: Pneumatischer Hammer VAKIMPAK.

7.2.2. Auswertung

Die Interpretation der Messungen erfolgte unter Annahme ebener paralleler Schichten mit konstanten Widerständen. Die Meßkurven (scheinbarer Widerstand / halber Elektrodenabstand) waren als 3–6 Schichtfälle zu deuten. Ihre Auswertung erfolgte mit einem interaktiven Computerprogramm.

7.3. Ergebnisse der geophysikalischen Aufschlußarbeiten

Die Genauigkeit der Interpretation wird von der Einfachheit des schichtigen Interpretationsmodells, von der Annahme seismisch und elektrisch nahezu äquivalenter Schichtfolgen sowie von Anisotropien der Leitfähigkeit beeinflusst. Die geophysikalisch ermittelten Schichttiefen können nicht genauer als $\pm 20\%$ der Tiefenangaben erwartet werden.

7.3.1. Lasa

Im Gebiet von Lasa weisen je ein seismisches und geoelektrisches Längsprofil (157° NNW–SSE) sowie je ein Querprofil (067° ENE–WSW) auf eine generell 15 bis 30 m mächtige Deckschicht unterschiedlicher Lagerungsdichte mit spezifischen Widerständen zwischen 100 und 550 Ohm·m hin. Vereinzelt treten Bereiche mit höheren oder niedrigeren Widerstandswerten auf. Die Deckschichten grenzen sich durch eine geoelektrisch klar erkennbare Diskontinuität ab, die mit den seismischen Ergebnissen korreliert.

Die Diskontinuität fällt offensichtlich mit dem Übergang zu grauen bis grünlichen oder bläulichen Schluffen, die vereinzelt erbohrt wurden, zusammen. Wie die Bemusterungsbohrungen zeigten, handelt es sich bei den Deckschichten um braune schluffig-sandige Moränenlehme mit wasserführenden Feinkieseinschlüssen. SE von der Bohrung L 6 treten bindige Grobkiese mit Steinen (Moränenschotter) auf.

Im Liegenden der Deckschicht betragen die Widerstände deutlich weniger als 100 Ohm·m. Die seismischen Geschwindigkeiten weisen auf unterschiedliche Grade der Kompaktierung hin.

Das Liegende stellt, wie die Bemusterung zeigte, schluffiges Tertiär dar, das weitgehend homogen ausgebildet erscheint.

Der Widerstandsanstieg im Niveau 1030 bis 1050 m bzw. 900 m ü. NN könnte dem kristallinen Grundgebirge entsprechen, das seinerzeit beim Kohleschurfschacht St. Andrä (etwa 1050 m ü. NN) in etwa 940 m ü. NN aufgeschlossen wurde.

Konstruiert man mit den 90 bis 140 m unter Gelände liegenden Aufschlußpunkten des vermuteten Beckenuntergrundes eine mittlere Fläche, so streicht diese E–W (092°) und fällt mit 07° nach S ein. Dehnt man diese Fläche im Streichen nach SE bis zum Schurfschacht St. Andrä aus, so würde sie dort mit 04° nach S einfallen und der angenommenen Fläche des Beckenuntergrundes entsprechen. Demnach würden die 900 m ü. NN in Lasa eine Erosionsrinne im Grundgebirge mit einer Flanke von 51° anzeigen. Das würde mit dem von HEINRICH (1977) beobachteten Grabenbruch im Görachtal übereinstimmen.

7.3.2. Wölting

Im Hoffungsgebiet Lehmgraben bis Lerchpoint geben 3 seismische und 4 geoelektrische Profile, die N–S, E–W und ENE–WSW verlaufen, über die Unter-

grundverhältnisse Aufschluß. Eine Diskontinuität zwischen den braunen Verwitterungs- bzw. Moränenlehmen und den aufgeschlossenen sandigen blau-grün-grauen Tertiärschluffen konnte geophysikalisch nicht festgestellt werden. Die spezifischen Widerstände zeigten bei einer Bandbreite von 170 bis 850 Ohm·m eine Häufung bei 200 bis 400 Ohm·m, wobei in Oberflächennähe höhere Widerstände auftraten.

Das lehmige Überlagerungsmaterial und die tertiäre Beckenfüllung dürften aufgrund der relativ hohen spezifischen Widerstände, wie auch die Bemusterung bestätigte, im Kornaufbau wechseln und einen geringeren Tongehalt als in Lasa aufweisen. Im Osten des Lerchpoint indizieren Widerstände über 1000 Ohm·m oberflächennahes nichtbindiges Lockergestein bzw. ausgewaschene Moränenreste.

150 bis 180 m unter Gelände steigen im Niveau 930 m ü. NN, generell jedoch im Niveau 1010 m ü. NN (z. B. Bereich Lerchpoint), die spezifischen Widerstände auf 500 bis 2400 Ohm·m. Dies zeigt vermutlich den Übergang der tertiären Beckenfüllung zum kristallinen Grundgebirge an.

Konstruiert man wiederum eine mittlere Fläche des vermuteten Beckenuntergrundes, so streicht diese Fläche etwa parallel zur Ostmulde WNW–ESE (110°) und fällt mit 12° nach NNE ein. Dies deckt sich mit den geologischen Kenntnissen.

In der konstruierten Untergrundfläche hat sich offenbar eine Erosionsrinne 35 bis 75 m tief bis 930 m ü. NN eingeschritten. Sie fällt unter der heutigen Lehmgraben-Geschiebesperre mit 14° nach W ein. Diese Erosionsrinne dürfte sich entlang der von HEINRICH (1977) angeführten Störung im Lehmgraben ausgeprägt haben.

8. Ermittlung des Rohstoffpotentials

In den Hoffungsgebieten wurden aufgrund der Probenahmen, der geophysikalischen Untersuchungen und der abbautechnischen Möglichkeiten Gewinnungsgebiete ausgewählt und der Rauminhalt von Lagerstättenkörpern ermittelt. Zu diesem Zweck sind jeweils ein Längs- und drei Querprofilschnitte geführt sowie Abbausohlen und Endböschungen angenommen worden. Als Grundlage dienen die Höhengichtlinien der ÖK 1 : 50.000, Blatt 157.

Für den Bereich Hinterlasa wurden nach ÖNORM G 1041 Rohstoffvorräte C_1 von 2,0 Mio $\pm 30\%$ und für Wölting/Lerchpoint von 8,5 Mio $m^3 \pm 30\%$ ermittelt. Die entsprechenden Flächen sind als Rohstoffsicherungsgebiete aus der Abb. 2 ersichtlich.

Das „prognostische“ Schiefertone-Potential, das westlich von Lasa und der Wildtaubenwand aufgeschlossen und von grobkörnigen Moränen abgedeckt ist, wurde mengenmäßig nicht ermittelt. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann man annehmen, daß dieses Potential, das materialmäßig den tertiären Schluffen in Hinterlasa entspricht, die rechnerisch angeschätzten C_1 -Vorräte von zusammen 10,5 Mio m^3 um ein Vielfaches übertrifft.

Allfällige weitere Probenahmen, Untersuchungen und Vorratsabschätzungen müßten sich auf die Schiefertone westlich der Wildtaubenwand und nördlich des geplanten Naturparks konzentrieren. Vor allem wären die Mächtigkeiten der Moränenabdeckung zu ermitteln.

Nach den zwei Probeergebnissen aus dem Bereich Guttrath wäre dort das qualitativ beste Material zu fin-

den. Die Tonindikation bei Gutrath sollte weiter verfolgt werden. Einer Gewinnung steht dort jedoch die Nähe der Fremdenverkehrsgemeinde Mariapfarr entgegen.

9. Rohstoffverwertung

Für die im Bereich Wölting/Lehmgraben-Lerchpoint untersuchten lehmigen Rohstoffe käme eine grobkeramische Verwertung in Frage. Das wäre eine Erzeugung von Mauerziegeln sowie allenfalls nach Zumischung von Quarzit von Dachziegeln, Klinker und Steinzeug.

Die 2 Mio m³ Lehme und Schiefertone in Hinterlasa könnten z. B. den Rohstoffbedarf eines LECA-Werkes (50.000 m³/Jahr, nach BERGMANN, 1982)) 40 Jahre lang sicherstellen.

Die Schiefertone von Hinterlasa könnten allenfalls den feinkeramischen Rohstoff für z. B. Tongut, Tonzeug und Töpferware (Fayence, Majolika) bilden.

Literatur

- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, Abt. VII, Unterabt. Landesplanung und Raumordnung: Entwicklungsprogramm Lungau. – 136 S., Salzburg (Eigenverlag) 1979.
- BECKER-PLATEN, J. D. et al.: Karten des Naturraumpotentials von Niedersachsen und Bremen. – Geol. Rundschau, **66**, 914–930, Stuttgart 1977.
- BERGMANN, K.: Die grobkeramischen Produkte der Wienerberger Baustoffindustrie AG. – BHM, **127/10**, 390–391, Wien 1982.
- BRINDLEY, G. W. & BROWN, G.: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification. – Mineralog. Soc., Monogr. 5, 495 S., London 1980.
- BUDNIKOW, P. et al.: Technologie der keramischen Erzeugnisse einschließlich der feuerfesten Baustoffe. – 666 S., 253 Abb., 150 Tab., Moskau 1950/Berlin (VEB-Verlag Technik) 1953.

BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE: Konzept für die Versorgung Österreichs mit Mineralischen Roh- und Grundstoffen. – 93 S., 2 Taf., 7 Tab., 2 Beil., Wien (Eigenverlag) 1981.

HARDES, F. & KIENOW, S.: Feuerfestkunde – Herstellung, Eigenschaften und Verwendung feuerfester Baustoffe. – 981 S., 719 Abb., 186 Tab., Berlin–Göttingen–Heidelberg (Springer) 1960.

HEINRICH, M.: Zur Geologie des Jungtertiärbeckens von Tamsweg mit kristalliner Umrahmung. – Jb. Geol. B.-A., **120/2**, 295–341, Wien 1977.

KRAUSE, E., BERGER, J., NEHLERT, J. & WIEGMANN, J.: Technologie der Keramik. – 1. Auflage, I+272 S., 110 Abb., 80 Tab., Berlin (VEB Verlag für Bauwesen) 1981.

KROMER, H.: Tertiary Clays in the Westerwald Area. – Geol. Jahrb., Reihe D **39**, 69–84, Hannover (Schweizerbart/Stuttgart) 1980.

NEBERT, K.: Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). – Jb. Geol. B.-A., **126/2**, 259–285, Wien 1983.

ÖNORM G 1041: Lagerstättenkundliche Begriffe – Allgemeine Begriffe für feste mineralogische Rohstoffe. – 31 S., Wien (Österr. Normungsinstitut) Feb. 1980.

ÖNORM G 1046, Teil 2: Begriffe der Lagerstättenkunde der Steine, Erden und Industriemineralien – Tone. – 7 S., Wien (Österr. Normungsinstitut) Nov. 1983.

ÖNORM G 1030: Probenahme fester mineralischer Rohstoffe. – 16 S., Wien (Österr. Normungsinstitut) Apr. 1979.

RADCZEWSKI, O. E.: Die Rohstoffe der Keramik, Minerale und Vorkommen. – 143 S., 80 Abb., 34 Tab., Berlin–Heidelberg–New York (Springer) 1968.

SINGER, F. & SINGER, S. S.: Industrielle Keramik. – I+542 S., 121 Abb., 75 Tab., 25 S., London 1963–Berlin–Göttingen–Heidelberg–New York (Springer) 1964.

WARSHAW, Ch. M. & ROY, R.: Classification and a Scheme for the identification of Layer Silicates. – Geolog. Soc. Am. Bull. V. 72, 1455–1492, Washington 1961.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 1. März 1984.