

Zur Tonmineralgenese der Verwitterungsbildungen in den Vulkaniten und im Kristallin von Oberpullendorf (Burgenland, Österreich)

VON BERND SCHWAIGHOFER und HARALD W. MÜLLER *)

Mit 16 Abbildungen, 1 Tafel und 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 107

Schlüsselwörter
Burgenland
Basalt von Oberpullendorf
Kristallin
Verwitterung
Tonminerale

Zusammenfassung

In einem aufgelassenen Basaltsteinbruch bei Oberpullendorf konnte ein Verwitterungsprofil mit Hilfe röntgenanalytischer und rasterelektronenoptischer Untersuchungsmethoden in drei Komplexe gegliedert werden: das Liegende bildet Amphibolit mit aufgemürbter Verwitterungsschwarte, überlagert von mehreren Sedimenthorizonten, deren Oberkante durch den Schlackenbasalt im Hangenden eine deutliche Frittung erhielt.

In sämtlichen Horizonten des Profils tritt als verwitterungsbedingte Neubildung Nontronit auf.

Abstract

A weathering profile in a basalt quarry near Oberpullendorf could be divided into three complexes by means of x-ray diffractometry and scanning electron microscopy: bottom layers of amphibolite with weathering crust, a sequence of sedimentary horizons with superficial melting by the overlying basalt.

Nontronite was determined as the predominant neof ormation of weathering processes in all horizons.

1.0. Einleitung

Westlich und etwas oberhalb der Stadt Oberpullendorf befinden sich in linsenförmiger Ausbildung mit undeutlicher N—S-Erstreckung Basalte und vulkanische Lockerprodukte (Abb. 1). Einige alte, verfallene, aber ausgedehnte Steinbrüche zeigen, daß die Gesteine früher intensiv abgebaut wurden.

Die vulkanischen Gesteine lassen sich in einigen kleineren, unbedeutenden Aufschlüssen weiter nach Norden verfolgen und erreichen nördlich des Stoober Beckens und NW Kote 246 noch einmal Mächtigkeiten, die in früherer Zeit auch hier einen Abbau rentabel erscheinen ließen.

Die ungefähre richtungsmäßige Übereinstimmung dieser Basaltaufschlüsse mit der Störungslinie, die sich von Oberpetersdorf über Kobersdorf nach SE erstreckt, läßt einen Zusammenhang zwischen dieser tektonischen Struktur und dem Aufdringen der Basalte vermuten. Diese Linie bildet gleichzeitig auch die Grenze der Landseer Bucht (bzw. des Oberpullendorfer Beckens) gegen das Draßmarkter Teilbecken im Westen.

Nach F. KÜMEL (1935) drangen die vulkanischen Gesteine auf, als sich dieses Teil-

*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. B. SCHWAIGHOFER, Dipl.-Ing. Dr. H. W. MÜLLER, Institut für Bodenforschung und Baugeologie der Universität für Bodenkultur Wien, A-1180 Wien, Gregor Mendelstraße 33.

becken in Form eines jüngeren Nachbruches an der Wende Torton-Sarmat absenkte.

Dagegen werden von H. KÜPPER (1957) die Basalte an der Grenze Sarmat-Pannon eingestuft, während A. WINKLER-HERMADEN (1962) und K. SCHOKLITSCH (1962) sie als noch jünger (Daz) ansehen.

Die Oberpullendorfer Basalte bzw. vulkanischen Lockerprodukte können in mehrere

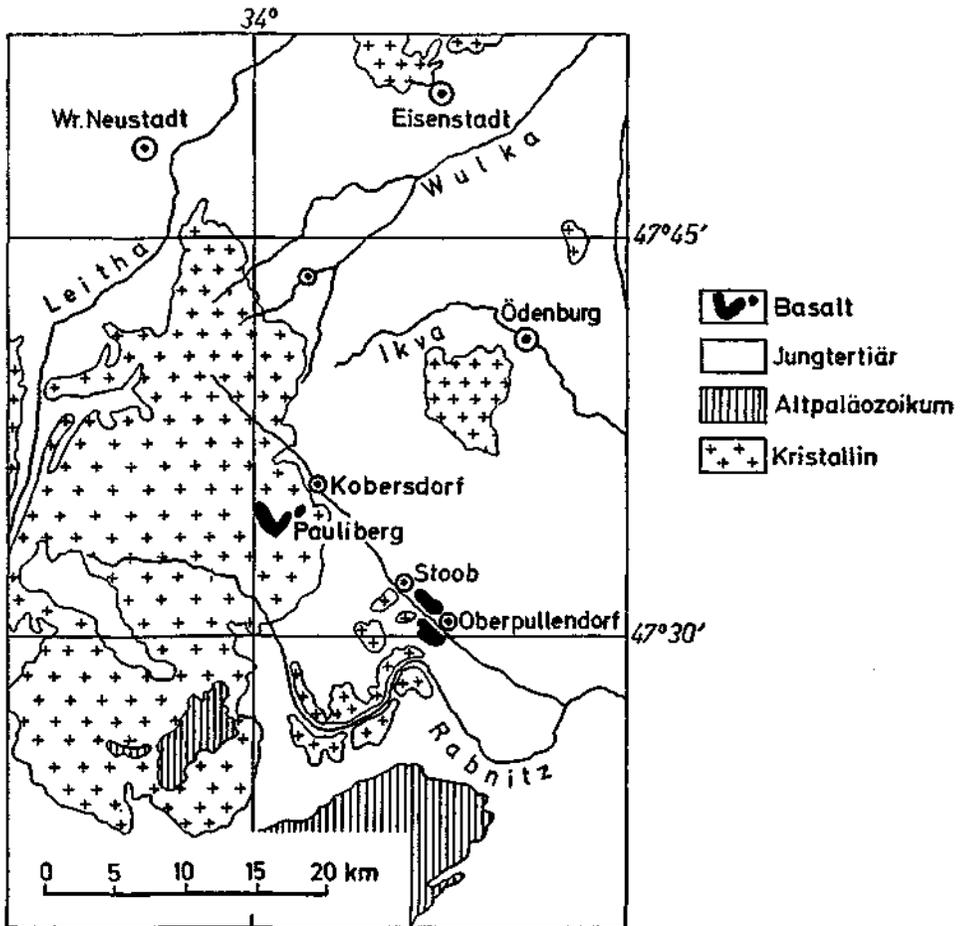
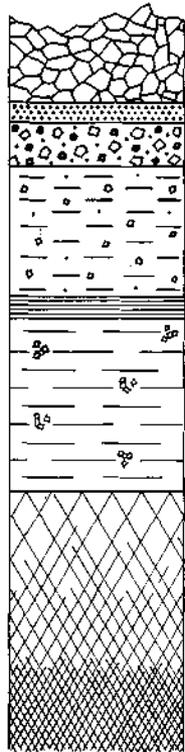


Abb. 1: Geologische Lageskizze des westlichen Oberpullendorfer Beckens und seiner Umrahmung (nach E. Prso, 1970)

Einheiten gegliedert werden, wobei die unterste Decke stellenweise direkt dem Kristallin auflagert (F. KÜMEL, 1935). Die Unterkante des Basalts wird fast durchgehend durch eine auffallende, ziegelrote Lage markiert, die mittelsteil (ca. 30°) nach NNE einfällt. Dieser ziegelrote Horizont, aber auch die zwischen Basalt und Kristallin eingeschalteten rotbraunen, bzw. gebänderten oder gefleckten Lagen ließen es interessant erscheinen, die Bedingungen für Um- und Neubildungen von Mineralen am Kontakt Basalt — Unterlagerung näher zu beleuchten.

Tafel 1: Gemeindesteinbruch in Oberpullendorf (Situation im Juli 1978)



- ① 1) Grauer, stark angewitterter schlackiger Basalt mit harten, tonigen Hohlraumfüllungen, bzw. gelblich-grünen und schwarzen Belägen
- ② 2) Sehr dichte, rötliche Lage (Frittungshorizont); in der feinkörnigen Grundmasse Einschlüsse (Quarz, Kristallin) von wechselnder Korngröße (vorwiegend 2—3 mm, maximal 5 mm). Im trockenen Zustand sehr hart. Farbe an der Fließgrenze 2,5 YR 5/8
- ③ 3) Helle, gelblichbraune Lage mit rotbraunen, mm-großen Mineralkomponenten (Pyroxen, Olivin) sehr feinkörnig und feinporös; 5 YR 6/6
- ④ 4) Grün- und rotgefleckter, sehr tonreicher Horizont mit wenig Grobkomponenten (vereinzelt Feldspatkörner); z. T. blockig aufgelöst; Harnischflächen und Striemungen; Mischfarbe 5 YR 6/8
- ⑤ 5) (Abb. 2): Straff gebänderte harte Tonschicht mit olivgrünen und rotbraunen Lagen; muschelig brechende, cm-große Einschlüsse verwitterter Schlackenbasalte, die selbst wieder in den Hohlräumen Tonbestege zeigen; quer und senkrecht zur Bänderung verlaufende Klüfte führen ebenfalls grüne Tonbestege; grüne Lagen 2,5 Y 5/4, rote Lagen 5 YR 4/6
- ⑥ 6) Überwiegend olivgrüne, tonige Lage mit untergeordnet kleinen rötlichen und weißen Komponenten (Mineral- und Gesteinsbruchstücke); einzelne Harnischflächen; 10 YR 5/4 bis 2,5 Y 6/4—5/4
- ⑦ 7) Übergangshorizont: aufgemürbtes Kristallin mit gut erhaltener Schieferungsstruktur; Gesamtfarbe grün mit partieller Rotfleckung; Harnischflächen mit glänzenden grünen und roten Tonbestegen; 2,5 Y 5/6
- ⑧ 8) Gut erhaltener, grüner Amphibolit, auf Kluftflächen geringmächtige, z. T. rostfleckige Tonbestege

2.0. Probenmaterial

Das Untersuchungsmaterial stammt aus dem nördlichen Steinbruch von Oberpullendorf. Beprobte wurde ein Profil an der ehemaligen nordschauenden Abbauwand (siehe Tafel 1).

Die Grenze zwischen dem liegenden Kristallin, das eine stark aufgemürbte Oberkante besitzt, und dem Basalt fällt hier mit etwa 30° nach NNE ein. Der unmittelbare Kontaktbereich zeigt eine unterschiedliche Ausbildung: stellenweise deutlicher, ziegelroter Frittungshorizont (1—5 cm), stellenweise olivgrüne Tonlage ohne Frittung mit einzelnen Kies- oder Schotterschnüren (z. T. rote Quarzgerölle, z. T. eckige Kristallinbruch-

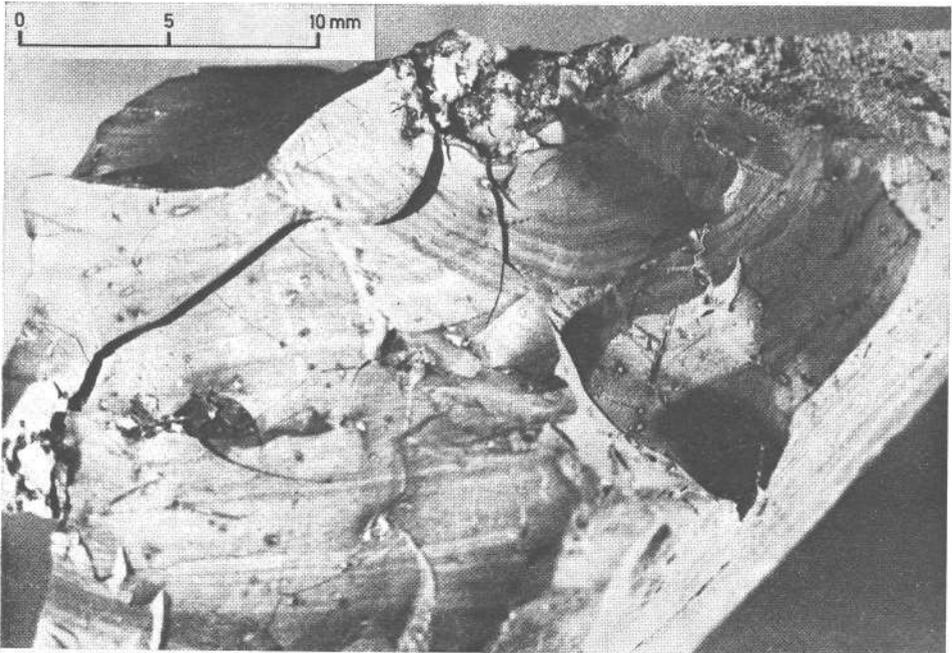


Abb. 2: Probe 5: harte, muschelig brechende Tonschicht; in den olivgrünen und rotbraunen Lagen Partikeln von Schlackenbasalt

stücke mit rotem Saum); darunter erscheint ein intensiv rotbraun gefärbter Tonhorizont. Der Übergang von den manchmal noch gut erhaltenen Kristallingesteinen (Amphibolite, Gneise) in die tonig-schluffigen Verwitterungs- und Überlagerungshorizonte verläuft allmählich, jedoch finden sich hier ebenfalls dünne Schnüre von Quarzgeröllen und Kristallinkomponenten. In der Tonlage erscheinen stellenweise Harnischflächen.

Besonders intensive Zersetzungserscheinungen sind an Kristallineinschlüssen zu beobachten, die vom Basalt mitgeschleppt wurden (vor allem Amphibolite). Die Umwandlung bzw. Tonneubildung scheint hier am weitesten fortgeschritten.

3.0. Methodik

3.1. Lichtmikroskopische Untersuchungen

Von allen Proben mit Ausnahme der Probe 5 konnten Dünnschliffe hergestellt und lichtmikroskopisch untersucht werden.

3.2. Röntgendiffraktometer-Analysen

Von gepulverten Proben wurde der Gesamtmineralbestand bestimmt. Eine semi-quantitative Auswertung der Röntgendiffraktogramme konnte aus den Peak-Intensitäten mit Hilfe von Korrekturfaktoren durchgeführt werden.

Die Fraktion $< 2 \mu$ konnte nach Behandlung mit H_2O_2 durch Sedimentation gewonnen werden. Die Suspensionen wurden mit K^+ und Mg^{2+} belegt und orientierte Präparate auf Diaphragmaplättchen hergestellt. Zur Identifizierung der Tonminerale erfolgte eine Behandlung mit Glycerin und DMSO.

Die Aufnahmen wurden mit einem Philips-Gerät *) , $CuK\alpha$ -Strahlung, $1/2^\circ/\text{min.}$, kV 40, mA 20 und Ni-Filter durchgeführt.

3.3. Rasterelektronenoptische Untersuchungen und chemische Mikroanalysen

Die Untersuchung von Bruchflächen im Rasterelektronenmikroskop STEREOSCAN S4 **) erfolgte an ungestörten Proben nach Goldbedampfung. An einzelnen Proben konnten mit Hilfe des EDAX-Systems Mikroanalysen und Elementverteilungsaufnahmen durchgeführt werden.

3.4. Farbbestimmung

Die Bestimmung der Bodenfarbe nach Munsell erfolgte an der Fließgrenze.

4.0. Ergebnisse

4.1. Lichtmikroskopische Untersuchung

Der unmittelbare Frittbereich an der Grenze Basalt—Unterlagerung läßt sich im Mikroskop genau lokalisieren (Abb. 3). Scharf abgesetzt gegen Basaltbruchstücke mit schmalen Plagioklasleisten und porphyrischen Pyroxenen treten rötliche, durch Eisenoxide und -hydroxide infiltrierte Tonsubstanzen auf. In der roten, tonigen Grundmasse finden sich eckige Quarz-, Feldspat- und Kristallinbruchstücke. Die Tonmatrix zeigt zahlreiche Trockenrisse.

Probe 3 (im Liegenden des Frittbereiches) führt zahlreiche, vorwiegend eckige Komponenten von Quarz, Feldspat und Kristallin (\varnothing der Mineralkomponenten ca. 0,2 mm, Kristallinbruchstücke werden bis 2,5 mm groß) in einer feinkörnigen, z. T. tonigen Grundmasse (Abb. 4). Im nächst tieferen Horizont (Probe 4) geht der Anteil der größeren Komponenten deutlich zurück, während die Matrix wesentlich tonreicher ist (Fraktion $< 2 \mu$ bis 50%); auch treten wieder zahlreiche Schrumpfungsrisse auf (Abb. 5). In den folgenden Horizonten (Probe 5 und 6) besteht die Grundmasse ebenfalls aus einer feinkristallinen Tonmineralmatrix. Nesterartig treten darin größere

*) Die Röntgenapparatur wurde aus Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich, Proj. Nr. 1286, 1613 und 3000 angeschafft.

**) Das Gerät wurde aus Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich, Proj. Nr. 1617, 3000 und 4098 zur Verfügung gestellt. Herrn P. STIASZNY sei für die Arbeiten am Gerät herzlich gedankt.



Abb. 3: Probe 2: in der linken Bildhälfte Basalt mit Plagioklasleisten und idiomorphen Pyroxenporphyroblasten; rechts gefrittete Sedimentlage mit Schrumpfungsrissen

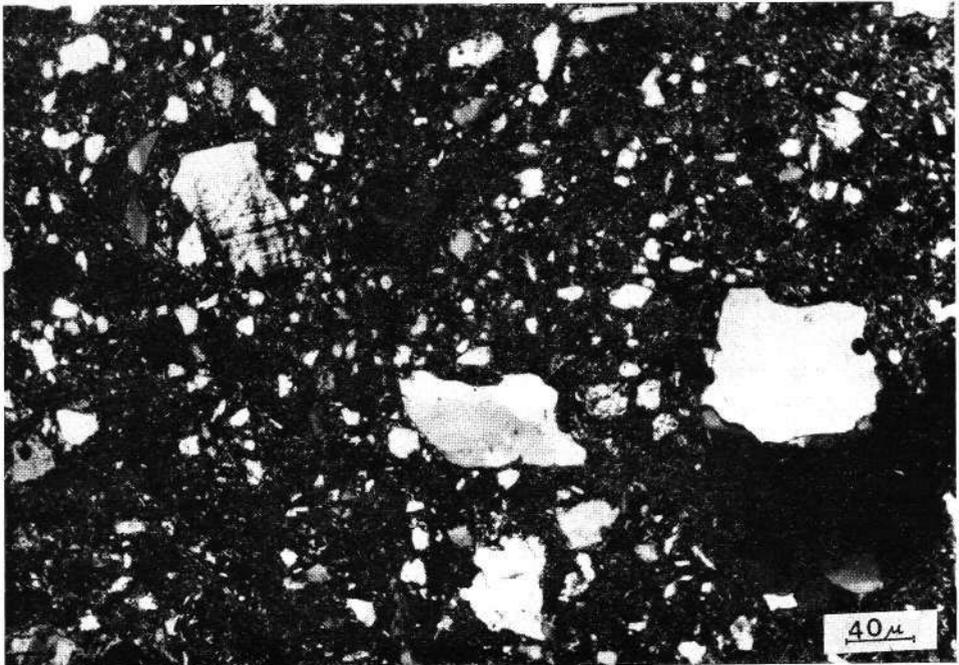


Abb. 4: Probe 3: feinkörnige Grundmasse mit vorwiegend eckigen Komponenten von Quarz, Feldspat und Kristallin

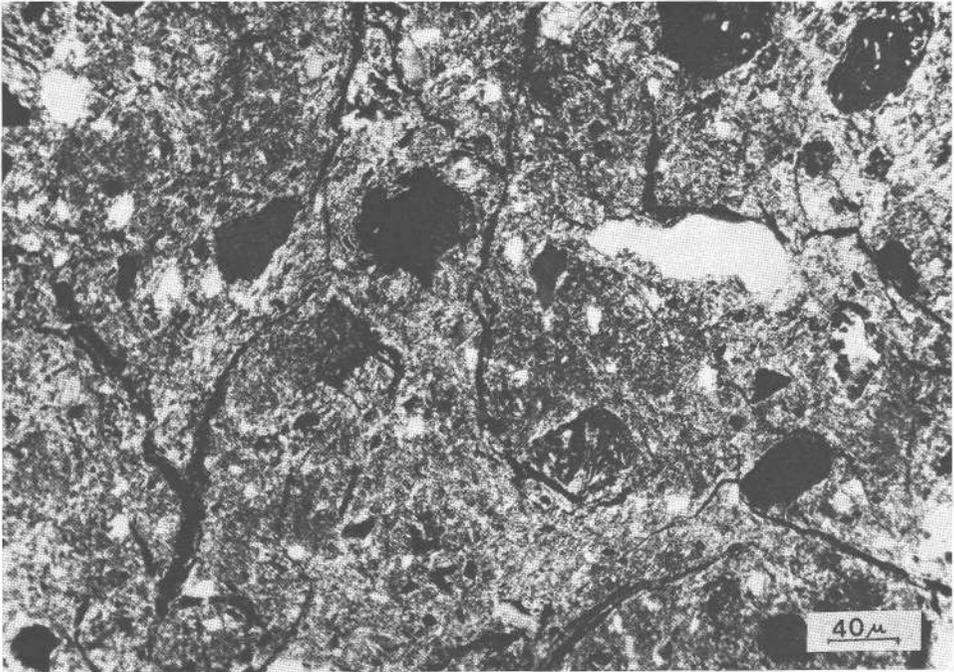


Abb. 5: Probe 4: vorwiegend tonige Grundmasse mit geringem Anteil an Grobkomponenten



Abb. 6: Probe 7: s-partiell eingeregelt Hornblende mit teilweiser Umwandlung in Tonminerale, Klinozoisit und Eisenoxide; Nicols //

Glimmerschuppen und Klinozoisitaggregate auf. Im Übergangshorizont der stark aufgemürbten Kristallinoberkante (Probe 7) sind einzelne Hornblendereste noch deutlich erkennbar. Abb. 6 zeigt innerhalb eines Hornblendekristalls partielle Umwandlung in ein feinfilziges Aggregat von Tonmineralen, Klinozoisiten und Eisenoxiden.

In der untersten Lage (Probe 8) erscheinen die Hornblenden in unterschiedlichen Erhaltungszuständen: neben frischen, unzersetzten Amphibolen treten teilweise umgewandelte auf. Es finden sich als Einschlüsse neugebildete Tonminerale sowie auch Karbonat und Titanit. In der ausgeprägten Lagentextur (abwechselnd Feldspat- und Hornblendelagen) machen sich die Feldspäte durch eine auffallende, wolkige Trübung bemerkbar — ebenfalls Tonmineralneubildung. Vor allem entlang der Reißsysteme ist es zur Neukristallisation von Tonmineralen und stellenweise auch von Apatitnadeln gekommen.

Tabelle 1 (s. Kap. 4.2.)

Probe	Lithologie	Gesamtmineralbestand in	Rel. %	Fraktion < 2 μ
1	Schlackenbasalt	Montmorillonit Plagioklas Magnetit Pyroxen Kalzit	—	—
	tonige Hohlräumfüllung	Montmorillonit	—	Montmorillonit
2	Frittungshorizont	Montmorillonit	60	Montmorillonit
		Quarz	15	Illit
		Plagioklas	25	Chlorit
3	Tonlage	Montmorillonit	80	Montmorillonit
		Quarz	10	
		Plagioklas	10	
4	Tonlage	Montmorillonit (+ Glimmer)	90	Montmorillonit
		Quarz	5	
		Plagioklas	3	
		Hämatit	2	
5	Tonlage	Montmorillonit	100	Montmorillonit Chlorit Sp. Kaolinit Sp.
6	Tonlage	Montmorillonit (+ Glimmer)	85	Montmorillonit
		Plagioklas	15	
		Quarz	Sp	
7	Verwitterungsrinde	Montmorillonit	—	Montmorillonit
		Hornblende		
		Glimmer		
		Plagioklas		
		Quarz		
8	Amphibolit	Hornblende	—	—
		Plagioklas		
		Glimmer		
		Chlorit		
		Aragonit		
		Quarz		
		Ilmenit		

4.2. Röntgendiffraktometeranalysen

Die Ergebnisse der RDA sind in Tabelle 1 dargestellt. Aufgrund dieser Gesteinsanalysen können im untersuchten Profil 3 Komplexe zusammengefaßt werden:

- a) Schlackenbasalt (Probe 1)
- b) sedimentäre Horizonte einschließlich Frittungshorizont (2—6)
- c) Kristallin einschließlich aufgemürbter Verwitterungsrinde (7,8)

Bereits im Basalthorizont erscheint als Hauptgemengteil das Tonmineral Montmorillonit neben den Primärmineralen Plagioklas, Magnetit und Pyroxen. In Spuren konnte noch Kalzit festgestellt werden.

Die zwischen Basalt und Kristallin liegenden sedimentären Horizonte zeigen trotz auffallender morphologischer und farblicher Unterschiede eine relativ gleichförmige mineralogische Zusammensetzung. Stets herrscht schon im Gesamtmineralbestand das Tonmineral Montmorillonit vor, wobei der mengenmäßige Anteil zwischen 60% und 100% schwankt. Als stark zurücktretende Gemengteile finden sich in allen Lagen (mit Ausnahme von Probe 5) Quarz und Plagioklas, vereinzelt tritt auch Glimmer auf, lediglich in Probe 4 konnte Hämatit festgestellt werden.

In sämtlichen Tonhorizonten tritt in der Fraktion $< 2 \mu$ Montmorillonit als stark überwiegender Gemengteil auf; untergeordnet konnten noch Chlorit, Illit und Kaolinit beobachtet werden.

In Probe 7 findet sich neben der für Amphibolite charakteristischen Mineralverteilung ebenfalls Montmorillonit als Hauptgemengteil.

Erst in Probe 8 erscheint kein Verwitterungsmineral mehr, es dominieren die in Amphiboliten üblichen Primärminerale.

4.3. Rasterelektronenmikroskopie

An einer Reihe ausgewählter Proben wurden im Rasterelektronenmikroskop mikromorphologische Untersuchungen, z. T. in Verbindung mit chemischen Mikroanalysen durchgeführt.

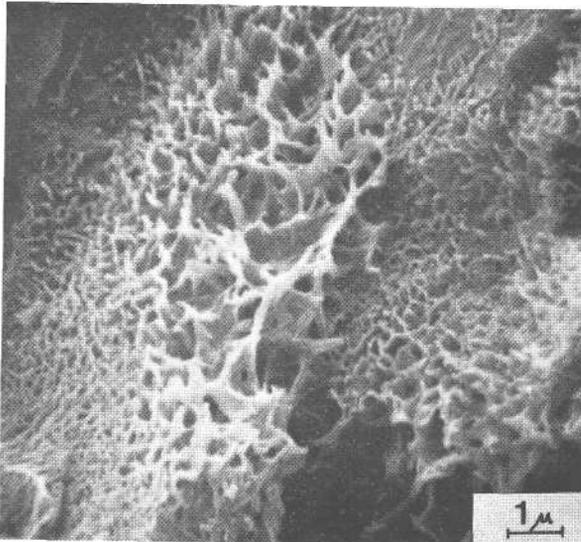


Abb. 7: Probe 1: poröser Schlackenbasalt mit zellig aufgelösten Neubildungen; EDAX-Analyse: Si, Al, Fe

Bei der Probe 4 (Abb. 12) finden sich Minerale mit glatten Krustenoberflächen (nach der EDAX-Analyse besteht sie vornehmlich aus Si und Fe, sodaß es sich hier um einen verkrusteten Olivin- oder Pyroxenkristall handeln dürfte), auf denen sich an zahlreichen Stellen gratartige Kämmen erheben. Von künstlich verwitterten Pyroxenen und Amphibolen ist bekannt (K. F. RIEDL, 1976), daß offenbar durch eine Gelschicht

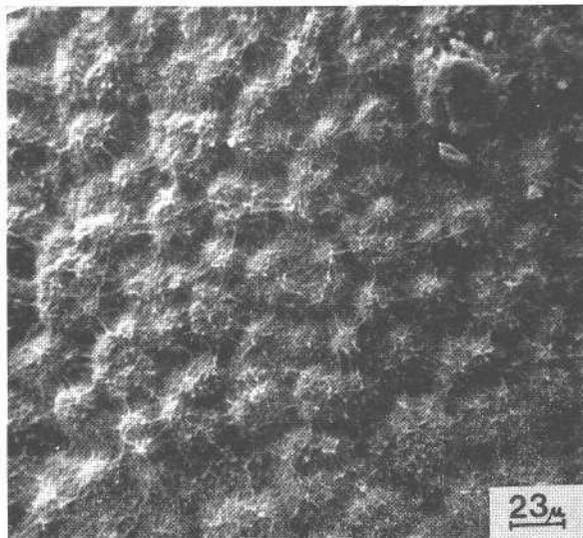


Abb. 8: Probe 1: polsterartig strukturierte Überzüge der Hohlraumwände; nach der EDAX-Analyse Fe-reicher Montmorillonit (makroskopisch gelblichgrüne Überzüge)

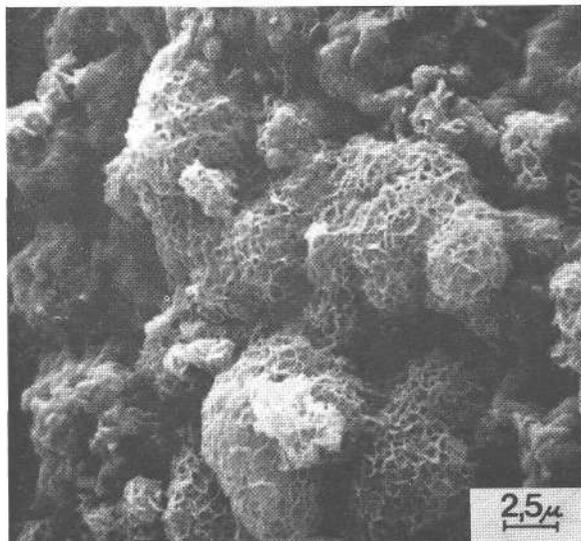


Abb. 9: Probe 1: Internstruktur der schwarzen Mn-hältigen Beläge; EDAX-Analyse: Mn, Fe, Si, Ca, Al

hindurch die ersten z. T. blättchenartigen Aggregate sich entwickeln, aus denen in fortgeschrittenem Stadium Montmorillonitbildungen werden, die schließlich den in Abb. 10 gezeigten Formen völlig entsprechen.

Sehr ähnliche Verwitterungsneubildungen wie im Basalthorizont der Probe 1 finden sich wieder in der aufgemürbten Kristallinoberkante (Probe 7, Abb. 13 und 14). Auf

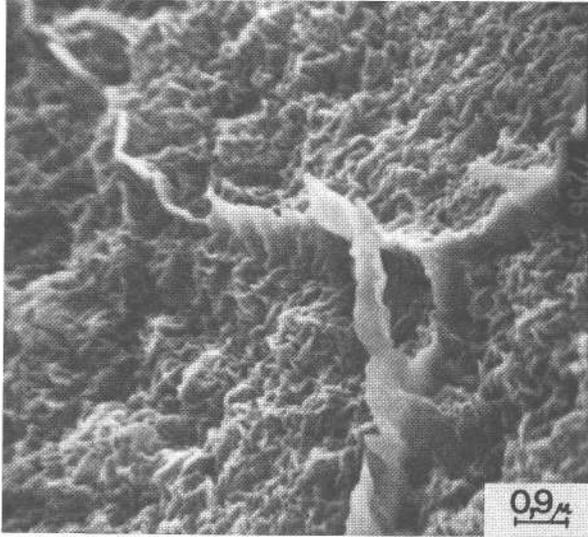


Abb. 10: Probe 1: harte, muschelrig brechende Tonanreicherung in den Basalthohlräumen — neugebildeter Nontronit

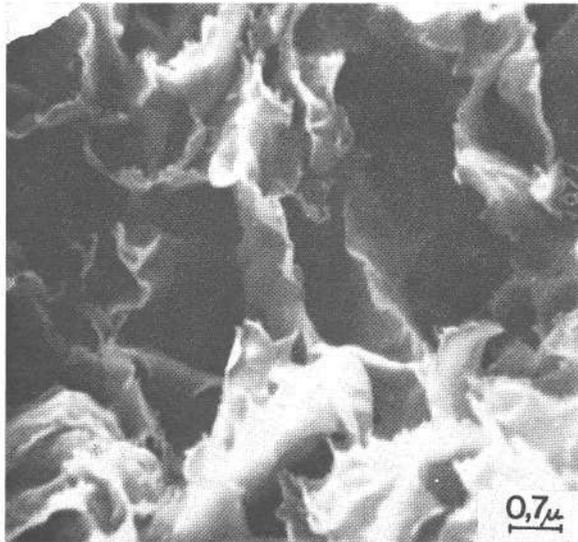


Abb. 11: Probe 3: neugebildeter Nontronit mit aufgelockertem kartenhausähnlichem Gefüge

Abb. 15 sind partielle Löslichkeitsunterschiede innerhalb eines Hornblendekristalls zu beobachten. Während das Si-Bild eine homogene Verteilung zeigt, sind Fe und Mg genau dort abgewandert, wo sich eine relative Al-Anreicherung bemerkbar macht. Hier dürfte ein beidellitisches Tonmineral entstanden sein. Die Neubildung von Beidellit aus amphibolitischen Gesteinen beschrieben auch D. PROUST und B. VELDE (1978).

Verwitterungsneubildungen können auch schon im anstehenden Amphibolit (Probe 8, Abb. 16) festgestellt werden.

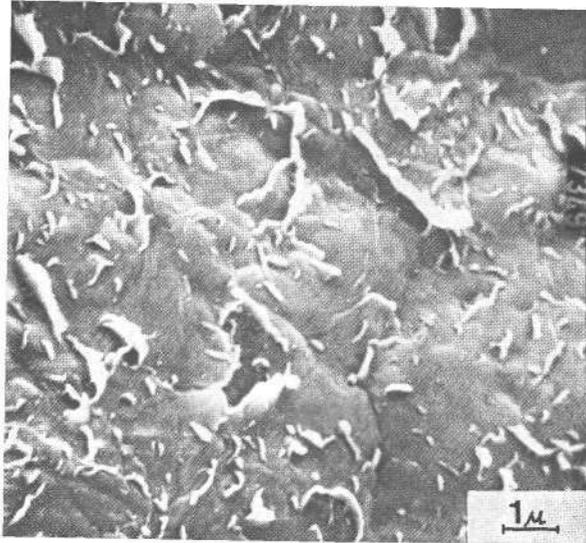


Abb. 12: Probe 4: Übergangsstadium der Tonmineralneubildung

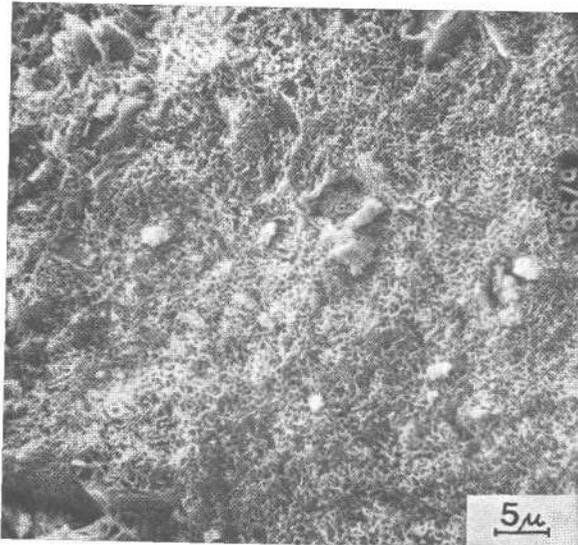


Abb. 13: Probe 7: Neugebildeter Montmorillonit (Nontronit nach EDAX-Analyse)

5.0. Interpretation

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann für das untersuchte Profil folgende Genese angenommen werden:

Das liegende Kristallin war einer intensiven tertiären Verwitterung ausgesetzt, wobei es zeitweise zu einer geringmächtigen Überlagerung gekommen sein dürfte. Im Zuge dieser Bedeckung mit Sedimentmaterial wurden auch rote Quarzkiese und -gerölle gemeinsam mit Kristallkomponenten verfrachtet, die sich heute in Form dünner Schnüre in den feinkörnigen Lagen finden.

Die vulkanischen Ereignisse dürften dann mit Eruptionen vulkanischer Aschen eingesetzt haben, die offenbar im limnischen Milieu abgelagert und in unterschiedlichem Ausmaß mit Sedimentmaterial (Quarz, Feldspat) vermengt wurden. Infolge der Kontaktwirkung zwischen der heißen vulkanischen Asche und dem Wasser dürfte bereits

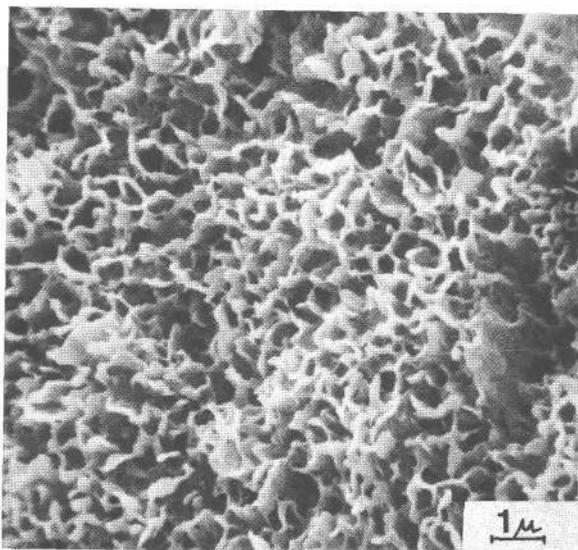


Abb. 14: Probe 7: Detail aus Abb. 13

in diesem Stadium die Nontronitbildung als Produkt hydrothermalmer Reaktionen eingesetzt haben. Gleichzeitig herrschten in den schlammigen Ablagerungen abwechselnd oxidierende (mit unterschiedlicher Intensität) und reduzierende Bedingungen, was sich heute in der bänderartigen Struktur, bzw. der gleyartigen Fleckung in einzelnen Tonlagen äußert. In ähnlicher Form wurde von M. V. BOLYSHEV (1965) in russischen Tschernosemen die Bildung von Nontronit mit der Eisenmobilität, die durch den periodisch schwankenden Wasserspiegel wechselt, in Zusammenhang gebracht. Zeitweise dürften bereits in den noch weichen Schlamm gröbere Schlackenkomponenten sedimentiert worden sein, wodurch die gebänderten Lagen verbogen und verdrückt wurden.

Am Ende dieser Phase kam es zu einer etwas stärkeren sedimentären Überdeckung, in der noch einmal rötliche Quarzgerölle und Kristallinkomponenten eingestreut wurden. Darauf folgend setzten die vulkanischen Hauptereignisse ein, die auch zur Frittung innerhalb einer schmalen Zone des Sedimentmaterials führten.

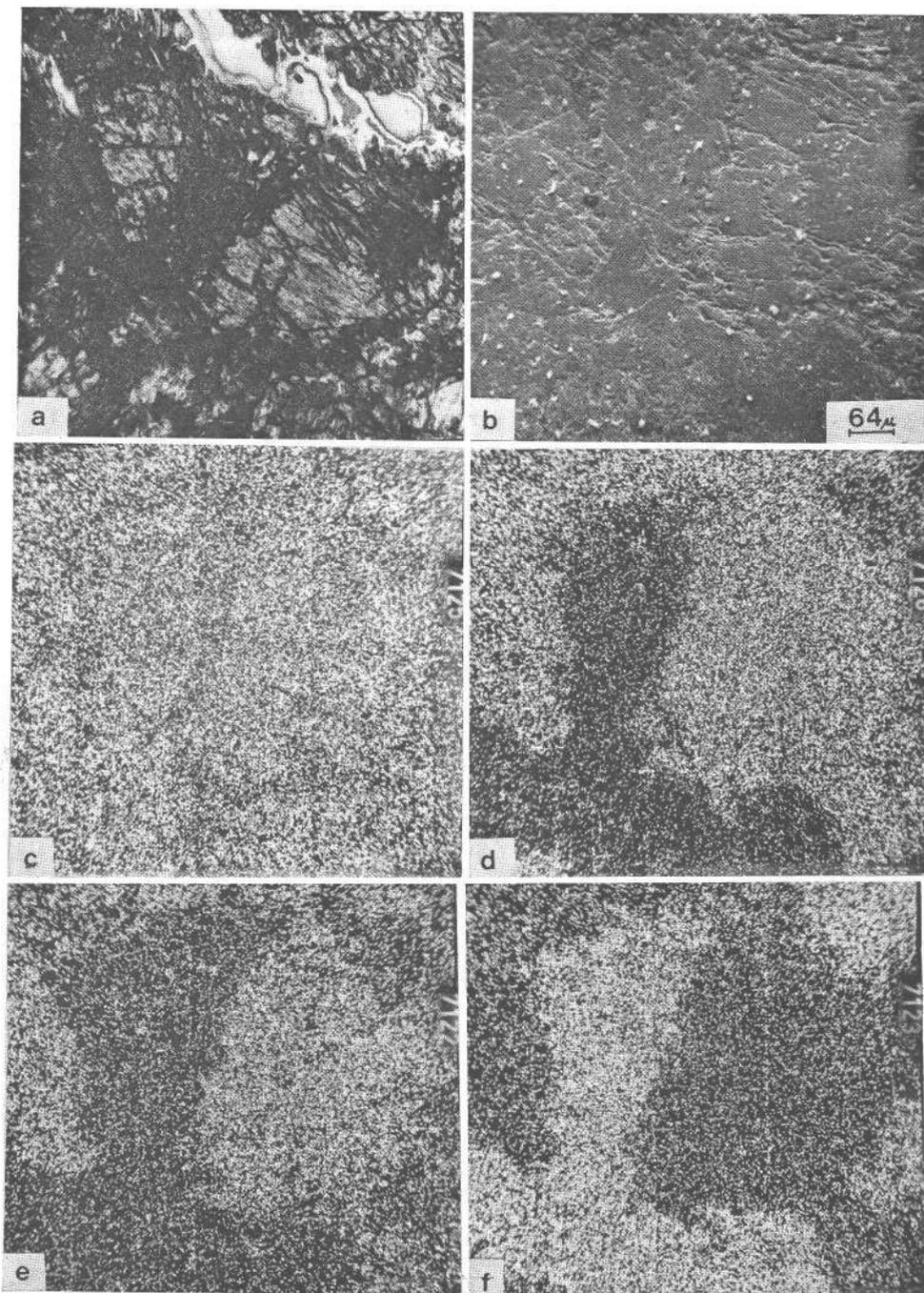


Abb. 15: Probe 7: a) lichtmikroskopische Aufnahme eines teilweise zersetzten Hornblendekristalls, Nicols //; b) rasterelektronenmikroskopisches Oberflächenbild; c)–f) Elementverteilungsbilder von Si, Fe, Mg und Al

Bei der Verwitterung der schlackigen Basalte können ohne weiters mehrere Faktoren zusammengespielt haben. Einerseits können bereits postvulkanische Zersetzungserscheinungen bei der Neubildung von Tonmineralen eine Rolle gespielt haben, wie das auch bei dem in unmittelbarer Nähe befindlichen Basalt von Stob beobachtet wurde (H. W. MÜLLER und B. SCHWAIGHOFER, 1979), andererseits kann auch hier der schwankende Wasserspiegel noch einen Einfluß ausgeübt haben. Jedenfalls sind durch die stark poröse Struktur des Basalts und die damit erhöhte Zirkulationsgeschwindigkeit der Lösungen die Umwandlung bzw. Neubildung von Mineralen sicher beschleunigt worden.

Die Verteilung der Tonminerale in den verschiedenen Komplexen (Kristallin, Tonhorizonte, Schlackenbasalt) zeigt als auffallendstes Charakteristikum, daß es unab-

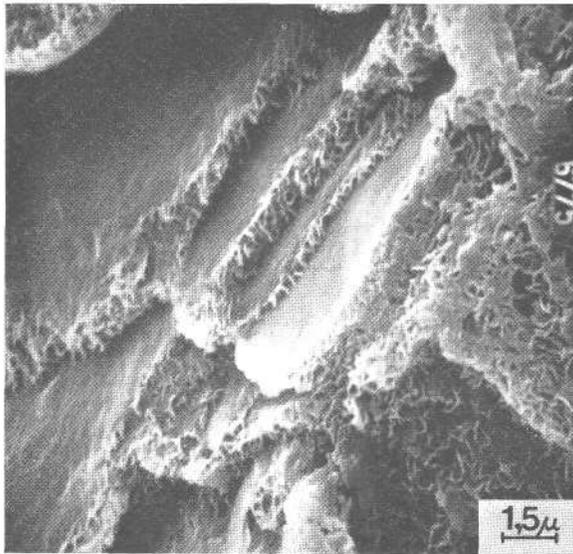


Abb. 16: Probe 8: Neubildung von Nontronit an den Rändern von Glimmerblättchen

hängig vom Ausgangsmaterial stets zu den gleichen verwitterungsbedingten Neubildungen gekommen ist. Sowohl durch RDA als auch durch SEM konnten als Endprodukte fast ausschließlich Montmorillonitminerale vom Nontronittyp festgestellt werden. Lediglich im Verwitterungshorizont des Amphibolits scheint untergeordnet auch Beidellit entstanden zu sein.

Literatur

- BOLYSHEV, M. V.: Genesis of compact soils in the Chernozem and Chestnut zones. — *Sov. Soil. Sci.*, No. 6, 654—663, Moskau 1965.
- KÜMEL, F.: Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland. — *Jb. Geol. B.-A.* 86, 203—235, Wien 1936.
- KÜPPER, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg—Deutschkreuz. — *Geol. B.-A.*, Wien 1957.
- MÜLLER, H. W. & B. SCHWAIGHOFER: Frittung oder tertiäre Verwitterung — Zur Frage der Rotfärbung in den tertiären Liegendesedimenten des Basalts von Stob (Burgenland, Österreich). — *Verh. Geol. B.-A.*, H. 2, Wien 1979.

- PISO, E.: Zusammensetzung und Genese der Basalte des Pauliberger und von Stoob—Oberpullendorf (Burgenland). — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* **14**, 103—139, Wien 1970.
- PROUST, D. & B. VELDE: Beidellite crystallization from plagioclase and amphibole precursors: local and long-range equilibrium during weathering. — *Clay Minerals* **13**, 199—209, Oxford 1978.
- RIEDL, K. F.: Neubildung von Schichtsilikaten auf der Oberfläche von künstlich verwitterten Olivinen Pyroxenen und Amphibolen unter hydrothermalen Bedingungen. — Diss. Köln, 1976.
- SCHOKLITSCH, K.: Untersuchungen an Schwermineralspektren und Kornverteilungen von quartären Sedimenten des Oberpullendorfer Beckens (Landseer Bucht) im mittleren Burgenland. — *Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., Sitzungsber. Abt. I*, **171**, 79—141, Wien 1962.
- SCHWAIGHOFER, B.: Die Verwitterung basischer Vulkanite. — *Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., Denkschr.* **119**, Wien 1976.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtertiäre (Sarmatisch-höherpliozäne) Auffüllung des Pullendorfer Beckens (Landseer Bucht, E. Suess) im mittleren Burgenland und der pliozäne Basaltvulkanismus am Pauliberg und bei Oberpullendorf—Stoob. — *Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., Sitzungsber. Abt. I*, **171**, 143—192, Wien 1962.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 28. September 1979.