

Frittung oder tertiäre Verwitterung — Zur Frage der Rotfärbung in den tertiären Liegendsedimenten des Basalts von Stoob (Burgenland, Österreich)

VON HARALD W. MÜLLER und BERND SCHWAIGHOFER *)

Mit 19 Abbildungen und 4 Tabellen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 108

Burgenland
Basalt von Stoob
tertiäre Liegendsedimente
Rotfärbung
tertiäre Verwitterung
Frittung

Zusammenfassung

Im Basalt von Stoob, der dem finalen Vulkanismus der ostalpinen Orogenese zugeordnet wird, konnten mit Hilfe röntgenanalytischer und rasterelektronoptischer Untersuchungsmethoden unterschiedliche Phasen der Verwitterung festgestellt werden. Die intensive Rotfärbung der Sedimente im Liegenden des Stoober Basalts ließ sich eindeutig sowohl auf den Einfluß der tertiären Verwitterung als auch auf Frittung durch den überlagernden Basalt zurückführen.

Abstract

Different stages of weathering in the basalt of Stoob (final volcanism of the eastalpine orogen) were found by means of x-ray diffractometry and scanning electron microscopy.

The tertiary sediments below the basaltic flow show a significant red color referred to the intensity of tertiary weathering conditions and on the other hand to superficial melting by the overlying basalt stream.

1.0. Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt im Oberpullendorfer Becken (Abb. 1), einer Einmündung am Ostsaum der Zentralalpen. Tektonische Verstellungen auch in Pliozän und Quartär haben hier noch morphogenetische Einflüsse ausgeübt, wengleich keine scharfen Reliefunterschiede mehr ausgebildet wurden. Die Frage nach der Entstehungszeit der Stoober Basalte, die gemeinsam mit den Vulkaniten von Pauliberg und von Oberpullendorf zum finalen Vulkanismus der alpinen Orogenese gehören, hängt eng mit der Klärung des Alters der liegenden und hangenden Sedimentserien zusammen. Während F. KÜMEL (1936) und H. KÜPPER (1957) eine Entstehungszeit an der Grenze Torton-Sarmat, bzw. am Beginn des Pannons annehmen, sprechen sich K. SCHOKLITSCH

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

(1962) und A. WINKLER-HERMADEN (1962) eindeutig für ein jüngeres, nämlich dazisches Alter aus.

Entscheidend für sämtliche Alterseinstufungen war stets die Bildungszeit der die Basalte unterlagernden Sedimente, die allerdings nur aufgrund ihrer Schwermineralspektren eingestuft werden konnten. Die Unterlage der Basaltergüsse bilden vielfach

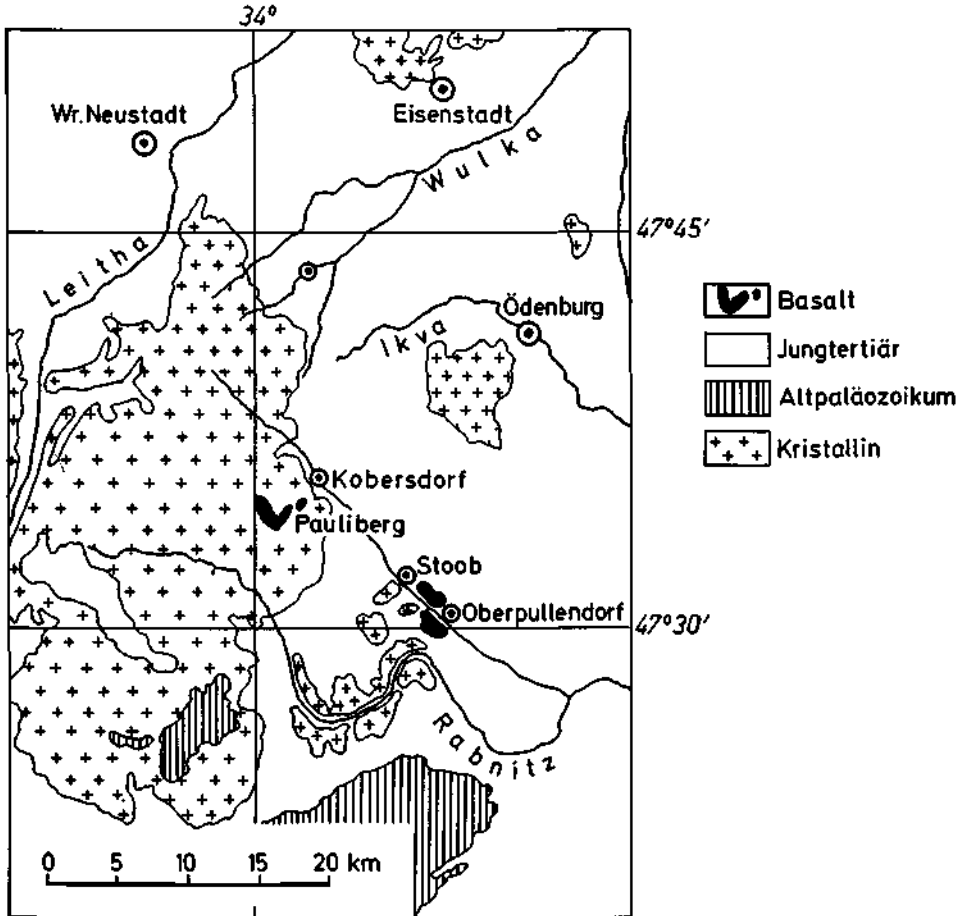


Abb. 1: Geologische Lageskizze des westlichen Oberpullendorfer Beckens und seiner Umrahmung (nach E. Priso, 1970)

Rotlehmgebildungen, deren Genese ebenfalls auf verschiedene Arten erklärt wurde. A. WINKLER-HERMADEN (1962) deutet sie als Verwitterungsdecken, die unter subtropischem Klima entstanden sind, während E. Priso (1970) die Ansicht vertritt, daß es sich dabei um lokale Anreicherungen von Eisenoxidhydraten handelt, die aus Verwitterungslösungen des überlagernden Basalts stammen.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es nun, die Genese der den Basalt unterlagernden Sedimente (Profile 2 und 3) näher zu beleuchten und neue Argumente für

die Bildungsbedingungen zu liefern, d. h. zu klären, ob sie durch Verwitterung oder durch Fritting entstanden sind. Weiters wurden die Basalte selbst untersucht (Profil 1), um auch hier verwitterungsbedingte Mineralneubildungen zu erfassen.

2.0. Geologischer Überblick

Im Zuge des Ausbaues der Straße zwischen Stoob und Oberpullendorf wurde eine Reihe von Bohrungen abgeteuft. Aus diesen, sowie aus den während der Bauarbeiten geschaffenen Aufschlüssen ergab sich, daß die basaltischen Laven offenbar in ein welliges Relief einströmten (H. KÜPPER, 1957). Schon vorher war das Kristallin in wechselnder Mächtigkeit mit Schottern, Sanden und Tonen überlagert worden. Direkt an der Grenze zwischen den liegenden Sedimenten und dem Basalt finden sich häufig rotehmartige Bildungen, die stellenweise bis zu 2 m mächtig werden können (A. WINKLER-HERMADEN, 1962).

Zur Genese des Basalts wird angenommen, daß er zwar eine eigene Ausbruchsstelle gehabt haben dürfte, jedoch dem gleichen Magma wie der Basalt von Oberpullendorf angehört. Aufgrund der Strukturierung in eine Reihe von übereinanderliegenden Decken sind mehrere Eruptionen anzunehmen (E. PISO, 1970).

Nach den Basaltergüssen kam es zur Sedimentation vorwiegend gröberklastischer Serien, die die Basalte in einer ursprünglichen Mächtigkeit bis zu 100 m überlagert haben dürften und heute nur mehr in stark erodierter Form vorliegen.

Es ist anzunehmen, daß erst während des obersten Pliozäns und Quartärs der Basalt wieder freigelegt und später — vermutlich mittelquartär — nochmals mit überwiegend grobem Material überschottert wurde. Diese Schotter finden sich stellenweise mit Lehmen verzahnt (A. WINKLER-HERMADEN, 1962).

3.0. Untersuchungsmethoden

Das nach makroskopischen Gesichtspunkten entnommene Probenmaterial wurde lichtmikroskopisch und röntgenanalytisch untersucht. Von ausgewählten Proben wurden im Rasterelektronenmikroskop mikromorphologische Aufnahmen einschließlich chemischen Mikroanalysen durchgeführt. Beim Profil Stoob 2 konnten auch Korngrößenanalysen ausgeführt werden. *)

3.1. Röntgendiffraktometer-Analysen

Übersichtsaufnahmen zur Erfassung des Gesamtmineralbestandes konnten von geriebenem Probenmaterial durchgeführt werden.

Nach Behandlung mit H_2O_2 wurden die Fraktionen 20—2 μ , 2—0,2 μ und <0,2 μ durch Sedimentation gewonnen und orientierte Präparate auf Diaphragmaplättchen hergestellt, nachdem die Tonsuspensionen mit K^+ und Mg^{++} belegt worden waren. Zur Identifizierung der Tonminerale erfolgte eine Behandlung mit Glycerin und DMSO (Dimethylsulfoxid). Die Aufnahmen wurden mit einem Philips-Gerät**), $CuK\alpha$ -Strahlung, $\frac{1}{2}^\circ/\text{min.}$, kV 40, mA 20 und Ni-Filter durchgeführt. Die semiquantitative Auswertung der Röntgendiffraktogramme der Pulverpräparate und der Fraktion 2—0,2 μ konnte aus den Peak-Intensitäten mit Hilfe von Korrekturfaktoren durch-

*) Für die wertvolle Mitarbeit bei sämtlichen Laborarbeiten möchten wir Herrn W. KLUG unseren Dank aussprechen.

**) Das Gerät wurde aus Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich, Proj. Nr. 1286, 1613 und 3000 zur Verfügung gestellt.

geführt werden. Bei den Basaltproben war die Anwendung dieses Auswertverfahrens nicht möglich.

3.2. Rasterelektronenoptische Untersuchungen und chemische Mikroanalysen

Bruchflächen von ungestörten Proben wurden nach Goldbedampfung im Rasterelektronenmikroskop STEREOSCAN S4 *) untersucht. Mit Hilfe des EDAX-Systems konnten an polierten Dünnschliffen Mikroanalysen und Elementverteilungsaufnahmen durchgeführt werden.

3.3. Korngrößenanalysen

Dispergierung mit $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, Naßsiebung der Fraktionen $>630 \mu$, $630-200 \mu$, $200-63 \mu$ und $<63 \mu$, Pipetteanalyse der Fraktion $<2 \mu$.

3.4. Farbbestimmung

Die Bestimmung der Bodenfarben nach Munsell erfolgte an der Fließgrenze.

4.0. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden vorerst die Basaltproben einschließlich der auflagernden jungen Bedeckung und dann die zwei Profile der tertiären Liegendsedimente beschrieben.

4.1. Profil Stoob 1

Das untersuchte Profil (siehe Abb. 2) befindet sich am Westrand des alten verlassenen Basaltsteinbruches nördlich der Straße von Stoob nach Oberpullendorf. Die Proben 1—4 stammen aus vier Lagen im obersten Bereich der ehemaligen Abbauwand und entsprechen einer profilmäßigen Abfolge. **) 5—8 sind Basaltproben mit unterschiedlichem Erhaltungszustand.

4.1.1. Makroskopische Charakteristik des Probenmaterials

Probe 1:

Seichtgründige pseudovergleyte Braunerde (Farbe an der Fließgrenze 10 YR 5/4), stark durchwurzelt und humos, feiblockig zerfallend; reich an Gesteins- und Mineralfragmenten (vor allem eckige bis kantengerundete Quarzkörner).

Probe 2:

Übergang zwischen dem sedimentären Überlagerungshorizont und der aufgemürbten Basaltoberkante; hoher Anteil an Mineral- und Gesteinsbruchstücken (vor allem Basalt).

Probe 3:

Oberster, aufgemürbter Bereich des Basalts; stark rostig angewitterte, weitgehend zerlegte Basaltoberkante.

*) 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.

**) Von einem echten Verwitterungsprofil kann aber nicht gesprochen werden, da der gesamte Basalt intensiv von Klüften durchzogen ist und die Lösungsansätze im Bereich der Risse und Klüfte das chemische Mikromillieu so dominieren, daß sie pedogenetische Umwandlungsvorgänge in den einzelnen Lagen mit Ausnahme der beiden obersten Horizonte sicher übertönen.

Probe 4:

Zum Teil plattig zerfallender, rostig angewitterter Basalt, stellenweise leicht porös—
Auf Kluftflächen und in Blasenräumen finden sich Beläge aus braunen Fe-Oxid-Aus-
fällungen.

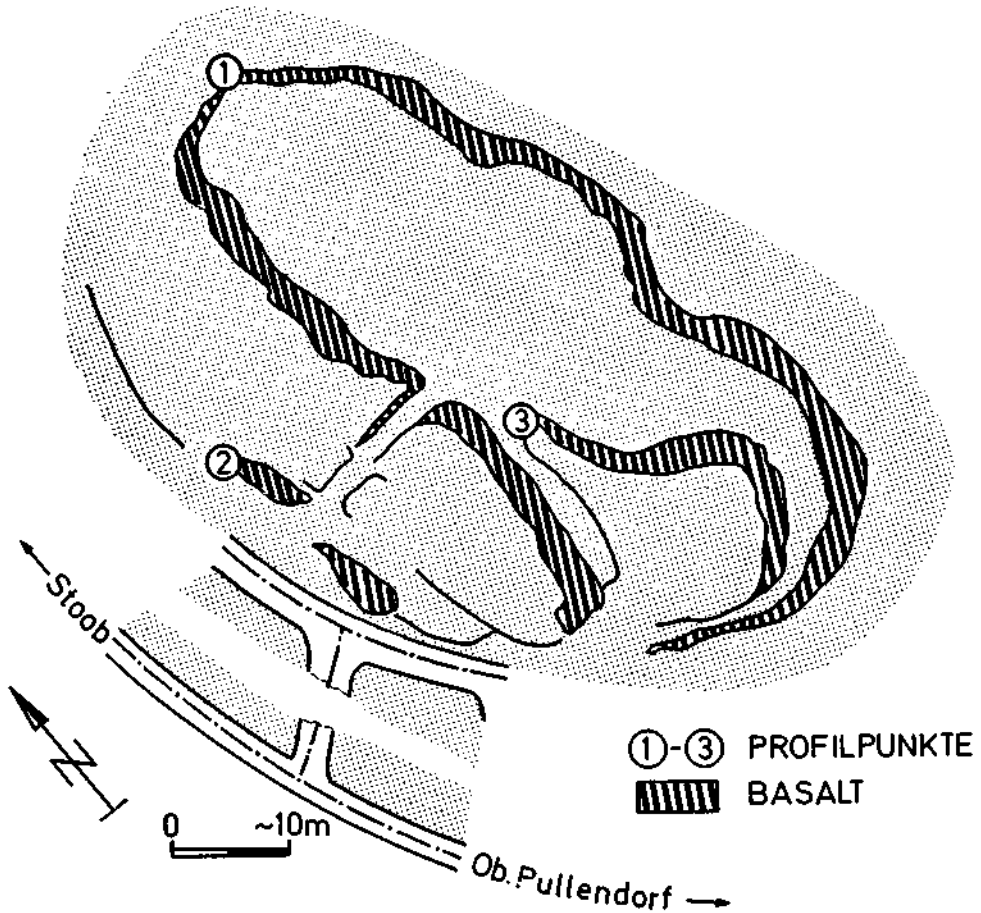


Abb. 2: Position der untersuchten Profile im aufgelassenen Basaltsteinbruch an der Straße Stoob—
Oberpullendorf

Probe 5:

Relativ frischer Basalt mit zahlreichen, in der Größe stark unterschiedlichen Blasen-
räumen. In diesen sowie in Klüften und Rissen dürfte es in größerem Umfang zur
Neubildung von Tonmineralen gekommen sein.

Probe 6:

Grauer, fleckenweise rostig angewitterter Basalt. Kluftkörper zeigen bis 8 mm starke
Verwitterungskrusten. Kennzeichnend sind zahlreiche, meist nur mm-große, braune
Fe-Oxid-Einsprenglinge.

Probe 7:

Schlackenartiger grauer Basalt mit z. T. 1 cm großen, unregelmäßigen Hohlräumen. Die durch intensive Durchgasung entstandenen Blasenräume sind durchwegs mit hellen, gelblichbraunen Neubildungen ausgekleidet.

Probe 8:

Grauer, stark durchgaster Basalt, die Hohlräume sind z. T. mit hellen, gelblichbraunen Substanzen ausgekleidet.

4.1.2. Lichtmikroskopische Untersuchungen

Probe 1:

Im Lichtmikroskop zeigt dieser Oberflächenhorizont eine sehr komplexe Zusammensetzung. Die durchwegs feinkörnige Grundmasse ist unterschiedlich dicht — Stellen mit größerer Dichte sind deutlich doppelbrechend und weisen auf fortgeschrittene Tonmineralneubildung. Als größte Komponenten erweisen sich bis 8 mm große, z. T. gerundete Quarzkörner. Gesteinskomponenten liegen häufig nur locker im Verband und zeigen fast immer einen Saum aus doppelbrechenden Substanzen (neugebildete Tonmineralneubildung. Als größte Komponenten erweisen sich bis 8 mm große, z. T. porphyroblasten, während von Olivinen meist nur mehr stark zersetzte Reste vorliegen.

Probe 2:

In der feinkörnigen bis dichten Grundmasse treten als Hauptgemengteil Quarzkörner auf (durchschnittlich 0,2 mm groß, eckig), daneben Feldspäte (z. T. frisch und mit Zwillinglammellierung), Glimmerschuppen, Erzkörner und Pseudomorphosen, die mit rotbraunen Fe-Oxiden umrandet sind. An Gesteinseinschlüssen finden sich neben Gneisen und Quarziten angewitterte Basaltbruchstücke. Insgesamt erscheinen die Komponenten etwas besser erhalten als im überlagernden Horizont.

Probe 3:

Das weit fortgeschrittene Zersetzungsstadium des Basalts ist vor allem an intensiv rotbraunen, Fe-oxidreichen Olivinseudomorphosen zu erkennen; die Pyroxene zeigen dagegen guten Erhaltungszustand.

Probe 4:

Basalthorizont mit starken Zersetzungserscheinungen; vor allem entlang von Rissen Umwandlung der Primärminerale bzw. stärkere Infiltrierung von Fe-Oxiden. In der feinkörnigen, an Plagioklas reichen Grundmasse schwimmen zahlreiche opake Erzkörner, meist gut erhaltene Pyroxene und stark zersetzte Olivine.

Probe 5:

In Hohlräumen schmutzigbraune, doppelbrechende Füllsubstanzen mit faseriger Internstruktur. Die feinkörnige Grundmasse führt reichlich Magnetit sowie Pyroxen- und Olivinporphyroblasten.

Probe 6:

Feinkörnige an Plagioklas reiche Grundmasse; die größeren Porphyroblasten (Pyroxen, Olivin) sind durchwegs von dunkelbraunen bis opaken Fe-Oxid-Rinden umgeben.

Probe 7:

Feinkörniger, hohlraumreicher Basalt mit zahlreichen, in Auflösung begriffenen Pseudomorphosen nach Olivin und Pyroxen; stellenweise hellbraune, durchwegs doppelbrechende Substanzen als neugebildete Kristallite aus den Konzentrationen von Fe-Oxiden und Kieselsäure, die nach der Auflösung der Primärminerale mobil geworden sind.

Probe 8:

In zahlreichen Rissen und Hohlräumen ist es bereits zur Neukristallisation von Tonmineralen gekommen. In der feinkörnigen, feldspatreichen Grundmasse finden sich reichlich opake Fe-Oxide neben den Porphyroblasten von Pyroxen und Olivin, die in unterschiedlichem Erhaltungszustand vorliegen.

4.1.3. Röntgendiffraktometrie

Tabelle 1

Probe	Mineralbestand (Pulverpräparat) Rel. %	Fraktion 2—0,2 μ Rel. %	Bemerkungen
1	Schichtsilikate 56% Quarz 17% Plagioklas 15% Kalifeldspat 12%	Montmorillonit 80% Kaolinit 12% Illit 5% Chlorit 3%	Auch in der Pulveraufnahme der Gesamtprobe dominieren die sekundär gebildeten Tonminerale — Montmorillonit ist Hauptgemengteil. Stark zurücktretend finden sich Kaolinit, das Primärmineral Glimmer und Spuren von Chlorit. In der Fraktion 2—20 μ geht der Anteil der Primärminerale und damit auch Quarz stark zurück. Die Feinfraktionen (2—0,2 μ , < 0,2 μ) bestehen nur mehr aus Sekundärmineralen.
2	Schichtsilikate 42% Quarz 27% Plagioklas 14% Kalifeldspat 17%	Montmorillonit 76% Illit 15% Kaolinit 7% Chlorit 2%	Montmorillonit ist auch in der Gesamtprobe das dominierende Schichtsilikat. Weiters erscheinen Kaolinit, primärer Glimmer und in Spuren Chlorit. In der Fraktion 2—20 μ erscheinen abweichend vom überlagernden Horizont geringe Mengen von Hämatit.
3	Anorthoklas Plagioklas Pyroxen Kalzit Magnetit Montmorillonit	Montmorillonit 65% Illit 23% Kaolinit 11% Chlorit Sp.	In der Fraktion 2—20 μ finden sich noch geringe Anteile von Quarz neben Feldspat und Pyroxen; Hauptgemengteil ist Montmorillonit.
4	Anorthoklas Plagioklas Pyroxen Magnetit Glimmer Kalzit Montmorillonit	Montmorillonit 100%	In der Fraktion 2—20 μ treten die Primärminerale wieder stark zurück, Montmorillonit dominiert; Hämatit und Goethit erscheinen in geringen Mengen. Montmorillonit tritt auch in der kleinsten Fraktion < 0,2 μ deutlich in Erscheinung.

Probe	Mineralbestand	Fraktion 2—0,2 μ		Bemerkungen
	(Pulverpräparat) Rel. %	Rel. %		
5	Anorthoklas	Montmorillonit	87%	In dieser Basaltlage konnten in der Fraktion $<0,2 \mu$ keine kristallinen Phasen festgestellt werden.
	Plagioklas	Illit	12%	
	Pyroxen	Chlorit	1%	
	Magnetit			
	Glimmer			
	Apatit			
	Montmorillonit			
6	Anorthoklas	Montmorillonit	45%	In der Fraktion $<0,2 \mu$ konnten Montmorillonit und Illit festgestellt werden.
	Plagioklas	Illit	33%	
	Pyroxen	Chlorit	12%	
	Magnetit	Kaolinit	10%	
	Apatit			
	Glimmer			
	Olivin			
Montmorillonit				
Chlorit				
7	Anorthoklas	Montmorillonit	100%	
	Plagioklas	Illit	Sp.	
	Pyroxen			
	Magnetit			
	Apatit			
	Kalzit			
	Olivin			
Montmorillonit				
8	Anorthoklas	Montmorillonit	81%	Die Fraktion 2—20 μ zeigte geringe Mengen von Hämatit und Kalzit. In der Fraktion $<0,2 \mu$ konnten keine Mineralphasen festgestellt werden.
	Plagioklas	Illit	12%	
	Pyroxen	Chlorit	7%	
	Magnetit			
	Olivin			
	Apatit			
	Montmorillonit			

4.1.4. Rasterelektronenmikroskopie

Probe 1:

Von ausgewählten Mineralkörnern wurden im Rasterelektronenmikroskop chemische Mikroanalysen durchgeführt. Abb. 3a und 3b zeigen einen Titanaugit mit deutlich abgrenzbarer Verwitterungsrinde: Ca, Mg, Fe und in abgeschwächter Form auch Ti treten nur mehr in den besser erhaltenen Mineralpartien auf; Si ist zwar auch hier noch stärker angereichert, findet sich aber ebenso in den Randzonen; Al dagegen ist ausschließlich auf die Randpartien konzentriert. Bei mikromorphologischen Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop fanden sich häufig stark aufgelockerte, schwammartige Neubildungen, die sich randlich in einzelne gewundene röhrenartige Formen auflösen. Eine nähere Identifizierung, bzw. Zuordnung zu neugebildeten Tonmineralen war nicht möglich.

Probe 2:

Von einigen Tonhäutchen, die lichtmikroskopisch als Füllsubstanzen in verschiedenen Hohlräumen festgestellt wurden, konnten im Rasterelektronenmikroskop chemische Mikroanalysen durchgeführt werden. Dabei ergaben sich unterschiedliche chemische Zusammensetzungen (Abb. 4): Si kann gegenüber der Umgebung stark angereichert oder unterrepräsentiert sein, Fe und Al erscheinen fast immer komplementär. Analysen von angewitterten Pyroxenen (Abb. 5) zeigen die Immobilität von Si und Al, während Fe eine deutlich ausgeprägte Rinde um das Mineralkorn bildet.

Probe 5:

Bei den mikromorphologischen Untersuchungen fand sich eine Reihe bemerkenswerter Auflösungs- und Neubildungsstrukturen. Auf Abb. 6 ist der Rest eines Pyroxenkristalls mit den charakteristischen, immer wieder feststellbaren spitzpyramidalen Zersetzungsformen zu beobachten; dazwischen in plattiger Anordnung die offenbar widerstandsfähigeren Substanzen der ehemaligen Spaltrißfüllungen. Abb. 7 zeigt Neubildungen auf der Oberfläche eines Pyroxenkristalls. Aus der stark strukturierten Kruste treten in zeilenförmige Anordnung Blättchen mit unregelmäßiger, flammenartiger Begrenzung deutlich hervor. Ähnliche Formen wurden schon früher mehrmals — meist allerdings aus Feldspäten — beschrieben (W. E. PARHAM, 1969; B. SCHWAIGHOFER, 1976).

Probe 6:

Im Rasterelektronenmikroskop waren z. T. ähnliche Auflösungsstrukturen (Abb. 8) zu beobachten wie in Lage 5, daneben aber auch abweichende Formen mit einer Auflösung der Mineralkrusten in gewundene und geknickte, röhrenartige Gebilde (Abb. 9). Die chemische Mikroanalyse ergab vorherrschend Si mit Spuren von Al, Fe und Ti. Die Krustenbildungen stammen daher offenbar von einem Titanaugit.

Probe 7:

Bei den mikromorphologischen Untersuchungen konnten die Formen stark aufgelöster Pyroxenporphyroblasten beobachtet werden (Abb. 10). Charakteristisch sind auch hier wieder pyramidale Lösungsstrukturen. Lamellenartige Auflösungen (entsprechend der Fläche (100)) könnten ein fortgeschrittenes Stadium der spitzpyramidalen Formen darstellen (Abb. 11). Die einzelnen Lamellen bestehen nach den chemischen Mikroanalysen aus Al und Fe.

4.1.5. Interpretation

Die Proben des Profiles Stoob 1 können aufgrund des Mineralbestandes in mehrere Gruppen gegliedert werden:

1. Gruppe: Zwei Überlagerungshorizonte (Probe 1 und 2) + Mischhorizont (Probe 3) + Basaltoberkante (Probe 4).
2. Gruppe: Frischer Basalt (Probe 5).
3. Gruppe: Angewitterter Basalt (Probe 6).
4. Gruppe: Frischer, stark durchgaster Basalt (Probe 7 und 8).

Die Proben der ersten Gruppe (1 bis 4) entstammen den obersten Lagen des Basaltsteinbruches. Die Abfolge von der aufgemürbten Basaltoberkante bis zum jungen Überlagerungshorizont wird auch in der Tonmineralführung dokumentiert. In Probe 4 erscheint als einziges Tonmineral Montmorillonit als Zersetzungsprodukt des Basalts unter wahrscheinlich postvulkanischem Einfluß. Die Porosität des Basalts hat die Geschwindigkeit und Intensität der Umwandlung infolge der erhöhten Zirkulations-

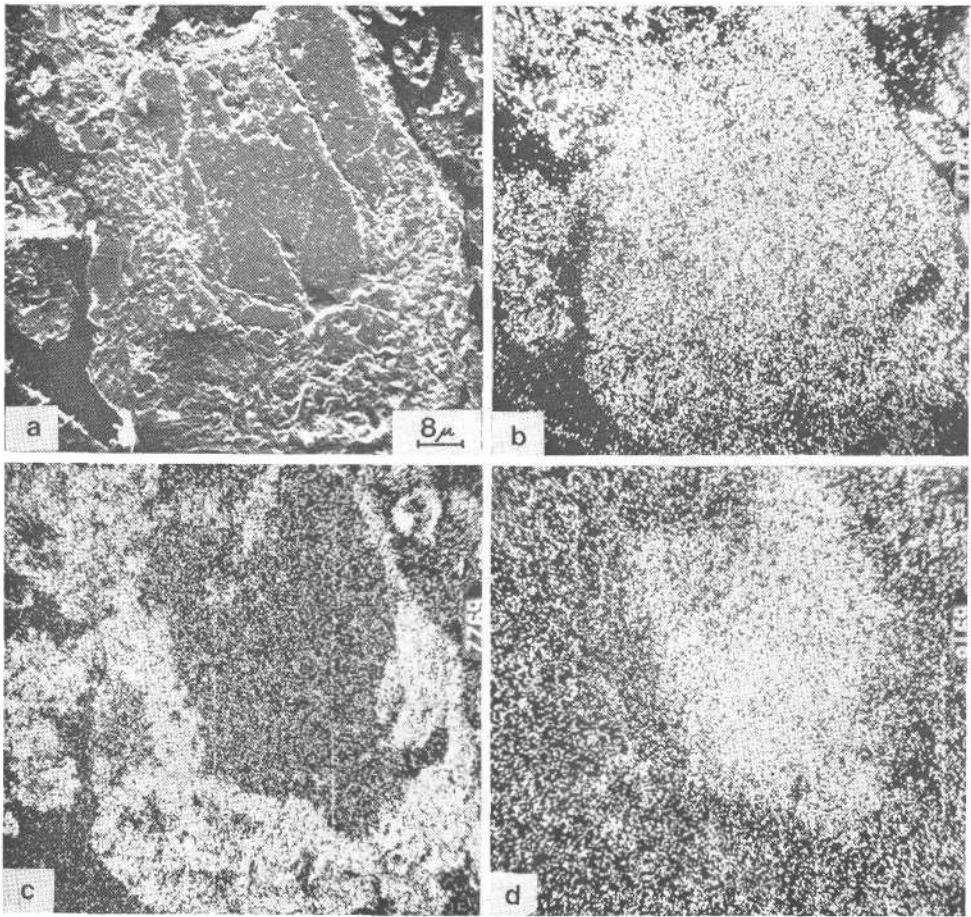


Abb. 3a: Profil Stoob 1, Probe 1; Titanit mit deutlich abgrenzbarer Verwitterungsrinde. a) Raster-elektronenmikroskopisches Oberflächenbild, b)–d) Verteilungsbilder von Si, Al, Mg

fähigkeit sicher wesentlich beeinflusst. Die Oberflächenverwitterung scheint hier nur eine geringe Rolle gespielt zu haben.

Die Proben 3, 2 und 1 unterscheiden sich von der Probe 4 insofern, als es hier teilweise zu einer Durchmischung der sedimentären Überlagerung mit Teilen der Basalt-oberkante gekommen ist. In der Tonmineralverteilung dominiert weiterhin Montmorillonit aus der Basaltverwitterung, während die mengenmäßig zurücktretenden Anteile von Illit, Kaolinit und Chlorit auf die Verwitterung der Mineral- und Gesteinsfragmente der Überlagerung zurückgeführt werden können.

In der Gruppe, die die Probe 5 repräsentiert, ist auch schon nach dem makroskopischen Eindruck die Verwitterung offenbar nicht sehr weit fortgeschritten. Die mikromorphologischen Untersuchungen zeigten zwar z. T. stark aufgelöste Pyroxenkristalle (siehe Abb. 5), bei der Röntgendiffraktometrie ließen sich aber in der Fraktion $<0,2 \mu$ keine kristallinen Phasen feststellen. Der hohe Montmorillonitanteil der Fraktion $2-0,2 \mu$ ($>85\%$) könnte wieder auf postvulkanische Zersetzungserscheinungen zurückzuführen sein, während sich Illit und Chlorit als in den Klüften und Rissen verfrachtete Tonsubstanzen erklären lassen.

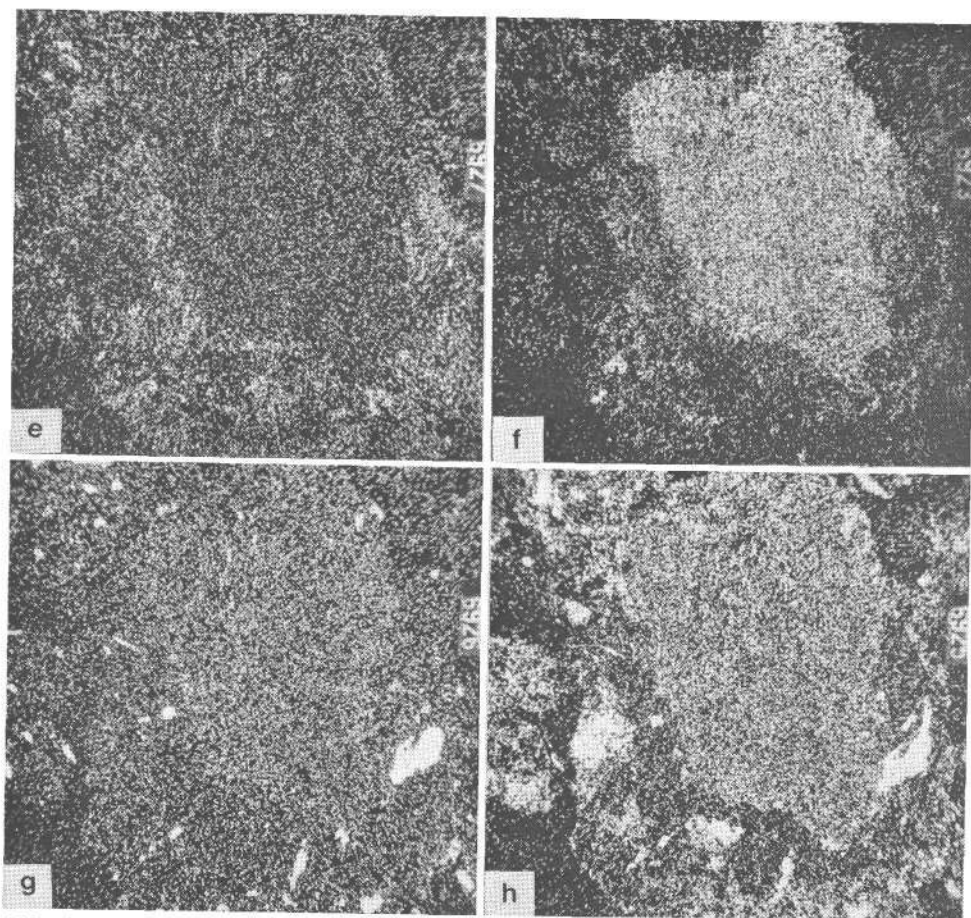


Abb. 3b: Profil Stoob 1, Probe 1; Titanit mit deutlich abgrenzbarer Verwitterungsrinde. e)–h) Verteilungsbilder von K, Ca, Ti, Fe

Durch den Nachweis von Olivin im gemahlene Gesamtgestein unterscheidet sich die dritte Gruppe (Probe 6) von den hangenden Basalthorizonten. Auch die Tonmineralverteilung der Fraktion $2-0,2 \mu$ zeigt eine etwas abweichende Zusammensetzung; während der Montmorillonitgehalt abnimmt, treten Illit, Chlorit und Kaolinit in höheren Anteilen auf, sodaß es hier infolge geänderter Milieubedingungen zu einer verstärkten Abfuhr von Metallionen gekommen sein dürfte. Vor allem das Auftreten von Kaolinit in diesen Basallagen ist bemerkenswert. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese Lage zeitweilig als Oberflächenhorizont der Verwitterung ausgesetzt war, bevor es zur Überlagerung mit einem weiteren Basaltstrom kam.

In den hohlraumreichen, stark durchgasteten Basaltproben der letzten Gruppe (7 und 8) bleibt der Gesamtmineralbestand unverändert.

4.2. Profil Stoob 2

Das Profil Stoob 2 befindet sich im Liegenden von Stoob 1 unterhalb der alten Abbausohle des ehemaligen Steinbruches. Es handelt sich dabei um eine sedimentäre Abfolge, die durch eine kolluviale Auflage mit gröberen Basaltkomponenten gekappt wird

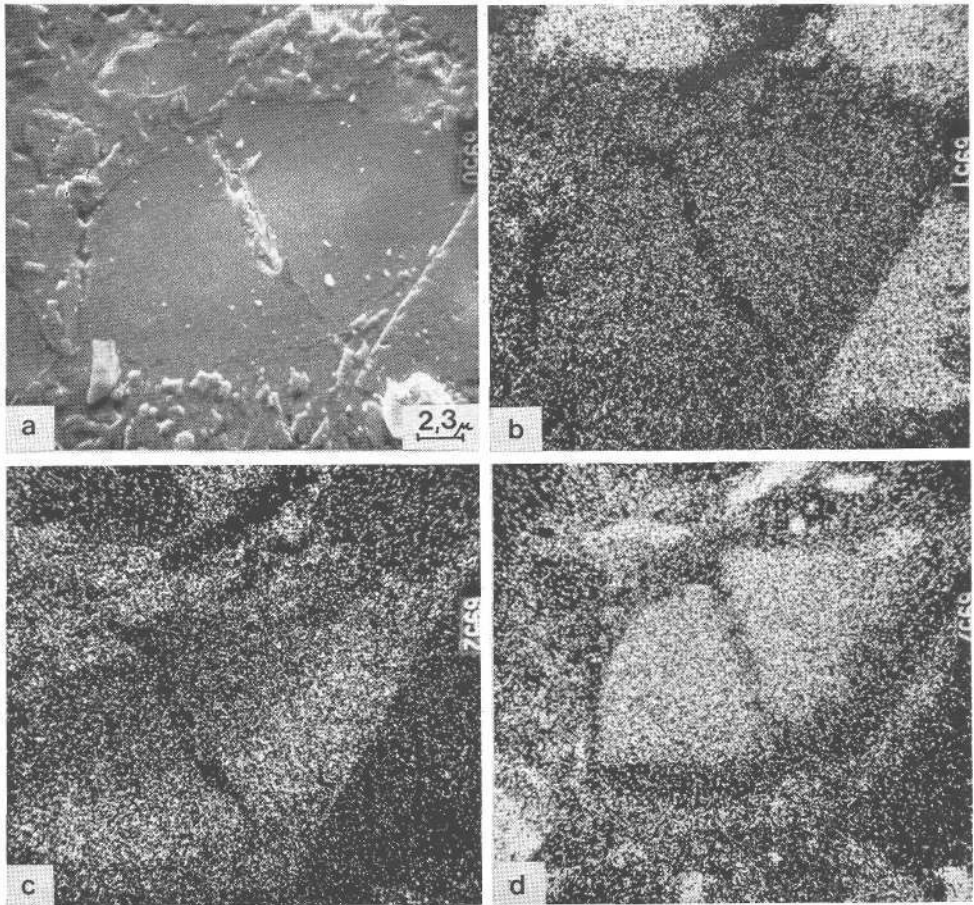


Abb. 4: Profil Stoob 1, Probe 2; Tonhäutchen als Hohraumfüllung, a) Rasterelektronenmikroskopisches Oberflächenbild, b)–d) Verteilungsbilder von Si, Al, Fe

4.2.1. Makroskopische Charakteristik des Probenmaterials

Probe 1:

Anthropogen umgelagerte Braunerde mit rosafarbenen, kantengerundeten Quarzen (\varnothing bis 3 cm); Regenwurmkrümel; Farbe an der Fließgrenze 10 YR 6/3.

Probe 2:

Dichter Basalt (als kolluvialer Einschluß), graue Grundmasse mit hellen, gelblichen, bis 2 mm großen Flecken; reichlich braune Kluftbeläge (Fe-Oxide).

Probe 3:

Brauner Mischhorizont aus Basaltgrus und sedimentärer Einstreuung.

Probe 4:

Rötlichbraune kolluviale Lage aus kleinen Basaltfragmenten und Sedimentmaterial; hoher Tonanteil, Farbe an der Fließgrenze 10 R 5/6.

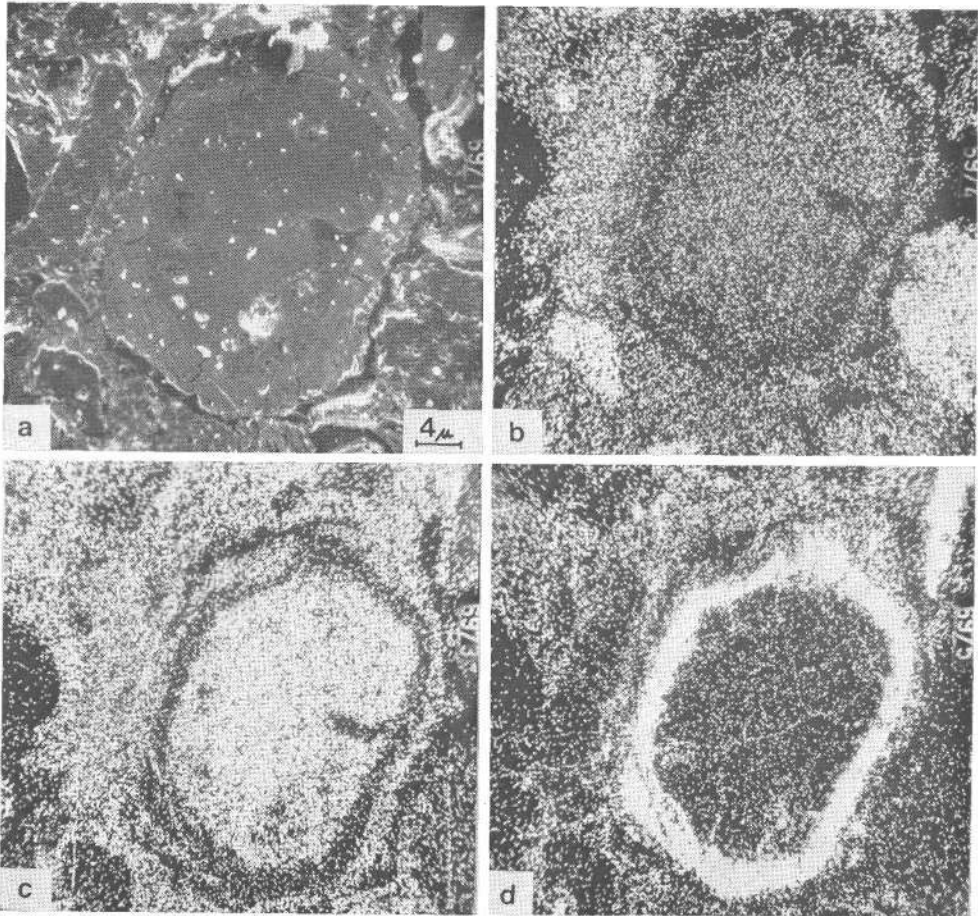


Abb. 5: Profil Stoob 1, Probe 2; angewittertes Pyroxenkorn. a) Rasterelektronenmikroskopisches Oberflächenbild, b)—d) Verteilungsbilder von Si, Al, Fe

Probe 5:

Rote kolluviale Lage; Farbe an der Fließgrenze 10 R 5/6.

Probe 6:

Stark rötlichbraun; gefleckter, schluffreicher Horizont ohne Grobkomponenten; Farbe an der Fließgrenze — helle Bereiche 2,5 YR 6/8, dunkle Bereiche 2,5 YR 4/8.

Probe 7:

Helle, schwach schluffige Feinsandlage; schon makroskopisch ist ein hoher Glimmergehalt (wahrscheinlich aus Kristallin) festzustellen. Stellenweise tritt eine schwache rötlichbraune Verfärbung auf, die offenbar in Zusammenhang mit der Durchwurzelung steht. Farbe an der Fließgrenze 10 YR 7/4.

4.2.2. Lichtmikroskopische Untersuchungen

Probe 1:

Hellbraune Grundmasse aus amorphen Substanzen und Tonmineralschüppchen,

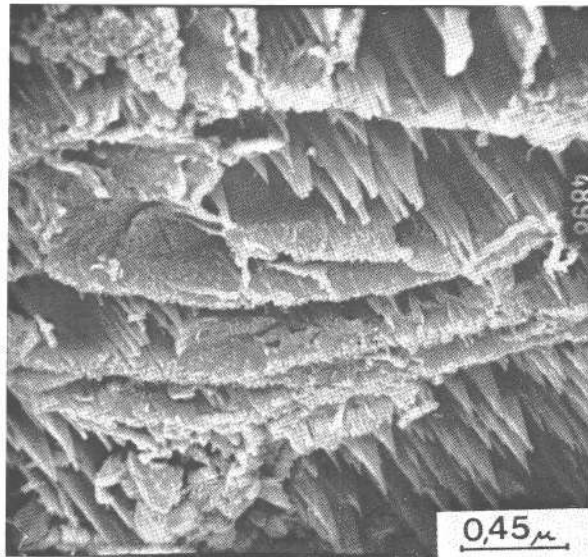


Abb. 6: Profil Stoob 1, Probe 5; charakteristische Auflösungsstrukturen in Pyroxenkristallen

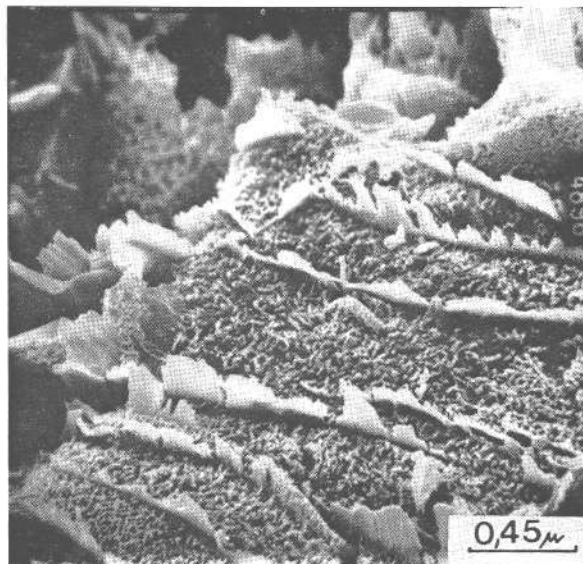


Abb. 7: Profil 1, Probe 5; zeilenförmig angeordnete Neubildungen auf der Oberfläche eines Pyroxenkristalls

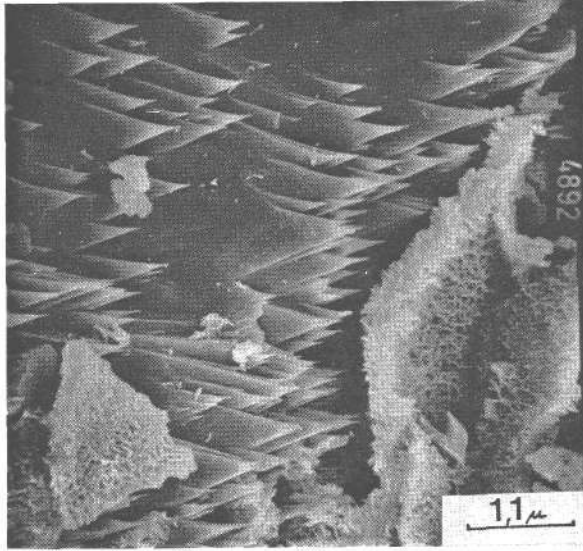


Abb. 8: Profil Stoob 1, Probe 6; spitzpyramidale Auflösungsstrukturen in Pyroxenkristallen

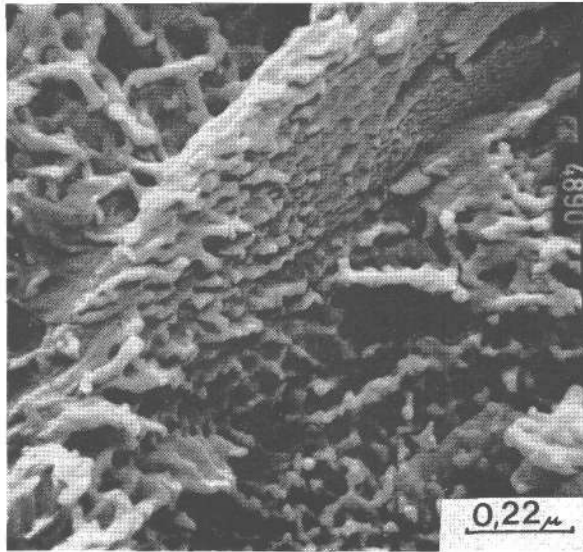


Abb. 9: Profil Stoob 1, Probe 6; Krustenbildungen auf einem Titanaugit

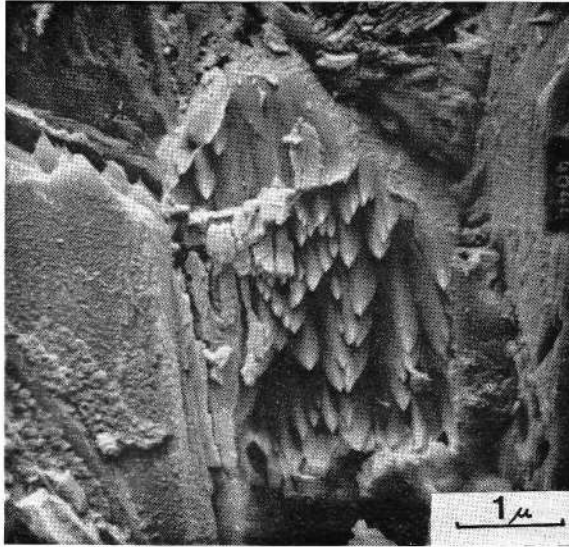


Abb. 10: Profil Stoob 1, Probe 7; Reste von Pyroxenporphyroblasten im Gesteinsverband

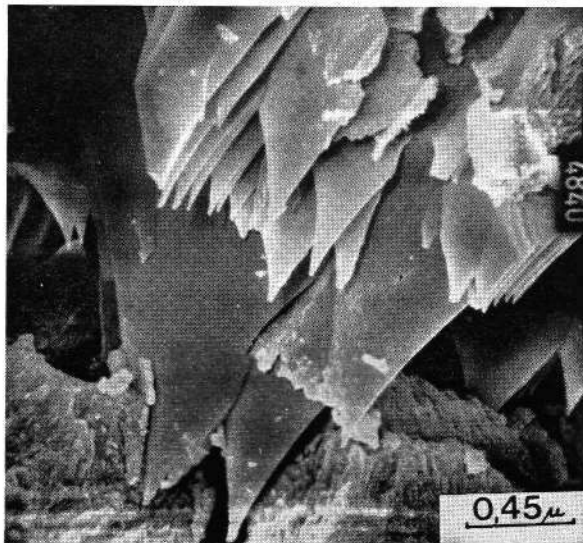


Abb. 11: Profil Stoob 1, Probe 7; lamellenartige Auflösung von Pyroxenkristallen

als Einschlüsse vorwiegend eckige Gesteins- und Mineralbruchstücke neben vielen organischen Resten. Die Gesteins- und Mineralkomponenten sind Quarz- und Feldspatkörner, Glimmerschuppen, Pyroxene, völlig in Fe-Oxide umgewandelte Olivine, Kristallinbruchstücke. Untergeordnet finden sich auch Reste vulkanischer Gesteine mit opaken Goethitnadeln und reichlicher Durchtränkung mit Fe-Hydroxid-Gelen. Partiiell scheint es in der Grundmasse zu stärkerer Tonmineral- und Fe-Oxid-Bildung gekommen zu sein — die braunen Farben werden intensiver und in konzentrierter Form treten doppelbrechende Substanzen auf.

Probe 2:

Feinkörnige, optisch kaum auflösbare Grundmasse; lediglich an der Doppelbrechung sind die Plagioklase und Pyroxene zu erkennen. Nadelförmig treten opake Fe-Oxide auf. Von größeren porphyrischen Einsprenglingen (Kg. um 1 mm) finden sich meist nur mehr stark zersetzte Reste. Stellenweise ist es zu intensiver Tonmineralneubildung mit konzentrischer Anlagerung von Fe-Oxiden gekommen.

Probe 3:

Braune, relativ dichte Grundmasse mit verschiedenen Grobkomponenten; am häufigsten treten eckige Quarztrümmer auf. Unter den Gesteinskomponenten finden sich völlig zersetzte Basaltbruchstücke, in denen vereinzelt die Umrisse porphyrischer Einsprenglinge noch zu erkennen sind. In Hohlräumen erscheinen Tonhäutchen mit konzentrischen Anlagerungsstrukturen.

Probe 4:

Grundmasse dichter und dunkler als in den überlagernden Horizonten. Stellenweise ist es zu einer besonders intensiven Anreicherung von Fe-Oxiden gekommen, wodurch die Matrix noch dunkler (rötlichbraun) erscheint. Partiiell findet sich auch eine starke Rekristallisation zu Tonmineralen.

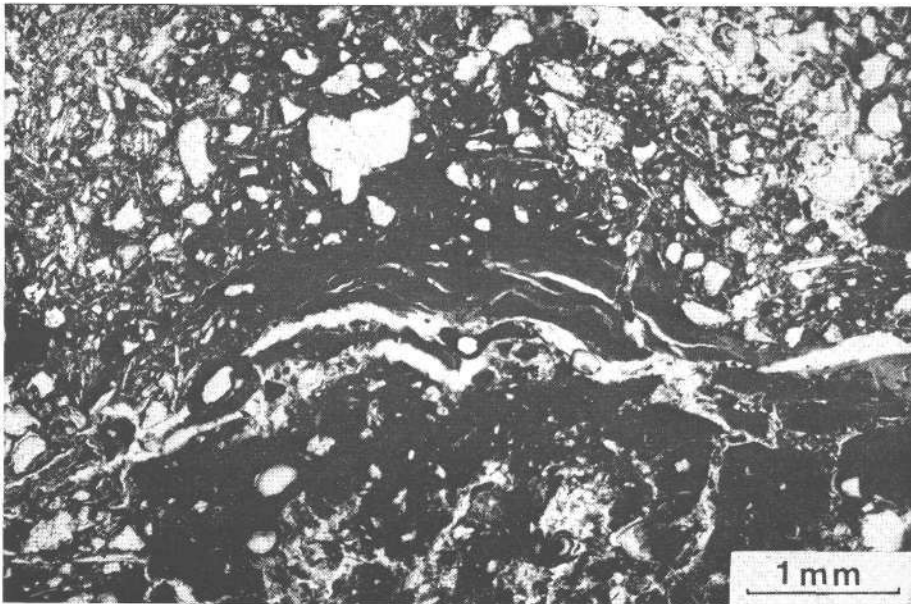


Abb. 12: Profil Stoob 2, Probe 6; feinkörnige Tonmatrix, partiell kommt es zu unterschiedlich intensiver Anreicherung von Fe-Oxiden

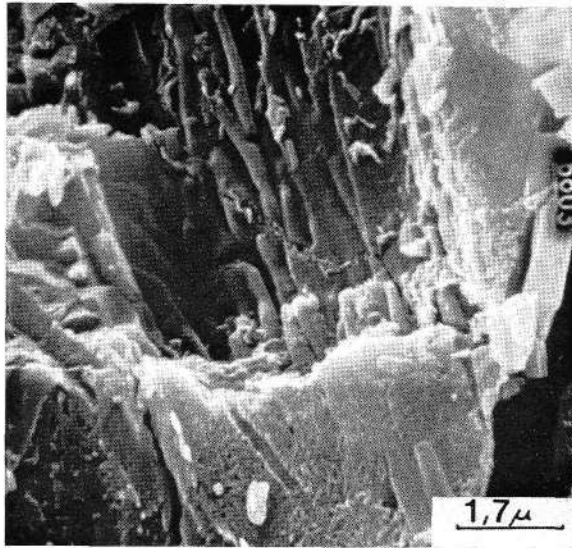


Abb. 13: Profil Stoob 2, Probe 2; Rest eines porphyroblastischen Titanaugits

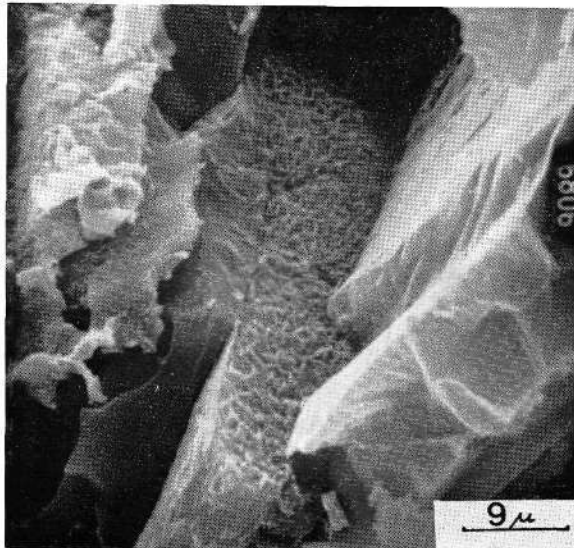


Abb. 14: Profil Stoob 2, Probe 2; stark strukturierte Oberfläche eines Titanaugits

Probe 5:

Die feinkörnige Grundmasse zeigt ein Zurücktreten der Gesteinsbruchstücke, während vor allem Glimmerschuppen stärker in Erscheinung treten. Sie sind relativ frisch und außer randlichen Auffaserungen lassen sich kaum verwitterungsbedingte Beanspruchungen feststellen.

Probe 6:

Die feinkörnige Grundmasse erweist sich insgesamt heller als in den überlagernden Schichten; fleckenartig ist es aber zur Anreicherung rotbrauner Fe-Oxide gekommen (Abb. 12). Im Detail zeigen die Fe-Oxide Doppelbrechung und Aufspaltung in Lagen und Linsen.

Probe 7:

Heller, feldspat- und quarzreicher Sand mit zahlreichen Glimmerschuppen und wenig tonigem Zwischenmittel; auffallend ist der geringe Abrollungsgrad der Quarz- und Feldspatkörner.

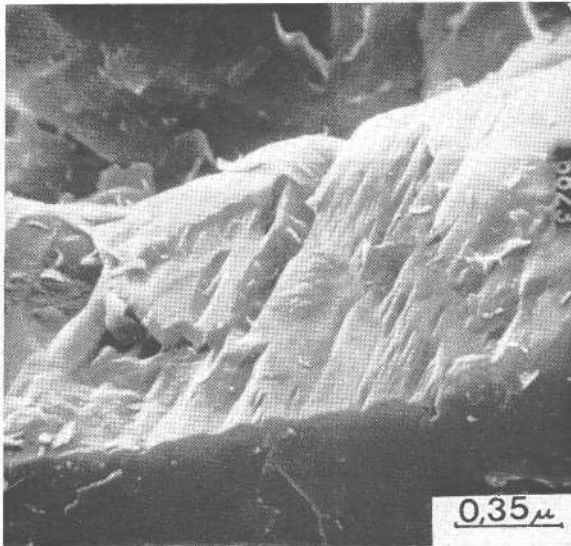


Abb. 15: Profil Stooß 2, Probe 6; Plagioklasoberfläche mit parallelorientierten Ätzfiguren

4.2.3. Röntgendiffraktometrie

Tabelle 2

Probe	Mineralbestand (Pulverpräparat)		Fraktion 2—0,2 μ		Bemerkungen
		Rel. %		Rel. %	
1	Quarz	57%	Illit	65%	Den Schichtsilikatannteil des Gesamtmineralbestandes bilden Glimmer, Chlorit und Kaolinit. Die Fraktion 2—20 μ zeigt die gleiche Zusammensetzung. In der Fraktion <0,2 μ dominiert schlecht kristallisierter Montmorillonit und untergeordnet erscheinen Kaolinit und Illit.
	Schichtsilikate	21%	Kaolinit	30%	
	Plagioklas	15%	Chlorit	5%	
	Kalifeldspat	7%			

Probe	Mineralbestand (Pulverpräparat)		Fraktion 2—0,2 μ		Bemerkungen
		Rel. %		Rel. %	
2	Schichtsilikate	76%	Montmorillonit	60%	Die im gemahlene Gesamtgestein stark vorherrschenden Schichtsilikate bestehen ausschließlich aus dem Sekundärmineral Montmorillonit. In der Fraktion <0,2 μ sind Ansätze zur Montmorillonitkristallisation festzustellen.
	Plagioklas	22%	Kaolinit	28%	
	Goethit	1%	Illit	17%	
	Hämatit	1%			
	Magnetit	Sp.			
3	Schichtsilikate	52%	Illit	58%	Im Gesamtmineralbestand herrscht bei den Schichtsilikate Montmorillonit vor, es findet sich aber auch ein hoher Glimmeranteil. In der Fraktion <0,2 μ fanden sich nur Spuren von Montmorillonit und Illit, beide in schlecht kristallisierter Form.
	Quarz	27%	Montmorillonit	27%	
	Plagioklas	15%	Kaolinit	15%	
	Kalifeldspat	6%			
4	Schichtsilikate	44%	Montmorillonit	55%	In der Fraktion <0,2 μ treten zwei Montmorillonittypen auf — mit niedriger Schichtladung (Basalreflex bei 14 Å) und mit hoher (Basalreflex bei 12 Å), daneben sehr geringe Mengen von Illit und Kaolinit.
	Quarz	32%	Illit	43%	
	Plagioklas	18%	Kaolinit	2%	
	Kalifeldspat	6%			
5	Schichtsilikate	47%	Montmorillonit	49%	In der Fraktion 2—20 μ zeigt sich insofern eine Abweichung gegenüber der hangenden Schicht, da Hämatit auftritt. In der Fraktion <0,2 μ konnten keine Mineralphasen festgestellt werden.
	Quarz	32%	Illit	43%	
	Plagioklas	15%	Kaolinit	8%	
	Kalifeldspat	6%			
6	Schichtsilikate	50%	Vorwiegend Montmorillonit, geringe Mengen von Chlorit und Illit		Schon in der Fraktion 2—0,2 μ fanden sich für sämtliche Mineralkomponenten so unscharfe Reflexe, daß eine semi-quantitative Auswertung nicht durchgeführt werden konnte.
	Quarz	30%			
	Plagioklas	18%			
	Kalifeldspat	1%			
	Hämatit	1%			
7	Quarz	35%	Montmorillonit	64%	Die Fraktion 2—20 μ zeigt die gleiche Mineralführung wie das gemahlene Gesamtgestein (Schichtsilikate: Glimmer Montmorillonit, Kaolinit). In der Fraktion <0,2 μ konnten keine Mineralphasen nachgewiesen werden.
	Plagioklas	31%	Illit	19%	
	Schichtsilikate	26%	Kaolinit	17%	
	Kalifeldspat	8%			

4.2.4. Rasterelektronenmikroskopie

Probe 2:

Bei den mikromorphologischen Untersuchungen konnte auch im Rasterelektronenmikroskop der weitfortgeschrittene Verwitterungsgrad bei den porphyroblastischen Einsprenglingen festgestellt werden. Auf Abb. 13 erkennt man Reste eines Titanaugits (nach chemischer Mikroanalyse). Der Großteil des Mineralkorns ist bereits weggelöst. Typische Krustenbildungen (ebenfalls auf Titanaugit) mit der stark strukturierten Oberfläche zeigt Abb. 14.

Probe 6:

Auf Plagioklasen (nach chemischer Mikroanalyse) konnten charakteristische, parallel orientierte Ätzfiguren als Spuren der Verwitterung (Abb. 15) festgestellt werden.

4.2.5. Korngrößenanalyse

Tabelle 3*)

Probe 1		Probe 3		Probe 4	
>2 mm	29,1%	>2 mm	16,8%	>2 mm	30,7%
2—0,2 mm	13,8%	2—0,2 mm	14,2%	2—0,2 mm	9,8%
0,2—0,063 mm	16,5%	0,2—0,063 mm	24,1%	0,2—0,063 mm	16,2%
63—2 μ	19,7%	63—2 μ	12,7%	63—2 μ	4,5%
<2 μ	20,9%	<2 μ	32,2%	<2 μ	38,8%

Probe 5		Probe 6		Probe 7	
>2 mm	20,8%	>2 mm	24,6%	>2 mm	19,0%
2—0,2 mm	7,9%	2—0,2 mm	2,6%	2—0,2 mm	11,8%
0,2—0,063 mm	25,9%	0,2—0,063 mm	26,1%	0,2—0,063 mm	43,3%
63—2 μ	14,9%	63—2 μ	19,3%	63—2 μ	12,7%
<2 μ	30,5%	<2 μ	27,4%	<2 μ	13,1%

*) Von Probe 2 (Basalteinschluß im Kolluvium) wurde keine Korngrößenanalyse ausgeführt.

4.2.6. Interpretation

Die Horizonte des Profils Stoob 2 können bereits makroskopisch in mehrere Gruppen differenziert werden, die sich teilweise auch in der Tonmineralführung dokumentieren:

1. Gruppe: Probe 1 — Bodenhorizont (umgelagerte Braunerde);
2. Gruppe: Probe 2-5 — Kolluvium;
3. Gruppe: Probe 6 — tertiärer Tonhorizont;
4. Gruppe: Probe 7 — tertiärer Sandhorizont.

Der Gesamtmineralbestand von Probe 1 ist charakteristisch für den Überlagerungshorizont: vorherrschend Quarz und hoher Feldspatanteil; die Schichtsilikate setzen sich aus Glimmer, Chlorit und Kaolinit zusammen. Bei der Tonmineralzusammensetzung fällt auf, daß Montmorillonit ausschließlich in der Fraktion <0,2 μ erscheint, dafür aber Chlorit auftritt, der in keinem der folgenden Horizonte mehr festgestellt werden konnte. Es ist anzunehmen, daß es sich dabei um primären Chlorit der sedimentären Einstreuung handelt. Das völlige Fehlen von Montmorillonit in den Fraktionen >0,2 μ ist nicht einfach zu erklären; möglich erweise stehen die hohen Illit (56%) und Kaolinit (30%) Gehalte damit in Zusammenhang. Durch Intensivierung der Lösungsbedingungen wäre sowohl Illit- als auch Kaolinitbildung aus Montmorillonit vorstellbar (Z. S. ÄLTSCHULER et al., 1963; ARIFIN et al., 1973).

Die zweite Gruppe, die aus kolluvial verfrachtetem Material besteht, ist gesteinsmäßig komplex zusammengesetzt, zeigt aber in allen Proben eine \pm einheitliche Tonmineralverteilung. Die starke Vorherrschaft von Montmorillonit in Probe 2 (verfrachteter Basalteinschluß) wird auch hier wieder zum Teil auf Zersetzungserscheinungen infolge postvulkanischer Ereignisse zurückzuführen sein. Daß aber die ursprünglich sicher vorhandenen und im Lichtmikroskop auch noch vereinzelt feststellbaren Primärminerale Pyroxen und Olivin röntgenanalytisch nicht mehr nachgewiesen werden konnten, spricht dafür, daß ein Teil des Montmorillonits doch durch die verwitterungsbedingte Zersetzung dieser Minerale entstanden sein dürfte.

In den ton- und schluffreichen Horizonten (Probe 3, 4 und 5) zeigt sich eine Zunahme des Illitanteils, der möglicherweise schon der primären Tonmineralführung des Sediments zuzurechnen ist. In der Fraktion $<0,2 \mu$ der Probe 4 treten schlecht kristallisierte Montmorillonite mit niedriger und mit hoher Schichtladung auf. Da der höher geladene Montmorillonit mit dem Basalabstand von 12 \AA ausschließlich in der kleinsten Fraktion nachgewiesen werden konnte, scheinen diese Umwandlungsreaktionen erst im Anfangsstadium vorzuliegen.

Der tertiäre Tonhorizont der dritten Gruppe fällt in bezug auf die Tonmineralverteilung insofern aus der gesamten Abfolge heraus, da in ihm in der Fraktion $<20 \mu$ nur Montmorillonit und Kaolinit nachgewiesen werden konnten. Bei den aufweitbaren Mineralen waren in der Fraktion $2-20 \mu$ zwei Typen zu unterscheiden: im unbehandelten Zustand Basalreflexe bei 13 \AA bzw. 15 \AA , nach Glycerinbehandlung Aufweitung auf 16 \AA bzw. 18 \AA .

Demnach liegen hier z. T. Wechsellagerungsstrukturen mit nur gering aufweitbaren Schichten vor. Glimmerminerale treten lediglich in der Übersichtsaufnahme sowie in der Fraktion $2-20 \mu$ auf, sodaß es offenbar bei ihnen noch zu keinem verwitterungsbedingten Abbau gekommen ist.

Die Mineralverteilung des tertiären Sandhorizontes (Probe 7) zeigt eine deutliche Abnahme des Schichtsilikatanteils und eine Zunahme des Feldspatgehaltes; der Mengenanteil von Quarz bleibt in der üblichen Größenordnung. Die Tonmineralführung zeigt signifikante Unterschiede gegenüber dem hangenden Tonhorizont: deutliche Abnahme des Montmorillonitgehaltes, hoher Illitanteil. Die Ursache ist in den zweifach geänderten Milieubedingungen zu suchen: erstens liegt ein anderes Ausgangsmaterial vor (siehe Mineralbestand der Pulverpräparate) und zweitens ergeben sich durch die unterschiedlichen Korngrößenverteilungen (siehe Tabelle: Korngrößenanalysen) geänderte Bedingungen für die Mobilität der Verwitterungslösungen. Im Sandhorizont mit seinem größeren Porenvolumen tritt die Fixierung der Metallionen (wie sie in den Tonhorizonten vorherrscht) zurück, sodaß es auch zur Illitbildung kommen kann.

4.3. Profil Stoob 3

Das Profil Stoob 3 befindet sich im östlichen Bereich des Steinbruches, unmittelbar neben und etwas unterhalb der alten Zufahrtsstraße. Etwa $1,5 \text{ m}$ unterhalb des Straßenniveaus zieht ein kleines Tälchen mit einer schwach ausgebildeten Terrassenkante nach Osten. Die Kante selbst wird von Basalt gebildet, auf dem sich kolluvialer Schutt befindet. Unter dem Basalt liegen hellrote, harte, gefrittete Sedimente mit einer aufgeschlossenen Mächtigkeit von 70 cm .

4.3.1. Makroskopische Charakteristik des Probenmaterials

Probe 1:

Oberkante des Frittungshorizontes: hellroter, festgepackter (hart und dicht gelagert) Sandstein mit geringem Kiesanteil, grobblockig zerfallend; die größeren, hellen Komponenten sind vorwiegend eckig und erreichen maximale Korndurchmesser von 5 mm . Vereinzelt finden sich Wurzelkanäle.

Probe 2:

Unterkante des Frittungshorizontes: hellroter, gut verbackener Sandstein mit geringem Kiesanteil; kleiner blockig zerfallend, im Gegensatz zu 1 mit den Fingern zerreibbar. Die größeren, hellen Komponenten haben eine maximale Korngröße von

3 mm. Relativ häufig finden sich kleine, 1—2 mm große Hohlräume, die auf ursprünglich vorhandene organische Reste zurückzuführen sind.

Probe 3:

Heller, rötlichbrauner Sand mit geringem Kiesanteil; schlechte Klassierung, vorwiegend lockere Lagerung. Bei den größeren Komponenten finden sich neben Quarz- und Feldspatkörnern auch zahlreiche etwa 1 mm große Hellglimmerblättchen.

4.3.2. Lichtmikroskopische Untersuchungen

Bei den Dünnschliff-Untersuchungen ergaben sich zwischen den drei Proben keine wesentlichen Unterschiede. Stets überwiegen eckige Mineral- und Gesteinsfragmente (Quarz- und Feldspatkörner, Glimmerschuppen; zurücktretend Quarzite, Glimmerschiefer, Gneise) die sehr feinkörnige Kittsubstanz. Bei den größeren Glimmerschuppen sind hin und wieder Tonmineralneubildungen in Form von submikroskopischen Einzelindividuen zu beobachten; in den Spalirissen kommt es dabei zur Anreicherung brauner Eisenoxyde. In der mikroskopisch nicht weiter auflösbaren Grundmasse sind kleinste Leisten und Schuppen von Hellglimmer sowie opake Erzkörner zu erkennen. Die Färbung ist nicht einheitlich — je nach Intensität der Eisenoxid-Anreicherung wechseln hellere und dunklere Bereiche. Mitunter treten organische Reste in größerer Menge auf.

In Probe 3 macht sich insofern eine geringe Abweichung bemerkbar, als hier der Anteil des Zwischenmittels etwas höher erscheint. Außerdem finden sich hier in zahlreichen Hohlräumen farblose bis gelblichbraune Tönhäutchen mit schwach ausgebildeter Doppelbrechung.

4.3.3. Röntgendiffraktometrie

Von den drei Proben des Profils Stoob 3 wurde lediglich der Gesamtmineralbestand bestimmt.

Tabelle 4

Probe 1		Probe 2		Probe 3	
Schichtsilikate	39%	Schichtsilikate	64%	Quarz	38%
Plagioklas	25%	Quarz	23%	Schichtsilikate	37%
Quarz	20%	Plagioklas	9%	Plagioklas	18%
Kalifeldspat	16%	Kalifeldspat	4%	Kalifeldspat	6%
Hämatit	Sp.	Hämatit	Sp.	Hämatit	1%
Kalzit	Sp.	Kalzit	Sp.	Kalzit	Sp.

Die Röntgenanalysen ergaben zwar für sämtliche Proben eine recht gleichförmige Zusammensetzung, bei der Verteilung der Schichtsilikate ließen sich jedoch Unterschiede feststellen. Probe 2 fällt hinsichtlich der Menge (64%) aus der Reihe heraus, Probe 3 aufgrund der Zusammensetzung.

Bei Probe 3 dominiert innerhalb der Gruppe der Schichtsilikate Glimmer, während Montmorillonit stark zurücktritt und Kaolinit nur in Spuren erscheint. Bei den Proben 1 und 2 herrscht deutlich Montmorillonit vor, Glimmer und Kaolinit finden sich in etwa gleichen Mengenanteilen.

4.3.4. Rasterelektronenmikroskopie

Probe 2:

Ausschließlich in dieser Probe konnten bei den mikromorphologischen Untersuchungen einige bemerkenswerte Beobachtungen gemacht werden. Bei stärkerer Vergrößerung (10.000 fach) fanden sich innerhalb der stark strukturierten Grundmasse Aggregate von z. T. gedrungenen, z. T. langgestreckten stengeligen Mineralen (Abb. 16). Die chemische Mikroanalyse ergab (in abnehmenden Mengenanteilen): Si, Al, Ca, S, Fe; der Fe-Gehalt dürfte dabei nicht aus dem Mineral selbst, sondern eher aus der an Fe-

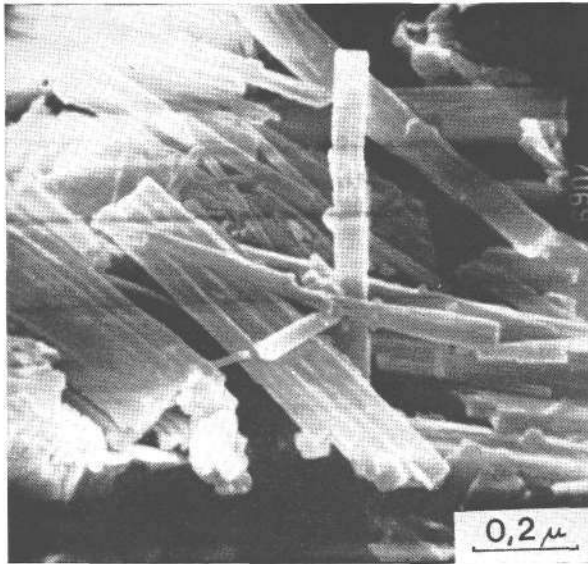


Abb. 16: Profil Stoob 3, Probe 2; Hohlräume mit vereinzelt auftretenden Skapolith (?) -Aggregaten

Oxiden stets reichen Umgebung stammen. Aufgrund der Form und der chemischen Zusammensetzung (W. A. DEER, R. A. HOWIE, J. ZUSSMANN, 1971) könnte es sich um ein Mineral aus der Skapolithreihe (möglicherweise Mizzonit) handeln.

In zahlreichen Hohlräumen und als Überzüge auf Krusten (so auch in der Umgebung der stengeligen bzw. prismatischen Minerale) treten hohlräumreiche Aggregate in wirt verschlungenen, z. T. blättrigen, geknickten Formen auf (Abb. 17, 18). Nach der Morphologie und auch nach der chemischen Mikroanalyse liegt Montmorillonit vor. In der Umgebung der Skapolithe ist er möglicherweise als Umsetzungsprodukt aus diesen Mineralen entstanden. Umwandlungen von Skapolith in Montmorillonit beschrieb auch H. MEIXNER (1940).

Auf den um verschiedene Primärminerale entstandenen Krustenbildungen treten an verschiedenen Stellen blättrige bis fadenförmige, meist unregelmäßig flammenartig begrenzte Neubildungen auf, bei denen es sich nach W. E. PARHAM (1969) und B. SCHWAIGHOFER (1976) um Ansätze zur Hallyositentstehung handeln könnte (Abb. 19).

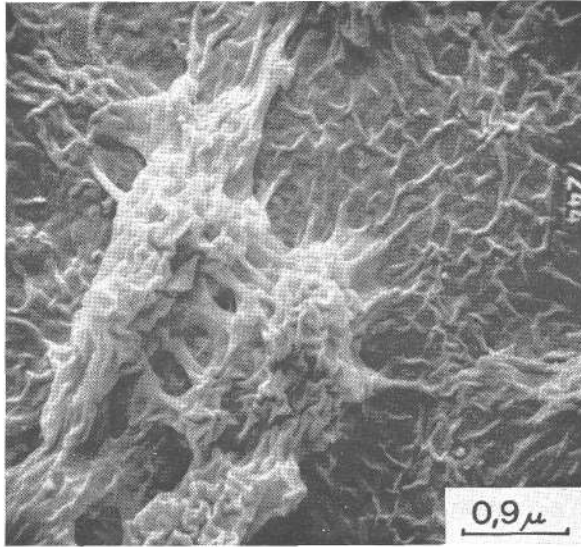


Abb. 17: Profil Stoob 3, Probe 2; Krustenüberzüge

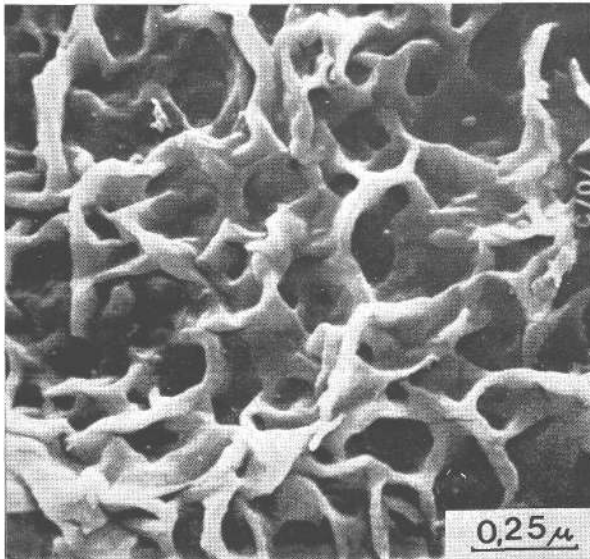


Abb. 18: Profil Stoob 3, Probe 2; Krustenüberzüge in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium (Montmorillonit)

4.3.5. Interpretation

Wie sich aus den Analysenergebnissen zeigen läßt, dürfte die Frittung auf den tertiären Sand hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung keinen allzu großen Einfluß ausgeübt haben. Lediglich das Auftreten der Skapolithminerale könnte mit Einwirkungen des überlagernden Basalts in Zusammenhang gebracht werden (so sind z. B. Mizzonitminerale auch aus den Auswürfen des Vulkans Somma bekannt geworden — P. RAMDOHR und H. STRUNZ, 1967). Im übrigen dürften die beobachtbaren Unter-

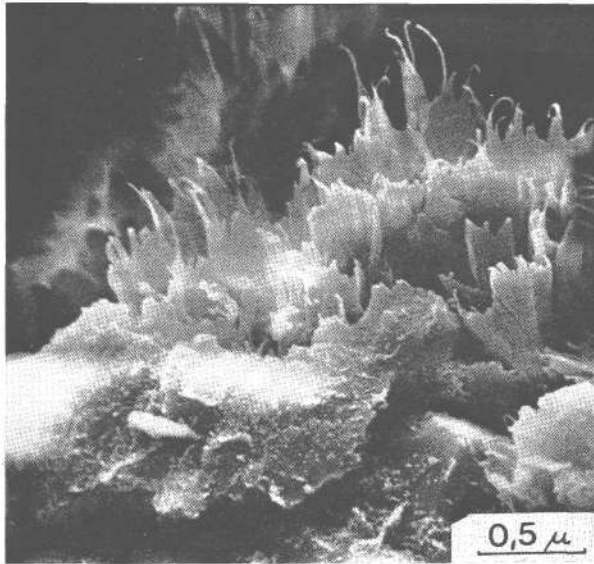


Abb. 19: Profil Stoob 3, Probe 2; aus blättrigen Aufwachsungen Ansätze zu stengeligen und fadenförmigen Neubildungen — Halloysit (?)

schiede in der Mineralführung zwischen Probe 3, 2 und 1 eher schon primär vorhanden gewesen sein, bzw. unter dem Einfluß der tertiären Verwitterung schon vor der Frittung durch den Basaltstrom entstanden sein.

Als signifikant für diese Annahme darf die Schichtsilikatgruppe herangezogen werden. Im liegenden Horizont (Probe 3) konnte schon makroskopisch das gehäufte Auftreten von Glimmerblättchen festgestellt werden und auch bei der Röntgenanalyse ergab sich ein Vorherrschen der 10 Å-Minerale. Der hohe Anteil der Schichtsilikate (64%) in der Probe 2, der zum Großteil auf Montmorillonit zurückgeht, könnte mit einem fortgeschrittenen Verwitterungsstadium erklärt werden. Möglicherweise hat die Frittung mit ihrer in einem schmalen Bereich wirksamen Temperaturerhöhung dazu geführt, daß an der Oberkante der Sedimente doch ein Teil der Schichtsilikate durch Verlust der OH-Gruppen zerlegt wurde (starke Abnahme des Schichtsilikatanteils in Probe 1), während die übrigen Minerale keine Beeinträchtigung erfuhren.

5.0. Zusammenfassung

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse scheint die alte Streitfrage, ob es sich bei der Rotfärbung am Kontakt der tertiären Sedimente mit dem Basalt um Frittung oder um tertiäre Verwitterung handelt, geklärt. Die Antwort heißt nicht entweder—oder, sondern sowohl—als auch.

Eindeutig konnten Kontaktwirkungen an der Oberkante kiesführender Sande festgestellt werden; die im Liegenden noch locker gelagerten Sedimente sind im Kontaktbereich fest verbacken, zerfallen grobblockig und haben eine ziegelrote Farbe angenommen (Profil Stooß 3).

In einem Aufschluß 50 m weiter W davon (Profil Stooß 2) finden sich über hellen, gelblichbraunen Tertiärsanden überwiegend rote, z. T. gefleckte, tonig-schluffige Horizonte, die keine Verhärtung und auch nicht die typische ziegelrote Färbung aufweisen.

Das heißt: bei Profil Stooß 3 Frittung durch Kontaktwirkung des Basalts, bei Profil Stooß 2 Rotfärbung durch tertiäre Verwitterung.

Die unterschiedliche Ausbildung dürfte auf das Mikorelief im Untersuchungsbereich zurückzuführen sein. Profil Stooß 2 wurde nie vom Basalt überflossen und zeigt noch den ursprünglichen Aufbau mit dem tertiären Verwitterungshorizont; der tonig-schluffige Anteil im Hangenden ist durch lokale Einschwemmungen, wie sie in kleinere Mulden immer wieder stattfinden, zu erklären. Bei Profil Stooß 3 wurde primär ein schlecht klassiertes Sand-Kies-Gemisch sedimentiert, das durch den Basaltfluß in den obersten Bereichen gefrittet wurde. Daß die tieferliegenden Partien dieses Sandkomplexes rötlich gefärbt sind, ist auch hier dem Einfluß der tertiären Verwitterung zuzuschreiben. Es tritt nämlich nicht die typische ziegelrote Farbe auf wie sie in den obersten, verhärteten Lagen zu beobachten ist.

Im Profil Stooß 1 konnten durch die Bestimmung des Gesamtmineralbestandes und der Tonmineralverteilung unterschiedliche Phasen der Verwitterung festgestellt werden.

Literatur

- ALTSCHULER, Z. S., DWORNIK, E. J. & KRAMER, H., 1963: Transformation of montmorillonite to kaolinite during weathering. — *Science* 141, 148—152.
- ARIFIN, PERKINS, H. F. & TAN, K. H., 1973: Potassium fixation and reconstitutions of micaceous structures in soils. — *Soil Sci.* 116, 31—35.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMANN, J., 1971: *Rock-forming minerals*. — Longman Group Limited, London.
- FINK, J., 1961: Die Südostabdachung der Alpen. — *Mitt. Österr. Bod. Ges.* 6, 122—183.
- KÜMEL, F., 1936: Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland. — *Jb. Geol. Bundesanstalt (Wien)* 86, 203—235.
- KÜPPER, H., 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg—Deutschkreuz. — *Geol. Bundesanstalt (Wien)*.
- KURZWEIL, H., 1971: Mineralbestand und Genese einiger Eisenerzvorkommen in den Sedimenten der „Landseer Bucht“, Burgenland. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 16, 268—280.
- MEIXNER, H., 1940: Einige neue Mineralfunde (Dumortierit, Skapolith) aus dem Korallengebiet, Steiermark bzw. Kärnten. — *Zbl. Miner. Geol. Paläont.* 1940 A, 19—24.
- PARHAM, W. E., 1969: Formation of halloysite from feldspar: low temperature, artificial weathering versus natural weathering. — *Clays Clay Miner.* 17, 13—22.
- PISSO, E., 1970: Zusammensetzung und Genese der Basalte des Pauliberger und von Stooß—Oberpullendorf (Burgenland). — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 14, 103—139.
- RAMDOHR, P. & STRUNZ, H., 1967: *Lehrbuch der Mineralogie*. — Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHOKLITSCH, K., 1962: Untersuchungen an Schwermineralspektren und Kornverteilungen von

- quartären Sedimenten des Oberpullendorfer Beckens (Landseer Bucht) im mittleren Burgenland. — Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Sitzungsber. Abt. I, 171, 79—141.
- SCHWAIGHOFER, B., 1976a: Die Verwitterung basischer Vulkanite. — Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Denkschr. 119.
- SCHWAIGHOFER, B., 1976b: Mineralogisch-chemische Umwandlungen bei der Verwitterung pyroklastischer Gesteine auf Teneriffa (Kanarische Inseln). — Geoderma 16, 285—315.
- WINKLER-HERMADEN, A., 1962: Die jungtertiäre (Sarmatisch-höher-pliozäne) Auffüllung des Pullendorfer Beckens (Landseer Bucht, E. Suess) im mittleren Burgenland und der pliozäne Basaltvulkanismus am Pauliberg und bei Oberpullendorf—Stoob. — Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Sitzungsber. Abt. I, 171, 143—192.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 4. 12. 1978.