

# **Mineralumwandlungen und Neubildungen in Myloniten der Oschenikseestörung (Kärnten, Österreich)**

Gunther Riedmüller und Bernd Schwaighofer

11 Abbildungen

Anschrift:

Dr. G. Riedmüller  
Dr. B. Schwaighofer  
Inst. f. Bodenforschung  
Lehrkanzel f. Geologie  
Hochschule f. Bodenkultur  
1180 Wien

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.

19. Bd.

S. 315—328

Wien, Dezember 1970

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	317
Summary . . . . .	317
Einführung . . . . .	317
Methodik . . . . .	318
1. Lichtoptische Untersuchung . . . . .	318
2. Röntgenbeugung . . . . .	321
3. Differential-Thermo-Analyse . . . . .	323
4. Elektronenoptische Untersuchung . . . . .	323
Ergebnisse. . . . .	325
Literaturverzeichnis . . . . .	326

### Zusammenfassung

Untersucht wurden Mineralumwandlungen und Neubildungen in Myloniten des penninischen Zentralgneises des Sonnblickkerns. Es konnten 3 Mineralparagenesen festgestellt werden, die mit alpidischen Durchbewegungen und nachträglicher hydrothermalen Beeinflussung in Zusammenhang zu bringen sind.

### Summary

Mineral alterations and crystallisations in mylonites of the Zentralgneis of the Eastern Alps (Tauern) were investigated. By using microscopic methods, X-ray-diffractions, differential-thermal-analysis and electronoptical examinations three mineral paragenesis were found:

1. The minerals of the Zentralgneis which are crystallized before the alpine deformation: plagioclase, alkalifeldspar, quartz, muscovite, (biotite), garnet, carbonate.
2. Mineral alterations and crystallisations without any tectonical deformation: idiomorphic plagioclase, alkalifeldspar, quartz; carbonate, sericite, chlorite.
3. Mineral alterations and crystallisations influenced by circulating water-solutions: kaolinite, hydromuscovite, chalcedony, goethite. This mineral paragenesis demonstrates epi-telethermal genetic conditions.

### Einführung

Der Zentralgneis der NW-SE streichenden Sonnblickwalze im Gebiet der östlichen Hohen Tauern wird von weitreichenden Störungen erfaßt (Ch. EXNER, 1964, E. H. WEISS im Druck). Im Gebiet des Gr. Oscheniksees, südwestlich des Grates Kalte Wand-Böseck befindet sich ein NW-SE streichendes Störungssystem. Die Beziehung zwischen dieser Störung und der Entstehung des Sees beschreibt E. H. WEISS.

Im Zuge des Kraftwerkprojekts der KELAG, Kraftabstieg Oscheniksee (H. Grengg et al. ÖZE 1969) wurde die Störung untertags bei einer Überlagerung von ca. 150 m angefahren: entlang mittelsteil bis steil einfallender NW-SE streichender Klufflächen beobachtet man im Schrägschacht eine kleinstückige Zertrümmerung des mittelkörnigen Zentralgneises. Die vorwiegend glatten Klufflächen zeigen schmierige, stellenweise cm-mächtige Bestege. Häufig sind Harnischflächen mit Lineationen. Eine Gesetzmäßigkeit im Auftreten der Lineationen konnte nicht beobachtet werden. Das Gebirge im Bereich der Mylonitzone ist sehr trocken.

Aus bautechnischer Sicht sind Mylonite ungünstige Gesteine, da sie einerseits meist sehr schlechte bodenmechanische Eigenschaften zeigen, andererseits auch, unter bestimmten Voraussetzungen, infolge reversibler Quellungsvorgänge erheblichen Schaden an Bauwerken anrichten können. Vor allem im Stollenbau führen die Quellungseigenschaften der Mylonite oft zu sehr unangenehmen Folgen. Verantwortlich für diese Quellungserscheinungen sind bestimmte Tonmineralien, die bei entspre-

chender Ausdehnung in Richtung der kristallographischen c-Achse Wassermoleküle zwischen die Netzebenen einbauen können. Bei einigen Montmorillonitmineralien beträgt die maximale Ausdehnung durch Wassereinbau ein Mehrfaches des ursprünglichen Netzebenenabstandes. Die Quellungsseigenschaften von Tonmineralien machen sich vor allem unangenehm bemerkbar in zunächst standsicheren, trockenen Mylonitzonen; hier ist besondere Vorsicht geboten! Wasserzutritte aus dem Stollen können bei Anwesenheit von Montmorillonitmineralien reversible Quellungen verursachen, die schließlich zu gefährlichen Nachbrüchen führen können.

Somit wird auch für den Bautechniker die mineralogische Zusammensetzung einer Mylonitzone von Interesse.

In der vorliegenden Arbeit erfolgt eine mineralogische Untersuchung des Mylonits der Oscheniksee-Störung. Allerdings gilt das Hauptinteresse nicht den bautechnischen Eigenschaften der Mylonitzone, sondern mineralogisch-petrogenetischen Fragen wie Mineralumwandlungen und Neubildungen.

Die Bearbeitung des Gesteinsmaterials erfolgte nach Auftrennung in mehrere Fraktionen die im einzelnen lichtoptisch und elektronenoptisch untersucht wurden. Von den feineren Anteilen wurden außerdem Röntgendiffraktometeraufnahmen und DTA-Analysen durchgeführt.

### Methodik

Die Mylonite wurden nach dem Schlämm- und Siebverfahren in die Kornklassen  $< 2 \mu$ ,  $< 20 \mu$ ,  $< 53 \mu$ ,  $53-200 \mu$ ,  $0,2-2 \text{ mm}$ ,  $> 2 \text{ mm}$  aufgegliedert. Die Fraktionierung erfolgte schonend, um vorhandene Tonminerale nicht zu zerstören. Durch genaue Einwaagen konnte von den Myloniten der Wassergehalt mit 0,3 Gew. % ( $110^\circ \text{C}$ ) und der Glühverlust ( $1000^\circ \text{C}/110^\circ \text{c}$ ) mit 3,19 Gew. % bestimmt werden. Auf eine quantitative Erfassung der Korngrößen wurde verzichtet, da die Kornverteilung auf kleinstem Raum stark wechselt, sodaß keine reproduzierbaren Summenlinien zu erhalten sind. Wir beschränken uns auf qualitative, mineralogische Analysen der einzelnen Kornfraktionen.

#### 1. Lichtoptische Untersuchungen:

Von größeren Gesteinstrümmern wurden Dünnschliffe angefertigt; die feineren Fraktionen (2 mm bis  $< 20 \mu$ ) konnten nur mittels Streupräparaten untersucht werden.

Im Schliffbild erkennt man ein typisches kataklastisches Gefüge (Abb. 1): Das Gestein ist in eckige und gerundete Trümmer zerlegt, die wieder einen z. T. intensiven Kornzerfall zeigen. Die Granulation führt zur Ausbildung eines charakteristischen Mörtelgefüges. Die Verfestigung zwischen den Gesteinstrümmern und im Einzelkornverband erfolgt durch Neubildung von Karbonat, Chlorit, Serizit und Quarz.

Hauptgemengteile sind Quarz, Plagioklas, Muskowit-Serizit, Alkalifeldspat, Chlorit und Karbonat.

Die Quarzkristalle lassen mehrere Generationen unterscheiden: Es dominieren undulöse Quarze mit einer durchschnittlichen Korngröße von 0,5 mm, vereinzelt bis 2 mm. Neben Einzelkörnern finden sich auch bis 5 mm große, meist rundliche Komponenten in denen z. T. gelängte Quarzkristalle ein gut verzahntes Mosaikgefüge bilden. Diese Quarztrümmer werden von feinen, vorwiegend mit Serizit und Chlorit, daneben aber auch mit Quarz und Karbonat verheilten Rupturen durchsetzt.

Neben dieser postkristallin deformierten Quarzgeneration kann man rekristallisierte, glatt auslöschende Individuen beobachten. Hier sind zu unterscheiden Quarzneubildungen mit deutlich idiomorphen Umrissen ( $\phi$  0,05 bis 0,5 mm), die als Idioblasten im mikrokristallinen Grundgewebe schwimmen und xenomorphe Quarzkristalle ( $\phi$  bis 0,5 mm), welche intergranular vorwiegend zwischen zerscherten Alkalifeldspäten auftreten und Ansätze myrmekitischer Verwachsung zeigen. Die glatt auslöschenden Quarzkristalle lassen fast durchwegs eine Böhm'sche Streifung erkennen.

Bisweilen findet man breitere Risse, die von einer äußerst feinkörnigen, optisch kaum auflösbaren Matrix erfüllt sind (Abb. 2). Es ist anzunehmen, daß es sich dabei um  $\text{SiO}_2$ -Substanz handelt, die als Mobilisat sowohl breitere Risse als auch sehr feine Rupturen erfüllte und mitunter auch von Haarrissen ausgehend in Feldspatkörner eindrang. Der derzeit vorliegende Zustand zeigt das Einsetzen der Kristallisation (vergl. Chalcedon-Bruchstücke, Streupräparatuntersuchung).

Auch bei den Plagioklasen liegen mehrere Generationen vor: Als offensichtlich jüngste Bildungen finden sich unzersetzte  $\pm$  idiomorphe Plagioklase, die eine Korngröße von 0,1 mm erreichen. Zum Teil zeigen sie Anwachssäume aus feinschuppigen Hellglimmeraggregaten, wodurch sie sich von den in den Streupräparaten angetroffenen idiomorphen Plagioklasen unterscheiden, die An-ärmere Plagioklaseanwachssäume aufweisen.

Eine nächste Generation stellen dann hypidiomorphe Plagioklase dar, die ebenfalls durchschnittlich etwa 0,1 mm groß sind, aber stets eine intensive Zersetzung und ausgeprägte Zwillingslamellierung zeigen. Nach der Lichtbrechung und dem optischen Charakter handelt es sich hier um Plagioklase mit ca. 20—30% An, (vergl. Streupräparat-Analyse).

Schließlich findet man xenomorphe Plagioklase, die einerseits als kataklastisch zerbrochene Einzelkörner in der mikrokristallinen Serizit-Chlorit-Matrix schwimmen oder zusammen mit Quarz im Mosaikgefüge größerer Gesteinsbruchstücke auftreten. Sie sind stets sehr stark zersetzt und gefüllt mit Hellglimmer, Klinozoisit und Chlorit. Ihre Zwillingslamellen zeigen oft  $\pm$  starke Verbiegungen. Die durchschnittliche Korngröße liegt bei 0,5 mm.

Die hohe Anfälligkeit der Plagioklase für Zersetzung und mechanische Zerstörung macht sich vor allem bei den größeren Gesteinstrümmern bemerkbar, die stets dort eine besondere kataklastische Zertrümmerung aufweisen, wo Plagioklase im Mosaikgefüge der Quarze eingebaut sind. Die Risse innerhalb der Plagioklase sind stets mit Chlorit und teilweise auch mit feinkörnigem Quarz verheilt.

Anders bei den Alkalifeldspäten. Diese Feldspäte, die meist deutliche perthitische Entmischung (Faser- und Fleckenperthit) und vereinzelt Mikrolingitterung zeigen, führen als Füllungsmaterial in den Rissen vor allem neugebildeten Kalzit und untergeordnet auch Chlorit. Vereinzelt sind Bruchstücke von Fleckenperthit mit resorbierten Einschlußplagioklasen (G. FRASL, 1954) zu beobachten.

Muskowit tritt in bis 0,4 mm großen Blättchen und Leisten auf, die zwar durchwegs undulös auslöschten, aber überwiegend nur geringfügig verbogen sind. Feinschuppiger Serizit erscheint vor allem als Neubildung in den Feldspäten und in den Hellglimmeraggregaten, die die Verfestigung zwischen den Gesteinstrümmern und zwischen den Einzelkörnern besorgen. Auch der Chlorit tritt ausschließlich als Füllungsmaterial auf und zwar in Form von hellgrünen bis farblosen, schwach pleochroitischen Anhäufungen zwischen den Gesteinsbruchstücken und in den Rissen der Feldspatkörner.

Ähnliches gilt für das Karbonat, das ebenfalls überwiegend als xenomorphe Zwickelfüllung und mit undulöser Auslöschung vorkommt. Nur vereinzelt erkennt man Kristalle mit angedeuteten rhomboëdrischen Umrissen, die keine Zwillingslamellierung zeigen und dann auch glatt auslöschten. Die Korngröße liegt durchschnittlich bei 0,3 mm.

Als Nebengemengteile sind zu erwähnen: Erz (Pyrit, Eisenoxyde), Zirkon, Apatit (z. T. isotropisiert), möglicherw. Kassiterit (mit typischem streifigem Zonarbau).

Im Streupräparat wurden die Fraktionen  $< 20 \mu$ ,  $< 53 \mu$ ,  $< 200 \mu$  und 0,2 bis 2 mm untersucht. Prinzipiell kann festgestellt werden, daß zwischen den einzelnen Fraktionen sowohl mineralogische Unterschiede auftreten als auch Differenzen in bezug auf den Erhaltungszustand und die Form der Einzelkörner.

In der Fraktion  $< 20 \mu$  herrschen naturgemäß die Schichtsilikate vor, weiters findet man Plagioklas, Quarz, Karbonat und einzelne Granatbruchstücke. Der Plagioklas, der in dieser Fraktion wesentlich häufiger anzutreffen ist als der Quarz, liegt überwiegend in Form eckiger Bruchstücke vor und ist meist nur an der Zwillingslamellierung zu erkennen. Die Quarze zeigen starke Korrosionserscheinungen und fast durchwegs  $\pm$  breite Fe-Oxyd-Krusten.

Auch in der Fraktion  $< 53 \mu$  tritt der Quarz gegenüber Feldspat zurück. Die überwiegend gut gerundeten Körner zeigen eine nur schwach undulöse Auslöschung und fast stets wieder Fe-Oxydkrusten.

Während Plagioklas weiterhin nur in Form von einzelnen Trümmern vorliegt, die  $\pm$  stark zersetzt und mit Sekundärmineralien gefüllt sind, erscheint Orthoklas in idiomorphen bis maximal 50  $\mu$  großen Körnern, die sehr häufig von Anwachs säumen umgeben sind. Da die idiomorphen Kristalle stets eine eindeutig höhere Lichtbrechung als die xenomorphen Säume haben, ist anzunehmen, daß es sich hier um Na-reichere Orthoklase mit einem Na-ärmeren Saum handelt. Auch die Hellglimmermineralien dieser Fraktion zeigen starke Zersetzungs- und Auflösungserscheinungen. Einige Hellglimmerschüppchen

konnten auf Grund ihrer niedrigen Doppelbrechung mit hoher Wahrscheinlichkeit als *Hydromuskowite* bestimmt werden.

In der nächsten Fraktion  $< 200 \mu$  erscheint neben den *Hellglimmermineralien* auch *Biotit* in stark zersetzter Form mit schwachem Pleochroismus (fast farblos bis schmutzig braun).

Bei den *Plagioklasen* können zwei Generationen festgestellt werden: stark zersetzte, meist gut gerundete Körner von der Zusammensetzung *Oligoklas* bis *Andesin* ( $n < 1,55$ , opt. Char. (+)). Eine zweite Generation sind *idiomorphe xx z. T.* mit *Anwachssäumen*; auf Grund der Lichtbrechung ( $> 1,55$ ) handelt es sich um *An-reiche Plagioklase* mit *An-ärmerem Anwachssaum*. In zersetzten *Feldspäten* ist entlang *Spalt-rissen* eine schwache *Chloritneubildung* zu beobachten.

In dieser Fraktion auffallend sind bis  $50 \mu$  große *Chalcedon-Bruchstücke*. An einzelnen stark zersetzten *Feldspäten* (*saure Plagioklase* oder *Orthoklase*) konnte *Chalcedon* als *Anwachssaum* festgestellt werden. Die *Chalcedonneubildung* dürfte somit genetisch mit der Zersetzung der *Feldspäte* in Verbindung stehen.

Bemerkenswert sind auch *Goethit-Neubildungen*, die in Form *strahlig-faseriger Aggregate* in zersetzten *Feldspäten* zu finden sind.

Weiters sind zu erkennen *hellgrüne, stark zersetzte Chlorite* mit kaum merklichem Pleochroismus von farblos bis blaß grünlich. Auf Grund des *Achsenwinkels* und des opt. Char. dürfte es sich um *Pennin* handeln.

*Karbonat* liegt in Form von *eckigen stets undulös auslöschenden Körnern* vor.

Untergeordnet treten *Zirkon* u. *Erzmineralien* (*Pyrit* und *Eisenoxyde*, bzw. *-hydroxyde*) auf.

In der letzten Fraktion schließlich, die die *Korngröße*  $0,2$  bis  $2 \text{ mm}$  umfaßt, herrschen gut gerundete, umkrustete Komponenten vor. Überwiegender Hauptgemengteil ist hier *Quarz*. *Feldspat* tritt stark zurück (ganz untergeordnet auch hier wieder einzelne *idiomorphe Körner* mit sekundären *Anwachssäumen*). Nur vereinzelt findet man *Muskowit-* und *Chlorit-schuppen*, die alle stark zersetzt und zumindest randlich in *Auflösung* begriffen sind.

## 2. Röntgenbeugung:

Die Röntgenaufnahmen wurden am Mineralogisch-petrograph. Inst. d. Univ. Wien durchgeführt\*). Die Aufnahmen erfolgten mit einem *Philips-Röntgendiffraktometer* (*Cu K $\alpha$ -Strahlung*). Untersucht wurden die Fraktionen  $< 20 \mu$  und  $< 2 \mu$ .

In beiden Fraktionen findet man im wesentlichen den gleichen *Mineralbestand*. Unterschiede ergeben sich nur insofern, daß die Fraktion  $< 2 \mu$  einen geringen Gehalt an *Quarz* und *Feldspat* aufweist. Folgende Mine-

\*) Für die Durchführung und Auswertung der Röntgenaufnahmen möchten wir Frau Dr. E. Kirchner (Mineralog. Institut, Univ. Salzburg) und Herrn Dr. W. Richter (Mineralog. Petrograph. Institut, Univ. Wien) bestens danken.

# DTA-KURVEN

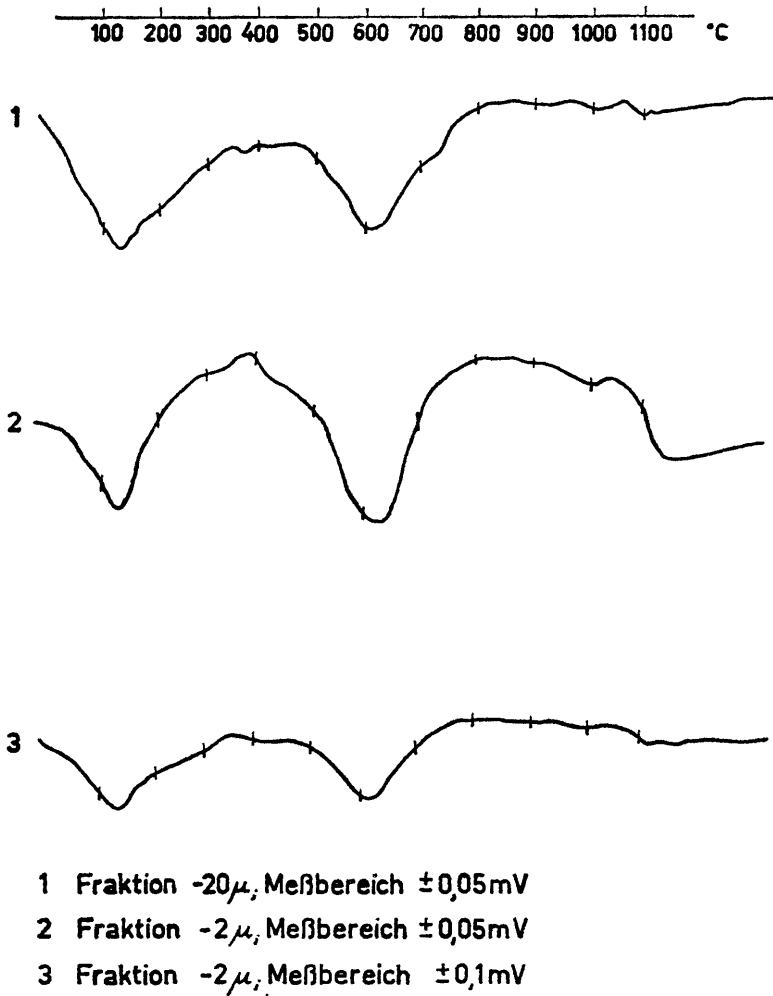


Abb. 3



ralien wurden bei der Röntgenuntersuchung festgestellt: Muskowit, Kaolinit, Feldspat, Quarz, Karbonat.

Der Indizierung des Muskowits wurde der 2 M<sub>1</sub> Polytypus zugrundegelegt, mit einem deutlichen Basalreflex bei 9,95 Å (002). Die Bestimmung des Kaolinites erfolgte auf Grund der durch BRINDLEY und ROBINSON 1946 gegebenen triklinen Indizierung. Semiquantitativ kann man feststellen, daß Muskowit bei weitem überwiegt und die Mineralien Kaolinit und Feldspat nur untergeordnet auftreten. Den geringsten Anteil haben Quarz und Karbonat.

### 3. Differential-Thermo-Analyse:

Die Untersuchungen konnten am Institut f. Bodenforschung der Hochschule f. Bodenkultur durchgeführt werden. Zur Verfügung stand ein Gerät der Fa. Netzsch, DTA-Apparatur 404. Es wurde bei normaler Atmosphäre in den Meßbereichen  $\pm 0,05$  und  $\pm 0,1$  mV gearbeitet. Als Temperaturprogramm wählten wir lineares Aufheizen (10°/min.) bei einer Endtemperatur von 1150° C (Sollwert) und anschließendes lineares Abkühlen. Inertsubstanz war Kaolinit.

Untersucht wurden die Fraktionen  $< 2 \mu$  und  $< 20 \mu$ . Der Kurvenverlauf ist bei beiden Fraktionen im wesentlichen identisch. Insgesamt erfolgten 10 Analysen. Die Kurven sind gut reproduzierbar und zeigen in allen Fällen das gleiche Bild (Abb. 3): Starke endotherme Peaks bei 140° C und 630° bis 640° C; sehr schwache exotherme Peaks bei 380° bis 390° C. Zwischen 1030° und 1080° C wurde ein sehr schwacher endothermer und exothermer Ausschlag registriert.

Aus dem Kurvenbild ist zu erkennen, daß ein Abbauprodukt des Muskowits vorliegt. Die untergeordnet auftretenden Komponenten Kaolinit, Quarz, Karbonat wurden durch die DTA-Analyse nicht erfaßt.

Die durch Röntgenbeugung als Muskowit bestimmte Hellglimmerkomponente, die mengenmäßig gegenüber den anderen Komponenten bei weitem überwiegt, konnte durch die DTA-Analyse näher definiert werden: es ist zu erkennen, daß ein gegen Illit tendierender Hydromuskowit vorliegt. Der Ersatz des Kaliums durch (H<sub>3</sub>O)<sup>+</sup> dürfte ziemlich weit fortgeschritten sein (MACKENZIE, R. C. 1962). Die starken endothermen Ausschläge bei 140° C und 640° C entsprechen dem Verlust des Zwischenschichtwassers und der Auflösung der OH-Gruppen im Raumgitter. Der für Illit typische schwache endotherme und exotherme Peak zwischen 850° C und 950° C fehlt. Die Zerstörung des Raumgitters und die Mineralneubildung setzt hier erst bei 1030° C ein; das bedeutet, daß eine in bezug auf Illit stabilere Form des Hydroglimmers vorliegt.

### 4. Elektronenoptische Untersuchung:

Für die elektronenoptische Untersuchung wurde das Gerät EM 9A der Fa. Zeiss verwendet\*). Bearbeitet wurden die Fraktionen  $< 2 \mu$  und

\*) Die Arbeitsgeräte wurden in dankenswerter Weise durch den Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung zur Verfügung gestellt. Ferner un-

$< 20 \mu$ . Von beiden Fraktionen wurden Übersichtsaufnahmen und nach Möglichkeit auch Beugungsbilder von Einkristallen hergestellt. Da sich von Fraktion zu Fraktion keine charakteristischen Unterschiede ergeben, können beide hier gemeinsam behandelt werden. Die Untersuchung beschränkt sich auf die in dieser Fraktion fast ausschließlich angereicherten Glimmer- und Tonmineralien.

**Elektronenmikroskopie:** Übereinstimmend mit den Röntgenanalysen und den DTA-Untersuchungen konnten bei der Elektronenmikroskopie Muskowit, Muskowitderivate und Kaolinit festgestellt werden. Die Kaolinitkristalle waren an ihren z. T. ideal ausgebildeten pseudohexagonalen Umrissen schon auf Grund des Übersichtsbildes erkennbar (Abb. 4, 5, 6). Für eine genauere Bestimmung der Kaolinite und der anderen Schichtsilikate wurden Feinbereichsbeugungsdiagramme herangezogen. Die Ergebnisse der Feinbereichsbeugung zeigen, daß neben Kaolinit muskowitähnliche Mineralien vorliegen dürften. Es sind dies blättchen- und leistenförmige Schichtsilikate, bei denen es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um Abbaustufen des Muskowits handelt (Abb. 7, 8). Auf Abb. 8 erkennt man mehrere übereinander liegende Glimmerblättchen, die am unteren Rand eine Aufspaltung in Leisten zeigen; solche Leisten sind auf Abb. 7 in bereits isolierter Form zu beobachten. Die Abb. 8 und 9 lassen außerdem Verwitterungseinflüsse erkennen, die in Form von Interferenzstreifen in den Kristallplättchen zum Ausdruck kommen. Auf Abb. 9 scheint eine Pseudomorphose von Kaolinit nach Muskowit vorzuliegen; die Kaolinitkristalle sind an ihren charakteristischen Umrissen zu erkennen. Eine weitere interessante Umwandlungserscheinung findet man auf Abb. 10. Es könnte hier eine Pseudomorphose von Kaolinit nach Feldspat vorliegen; offenbar kommt es zur Umwandlung eines leistenförmigen Feldspats in mehrere Kaolinitkristalle. Das würde bedeuten, daß es nicht zu einer Auflösung des primären Minerals in Ionen kommt, sondern daß sich bloß eine Umgruppierung der Molekülkomplexe im Feldspat vollzog. Dieselbe Erscheinung beschrieben auch BEUTELSPACHER, H. und VAN DER MAREL, H. W. 1968.

**Elektronenbeugung:** Da sich bei den von uns angewandten Präparationsmethoden die blättchenförmigen Schichtsilikate parallel (001) auf dem Objektträger anordnen, wird bei der Durchstrahlung des Kristalls das reziproke Gitter in der  $a^*b^*$ -Ebene abgebildet (Abb. 11). Die Auswertung der Feinbereichsbeugungsdiagramme erfolgte unter Verwendung von Thallium-(I)-Chlorid als innerem Standard; so konnten durch Apparatfehler oder durch ungenaues Fokussieren auftretende Verzerrungen des Beugungsbildes korrigiert werden (RIEDMÜLLER, G. und B. SCHWAIGHOFER, 1969) \*)

terstützte die Jubiläumsstiftung der Österreichischen Nationalbank durch die Bereitstellung spezieller Arbeitshilfsmittel die Errichtung des Elektronenoptischen Laboratoriums. Besonders danken möchten wir aber auch Fr. H. FRIEDL vom Zoolog. Inst. der Hochschule f. Bodenkultur. Durch ihre stete Hilfsbereitschaft hat sie wesentlich zum Gelingen unserer elektronenmikroskopischen Untersuchungen beigetragen.

\*) In dieser Arbeit werden die Präparationsmethoden und die Auswertung von Feinbereichsbeugungsdiagrammen erläutert.

Die für Kaolinit, bzw. für Muskowit oder ein Abbauprodukt des Glimmers erhaltenen  $d_{hko}$ -Werte können nachstehender Tabelle entnommen werden:

$d_{hko}$	Kaolinit Å	Muskowit Å
020 <sub>-</sub>	4,442	4,531
110, 110 <sub>-</sub>	4,407; 4,425	4,488; 4,480
200 <sub>-</sub>	2,562	2,584
130, 130 <sub>-</sub>	2,567; 2,580	2,596; 2,603

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, sind bei Muskowit bzw. einer entsprechenden Abbaustufe die Unterschiede zwischen den 110- und 110<sub>-</sub>-Reflexen und ebenso bei 130 und 130<sub>-</sub> so gering, daß sich aus dem Feinbereichsbeugungsdiagramm ein eindeutiger Hinweis auf ein monoklines Glimmer — oder Tonmineral ableiten läßt. Der Kaolinit ist aus den erhaltenen  $d_{hko}$ -Werten bestimmbar; aus dem Unterschiede zwischen den entsprechenden Reflexen, die im Bereich von Hundertstel Å liegen und außerdem in Richtung der höher indizierten Indizes kleiner werden, ergeben sich Hinweise auf eine Triklinität des Kaolinites.

### Ergebnis

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse lassen sich im wesentlichen drei Mineralparagenesen unterscheiden:

1. Der postkristallin deformierte Mineralbestand des Zentralgneises: Plagioklas (An 0—30%), z. T. stark entmischt; Alkalifeldspäte, perthitisch entmischt und triklinisiert, Quarz, Muskowit, (Biotit), Granat, Karbonat.
2. Mineralumwandlungen und Neubildungen im Zuge der jüngsten Durchbewegungen: Idiomorphe Plagioklase, Alkalifeldspäte und Quarze; Karbonat, Serizit, Chlorit.
3. Mineralumwandlungen und Neubildungen durch das Einwirken wäßriger Lösungen: Kaolinit, Hydromuskowit, Chaledon, Goethit und andere limonitische Substanzen.

Die Anlage der Oschenikseestörung erfolgte sicherlich schon während der alpidischen Hauptbewegungsphasen. Der im Störungssystem zerscherzte Zentralgneis erlebte eine Rekrystallisation, die die jüngste Durchbewegung überdauerte. Diese Rekrystallisation erfolgte im Stabilitätsbereich der Chlorit-Serizit Subfazies, sie zeigt auf, daß die lokalen Bewegungsvorgänge noch zumindest während der jüngsten alpidischen Regionalmeramorphose erfolgt sein müssen (EXNER Ch., 1964).

Die letzten Mineralumwandlungen und Neubildungen des mylonitischen Gesteins erfolgten durch Einwirken wäßriger Lösungen. Die Mineralparagenese verweist auf epi- bis telethermale Bildungsbedingungen. Die mechanische Aufbereitung des Gesteins hat die Mineralumwandlungen zweifellos begünstigt. Aus dem beobachteten Erscheinungsbild ist eine

zeitliche Einstufung der Lösungsumwandlung (= Lysimorphose, W. FRITSCH 1967) in bezug auf die Mylonitisierung nicht zu geben.

Möglicherweise kam es zu einer Beeinflussung der Mineralumwandlung durch lokal erhöhte Druckverhältnisse (die Bildung von Chalcedon aus Kieselgel beschrieben CARR, R. M. and W. S. FYFE, 1958).

### Literatur

- BEUTELSPACHER, H. und H. W. VAN DER MAREL, 1968: Atlas der Elektronenmikroskopie der Tonminerale und ihrer Beimengungen. — Amsterdam, London, New York: Elsevier Publishing Company.
- BRINDLEY, G. W. and K. ROBINSON, 1946: The Structure of Kaolinit. — Mineral. Mag. **27**, 242—253.
- CARR, R. M. and W. S. FYFE, 1958: Some Observations on the Crystallization of Amorphous Silica. — Am. Min. **43**, 908—916.
- EXNER, Ch., 1964: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Sonnblickgruppe. — Verlag der Geol. Bundesanstalt Wien.
- FRASL, G., 1954: Anzeichen schmelzflüssigen und hochtemperierten Wachstums an den großen Kalifeldspaten einiger Porphygranite, Porphygranitgneise und Augengneise Österreichs. — Jb. Geol. Bundesanstalt **97**, 71—131.
- FRITSCH, W., 1967: Über retrograde Metamorphosen. — Joanneum, Mineral. Mittbl. 23—30.
- FRITSCH, W. und H. MEIXNER, 1968: Verwitterungsminerale (Phosphate, Silikate, usw.) von Zwein-Sonntagsberg bei St. Veit an der Glan, Kärnten. — Der Karinthin **58**, 22—36.
- GRIM, R. E., 1968: Clay Mineralogy. — New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- GRENGG, H. et al., 1969: Kelag-Fragantprojekt. — ÖZE.
- MACKENZIE, R. C., 1964: Scifax, Differential Thermal Analysis Data Index. — London: Mac Millan a. Co. Ltd.
- NEUWIRTH, E., 1954: Zur oberflächennahen Umwandlung von Feldspat. — Carinthia **64**, 32—37.
- NEUWIRTH, E., 1954: Zur Feldspat- und Biotitverwitterung im Koralmgebiet (Steiermark). — Berg- u. Hüttenm. Mh. **99**, 166—171.
- NEUWIRTH, E., 1956: Zur Bestimmung der Tonminerale mit dem Elektronenmikroskop. — Tscherm. Mineral. Petrogr. Mitt. **5**, 347—361.
- RIEDMÜLLER, G. und B. SCHWAIGHOFER, 1969: Elektronenbeugung an Tonminerale mit Thallium-(I)-Chlorid als innerem Standard. — Tscherm. Min. Petr. Mitt., im Druck.
- TRÖGER, W. E., 1967: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2 Textband. — Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

WEISS, E. H., 1968: Tektonik u. Hangformung des Gebietes Fragant-Oschenksee (Sonnblickkern, Kärnten); — Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud., im Druck.

WINKLER, H. G. F., 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

- Abb. 1: Mylonit, kataklastisches Gefüge. Vergr. 24fach, Nicols /.
- Abb. 2: Zwischen die Quarz- und Feldspatbruchstücke ist  $\text{SiO}_2$ -Substanz eingedrungen, in der offensichtlich eben die Kristallisation einsetzt. Vergr. 60fach, Nicols /.
- Abb. 3: Erläuterung im Text.
- Abb. 4: Kaolinitblättchen mit deutlich pseudohehexagonalem Umriß; darüber der polykristalline Film von Thalliumchlorid. Vergr. elektr. opt. 11500fach, Gesamtvergr. 32000fach.
- Abb. 5: Kaolinit. Vergr. elektr. opt. 10500fach, Gesamtvergr. 21500fach.
- Abb. 6: Kaolinit. Vergr. elektr. opt. 6000fach, Gesamtvergr. 12500fach.
- Abb. 7: Leistenförmige Abbaustufen von Muskowit. Vergr. elektr. opt. 10000fach, Gesamtvergr. 20000fach.
- Abb. 8: Mehrere Glimmerblättchen übereinander liegend. Vergr. elektr. opt. 12000fach, Gesamtvergr. 24500fach.
- Abb. 9: Pseudomorphose von Kaolinit nach Muskowit. Vergr. elektr. opt. 14000fach, Gesamtvergr. 28500fach.
- Abb. 10: Umwandlung eines leistenförmigen Feldspats in mehrere Kaolinitkristalle. Vergr. elektr. opt. 8000fach, Gesamtvergr. 13000fach.
- Abb. 11: Die Feinbereichsbeugungsaufnahme zeigt das Debye-Scherrer-Diagramm von Thalliumchlorid und das „Laue-Diagramm“ des Kaolinit.

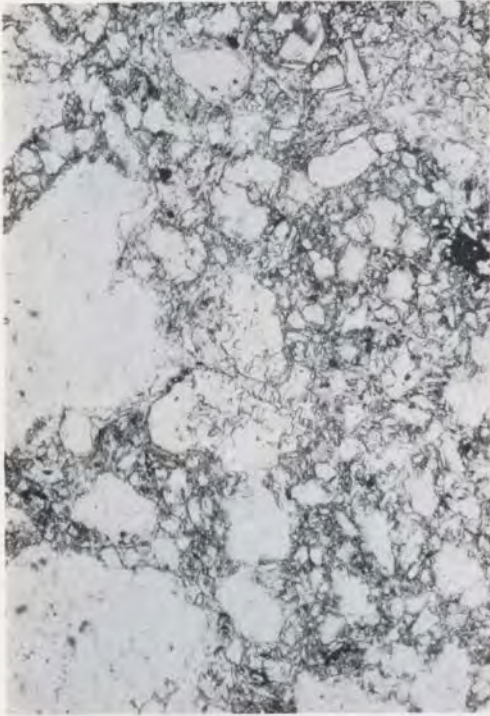


Abb. 1

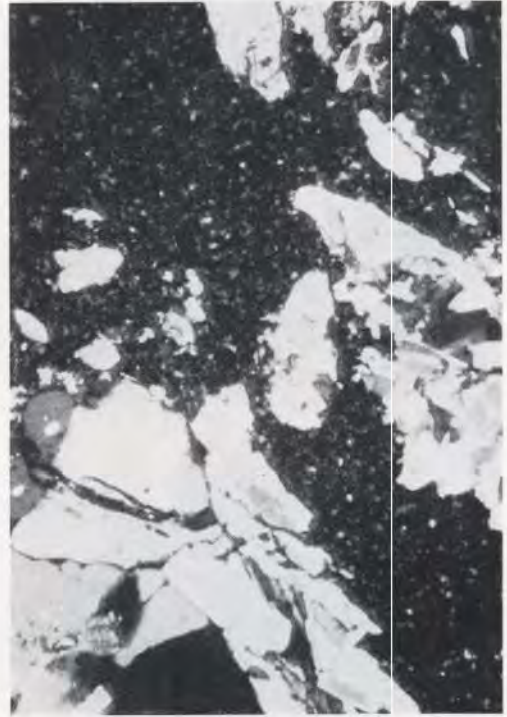


Abb. 2



Abb. 4



Abb. 5

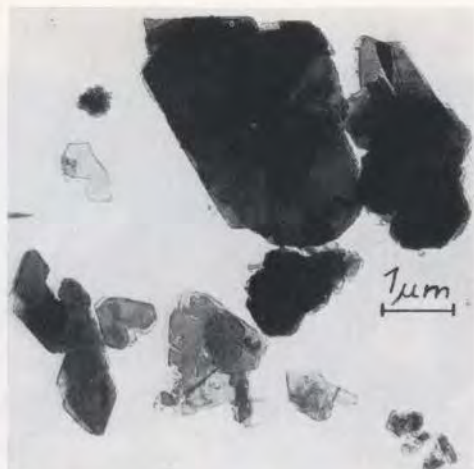


Abb. 6



Abb. 7

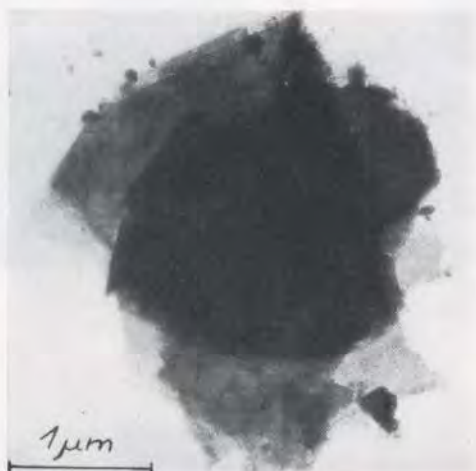


Abb. 8

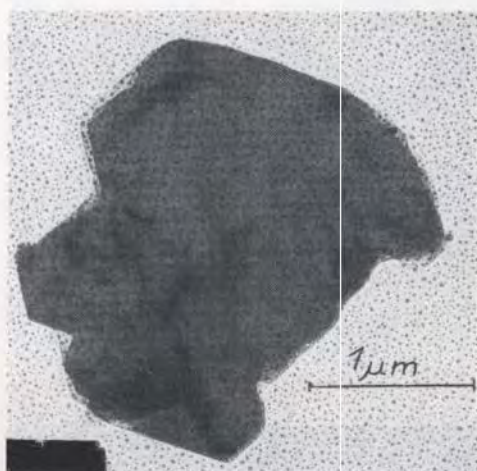


Abb. 9

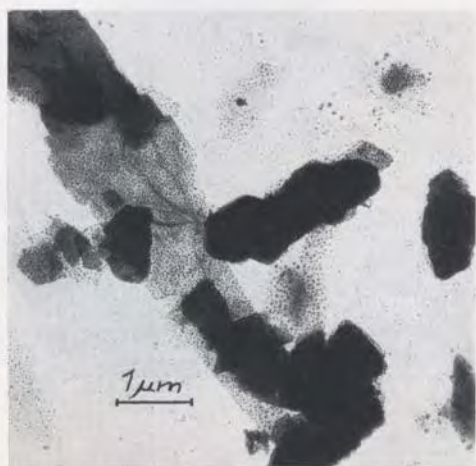


Abb. 10



Abb. 11