

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 75 (1982)
Heft: 1

Artikel: Oberflächentexturen an Schwermineralkörnern aus der Unteren Süsswassermolasse (Chattien) der Westschweiz
Autor: Maurer, Heinz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-165213>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Oberflächentexturen an Schwermineralkörnern aus der Unteren Süßwassermolasse (Chattien) der Westschweiz

Von HEINZ MAURER¹⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Oberflächentexturen an Schwermineralkörnern, die unter dem Rasterelektronenmikroskop betrachtet wurden, können als «mechanische» Texturen sowie als Anwachsformen oder Lösungsformen auftreten. Bei den Granaten und Staurolithen werden entweder Körner mit muscheligen Bruch (Typ I) oder Körner mit charakteristischen Anwachsformen (Typ II) oder Lösungsformen (Typ III) festgestellt. Bei den Alkalamphibolen sind es die typischen Merkmale von Lösungsvorgängen, die im fortgeschrittenen Stadium ein nadelförmiges Aussehen erreichen.

Als mögliche Ursachen für die Bildung von Oberflächentexturen des Typs II ist die Zeitdauer der Überlagerung und der damit verbundenen Druck- und Temperaturverhältnisse, die ein Weiterwachsen des Korns ermöglicht, in Betracht zu ziehen. Als ein wichtiger Faktor hat daher die Versenkungstiefe des Sediments zu gelten.

Das Nebeneinandervorkommen von Granat des Typs I mit Staurolith des Typs II und Alkalamphibol des Typs III zeigt die unterschiedliche Instabilität der Schwerminerale auf. Die Anordnung unverwittertes Granatkorn in Verbindung mit Anwachsformen von Staurolith und Anlösungsformen von Alkalamphibol ist das Resultat einer *intrastratal solution* und nicht einer Verwitterung.

ABSTRACT

Surface textures of garnet, staurolite and alkali amphibole have been studied under the scanning electron microscope and interpreted as mechanically produced microforms as well as overgrowths and solution features. Microtextures of garnets and staurolites were identified as either conchoidal fractures (type I) or characteristic authigenic overgrowths (type II) or chemical solution (type III). On alkali amphiboles chemical solution produced etch patterns which at an advanced stage exhibit fine needle-like terminations.

The possible cause of this development of type II surface textures is the length of the time after burial associated with elevated pressure and temperature. The latter cause enables the authigenic overgrowths to be developed. Consequently the deep burial of the sediments is an important factor.

The occurrence of garnet type I together with staurolite type II and alkali amphibole type III indicates the differing stability of these heavy minerals. The series of unweathered garnet grains in conjunction with staurolite overgrowths and dissolution features on alkali amphibole is the result of *intrastratal solution* and not weathering.

RÉSUMÉ

Des textures de surface de minéraux lourds, examinées sous le microscope à balayage, s'expliquent comme textures dues à une action mécanique ou comme des formes de croissance ou de dissolution. Les grenats et les staurolites présentent des textures à cassures conchoïdes (type I), de croissance caractéristique (type II) ou de dissolution (type III). Les amphiboles alcalines montrent les caractéristiques de dissolution et, dans un stade de développement avancé, des formes d'aiguilles.

¹⁾ Geologisches Institut der Universität Bern, Baltzerstrasse 1, CH-3012 Bern.

Une cause possible pour le développement des textures type II est la durée de la surcharge et par conséquence les conditions de pression et de température qui permettent la croissance des grains. C'est donc la profondeur de l'enfouissement qui est un facteur important.

La présence commune de grenat type I, staurotide type II et amphibole alcaline type III est un indice pour la stabilité différente des minéraux lourds. L'ensemble des granats non-altérés avec des formes de croissance des staurotides et des formes de dissolution des amphiboles alcalines résulte de l'existence de solution intra-couches (*intrastratal solution*) et non d'une altération.

Einleitung

Beim Auszählen von Schwermineralspektren, die aus dem westschweizerischen Molassebecken stammten, konnte bereits unter dem Mikroskop an bestimmten Schwermineralkörnern - vor allem an Granat, Staurolith und Alkalamphibol - ein Unterschied der Kornoberflächen beobachtet werden. So wurden einerseits Granat- und Staurolithkörner mit scharfkantigen, muscheligen Bruchflächen, andererseits solche mit dreieckigen, gleichorientierten Facetten auf der Kornoberfläche gefunden. Bei den Alkalihornblenden konnten Körner von nadelförmigem Aussehen erkannt werden. Über die Entstehung solcher «Facetten» ist man sich bis heute noch nicht einig.

RAHMANI (1973), HEMINGWAY & TAMAR-AGHA (1975) und MORTON (1979) deuten die Facetten an Granatoberflächen als das Ergebnis chemischer Anlösung. Nach MORTON lässt sich eine bestimmte Entwicklung ableiten, die zunächst mit einer Phase von «Warzen» (mammilated grains) auf der Oberfläche von Körnern beginnt. Fortschreitende Lösungserscheinungen führen nach diesen Autoren zu regelmässigen Facetten (faceted grains). In der Schlussphase, d. h. bei andauernder chemischer Ätzung, bilden sich skelettartige Körner. Nach MORTON sind die chemischen Ätzungen vermutlich eher durch die verschiedene Porosität rund um das Korn als durch die verschiedene Zusammensetzung im Korn entstanden. Die Anzahl korrodierter Körner steht dabei in Beziehung mit einer zunehmenden Versenkungstiefe.

Demgegenüber steht die Ansicht von SIMPSON (1976), der die Facetten (faceted grains nach MORTON 1979 oder imbricate wedge markings nach RAHMANI 1973) nicht als Lösungsformen, sondern als Anwachsformen betrachtet. Diese als «hill-ocks» beschriebenen Facetten sind nichts anderes als überlappende Anwachsformen, deren Orientierung sehr wahrscheinlich durch die kristallographische Orientierung des Mutterkorns kontrolliert wird. Neben diesen Anwachsformen kommen auch Anlösungsformen vor. An der Oberfläche der Körner bilden sie flache, kleine

Fig. 1. A: Granatkorn des Typs I mit scharfen Kanten und frischen, muscheligen Bruchflächen. Bohrung Cuarny 1, 440 m Tiefe, Vergrößerung $\times 280$.

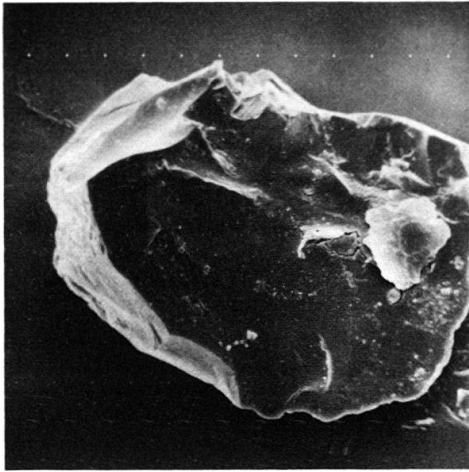
B: Detail von 1A mit aufgebrochenen Einschlüssen. Vergrößerung $\times 1540$.

C: Granatkorn des Typs II mit muscheligen Bruchflächen sowie Spalten, in denen Mikrokristalle sitzen. Bohrung Chapelle 1, 1150 m Tiefe, Vergrößerung $\times 1150$.

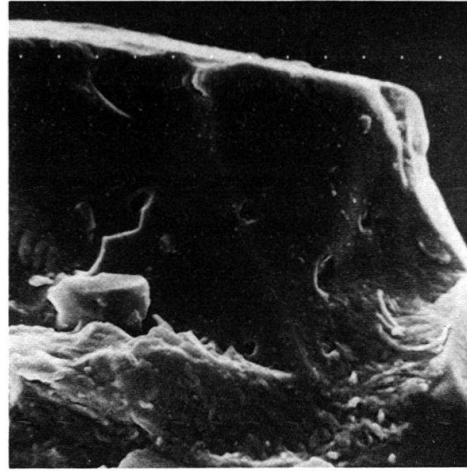
D: Detail von 1C, das das Anfangsstadium des Mikrokristallwachstums zeigt. Vergrößerung $\times 6000$.

E: Gesamtüberblick auf ein Granatkorn des Typs II, welches auf einer Seite ein Anordnungsmuster zeigt. Bohrung Sorens 1, 2564 m Tiefe, Vergrößerung $\times 315$.

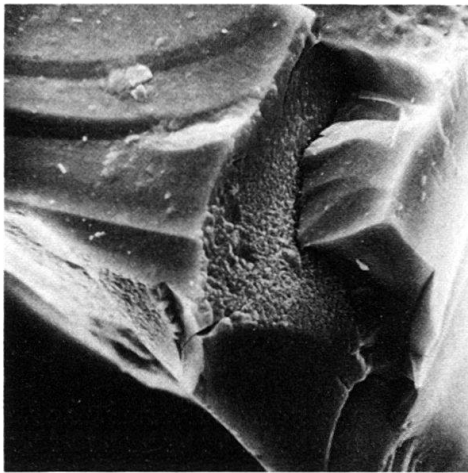
F: Detail aus 1E mit homoaxialer Anwachsstruktur. Deutlich lassen sich zwei Wachstumsrichtungen erkennen, die bei Überschneidung einen dreieckigen Umriss ergeben. Vergrößerung $\times 1250$.



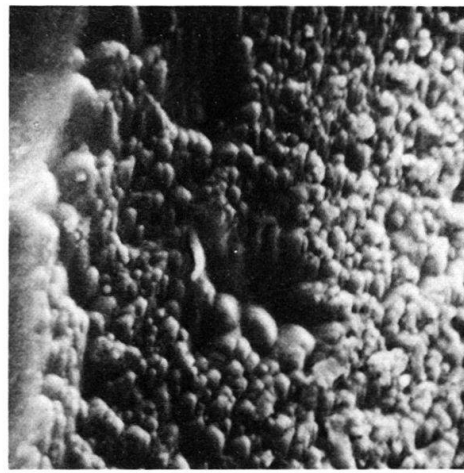
A



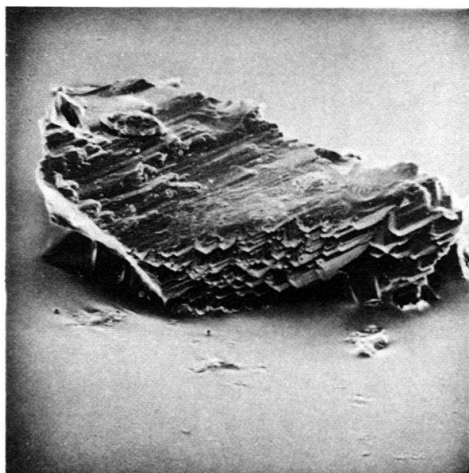
B



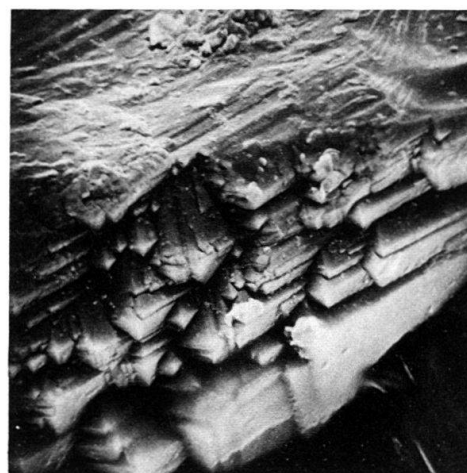
C



D



E



F

Eindrücke (pits) mit einer unregelmässigen Verteilung. «Hillocks» und «pits» sind daher genetisch verschieden entstanden, erstere durch authigenes Wachstum, letztere durch Lösungsvorgänge.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die verschiedenen Oberflächentexturen von Granat, Staurolith und Alkali amphibol aus der Unteren Süsswassermolasse (Chattien) der Westschweiz.

Granat

Der Granat ist ein ständiger Begleiter im Schwermineralspektrum der Molasse. An der Wende Chattien/Aquitaniens tritt eine deutliche Zunahme von Granat auf. In seinem Aussehen ist der Granat im frischen Zustand durchwegs farblos und bildet unregelmässige Körner mit scharfen Kanten und muscheligen Bruchflächen (Typ I, Fig. 1A, B). In einem Anfangsstadium chemischer Aktivität treten an Schwächezonen des detritischen Korns Mikrokristalle auf. In der Regel sind es Spaltrisse, in denen genügend Hohlraum für das Wachstum der Subindividuen vorlag (Fig. 1C, D). Im fortgeschrittenen Stadium erkennt man unter dem Mikroskop dreieckige Formen, die im Rasterelektronenmikroskop die Anordnung zweier ineinandergreifender Wachstumsrichtungen widerspiegeln (Fig. 1F, E). Sie umfassen zunächst nur Teile des Korns. Schliesslich belegen die Anwachsformen das ganze Korn, welches mit dreieckigen, gleichorientierten Facetten bedeckt ist und übereinandergereiht eine treppenförmige Anordnung aufweist (Typ II, Fig. 2A, B). Die vollkommene Ausbildung nach den Gesetzen des Kristallsystems lässt die Bildung solcher authigen gewachsener Subindividuen eindeutig als Wachstumsprozess denn als Ätzzvorgang erklären. Ein weiterer Hinweis für das authigene Wachstum von Subindividuen ist auf der Figur 2C ersichtlich. Hier lässt sich die Genese des Granatkorns stufenweise rückverfolgen. Die linke Seite des Korns bildet eine frische Bruchfläche, die durch mechanische Beanspruchung entstanden ist. Die rechte Seite hingegen zeigt eine alte Bruchfläche, die von Mikrokristallen besetzt ist. Auf den Detailphotos ist dieses facettenartige Wachstum von Mikrokristallen auf einer Bruchfläche deutlich sichtbar. Der Mittelteil des Korns ist von Mikrokristallen unterschiedlicher Grösse besäimt.

Mit der Mikrosonde wurde eine semiquantitative Analyse des Granatkorns der Figur 2A vorgenommen. Es wurden zwei energiedispersive Spektren aufgenommen, wobei eines im Zentrum, das andere am Rande des Korns lag. Beide Kurven zeigen

Fig. 2. A: Unregelmässiges Granatkorn des Typs II mit Mikrokristallen. Bohrung Savigny 1, 2300 m Tiefe, Vergrösserung $\times 290$.

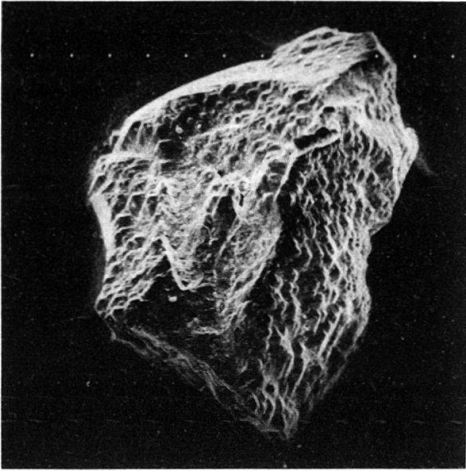
B: Detail aus 2A mit Blick senkrecht zum Kristallwachstum. In der Mitte des Bildes ein Kristall in der Tracht eines Rhombendodekaeders sowie umgebenden Oktaedern. Vergrösserung $\times 1200$.

C: Granatkorn mit frischer Bruchfläche (linke Seite) und alter Bruchfläche (rechte Seite), auf der Mikrokristalle sitzen (Typen I und II). Probe 19.8.80/9, Vergrösserung $\times 540$.

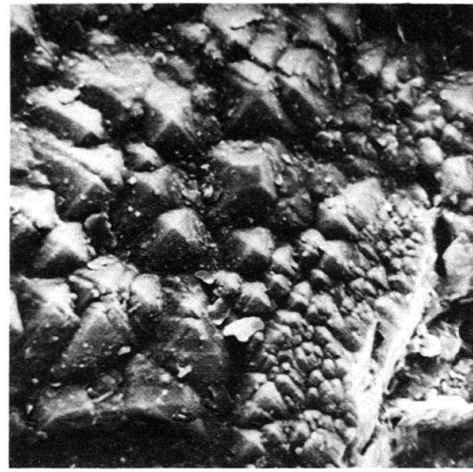
D: Detail aus 2C. Granatkorn mit Mikrokristallen verschiedener Grösse. Auf dem oberen rechten Bildrand ist deutlich ein Kristallwachstum auf einer Bruchfläche feststellbar. Vergrösserung $\times 1100$.

E: Staurolithkorn des Typs II mit muscheligen Bruchflächen und scharfen Kanten. Die eine Seite des Korns zeigt Mikrokristalle. Bohrung Cuarny 1, 465 m Tiefe, Vergrösserung $\times 285$.

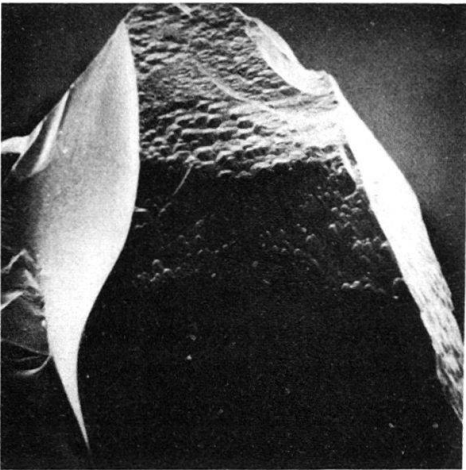
F: Detail aus 2E mit Mikrokristallen von Staurolithen, die rhombische - in Richtung der C-Achse gestreckte - Kristallbildung zeigen. Vergrösserung $\times 1150$.



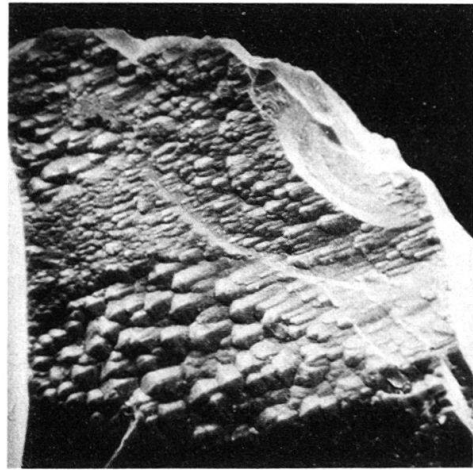
A



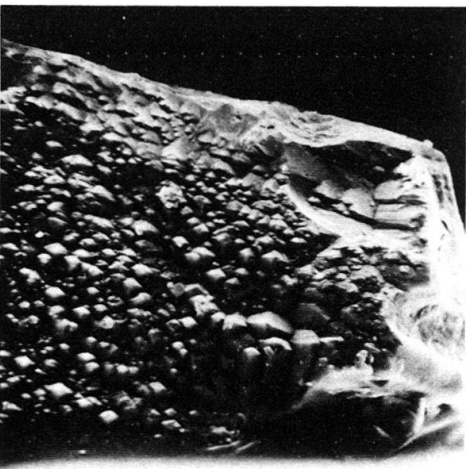
B



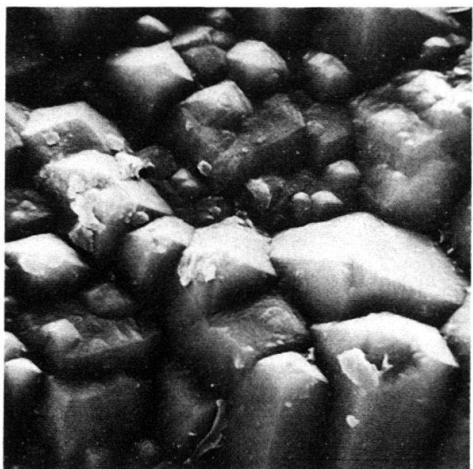
C



D



E



F

einen fast identischen Verlauf, demzufolge ein homogener Chemismus des Gesamtkorns vorliegt.

Eine vollständig andere Erscheinung, die durch Anlösungen (Typ III) entstanden ist, findet sich auf den Figuren 3C, D. Hier sind längs Schwächezonen Anlösungen auf einem Granatkorn entstanden, die im fortgeschrittenen Stadium von einem nadeligen Aussehen an den Enden des Kornes geprägt werden. Im Mikroskop lassen sich diese Nadeln nicht von den uthigen gewachsenen Subindividuen unterscheiden. An den Rändern ist lediglich ein hahnenkammartiges Gebilde feststellbar und kann erst unter dem Rasterelektronenmikroskop eindeutig erkannt werden.

Staurolith

Wie auf den Figuren 2E, F dargestellt, ist ein Teil der Staurolithoberfläche mit Facetten besäimt, die sich bei entsprechender Vergrößerung als uthigen, in Richtung der C-Achse gewachsene rhombische Kristalle entpuppen. Sie werden in Analogie zum Granat ebenfalls als Typ II bezeichnet. In älteren aus Kreide und Eozän umgelagerten Sedimenten finden sich Staurolithe, die keinerlei Oberflächen-texturen aufweisen (entsprechen dem Typ I beim Granat). Nach RAHMANI (1973) kommen beim Staurolith gleichfalls Facetten oder *imbricate wedge markings* vor. Diese sind jedoch durch Anlösung entstanden. Die Figur 3A zeigt ein solches Staurolithkorn mit Zwillingsbildung. An den Rändern und Spalten des Kornes wird durch Anlösung ein «gezackter» Rand erzeugt, der sich bei entsprechender Vergrößerung (Fig. 3B) als nadelartiges Gebilde entpuppt (Typ III).

Alkalamphibol

Unter dem Rasterelektronenmikroskop erkennt man, dass an den Oberflächen von Alkalamphibolen Prozesse stattfinden, die bis zur totalen Auflösung des Kornes führen können. Solche durch chemische Ätzung ablaufende Vorgänge beginnen mit der Bildung von Ätzgruben und Rillen. Diese liegen in der Regel auf Spaltflächen, die parallel zur kristallographischen C-Achse angeordnet sind. Im fortgeschrittenen Stadium chemischer Ätzung bilden sich an den distalen Enden des Kornes zarte Nadeln (vgl. Fig. 3E, F). Nach RAHMANI ist die nicht gleichförmige Länge der Nadeln ein Hinweis für einen langsamen Anlösungsprozess. Die Feinheit der Nadeln verifiziert die In-situ-Natur des Lösungsprozesses (vgl. WAUGH 1978). Die Ätzgruben haben sich zudem vergrößert und reichen tief in das Innere des Kornes hinein.

Fig. 3. A: Staurolithkorn mit Zwillingsbildung (Durchkreuzungszwilling nach {232}) des Typs III. An den Rändern und Spalten zeigt sich beginnende Anlösung. Probe 19.8.80/9, Vergrößerung $\times 250$.

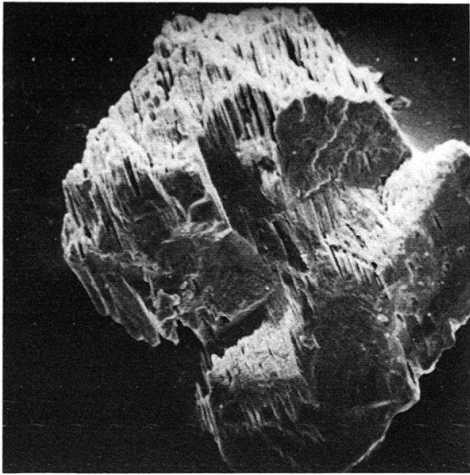
B: Detail aus 3A mit Lösungsadeln.

C: Granatkorn mit Anlösungen, die am distalen Ende beginnt. Typ III, Probe 19.8.80/9, Vergrößerung $\times 260$.

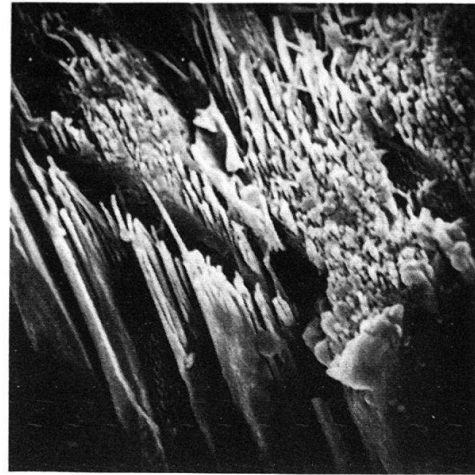
D: Detail aus 3C. Lösungsadeln am distalen Ende des Kornes. Vergrößerung $\times 3250$.

E: Alkalamphibolkorn des Typs III mit einzelnen nadelförmigen Enden. Bohrung Essertines 1, 336 m Tiefe, Vergrößerung $\times 264$.

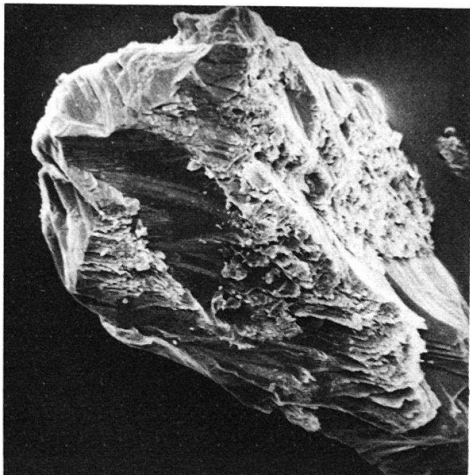
F: Detail aus 3E mit Lösungsadeln am distalen Ende des Kornes. Vergrößerung $\times 1320$.



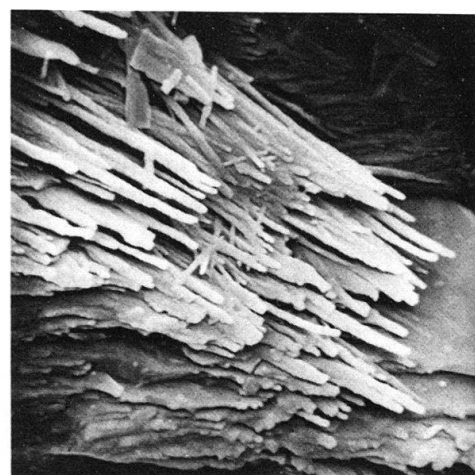
A



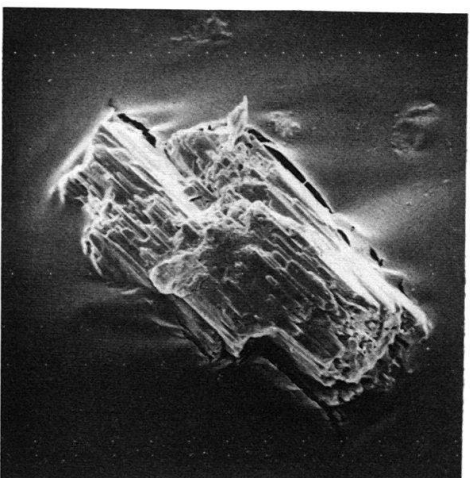
B



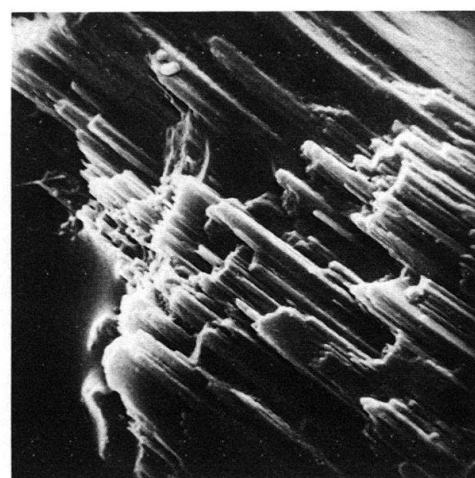
C



D



E



F

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen an Oberflächentexturen bestimmter Schwerminerale lassen sich entweder auf mechanische Beanspruchungen (Typ I) oder chemische Prozesse zurückführen. An letzteren können Anwachsformen (Typ II) und Anlösungsformen (Typ III) unterschieden werden.

Typ I: Frische, unverwitterte Granat- und Staurolithkörner mit muscheligen Bruchflächen.

Typ II: Körner von Granat und Staurolith, die authigen gewachsene Subindividuen zeigen.

Typ III: Körner von Granat, Staurolith und Alkalamphibol, die mit Rillen und Nadeln versehen - und durch Lösungsvorgänge entstanden sind.

Versucht man die Ursachen der chemischen Veränderungen etwas näher zu durchleuchten, so müssen folgende Punkte festgehalten werden.

1. Wir haben es mit einer postdepositionalen Veränderung zu tun.
2. Der Annahme einer oberflächennahen Verwitterung, die durch einsickernde humose Wässer (vgl. GRIMM 1973) chemische Prozesse wie Anlösung oder Anwachsformen verursacht, kann nicht zugestimmt werden.
3. Viel eher sind es die durch Porenwässer diagenetisch veränderten Sedimente. Dabei spielen die Versenkungstiefe des Sediments und die dadurch stattfindenden Druck- und Temperaturänderungen eine wesentliche Rolle.

NICKEL (1973) konnte durch experimentelle Untersuchungen an Schwermineralen nachweisen, dass zwischen Verwitterung und *intrastratal solution* Unterschiede in der Abfolge stabile zu instabilen Schwermineralen bestehen. So steht der Granat, der witterungsempfindlich ist, fast am Schluss der Verwitterungsreihe, gegenüber *intrastratal solution* ist er jedoch relativ resistent.

Betrachtet man die Schwermineralvergesellschaftung in ein und derselben Probe, so findet man frische Granate (Typ I) in Verbindung mit Staurolith (Typ II) und Alkalamphibol (Typ III). Diese Anordnung ist nur dann möglich, wenn man für die Bildung der Oberflächentexturen eine *intrastratal solution* postuliert.

Verdankungen

Der Autor dankt Herrn Prof. Dr. Allemann für die Genehmigung der Aufnahmen am Rasterelektronenmikroskop, Herrn Zweili für die Durchführung dieser Aufnahmen und Herrn Prof. Dr. A. Matter für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

LITERATURVERZEICHNIS

- GRIMM, W. D. (1973): *Stepwise heavy mineral weathering in Residual Quarz Gravel, Bavarian Molasse (Germany)*. - Contr. Sedimentol. 1, 103-125.
- HEMINGWAY, J. E., & TAMAR-AGHA, M. Y. (1975): *The effects of diagenesis on some heavy minerals from the sandstones of the middle limestone group in Northumberland*. - Proc. Yorkshire geol. Soc. 40, 537-546.
- MORTON, A. C. (1979): *Surface features of heavy mineral grains from Palaeocene sands of the central North sea*. - Inst. Geol. Sci., Ring Road Halton, Leeds LS158TQ.

- NICKEL, E. (1973): *Experimental dissolution of light and heavy minerals in comparison with weathering and intrastratal solution.* – Contr. Sedimentol. 1, 1–68.
- RAHMANI, R. A. (1973): *Grain surface etching features of some heavy minerals.* – J. sediment. Petrol. 43, 882–888.
- SIMPSON, G. S. (1976): *Evidence of overgrowths on, and solution, of detrital garnets.* – J. sediment. Petrol. 46, 689–693.
- WAUGH, B. (1978): *Diagenesis in continental red beds as revealed by scanning electron microscopy.* In: WALLEY, W. B. (Ed.): *Scanning electron microscopy in the study of sediments.* – Geol. Abstr., Norwich, England.

