

22. Untersuchungen des tonigen Zwischenmittels im Hauptbuntsandstein der Nordeifel

Von

K. Jasmund und D. Riedel

ABSTRACT:—The clay mineral content in the Buntsandstein of the northern part of the Eifel was studied. By X-ray methods, by the polarizing, and by the electron microscope two unusual clay minerals were found: dickite of a diameter up to $100\ \mu$ and ribbon-shaped illite of great flexibility and maximal length of $10\ \mu$.

Am Nordabfall der Eifel befindet sich im Bereich der Eifelsenke ein Vorkommen von Buntsandstein, das zwischen Heimbach und Nideggen entlang der Rur fast in seiner gesamten Mächtigkeit aufgeschlossen ist und hier mit steilen Hängen und senkrecht abfallenden Felspartien den östlichen Abfall des Rurtales bildet (siehe Geologische Karte von Preußen, Blatt Nideggen). Der Buntsandstein der Nordeifel wird nach seiner petrographischen Ausbildung unterteilt in zwei Stufen, den sogenannten Hauptbuntsandstein (Mächtigkeit etwa 120 m) und den sogenannten Oberen Buntsandstein (50 bis 80 m). Die altersmäßige Einstufung des Hauptbuntsandsteins ist unsicher. Allgemein wird er als mittlerer Buntsandstein betrachtet (BLANKENHORN 1885, HOLZAPFEL 1910). Er ist charakterisiert durch den eintönigen Wechsel von konglomeratischen Bänken mit Schichten von homogenem roten Sandstein und lagert mehr oder weniger horizontal diskordant auf unterdevonischen Tonschiefern und Grauwacken. Man nimmt an, daß der Hauptbuntsandstein der Eifelsenke Ablagerungen eines Flußsystems darstellt. Darauf deutet auch das schnelle Auskeilen der einzelnen Schichten und das Auftreten von Kreuzschichtung hin. So untersuchte PICARD (1950) die Schüttungsrichtungen, QUESTER (1954) analysierte im Anschluß an Untersuchungen im liegenden Paläozoikum des Venn-Gebietes und der Eifel den Schwermineralgehalt auch des Buntsandsteins. Weitere sedimentpetrographische Arbeiten sind nicht gemacht worden, wenn man von den zahlreichen Veröffentlichungen über die Vererzung des Buntsandsteins absieht.

So gibt es auch über die leichten Bestandteile der feineren Fraktionen, d. h. des tonigen Zwischenmittels, im Buntsandstein noch keine genaueren Angaben. Aussagen über den „Kaolingehalt“ des Gesteins stützen sich lediglich auf eine Bemerkung BLANKENHORNS über den „aus der Verwitterung des Feldspaths hervorgegangenen Kaolin“. Eine neuere Arbeit über den Ursprung und die genaue mineralogische Beschaffenheit dieses „Kaolins“ liegt nicht vor.

Diese Lücke auszufüllen, ist nun Zweck einer größeren Untersuchung dieses Gebietes, wobei das im folgenden Dargestellte nur eine vorläufige Mitteilung einiger besonders interessanter Ergebnisse sein soll. Die hier bearbeiteten Proben wurden an der Straße Nideggen-Abenden bei Kilometerstein 8 genommen, und zwar aus den homogenen Schichten des Hauptbuntsandsteins in etwa 5 bis 10 m Höhe über der Straße. Alle gesammelten Proben innerhalb einer mehrere Meter mächtigen Schichtenfolge zeigten eine Assoziation von zwei recht ungewöhnlichen Tonmineralen der Illit- und Kaolingruppe.

Weil die gesammelten Sandsteinproben in den meisten Fällen recht locker waren (sie stammten in erster Linie aus Hohlkehlen von festeren Felspartien), ließen sie sich gut aufbereiten. Etwas widerstandsfähigere Partien konnten in einem Nylonmörser zerdrückt werden, ohne daß wahrscheinlich das tonige Bindemittel wesentlich verändert wurde. Die weitere Aufbereitung erfolgte wie üblich in 0,01 *n* Ammoniaklösung, in welcher die Proben etwa 24 Std. geschüttelt wurden. Um einen Überblick über die Korngrößenverteilung der in Frage kommenden Schichten zu geben, werden im folgenden die Sieb- und Schlämmergebnisse zweier charakteristischer Proben zitiert:

Teilchen = durchmesser in μ	Probe A Anteile in	Probe B Gewichtsprozenten
< 2	1,5	2,4
2-6,3	0,7	1,3
6,3-20	1,0	1,6
20-63	0,7	1,4
63-200	7,1	13,9
200-630	80,8	72,3
> 630	7,9	6,7
Summe	99,7	99,6
Verlust bei der Aufbereitung	0,3	0,4

Röntgenographische Untersuchungen

Eine vorläufige optische Untersuchung ergab, daß der Tonmineralgehalt über die Größe von 20 μ noch hinausgeht. Es lag deshalb nahe, die röntgenographische Untersuchung auch auf die mittleren Korngrößenfraktionen auszuweiten. Um eine Übersicht über den Tonmineralgehalt zu gewinnen, wurden Aufnahmen mit einer Texturkamera (JASMUND 1950, 1956) gemacht, wobei bekanntlich bevorzugt die Basisreflexe erhalten werden. Wie die folgende Zusammenstellung zeigt, konnten Linien von Mineralen der Kaolingruppe und der Glimmergruppe nachgewiesen werden¹.

¹ Weil die Herstellung der Präparate für die Texturkamera in verschiedener Weise vorgenommen wird, soll kurz darüber berichtet werden. Die Substanz wird in Wasser aufgeschlämmt und zur vollständigen Dispergierung mit einem hochtourigen Rührwerk („Ultra-Turrax“)

Fraktion $< 2 \mu$: sehr breite Linie bei 10 \AA ; scharfe Linie mittlerer Intensität bei 7 \AA .

Fraktion $6-20 \mu$: scharfe Linie schwacher Intensität bei 10 \AA ; scharfe Linie sehr starker Intensität bei 7 \AA .

Dieses Bild wiederholte sich bei allen Schichten des untersuchten Horizontes, so daß im folgenden nur von einer Probe die Rede sein wird.

Wie diese Aufnahmen zeigen, liegt in der feinen Fraktion ein Illitmineral, in den größeren Fraktionen ein Glimmer vor. Der Anteil des Kaolinminerals nimmt in der Fraktion $6-20 \mu$ weiter zu.

Zur weiteren Identifizierung der Tonminerale wurden Röntgenaufnahmen mit einem Philips-Goniometer gemacht. So konnte das Vorhandensein von Illit in der Fraktion $< 2 \mu$ bestätigt werden. Es fehlen nämlich die Reflexe (114) , (025) , (115) , $(11\bar{6})$ und (200) , während z. B. der $(20\bar{2})$ -Reflex wie bei allen Illiten auch hier deutlich auftritt. In der Fraktion $6-20 \mu$ sind dagegen alle Reflexe des Muskovits vorhanden. Es treten also zwei verschiedene Glimmerminerale in unserem Buntsandstein auf.

Bei der Untersuchung des Kaolinminerals mußte wegen der Größe der Kristalle von vornherein mit der Möglichkeit des Auftretens von Dickit gerechnet werden. So berichten bereits SMITHSON und BROWN (1957) über das Vorkommen von Dickit in englischen Sandsteinen. Die Bestimmung unseres Kaolinminerals wurde erschwert durch das gleichzeitige Vorkommen von beträchtlichen Mengen Quarz und Glimmer. Hierbei treten zahlreiche Überlagerungen von Linien auf. In der folgenden Tabelle sind nun die von Quarz und Muskovit nicht überlagerten Linien des Kaolinminerals aufgeführt. Hierbei sind noch zwei mit aufgenommen, die nur von einer äußerst schwachen Muskovitlinie überdeckt werden, nämlich die bei $3,94$ und $2,50 \text{ \AA}$. Vergleicht man diese Werte mit den Angaben BRINDLEYS (1951), so ergibt sich, daß mehrere Linien auftreten, die nur von einem Dickit herrühren können.

Linienintensitäten	Netzebenenabstände in \AA	Mineral (nach BRINDLEY)
10	7,13	Kaolinit, Dickit
3	4,35	Kaolinit, Dickit
4	4,11	Kaolinit, Dickit
1	3,94	Dickit (Muskovit)
3	3,79	Dickit
7	3,57	Kaolinit, Dickit
1	3,42	Dickit
1	2,93	Dickit
3	2,50	Dickit (Muskovit)
4	2,32	Kaolinit, Dickit

behandelt. Ein Plexiglasring, auf einem Objektträger aufgeklebt, diente zur Aufnahme der Suspension. Zur besseren Identifizierung der eventuell vorhandenen quellfähigen Tonminerale wurde Glycerin zugesetzt. Nach Sedimentieren der Tonminerale und Verdunsten des Wassers wurde die abgesetzte Schicht mit Zaponlack überzogen und ein Präparathäutchen zum Einführen in die Texturkamera herausgeschnitten.

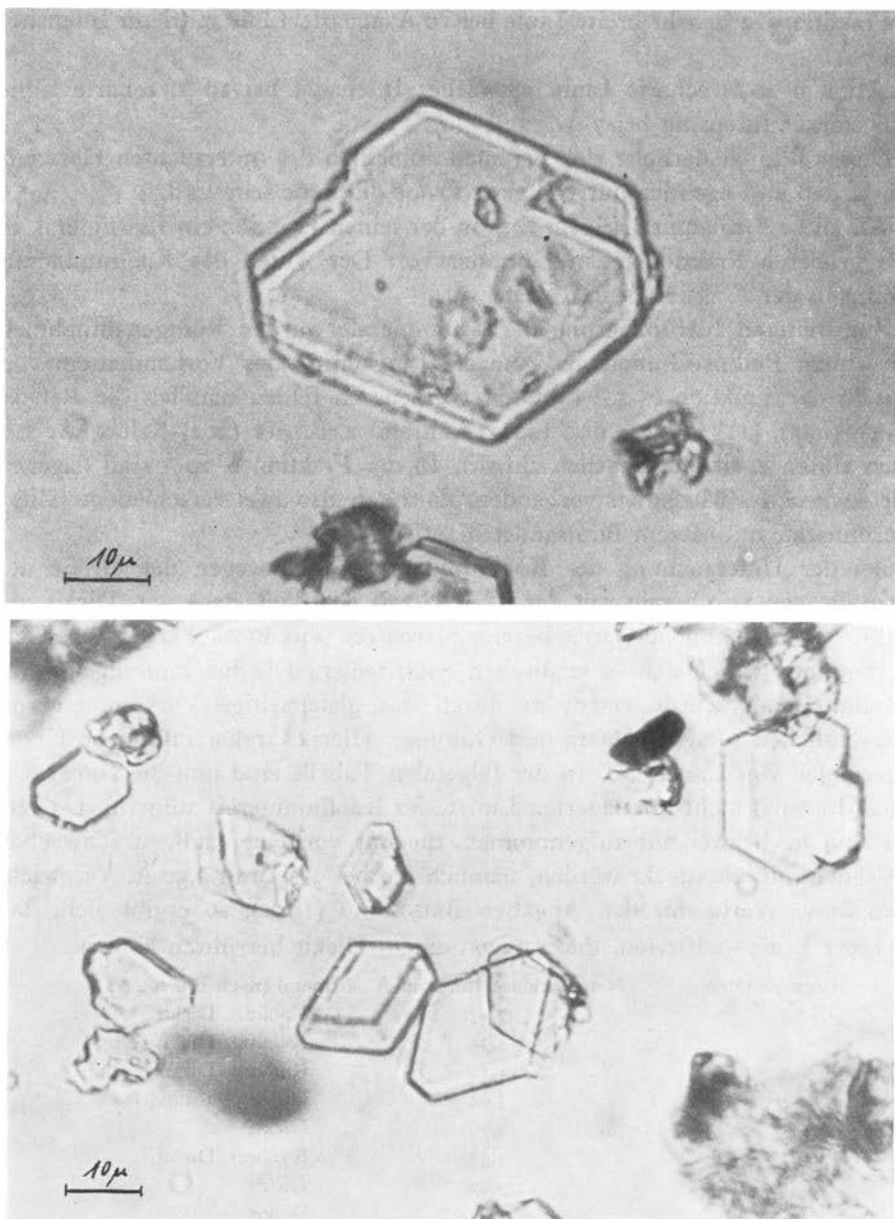


Abb. 1 und 2. Dickitkristalle.

Keiner der in unseren Vergleichsaufnahmen (Dickit von Ouray Col.) gemessenen und keiner der in der Literatur (BRINDLEY 1951) zitierten Dickitreflexe fehlt, während Linien, die allein dem Kaolinit zukommen würden, in unserer Aufnahme nicht nachzuweisen sind. Auch die fast immer auftretenden Linien bei 4,17 und 3,83 Å treten nicht auf, so daß in der Fraktion 2–6 μ mit ziemlicher

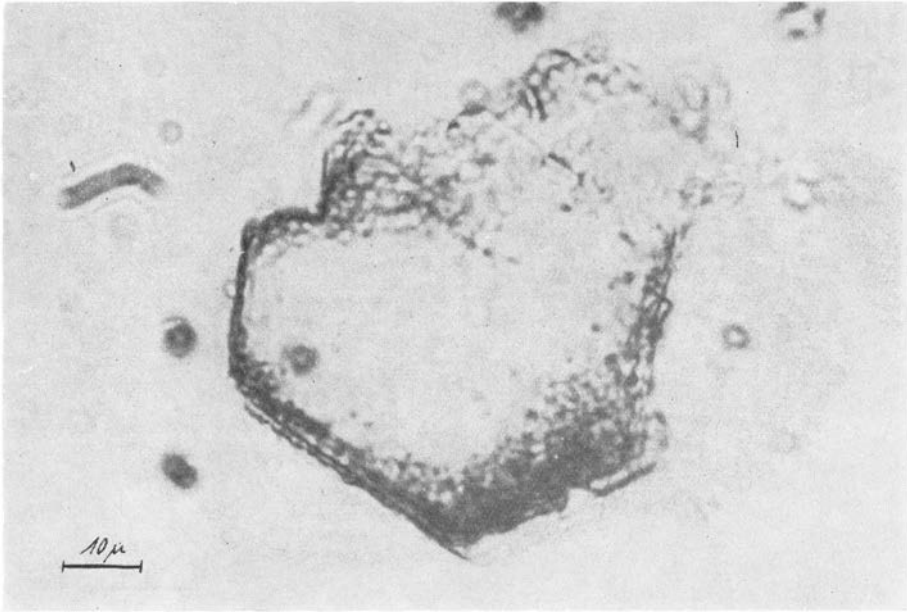


Abb. 3. In Zerfall begriffenes Tonmineral.

Sicherheit der Kaolinit fehlt. So zeigten Aufnahmen mit einer Guinier-Kamera recht hohen Auflösungsvermögens nicht das Triplett des Kaolinites bei 2,55, 2,52 und 2,48 Å (LIPPMANN 1954, JASMUND 1956), vielmehr das Duplett des Dickits bei 2,55 und 2,50 Å, wobei von der ersten Linie deutlich die Muskovitlinie bei 2,56 Å getrennt werden konnte. Für die Korngröße $< 2 \mu$ waren diese Feinheiten nicht mehr zu erkennen. Besonders störend machte sich hier der hohe Anteil an Illit bemerkbar. So waren von dem Kaolinmineral nur noch die stärksten Reflexe zu beobachten.

Mikroskopische Untersuchungen

In der mit dem Polarisationsmikroskop schon gut zugänglichen Fraktion 6–20 μ konnten neben scharfkantigen Quarzsplittern völlig unregelmäßig begrenzte Blättchen von Muskovit erkannt werden. Auffallendster Bestandteil dieser Korngrößenklasse sind jedoch idiomorphe Kristalle von farblosen, dünnen, hexagonal begrenzten Blättchen (Abb. 1 und 2). Hier dürfte es sich um die charakteristischen Kristalle des röntgenographisch bereits festgestellten Dickits handeln. Auch in der nächstkleineren Fraktion 2–6 μ sind diese regelmäßig begrenzten Blättchen trotz ihrer geringen Größe noch deutlich zu erkennen. Auch die benachbarte gröbere Fraktion 20–60 μ hat noch einen bemerkenswerten Dickitgehalt mit vielen Kristallen von einer Größe über 60 μ . Die größten gefundenen Kristalle erreichten einen Durchmesser von über 100 μ . Parallel-

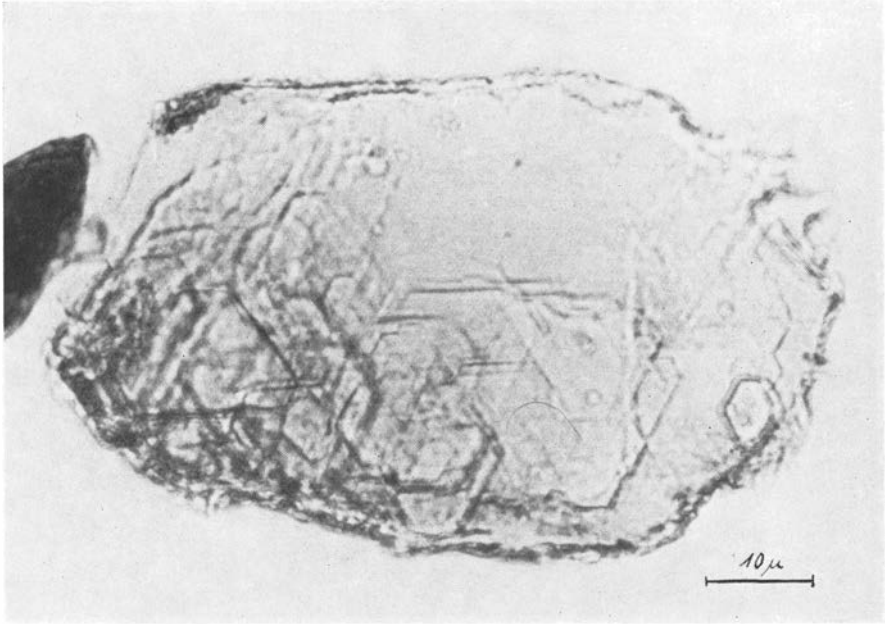


Abb. 4. Orientierte Verwachsung von Dickit? und Muskovit.

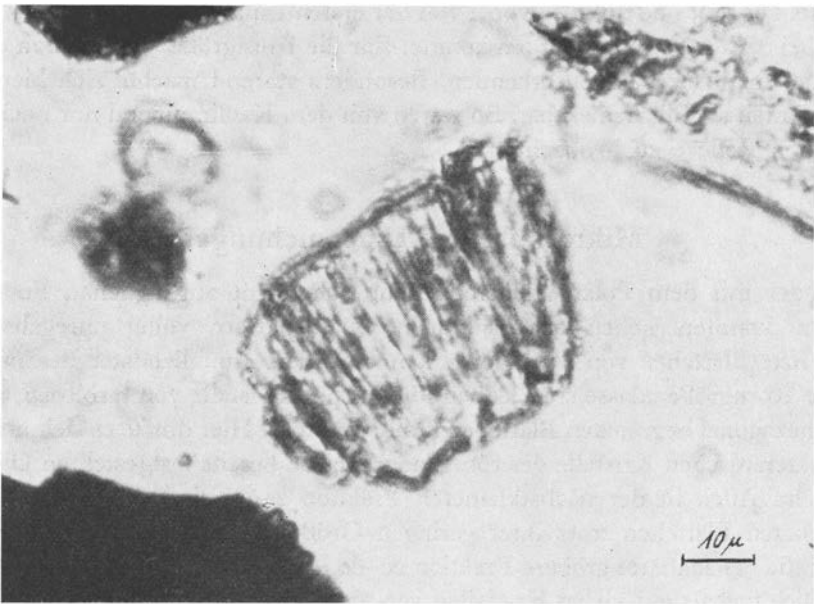


Abb. 5. Parallelverwachsung von Dickitkristallen.



Abb. 6. Elektronenmikroskopische Aufnahme von Dickitkristallen ($2-6 \mu$).

verwachsungen von Dickitkristallen in wurmförmigen, balgartigen Aggregaten finden sich immer in größeren Fraktionen (Abb. 5). Die Lichtbrechung der Dickitkristalle konnte mit Hilfe des Phasenkontrastverfahrens (PILLER 1952) bestimmt werden. Es wurden folgende Werte gemessen:

$$n'_x = 1,566$$

$$n'_z = 1,568.$$

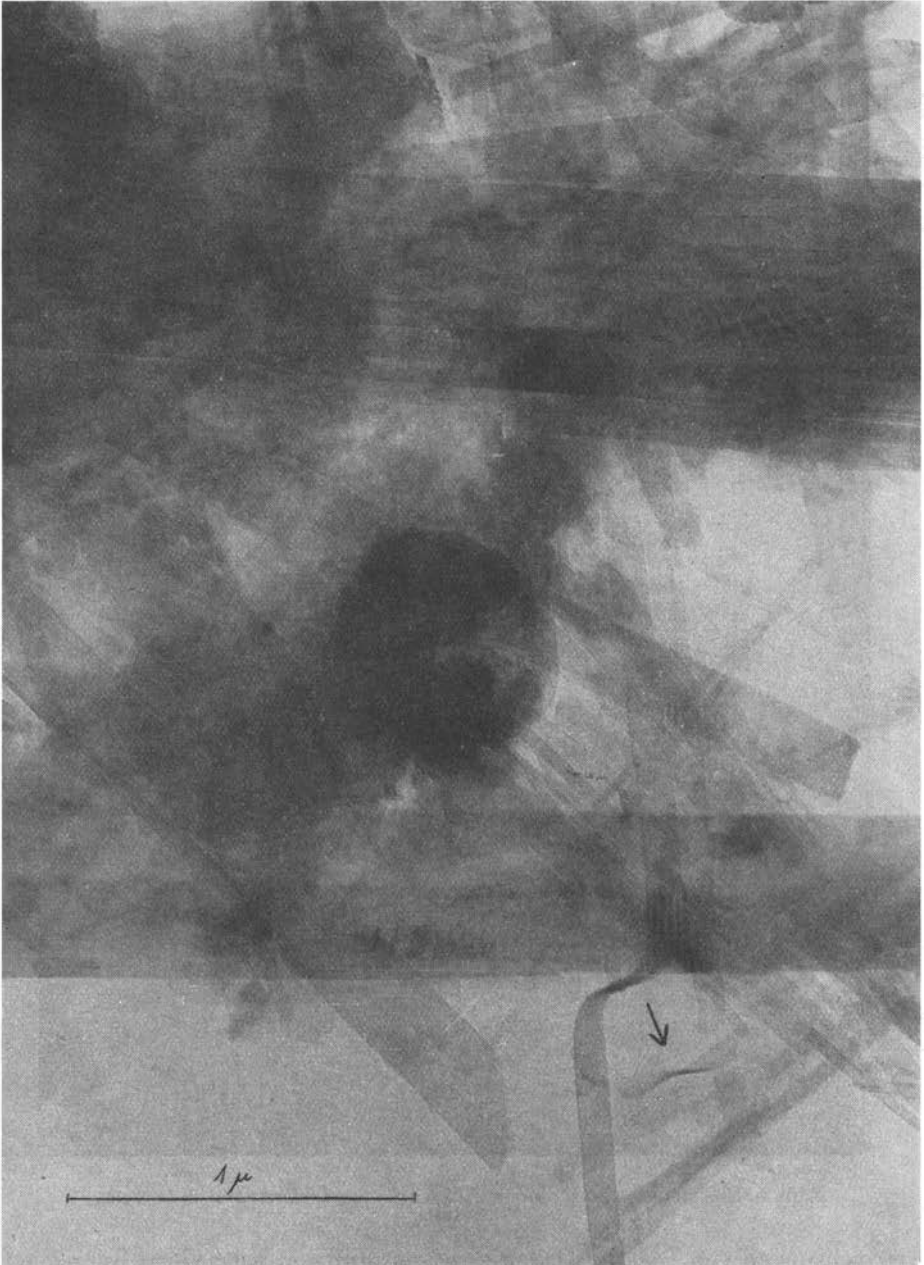


Abb. 7. Elektronenmikroskopische Aufnahme von bandförmigem Illit.

Auf einige sonderbare Beobachtungen soll hier noch hingewiesen werden. Bei besonders vorsichtiger Aufbereitung konnten neben frischen, regelmäßig ausgebildeten Dickitkristallen vereinzelt auch größere Kristalle eines Tonminerals festgestellt werden, die am Rand von einer braunen Kruste über-

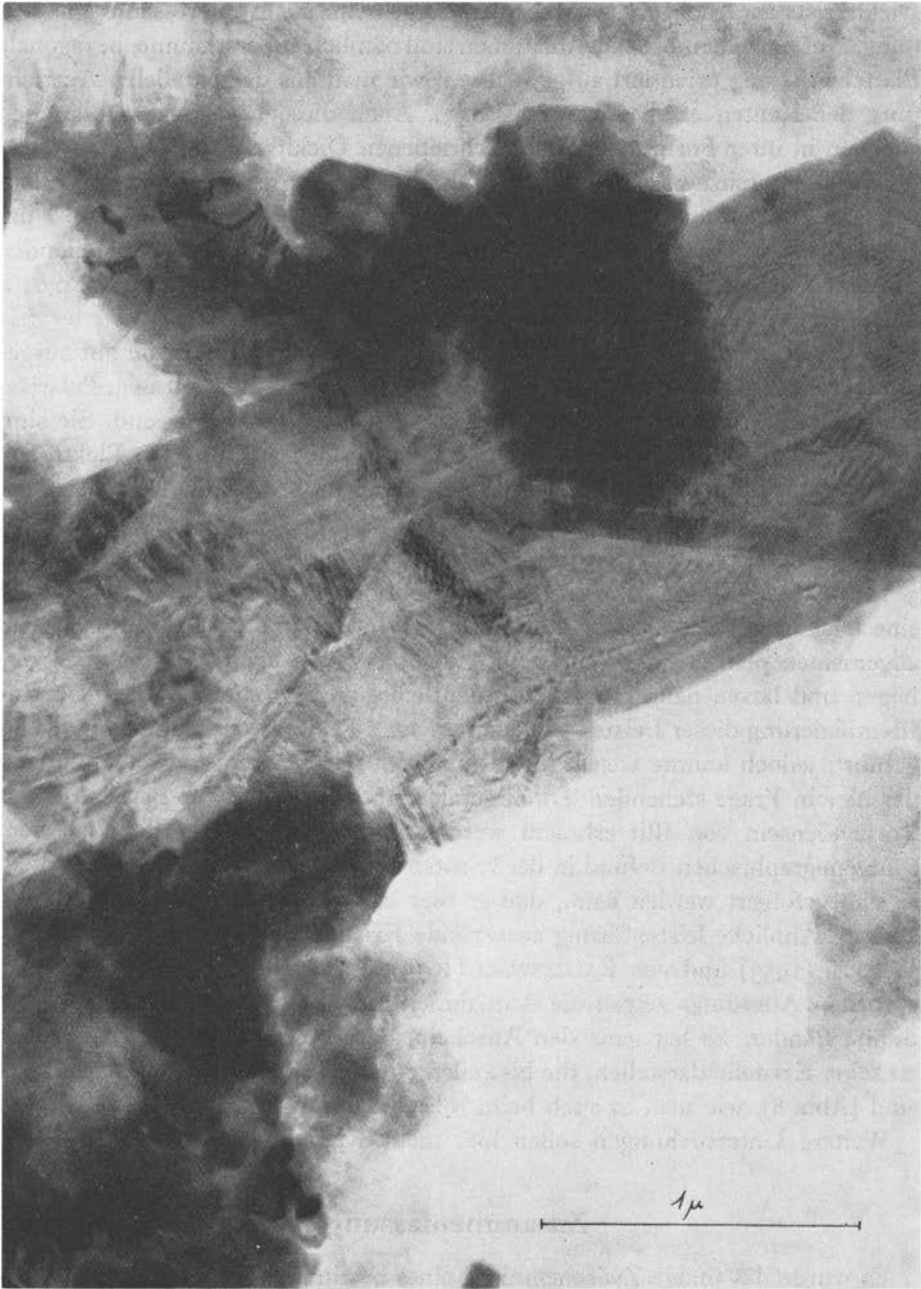


Abb. 8. Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Bündels von bandförmigem Illit.

zogen, in feinste Schichtpakete zerfallen und randlich stellenweise stark angegriffen sind (Abb. 3). In ihrer äußeren Gestalt gleichen sie den regelmäßig ausgebildeten Dickitkristallen. In ihrer Größe fallen sie aber fast ausnahmslos in den Bereich von 50–100 μ , sind also im Durchschnitt größer als die übrigen

Dickitkristalle. Auch einige Muskovite zeigen eine recht interessante Erscheinung. Auf einzelnen Muskovitblättchen sind nämlich äußerst dünne, hexagonale Blättchen streng orientiert aufgewachsen, wie man aus der parallelen Ausrichtung der Kanten ersehen kann (Abb. 4). Auch diese hexagonalen Blättchen gleichen in ihrer Form den oben beschriebenen Dickitkristallen.

Die beiden feinsten Fraktionen $< 2 \mu$ und $2-6 \mu$ wurden auch mit dem Elektronenmikroskop untersucht. Die Aufnahmen wurden mit dem Elmiskop I der Fa. Siemens & Halske hergestellt. Als Objektträger dienten Siebenlochblenden mit einem Kohlenstoffhäutchen als Trägerfolie. Die Substanz wurde in $0,01 n$ Ammoniakwasser mit Ultraschall aufbereitet. Übersichtsaufnahmen der feineren Fraktionen, z. B. der Fraktion $2-6 \mu$, zeigen die Umrisse von gut ausgebildeten Dickitkristallen (Abb. 6), wie sie in den Aufnahmen mit dem Polarisationsmikroskop der nächstgrößeren Fraktion ($6-20 \mu$) zu sehen sind. Sie sind bis auf einzelne Randpartien bereits zu dick, um noch von den Elektronen durchstrahlt zu werden. Auch in der Fraktion $< 2 \mu$ findet man noch die hexagonal begrenzten Blättchen. Das Bild beherrschen jetzt allerdings äußerst langgestreckte, bandförmige Kristalle (Abb. 7). Bei einer Länge von maximal $5-10 \mu$ haben diese Leisten im Durchschnitt eine Breite von $0,1-0,3 \mu$ und eine Dicke von weniger als 100 \AA (siehe Pfeil in Abb. 7). Die Leisten liegen im allgemeinen plan auf der Unterlage. Einzelne sind jedoch verdrillt oder verbogen und lassen dann eine außerordentlich gute Biegsamkeit erkennen. Zur Identifizierung dieser Leisten wurden nun auch Feinbereichsbeugungen durchgeführt; jedoch konnte wegen der Ähnlichkeit der Beugungsmuster innerhalb der hier in Frage stehenden Tonmineralgruppen kein weiterer Beweis für das Vorhandensein von Illit erbracht werden. Nun ist aber der Illit nach dem röntgenographischen Befund in der feinsten Fraktion der häufigste Bestandteil, so daß gefolgert werden kann, daß er hier in einer langfaserigen Ausbildung auftritt. Ähnliche leistenförmig aussehende Kristallgebilde wurden bereits von WEAVER (1953) und von RADCZEWSKI (1959) als zur Illitgruppe gehörig angesprochen. Allerdings zeigen die Aufnahmen dieser Autoren nicht so lange und dünne Bänder. Es hat ganz den Anschein, daß diese langgestreckten Bänder einzelne Kristalle darstellen, die bisweilen zu einem Bündel zusammengelagert sind (Abb. 8), wie man es auch beim röhrenförmigen Chrysotil beobachtet.

Weitere Untersuchungen sollen hier mehr Klarheit bringen.

Zusammenfassung

Es wurde das tonige Zwischenmittel eines bestimmten Horizontes im Buntsandstein der Nordeifel untersucht. An Hand von röntgenographischen Aufnahmen konnten als Tonminerale Dickit und Illit neben Muskovit nachgewiesen werden. Die Dickitkristalle erreichen eine Größe bis 100μ . Bei dem Illit handelt es sich um bandförmig ausgebildete Kristalle mit einer Länge von maximal 10μ , wie elektronenmikroskopisch sichtbar gemacht werden konnte.

Zu besonderem Dank sind wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Benutzung von Röntengeräten verpflichtet. Der Fa. Siemens & Halske, insbesondere Herrn Dr. Freudenhammer und Fräulein Dr. Weichan, danken wir für die Hilfe bei der Herstellung von elektronenoptischen Aufnahmen.

Literatur

- Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Nideggen, Berlin (1937).
- BLANKENHORN, M., 1885: Die Trias am Nordrand der Eifel zwischen Kommern, Zül-pich und dem Roerthale. *Abh. K. Preuß. Geol. L. A.* 6, H. 2. Berlin.
- BRINDLEY, G. W., 1951: The Kaolin Minerals in "X-ray Identification and Structure of Clay Minerals". *Min. Soc. of Gr. Brit. Monograph*, chap. II. London.
- BRINDLEY, G. W., und ROBINSON, K., 1946: The structure of kaolinite. *Min. Mag.* 27. London.
- HOLZAPFEL, E., 1910: Die Geologie des Nordabfalls der Eifel. *Abh. K. Preuß. Geol. L. A.*, N.F. 66. Berlin.
- JASMUND, K., 1950: Texturaufnahmen von blättchenförmigen Mineralen submikro-skopischer Größenordnungen in einer Debye-Scherrer-Kamera. *N. Jb. Min. Mh.* Stuttgart.
- 1956: Eine Texturkamera zur schnellen Bestimmung von blättchenförmigen Ton-mineralien. *Naturw.* 43, 275. Berlin.
- 1955: Die silicatischen Tonminerale. Weinheim.
- 1956: Erfahrungen bei röntgenographischen Untersuchungen von Tonmineralen mit einer Guinier-Kamera. *Geol. Fören. Stockh. Förh.* 78. Stockholm.
- LIPPMANN, F., 1954: Anwendungsmöglichkeiten der Guinier-Kamera nach v. Wolff bei der röntgenographischen Tonuntersuchung. *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* 4. Berlin.
- PICARD, K., 1950: Sedimentationsverhältnisse des Hauptbuntsandsteins der Bucht von Mechernich-Nideggen. *Geol. Jb.* 64. Hannover.
- PILLER, H., 1952: Die Phasenkontrastmikroskopie als Hilfsmittel zur Bestimmung feinkörniger, speziell dünner, transparenter Minerale. *Heidelb. Beitr. Min. Petr.* 3. Berlin.
- QUESTER, H., 1954: Schwermineralgesellschaften im Paläozoikum und Buntsandstein des Hohen Venns und seiner Randgebiete. Diss. Köln.
- RADCZEWSKI, O. E., und BALDEN, H. J., 1959: Röntgenographische und elektronenopti-sche Untersuchungen an der Schlettaer Erde. Interferenzbilder hoher Auflösung von einzelnen Kristallen. *Fortschr. Min.* 37. Stuttgart.
- SMITHSON, F., und BROWN, G., 1957: Dickite from sandstones in northern England and North Wales. *Min. Mag.* 31, London.
- WEAVER, C. E., 1953: A lath-shaped non-expanded dioctahedral 2:1 clay mineral. *Am. Min.* 38. Menasha, Wisc.