

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	75 (1982)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Diagenese und schwache Metamorphose in den sedimentären Abfolgen der Zentralschweizer Alpen (Vierwaldstätter See, Uriotstock)
<b>Autor:</b>	Breitschmid, Alfred
<b>Kapitel:</b>	1: Einleitung
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-165234">https://doi.org/10.5169/seals-165234</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.02.2026

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

und aus Bohrkisten entnehmen durfte. Allen beteiligten Personen möchte ich hiermit bestens danken.

Mein aufrichtiger Dank gilt auch Herrn E. Lack und Herrn V. Grečo am Geologischen Institut der Universität Bern für die sorgfältige Anfertigung der Dünnschliffe.

Gerne denke ich an meine herrlichen Feldtage und -nächte in der Urschweiz, wo ich an folgenden Orten mit der urchigen Bevölkerung in näheren Kontakt kam:

- Berghaus «Niederbauen», Familie W. Nämpflin (Restaurant «Schlüssel», Emmetten),
- Familie R. Herger, Alp Chli Laucheran am Surenenpass und in Attinghausen,
- Alpwirtschaft «Musenalp» (Kleintal), Familie J. Bissig,
- Gasthaus «Urirotstock» in Isenthal, Familie H. Gasser,
- Gasthaus «Gitschenen» (Grosstal), Familie W. Bissig.

Ihnen allen danke ich herzlich für die liebenswürdige Gastfreundschaft.

Der grösste Dank jedoch gilt meinen Eltern, die Verständnis für meinen zweiten Bildungsweg aufbrachten und stets für mein Wohlbefinden während all der Studienjahre besorgt waren. Ihrem Andenken sei die vorliegende Arbeit gewidmet.

## **1. Einleitung**

### *1.1 Problemstellung*

Die vorliegende Arbeit basiert auf dem Grundgedanken, die sedimentären Gesteinsabfolgen nördlich des Aarmassivs auf ihren Tonmineralgehalt und ihren Metamorphosegrad zu untersuchen. Diese Probleme sollen mit folgenden vier Untersuchungsmethoden angegangen werden:

1. Röntgendiffraktometrie für Tonmineralogie und Illit-Kristallinität,
2. Inkohlungsmessungen,
3. Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse (Fluids) in Kluftquarzen,
4. Dünnschliffe.

Mit den Resultaten lassen sich einerseits typische Tonmineralzusammensetzungen der einzelnen Schichtglieder und Formationen aufzeigen, und andererseits ermöglichen sie eine Zoneneinteilung der Diagenese und schwachen Metamorphose in den Sedimentgesteinen. Damit wird ein Beitrag zur Aufklärung der alpinen Regionalmetamorphose geleistet.

Da die Berner und Basler Institute an der Geotraverse Basel-Chiasso des Schweizerischen Landeskomitees für das Internationale Geodynamik-Projekt beteiligt sind, drängte sich eine Bearbeitung dieser Fragen im Raum Innerschweiz auf. Hier bietet sich das Reusstal an, das quer zum alpinen Streichen der tektonischen Grossseinheiten verläuft (Fig. 1 und 2).

### *1.2 Bisherige Arbeiten*

Tonmineralogische Arbeiten zur Abklärung des Tonmineralspektrums in verschiedenen stratigraphischen Einheiten und zur Aufklärung der schwachen Meta-

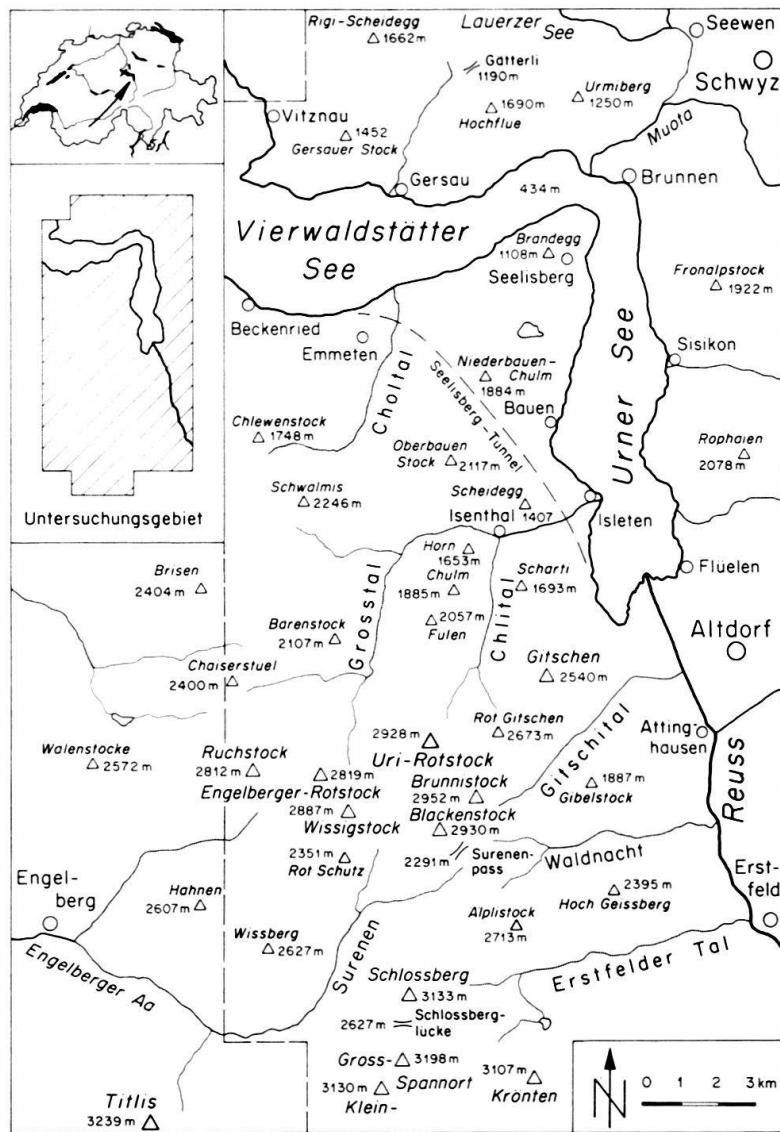


Fig. 1. Geographische Kartenskizze des Untersuchungsgebietes.

morphe in Sedimenten der externen Schweizer Alpen sind erst seit Ende der sechziger Jahre entstanden. So befassten sich nach der Dissertation von FREY (1969a) mit seiner Unterstützung in Bern folgende Autoren unter anderem mit dieser Thematik:

LAUBER (1975) in der Wildhorn-Decke und KÜNZI (1975) in der Doldenhorn-, Gellihorn- und Wildhorn-Decke im Berner Oberland; ISCHI (1973) und BIERI (1974) in der Randkette im Entlebuch; KORNER (1975) in der Drusberg-Decke und RAMSEYER (1977) in der Klippen-Decke in der Innerschweiz; WIELAND (1976) in siderolithischen Gesteinen des Helvetikums und BRIEGEL (1972) im Helvetikum der Ostschweiz; GRUNER (1976, 1981) in der Falknis-Decke und THUM & NABHOLZ (1972) im Prättigauflysch im Bündnerland sowie STUIJVENBERG (1979) in der Gurnigel-Region.

Den Grundstein für die Untersuchung der schwachen alpinen Metamorphose legten aber bereits NIGGLI et al. (1956) mit der Beschreibung von Stilpnomelan und

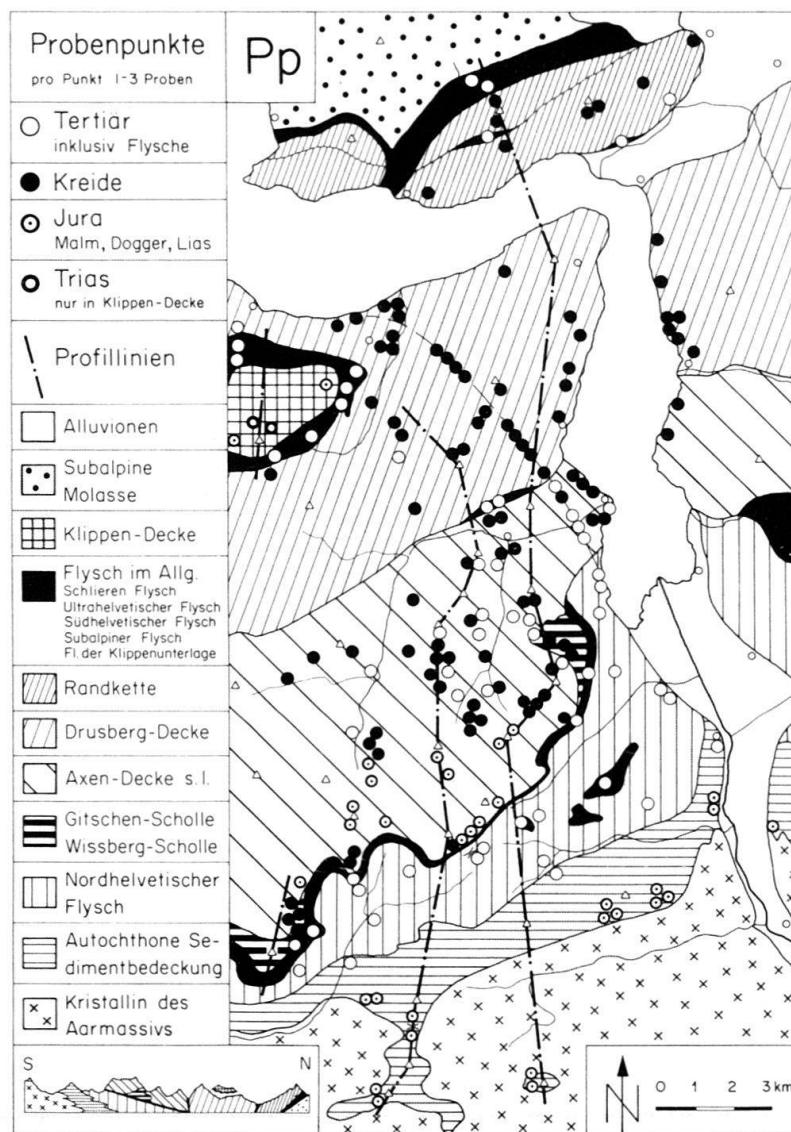


Fig. 2. Geologisch-tektonische Kartenskizze des Untersuchungsgebietes mit den Probepunkten.

Alkali-amphibol in Sedimenten über dem östlichen Aarmassiv. Es folgten dann Arbeiten im Taveyannaz-Sandstein mit den typischen Mineralvergesellschaftungen Laumontit + Corrensit, Pumpellyit, Prehnit, Epidot und selten Pumpellyit + Aktinolith von MARTINI & VUAGNAT (1965, 1970), KUBLER et al. (1974), COOMBS et al. (1976), STALDER (1979), LIPPmann & ROTHFUSS (1980) und KISCH (1980). Ebenfalls mit Schwerpunkt auf schwacher Metamorphose, in tonig-mergeligen Gesteinen, entstanden weitere Publikationen von FREY (1970, 1978) und FREY & WIELAND (1975), mit den typischen Tonmineralen Pyrophyllit, Wechsellagerung Paragonit/Muskowit, Paragonit und selten Chloritoid, und schliesslich über glaukonitführende Horizonten mit Stilpnomelan, Kalifeldspat und Biotit von FREY et al. (1973).

Als weitere Möglichkeit, die schwache Metamorphose zu untersuchen, bieten sich die Inkohlungsmessungen von organischem Material an. Auf damals schon bestehenden chemischen Daten basiert die Arbeit von FREY & NIGGLI (1971),

während die folgenden Autoren die Reflexionsmethode anwendeten: TEICHMÜLLER & TEICHMÜLLER (1978), KUBLER et al. (1979) und KISCH (1980).

Schliesslich wurden in den siebziger Jahren Daten publiziert von Messungen der Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse in Kluftquarzen von STALDER & TOURAY (1970) und MULLIS (1975, 1976, 1979). Damit lassen sich einerseits minimale Bildungstemperaturen und Drücke bestimmen, und anderseits gelingt eine Zoneneinteilung der Diagenese und schwachen Metamorphose mit typischen Fluidfeldern.

Eine Kombination aller Methoden veröffentlichten FREY et al. (1980a) aufgrund von Untersuchungen in folgenden vier Gebieten: Kiental (Berner Oberland), Glarnerland, Rätikon und Urnersee-Reusstal, mit Resultaten der vorliegenden Arbeit. FREY et al. (1980b) stellen die metamorphen Verhältnisse im Reusstal in einen grösseren regionalen Zusammenhang innerhalb der Geotraverse Basel-Chiasso. Einen Einblick in das Zusammenwirken von schwacher Metamorphose und Tektonik gibt SIDDANS (1979) am Beispiel des Glarner Verrucanos.

### 1.3 Geologische Übersicht

In Figur 2 ist der geologisch-tektonische Aufbau des Untersuchungsgebietes in einer Kartenskizze zusammen mit den Probenentnahmestellen ersichtlich. Für das geologisch-tektonische Gerüst wurden folgende Arbeiten zu Rate gezogen: VAN DER PLOEG (1912), BUXTORF (1916), FICHTER (1934), ANDEREgg (1940), SCHUMACHER (1949), GEIGER (1956), HANTKE (1961) und SPÖRLI (1966).

Kurz zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild (Karte und kleiner Querschnitt in Fig. 2): Auf dem Kristallin des Aarmassivs (Erstfelder Gneis) liegen die Sedimente des Autochthons. Der Kontakt ist an der klassischen Lokalität vom Scheidnössli, etwa 2 km nördlich von Erstfeld, von ALB. & ARN. HEIM (1917) und im Geologischen Führer (1967, Heft 5) beschrieben worden. Über dem Autochthon folgt in parautochthoner Stellung der Nordhelvetische Flysch. Obschon keine neueren Untersuchungen darüber bestehen, fassen wir unter diesem Begriff den Altdorfer Sandstein und den Dachschiefer-Komplex zusammen. Darüber liegt ein relativ dünner, aber durchziehender Horizont mit südhelvetischem Flysch, in der Literatur auch etwa als Wildflysch benannt. Seine von der Erosion verschonten Reste bei den Gibelstöcken (Fig. 1) und Umgebung sind auf der Tektonischen Karte der Schweiz in der Ausgabe 1972 noch fälschlicherweise als Subhelvetische Decken ausgeschieden, was in der neuen Ausgabe 1980 korrigiert wurde. Von der Axen-Decke s.l. überfahren und zum Teil verschleppt, liegen die beiden Schollen des Gitschen und des Wissberges. Die tektonische Unterteilung der Axen-Decke s.l. ist ziemlich komplex und wird von verschiedenen Autoren immer wieder anders postuliert. Der Einfachheit halber übernehmen wir den externen Teil von ANDEREgg (1940) mit Axen-Nordlappen, Axenmättli-Mulde und Axen-Südlappen. Alle südlicheren Teile fassen wir im Sinne von SPÖRLI (1966) als Uriotstock-Decke zusammen, ohne weitere Auflösungen in Digitationen. Die neuen Aufnahmen in der Axen-Decke beidseits des Urner Sees von SCHINDLER (1969) sind in der westlichen Fortsetzung nicht eindeutig weiter zu verfolgen. Weit einfacher präsentiert sich der schöne Faltenbau der anschliessenden Drusberg-Decke, die westlich des Choltals von der relikтив vorhandenen penninischen Klippen-Decke überlagert wird. Dazwischen

sind wirre Flyschmassen eingeschlossen mit Anteilen von Flysch der Klippenunterlage, von Ultrahelvetischem Flysch (Flysch der Habkern-Mulde) und von Schlieren-Flysch. Nördlich des Vierwaldstätter Sees folgen die beiden Teile der Randkette, der Urmiberg und die Rigi-Hochfluh, die zusammen mit dem Subalpinen Flysch steil der Subalpinen Molasse aufliegen.

Über das Untersuchungsgebiet verteilt, entstand ein Netz von 364 Tonmineralproben, wobei eine Lokalität meistens mit zwei, selten mit drei Handstücken belegt wurde. Wenn möglich wurden dabei tonig-mergelige Gesteine berücksichtigt, die in Figur 2 in den vier Zeitperioden Tertiär, Kreide, Jura und Trias zusammengefasst sind. Das genaue Fundortverzeichnis mit den Koordinaten und den Resultaten aus den verschiedenen Untersuchungsmethoden ist in entsprechenden Tabellen am Geologischen Institut der Universität Bern hinterlegt.

#### 1.4 Untersuchungsmethoden

In Figur 3 sind die in dieser Arbeit angewendeten Hauptmethoden in einem Organigramm zusammengestellt. Die Messungen der Einschlüsse von Gasen und Flüssigkeiten wurden von Herrn Mullis in Fribourg, diejenigen der Inkohlung von Herrn und Frau Teichmüller in Krefeld (BRD) freundlicherweise ausgeführt. Diese

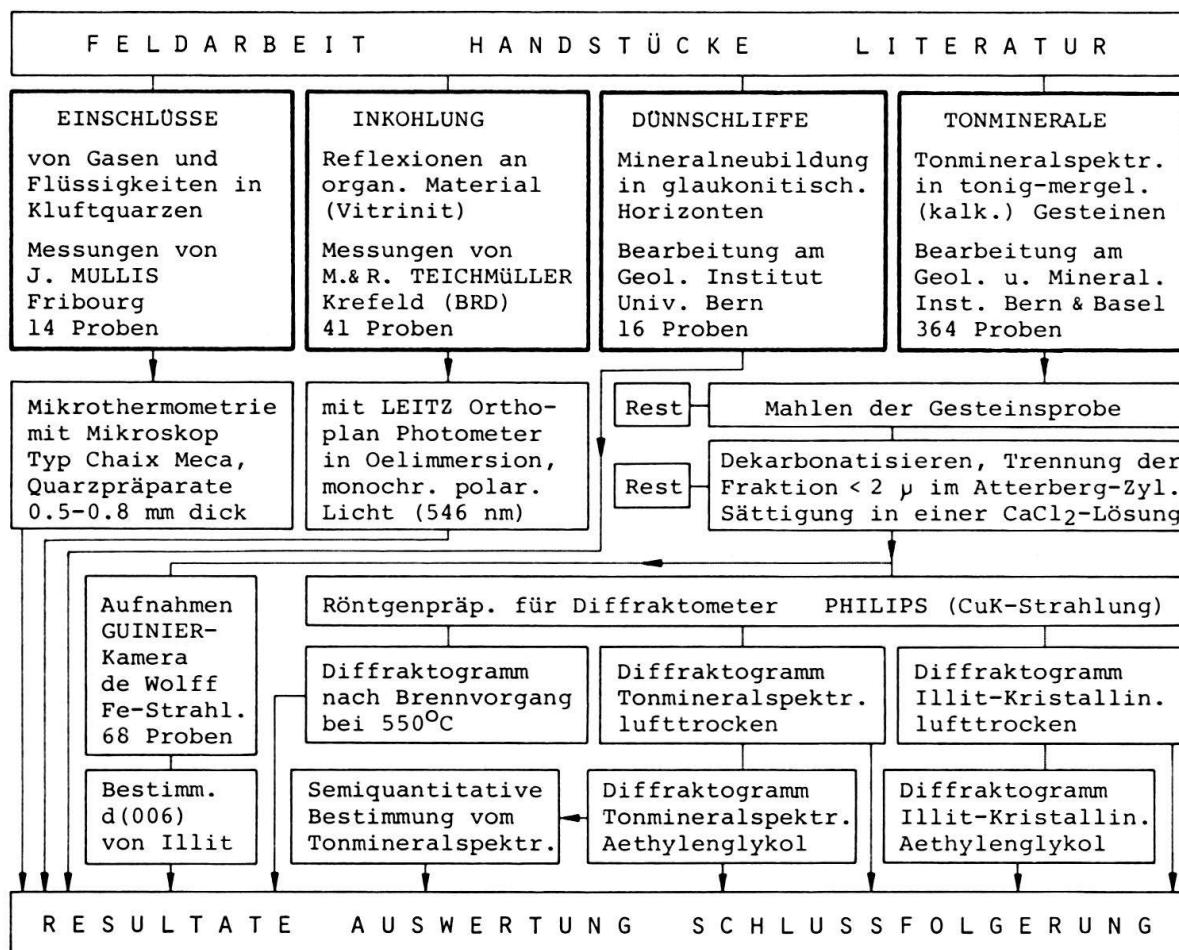


Fig. 3. Organigramm der Arbeitswege.

Methoden werden zusammen mit den Messungen der Illit-Kristallinität in FREY et al. (1980a) kurz beschrieben.

Die Auswertung der Diffraktogramme ergab folgende Informationen:

1. Qualitative Ermittlung der Tonminerale durch die Basisreflexe.
2. Semiquantitative Bestimmung der Tonmineralverteilung nach der Äthylenglykol-Behandlung, mit einer empirisch belegten Methode anhand der gemessenen Peak-Höhen (z. T. nach WEAVER 1956 und JOHNS et al. 1954). Wir betrachten die Genauigkeit der Resultate mit einer Abweichung von  $\pm 5\%$ .
3. Berechnung der Illit-Kristallinität (IK-Wert) nach KUBLER (1967) auf den Diffraktogrammen lufttrocken und nach der Äthylenglykol-Behandlung. Dabei wird die Breite des 10-Å-Illit-Peaks auf halber Höhe in Millimeter gemessen. Die Werte wurden mit einem Standard korrigiert, den uns freundlicherweise Herr Kubler in Neuenburg zur Verfügung stellte. Auf die Messung des IK-Wertes wurde bei Anwesenheit von Pyrophyllit verzichtet, da dieser den Illit-Peak verzerrt.

Die glaukonithaltigen Gesteine wurden in Dünnschliffen betrachtet, nachdem sie mit der Färbmethode auf Kalifeldspat nach BAILEY & STEVENS (1960) behandelt worden waren.

## 2. Tonmineralogie

### 2.1 Allgemeines

In tonhaltigen Gesteinen der geeigneten stratigraphischen Einheiten von der Trias bis ins Tertiär wurde in 364 Proben das Tonmineralspektrum bestimmt.

Tonminerale in einem marinen Sedimentgestein haben eine komplexe Geschichte hinter sich, die schwierig zu rekonstruieren ist.

Nach der Erosion bringt sie das Oberflächenwasser ins Meer, wo sie mit anderen Gemengteilen sedimentiert werden. Schon dieser Transport und der Wechsel Süsswasser/Salzwasser können Umbildungen der Tonminerale hervorrufen. Weitere Veränderungen bewirken die überlagernden Sedimente während der Diagenese und später bei zunehmenden Druck- und Temperaturbedingungen während der Metamorphose bei Gebirgsbildungen. Dies wird jedoch im nächsten Hauptkapitel, «Diagenese und schwache Metamorphose», besprochen. In diesem Kapitel erfolgt vorerst eine Bestandesaufnahme der Tonminerale in verschiedenen stratigraphischen Horizonten.

### 2.2 Tonminerale

Es wurden folgende Tonminerale qualitativ und semiquantitativ bestimmt:

1. Illit
2. Wechsellegerung Illit/Montmorillonit
3. Wechsellegerung Paragonit/Muskowit
4. Kaolinit
5. Pyrophyllit
6. Chlorit