**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 42 (1962)

**Heft:** 2

**Artikel:** Kaolinitische Mergel unter der Molassebasis im Rheinfallgebiet

**Autor:** Hofmann, Franz / Peters, Tjerk

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-32681

**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:** 13.07.2025

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

# Kaolinitische Mergel unter der Molassebasis im Rheinfallgebiet

Von *Franz Hofmann* (Schaffhausen)[1]) und *Tjerk Peters* (Bern)[2])

Mit 4 Figuren

**Abstract**

Lower oligocene carbonaceous marls representing terrigenic deposits of a period of semi-arid conditions occuring in the area of the Rhine Falls (Schaffhausen, Switzerland) were investigated by methods of sedimentary petrography and, in particular, by x-ray diffraction, thermal analysis and electron micrographs. Very fine grained kaolinite of a disordered type was found to be the predominant clay mineral of the marls, with smaller amounts of illite and goethite. This result confirms the terrigenic character of these marls, the material of which must be considered as wind blown clay dust originating from the kaolinite bolus clays (eocene residual clays) and to a smaller extent from illitic jurassic shales. Carbonaceous kaolinite marls of the type described are not known from the molasse deposits (allochtonous fluvioterrestric sedimentation of alpine material).

## Einleitung

1960 berichtete der eine von uns (F. H.) über Sedimente einer ariden Klimaperiode zwischen Siderolithikum und Molasse in der Gegend von Schaffhausen. Innerhalb dieser Formation treten im Gebiet Schaffhausen–Rheinfall ockerfarbene Mergelschichten auf, deren besonderer lithologischer und sedimentpetrographischer Charakter eine genauere tonmineralogische Untersuchung als erwünscht erscheinen liess. Diese Spezialuntersuchungen wurden im Tonlabor des Mineralogisch-Petrographischen Institutes der Universität Bern (Tj. P.) durchgeführt und

---

[1]) Georg Fischer Aktiengesellschaft, Formstofflabor, Schaffhausen.

[2]) Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern, Tonlaboratorium.

durch einige sedimentpetrographische Daten (F. H.) ergänzt. Es handelt sich um kaolinitreiche Mergel, wie sie weder aus der Molasse noch aus dem Siderolithikum bekannt sind.

## Geologie

Zur Kenntnis der Geologie der Sedimente einer prämolassischen, aber postsiderolithischen Klimaperiode in der Gegend von Schaffhausen sei auf die frühere Publikation verwiesen (F. HOFMANN, 1961). In allen Fällen unterscheiden sich diese Bildungen von den liegenden siderolithischen Sedimenten (Bolustone, Bohnerz, siehe F. HOFMANN, 1959), von denen sie Material aufgearbeitet enthalten. Auf dem Reiat (nordöstlich Schaffhausen) findet man besonders terrestrische Krustenkalke (Exsudationskalke), in der Gegend des Rheinfalls hingegen die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen ockerfarbenen Tonmergel. Diese Tonmergel waren 1960 von der Basis der Buchhalde (linksseitiger Rheinuferweg von Flurlingen ZH nach Laufen am Rheinfall) und vom Gelände der Schweize-

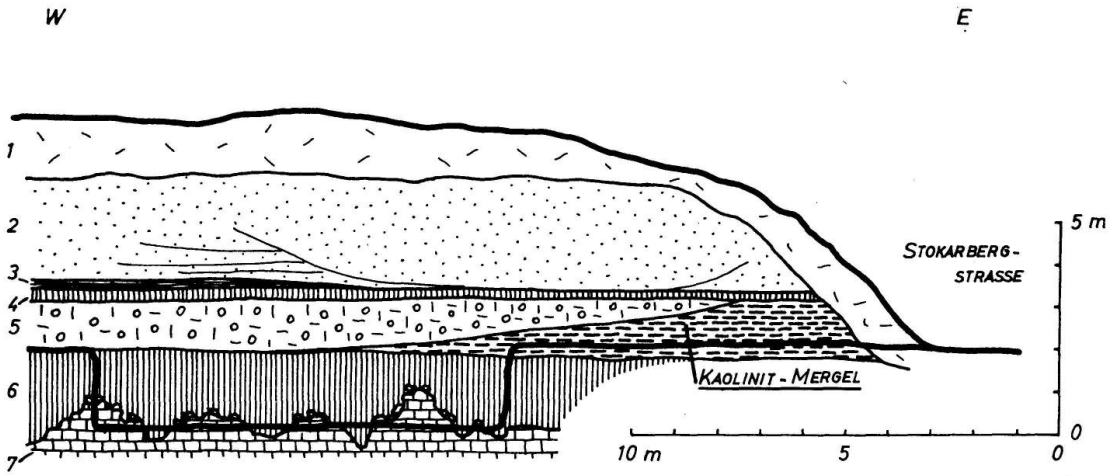


Fig. 1. Aufschluss der Baugrube Stokarbergstrasse Schaffhausen, Herbst 1960. Kaolinit-Mergel-Vorkommen.

1 Moräne
2 Fluviatiler Sand der unteren Süsswassermolasse (granitischer Typ, Aquitanien)
3 Limonitischer, schiefriger Horizont
4 Bräunliche Mergel mit Kalkknollen
5 Weisslicher terrestrischer Knollenkalk (Pisolith)
6 Boluston, Siderolithformation (± Eozän)
7 Plattenkalk, Portland, oberster Malm

rischen Industriegesellschaft in Neuhausen am Rheinfall erwähnt worden.

Im Herbst 1960 ergab eine Baugrube auf dem Gebiet der Stadt Schaffhausen (Abzweigung Sonnenburggutstrasse/Stokarbergstrasse, Koord. 688.660/283.630/455) kurzfristig einen weiteren interessanten Aufschluss, der in Fig. 1 dargestellt ist. An der Stelle dieses Aufschlusses stehen jetzt Wohnblocks.

Im Aufschluss nach Fig. 1 lagen die gleichen massig-bröckligen, ockerfarbenen Tonmergel, wie sie im Rheinfallgebiet nachgewiesen wurden, mit scharfer Grenze auf fettem, gelbem und lokal grünem Boluston, der seinerseits die verkarstete ehemalige Malmlandoberfläche bedeckt.

Der seitlich an den ockerfarbenen Kaolinit-Mergelhorizont angelagerte pisolithische Kalk ist offenbar jünger (Chattien?) und ist erheblich weniger dicht als die Krustenkalke von Lohn. Er erinnert stark an die terrestrische Albsteinbildung des Helvétien. Fossilien konnten weder in den Kaolinit-Mergeln noch in den Knollenkalken oder -mergeln gefunden werden.

Der Knollenkalk (5) enthält ebensowenig wie der dunkle Knollenmergel (4) fluviatil zugeführte klastische Molasse-Schweremineralien. Erst der überlagernde Sand (2) ist ein typischer fluviatiler Sand der unteren Süsswassermolasse und lässt sich der Hohronenschüttung zuschreiben (Aquitanien). Er entspricht den Sanden der unteren Süsswassermolasse, wie sie auch im Hangenden des Kaolinit-Mergelhorizontes an der Buchhalde auftreten.

## Sedimentpetrographische Untersuchungen

Tabelle 1 enthält einige sedimentpetrographische Daten der Kaolinitmergel von der Buchhalde (Rheinfallgebiet) und von der Baugrube Stokarbergstrasse Schaffhausen (Fig. 1), und zum Vergleich auch die entsprechende Charakteristik des liegenden siderolithischen Bolustons von der gleichen Baugrube.

Die Kaolinitmergel enthalten wie der Boluston nur autochthone Leicht- und Schweremineralien, die von der terrestrischen Verwitterung der Juraoberfläche zur Kreide- und Eozänzeit herstammen (siderolithischer Quarzsand, zum Teil grob, Zirkon, Rutil, Granat), jedoch keine fluviatil zugeführten Sandkörner alpiner Herkunft, wie die hangende Molasse. Dazu kommen aufgearbeitete Bohnerzkügelchen und Malmkalkgrus, der rauh und schlecht gerundet ist. Lokal sind Quarzsand,

Tabelle 1. *Ergebnisse sedimentpetrographischer Untersuchungen an den Kaolinitmergeln der Buchhalde (Rheinfallgebiet) und der Baugrube Stokarbergstrasse (Fig. 1), mit Vergleichsdaten des Bolustons aus der gleichen Baugrube*

| | Kaolinit-Mergel Buchhalde | Kaolinit-Mergel Stokarberg | Bolus-Ton Stokarberg |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| Karbonatgehalt total | 12,0 | 21,5 | 0 |
| Kalkgehalt total | 9,0 | 18,5 | 0 |
| Dolomitgehalt total | 3,0 | 3,0 | 0 |
| Schlämmstoffgehalt $< 20\ \mu$ total | 88,0 | 90,0 | 96,2 |
| Schlämmstoffgehalt karbonatfrei | 78,0 | 71,0 | 96,2 |
| Sandgehalt $> 20\ \mu$ total | 12,0 | 10,0 | 3,8 |
| Sandgehalt ohne Karbonatkörner | 10,0 | 7,5 | 3,8 |
| Karbonat im Sandrückstand | 2,0 | 2,5 | 0 |
| Karbonat im Schlämmstoff | 10,0 | 19,0 | 0 |

Kalksteingrus und aufgearbeitetes Bohnerz dünenartig angehäuft (Laufen, F. Hofmann, 1960), und gelegentlich sind auch gröbere Kalksteintrümmer (bis einige cm) angehäuft. Jegliche Anzeichen normaler, fluvioterrestrischer (molassischer) oder lakustrer Sedimentation fehlen.

## Tonmineralogische Untersuchungen

### Methodisches

Untersucht wurde das Material von der Buchhalde. Die Probe wurde in verdünnter Ammoniaklösung (0,01 N) so lange geschüttelt, bis sie gut dispergiert war. Nachher wurde für die Untersuchung die Fraktion $< 2\ \mu$ in Atterbergzylindern abgeschlämmt und vorsichtig mit verdünnter Salzsäure (0,1 N) dekarbonatisiert, da schon ein kleiner Karbonatgehalt auf die DTA- und thermogravimetrischen Kurven einen grossen Einfluss hat.

Röntgenaufnahmen von orientierten Präparaten wurden mit einer Texturkamera nach Jasmund und einem Zählrohrgoniometer hergestellt, Aufnahmen unorientierter Präparate in einer Debye-Scherrer-Kamera (Durchmesser 114,6 mm) und einer Guinier-Kamera nach de Wolff. Wir benutzten sowohl CuK$\alpha$- als auch FeK$\alpha$-Strahlung; letztere war

hier besonders günstig, da die Untergrundschwärung bei Verwendung von CuKα-Strahlung wegen des hohen Fe-Gehalts der Probe (Goethit) sehr lästig war.

Für die DTA-Aufnahmen wurde jeweilen etwa 200 mg Probe eingewogen und in einem Nickel-Probebehälter in Luft- sowie auch in Stickstoff-Atmosphäre erhitzt. Die thermogravimetrische Kurve ist in einer Thermowaage nach Chevenard in Stickstoffatmosphäre aufgenommen.

Für die elektronenmikroskopische Aufnahme dampften wir von einer Suspension mit der Korngrösse $< 2\ \mu$ einige Tropfen ein und untersuchten sie im Elektronenmikroskop.

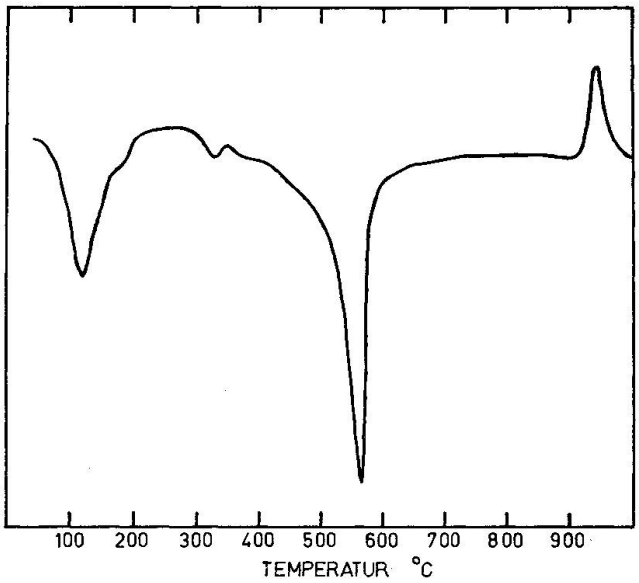


Fig. 2. DTA-Kurve der Fraktion $< 2\ \mu$, aufgeheizt in Luft mit 9,5°C/min.

## Ergebnisse

Der Ton von Buchhalde besteht aus sehr feinkörnigem Kaolinit, schlecht kristallisiertem Illit, Goethit, Quarz und wenig Feldspat. Nachfolgend seien diese Mineralien eines nach dem andern kurz besprochen:

*Kaolinit.* Hier stellte sich das Problem, unsere Kaolinart in die Kandit-Gruppe einzureihen. Es kamen folgende drei, nahe verwandten Typen in Frage: gutkristallisierter Kaolinit, „disordered Kaolinit" und Metahalloysit. Die weiteren Kaolin-Mineralien, Nakrit und Dickit, fielen auf Grund der röntgenographischen Daten überhaupt nicht in Betracht.

Die Basisreflexe (001), (002) und (003) auf 7,20 Å, 3,57 Å und 2,37 Å sind sehr scharf und verschieben sich bei Glycol-Behandlung nicht, so

dass sich Metahalloysit mit ziemlicher Sicherheit ausschliessen lässt. Zudem fehlt das breite und starke (02)-Band mit einem scharfen Abfall nach niedrigen $\vartheta$-Werten, das für Metahalloysit charakteristisch wäre. Diese röntgenographischen Feststellungen werden durch das Elektronenmikroskop bestätigt, das sechseckige Plättchen und nicht leistenförmige Formen, wie sie Metahalloysit bildet, zeigt.

Tabelle 2. *Röntgendaten des Kaolinits von Buchhalde verglichen mit Kaolinit und „disordered Kaolinite"*

| Kaolinit nach Brindley and Robinson (1951) | | | Feinkörniger Kaolinit der Buchhalde | | „Disordered Kaolinite" nach Brindley and Robinson (1951) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | d in Å | hkl | I | d in Å | I | d in Å | hkl |
| 10+ | 7,15 | 001 | 10 | 7,20 | 10 | 7,15 | 001 |
| 4 | 4,45 | 020 | 7 | 4,46*) | 8 | 4,45 | 020 |
| 6 | 4,35 | $1\bar{1}0$ | 4 | 4,37 | 2 | 4,36 | 110 |
| 6 | 4,17 | $11\bar{1}$ | 6 | 4,17 | 2 | 4,14 | $11\bar{1}$ |
| 3 | 4,12 | $1\bar{1}\bar{1}$ | | — | | — | |
| 4 | 3,84 | $02\bar{1}$ | 2 | 3,84 | | — | |
| 2 | 3,73 | 021 | | — | | — | |
| 10+ | 3,57 | 002 | 10 | 3,57 | 10 | 3,57 | 002 |
| 4 | 3,36 | 111 | Quarz | | | | |
| 8 | 2,55 | $20\bar{1}$, $1\bar{3}0$, 130 | 8 | 2,56*) | 7 | 2,55 | $20\bar{1}$, 130 |
| 4 | 2,52 | $13\bar{1}$, $1\bar{1}2$ | 4 | 2,52 | | — | |
| 9 | 2,49 | $1\bar{3}\bar{1}$, 112, 200 | 2 | 2,49 | 7 | 2,50 | $13\bar{1}$, 200 |
| 7 | 2,37 | 003 | 4 | 2,37 | 7 | 2,37 | 003 |
| 10 | 2,33 | $20\bar{2}$, $1\bar{3}1$, $11\bar{3}$ | 6 | 2,33 | 8b | 2,33 | $20\bar{2}$, 131 |
| 9 | 2,28 | $1\bar{1}\bar{3}$, 131 | 2 | 2,28 | | — | |
| 3 | 2,18 | $1\bar{3}\bar{2}$, $2\bar{2}0$ | 2 | 2,18 | | — | |
| 7 | 1,99 | $20\bar{3}$, $1\bar{3}2$ | 4 | 1,99 | 4 | 1,98 | $20\bar{3}$, 132 |
| 4 | 1,94 | 132, 221 | | — | | — | |
| 2 | 1,89 | $13\bar{3}$ | 3 | 1,89 | | — | |
| 4 | 1,83 | $1\bar{3}\bar{3}$, 202, $22\bar{3}$ | 3 | 1,83 | | — | |
| 5 | 1,78 | 004 | 6 | 1,78 | 3 | 1,78 | 004 |
| 2 | 1,68 | $1\bar{5}0$, $24\bar{1}$, $31\bar{1}$, 222, $3\bar{1}\bar{1}$ | 3 | 1,68 | | — | |
| 8 | 1,66 | $2\bar{4}0$, $1\bar{5}\bar{1}$, $20\bar{4}$, $1\bar{3}3$ | 2 | 1,66 | 2 | 1,66 | $20\bar{4}$ |
| 5 | 1,54 | $1\bar{3}\bar{4}$, 203, 241, $2\bar{2}\bar{4}$, $1\bar{1}4$, $31\bar{3}$ | 2 | 1,54 | 1 | 1,54 | 203 |
| 9 | 1,486 | 060, $3\bar{3}\bar{1}$, $33\bar{1}$ | 9 | 1,487 | 8 | 1,486 | 060, $33\bar{1}$ |

*) Überlagert von Illitreflex.

Es muss nun noch zwischen Kaolinit und dem „disordered Kaolinite" unterschieden werden. In Tabelle 2 sind die zu unserem Kaolin gehörenden Röntgenreflexe zusammengestellt. Zum Vergleich sind die d-Werte, Intensitäten und Indices von Kaolinit und „disordered Kaolinite" (BRINDLEY und ROBINSON in BRINDLEY, 1952) angeführt. Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die für Kaolinit charakteristische Aufspaltung der beiden Tripletten 2,55 Å, 2,52 Å, 2,49 Å und 2,37 Å, 2,33 Å, 2,28 Å vorhanden ist. Dagegen fehlt die Aufspaltung der Doublette $(11\bar{1})$ mit d = 4,17 Å und $(1\bar{1}\bar{1})$ mit d = 4,12 Å, auch sind die Intensitäten vieler Linien gegenüber gut kristallisiertem Kaolinit ziemlich geschwächt. Dass der Reflex (020) auf d = 4,46 Å verhältnismässig stark ist, ist begreiflich, hat doch der in unserer Probe vorhandene Illit hier auch einen starken Reflex, so dass sich beide überlagern. Die DTA-Kurve Fig. 2 zeigt bei 120° C ein starkes Minimum, welches durch die Abgabe von hygroskopischem Wasser verursacht wird, was auch in der thermogravimetrischen Kurve durch einen starken Gewichtsverlust bis 150° C zum Ausdruck kommt. Diese Wasserabgabe stammt nur teilweise von unserem Kaolin, der Grossteil des Wassers stammt von Illit. Der endotherme Peak, der die Abgabe des Hydroxylwassers von Kaolin angibt, hat ein Minimum bei etwa 570° C, und die exotherme Reaktion, die seine Rekristallisation angibt, hat ein Maximum bei etwa 930° C. Diese beiden Temperaturen liegen für normalen, grobkörnigen, gutkristallisierten Kaolinit, der 595° C resp. 990° C hat, zu niedrig. Es kann sich demnach nur noch um „disordered Kaolinite" oder sehr feinkörnigen Kaolinit handeln, haben doch SPEIL, BERKELHEIMER, PASK und DAVIES (1954) gezeigt, dass nicht nur bei „disordered Kaolinite" die Dehydroxydation und Rekristallisation bei so niedrigen Temperaturen erfolgt, sondern dass dies auch für sehr feinkörnigen Kaolinit zutreffen kann. Auf unserer elektronenmikroskopischen Aufnahme ist gut zu sehen, dass die schön ausgebildeten, sechseckigen Kaolinitblättchen sehr klein sind (um 0,1 $\mu$), was für Kaolinit eher fein ist.

Fasst man nun diese Daten zusammen, so kann man sagen, dass es sich in unserem Falle um einen sehr feinkörnigen, mässig gut geordneten Kaolinit handeln muss. Hiermit wären die niedrigen Peaktemperaturen auf der DTA, die Aufspaltung der beiden Tripletten und die Schwächung der Intensitäten auf den Röntgenaufnahmen erklärbar. Tendenz zu einem niedrigeren Ordnungsgrad ist aber vorhanden.

*Illit:* In den Röntgenpräparaten fanden wir von Illit nur die ersten Basisreflexe (001) und (002), alle seine anderen Reflexe waren durch Kaolinit- und Goethit-Reflexe überdeckt oder zu schwach, um bestimmt

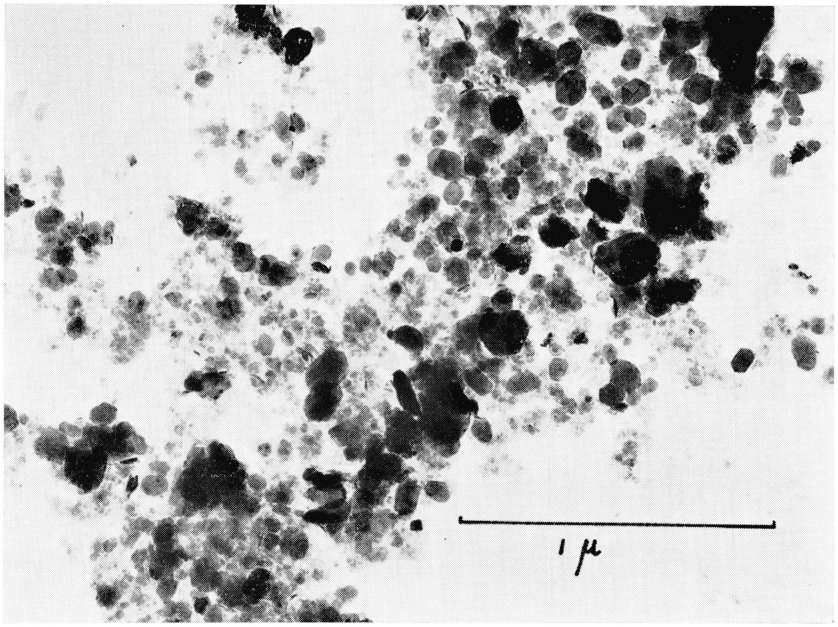


Fig. 3. Elektronenoptische Aufnahme des Tones von Buchhalde. Fraktion $< 2\ \mu$. (Aufnahme aus dem Labor für Elektronenmikroskopie der Universität Bern.)

werden zu können. Der erste Basisreflex bildet ein breites Band von 10 bis 12,5 Å, der zweite bei 5 Å ist asymmetrisch mit einer Verbreiterung nach höheren d-Werten. Nach Glycol-Behandlung verschieben sich diese Reflexe nicht nach höheren d-Werten, so dass eine Wechsellagerung von Illit- mit Montmorillonitschichten unwahrscheinlich ist. Brennt man aber die Probe, werden diese ersten Basis-Reflexe scharf mit Maxima auf 10 Å resp. 5 Å. Höchstwahrscheinlich enthält also unser Illit zwischen den Schichten Wasserlagen („segregated layers"), die beim Brennen natürlich abgegeben werden und die die Verbreiterung der Basisreflexe erzeugen. Die Abgabe dieser Wasserschichten käme in der DTA-Kurve im Minimum bei etwa 120° C zum Ausdruck.

*Goethit* (amerik.): Goethit ist in unseren Röntgenaufnahmen an seinen Reflexen bei 4,95 Å, 4,16 Å, 2,68 Å, 2,43 Å, 2,24 Å, 2,17 Å, 1,71 Å, 1,55 Å und 1,500 Å zu erkennen. Ein Teil dieser Reflexe fällt allerdings mit Kaolinit-Reflexen zusammen, die übrigbleibenden lassen aber mit Sicherheit auf seine Anwesenheit schliessen. In der DTA-Kurve ist der Goethit an seiner endothermen Reaktion bei etwa 330° C erkennbar. Diese wird durch die Abgabe des Hydroxylwassers hervorgerufen, welches auch in der thermogravimetrischen Kurve den stufenartigen Anstieg des Gewichtsverlustes bei etwa 300° C bedingt.

*Quarz* und *Feldspat:* Quarz und Feldspat sind nur in sehr kleinen

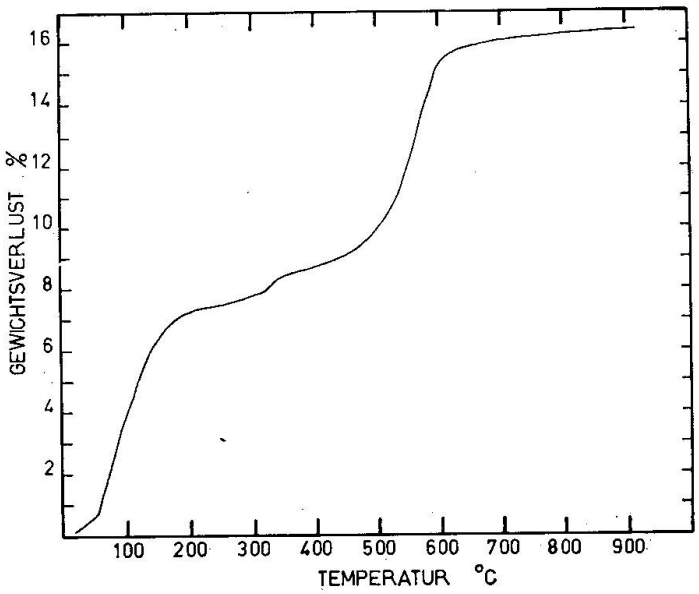


Fig. 4. Thermogravimetrische Kurve der Fraktion $< 2\ \mu$, aufgeheizt in $N_2$-Atmosphäre mit 2,5° C/min.

Mengen vorhanden, wurden aber eindeutig in Röntgenaufnahmen festgestellt.

Aus den Röntgen- und DTA-Aufnahmen geschätzter Mineralgehalt:

| | |
|---|---|
| Kaolinit | 70% |
| Illit | 15% |
| Goethit | 10% |
| Quarz | < 5% |
| Feldspat | < 5% |

## Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die beschriebenen ockerfarbenen Tonmergel an der Molassebasis wurden bereits früher (F. Hofmann, 1960) als windverblasener Tonstaub siderolithischen und jurassischen Ursprungs gedeutet. Der wesentliche Anteil an Kaolinit nebst untergeordnet vorhandenem Illit gemäss tonmineralogischem Untersuchungsbefund und die sedimentpetrographischen Daten, vor allem der beachtliche Kalkgehalt und der Mineralbestand des Sandanteils stützen diese Interpretation in jeder Beziehung.

Die untersuchten Kaolinit-Mergel unterscheiden sich damit deutlich von den kaolinitfreien Mergeln der unteren Süsswassermolasse (Tj.

PETERS, 1961) und von den stets karbonatfreien, rein kaolinitischen Bolustonen, die als autochthon kaolinisierte Rückstandspelite (F. HOFMANN, 1958) wesentlich gröber kristallisiert sind.

In der nachgewiesenen postsiderolithischen Trockenperiode (Lattorfien-Rupélien) windverblasener und -gesichteter Boluston unter Beteiligung jurassischer, illitischer Mergel und lokal eingewehtes gröberes Material (Bohnerz, Quarzsand, Kalkgrus) konnten aber sehr leicht zur Bildung der untersuchten terrestrischen Kaolinitmergel führen.

Zum Schluss sei Herrn Dr. H. R. Oswald, dem Leiter des Labors für Elektronenmikroskopie der Universität Bern, für seine Hilfe bei den elektronenmikroskopischen Aufnahmen bestens gedankt.

## Literatur

BRINDLEY, G. W. und ROBINSON, K. (in BRINDLEY, G. W., 1951): X-Ray identification and crystal structures of clay minerals. Min. Soc. London.

GRIM, R. E. (1953): Clay Mineralogy. McGraw-Hill Book Co., New York.

HOFMANN, F. (1958): Zusammenhänge zwischen Entstehungsbedingungen und Beschaffenheit toniger Sedimente mit gleichartigem Ausgangsmaterial an einem Beispiel aus dem Tertiär des Kantons Schaffhausen (Schweiz). Eclogae geol. Helv. 51/3.

— (1960): Sedimente einer ariden Klimaperiode zwischen Siderolithikum und Molasse in Lohn, Kanton Schaffhausen, und am Rheinfall. Eclogae geol. Helv. 53/1.

PETERS, TJ. (1961): Tonmineralogische Untersuchungen an Glazialmergeln von Zollikofen und an aquitanen Tonen und Mergeln von Pieterlen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 41/1 und Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. 23.

SPEIL, S., BERKELHEIMER, L. H., PASK, J. A. und DAVIES, B. (1945): Differential Thermal Analysis. It's application to clays and other aluminous minerals. U. S. Bur. Mines, Techn. Paper 664.

Manuskript eingegangen am 10. April 1962.