Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 62 (1969)

Heft: 2

Artikel: Tonmineralogie einiger Glazialablagerungen im schweizerischen Mittelland

Autor: Peters, Tjerk

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163709

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: 08.08.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 62/2	Seiten 517 – 525	Mit 3 Textfiguren und 3 Tabellen	Basel, Dez. 1969

549.623.9 : 551.793(494)

Tonmineralogie einiger Glazialablagerungen im schweizerischen Mittelland

von TJERK PETERS

Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, Sahlistrasse 6, 3012 Bern

ABSTRACT

The clay mineral composition of pleistocene glacial deposits in the swiss molasse basin strongly reflects the clay mineralogy of the underlying tertiary molasse sediments, containing badly crystallized illite, mixed layer minerals, chlorite, montmorillonite and in the eastern part of the molasse basin kaolinite. Dilution with typical weathering minerals from the Alps (well crystallized illite and chlorite) decreases with increasing distance from the Alps. No connection was found between the mineralogical composition of the glacial deposits and the material in the drainage areas of the different glaciers (Rhone-, Aare-, Linth- and Rhine-glacier).

Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen der sedimentologischen und sedimentpetrographischen Untersuchungen, die im geologischen Institut der Universität Bern an Glazialablagerungen durchgeführt wurden, schien es wünschenswert, auch die Zusammensetzung der Tonfraktion zu bestimmen. Dies um so mehr, als wir schon einige Glazialtone tonmineralogisch untersuchten und uns die Frage nach der Genese dieser Mineralien besonders interessiert. Dabei stellen sich u.a. folgende Probleme:

1. Sind die Tonmineralien der Glazialablagerungen nur detritisch zugeführt worden oder haben Umwandlungen und eventuell Neubildungen während des Transportes und der Ablagerung stattgefunden?

2. Spiegelt sich in der Tonmineralzusammensetzung der Mineralbestand des Hinterlandes oder des Untergrundes in der Nähe der Glazialablagerungen wider?

Da die Problemstellung der vorhergehenden Arbeit von GASSER und NABHOLZ (1969) sehr ähnlich ist, und da wir das gleiche Probematerial benutzten, schien es angebracht, unsere Resultate unmittelbar anschliessend zu veröffentlichen. Für die Probennahme und Probenbeschreibung sei darum auf die Arbeit von GASSER und NABHOLZ verwiesen. Es folgen hier nur die Koordinaten einiger Proben, die in jener Arbeit nicht aufgeführt sind: Fr 7; Koord. 573850/178520, Fr 21; Koord. 575360/170660, 97: Koord. 710825/228650, Z 2 und Z 3: 601.5/204.4.

Methodisches

Da bei vielen Proben von der Fraktion $< 2\mu$ äusserst wenig vorhanden war, konnte nur ein Teil der Proben von GASSER und NABHOLZ (1969) tonmineralogisch analysiert

werden. Oft war nur Material für Röntgenpräparate vorhanden, und es musste in diesen Fällen auf thermische Untersuchungen wie DTA und Thermogravimetrie verzichtet werden. Die Untersuchungsmethodik ist im wesentlichen die gleiche, wie sie schon früher (PETERS, 1964) beschrieben worden ist.

Ergebnisse

Mineralbestand

Die Art der einzelnen Tonmineralien in den verschiedenen Ablagerungsgebieten erwies sich als sehr ähnlich. Es folgen die Beschreibungen der wichtigsten Merkmale der gefundenen Mineralien.

Illit

In allen untersuchten Proben bildet Illit das Hauptmineral der Tonfraktion. Die Röntgendaten des Illits aus einer der Proben sind in Tab. 1 zusammengestellt. Aus diesen Röntgendaten geht hervor, dass der Illit dioktaedrisch ist, und dass sowohl Linien der Modifikation 1M als auch der Modifikation 2M auftreten. Nach der Methode von MAXWELL und HOWER (1967) besitzen die meisten Glazialproben einen Anteil von 10–20% des $2M_1$-Types. Der Illit, vor allem aus alpennah entnommenen Proben, ist im allgemeinen gut kristallisiert. Die Kristallinität, gemessen nach der Methode von KÜBLER, entspricht mindestens derjenigen der Anchizone.

Tab. 1. Röntgendaten des Illits der Probe Fr 4. Fraktion $<2\mu$.

I	d in Å	I	d in Å
vs	10.0	vw	2.99
s	4.99	vw	2.86
s	4.48	m	2.59
w	3.89	s	2.56
w	3.74	w	2.38
m	3.50	w	2.14
vs	3.35	m	1.501

Chlorit

In den meisten Proben ist relativ viel Chlorit vorhanden. In Tab. 2 sind die Röntgendaten des Chlorits einer Probe zusammengestellt. Nach BRINDLEY und GILLERY (1956) und SHIROZU (1958) ist es möglich, aus dem Basisabstand und dem b-Parameter die chemische Zusammensetzung des Chlorits abzuschätzen. Nimmt man für Chlorit die allgemeine Formel $(Mg_{6-x-y}Fe_yAl_x)\,(Si_{4-x}Al_x)_{10}O(OH)_8$ an, so ergeben die Werte der Tabelle 2 $x \approx 1$ und $y < 1$. Der Wert von y (y gibt den Fe-Gehalt an), berechnet aus den Intensitäten der ersten 5 Basisreflexe, ergibt aber einen viel höheren Wert von $y = 4$–5. Diese Diskrepanz lässt sich dadurch erklären, dass man annimmt, ein Teil der Oktaederplätze werde mit 3wertigen Kationen besetzt, so dass der Chlorit teilweise dioktaedrisch ist. Die Berechnungen, die zu dieser Annahme führten, werden in einer anderen Arbeit über die Chlorite der Molasse eingehender erläutert werden.

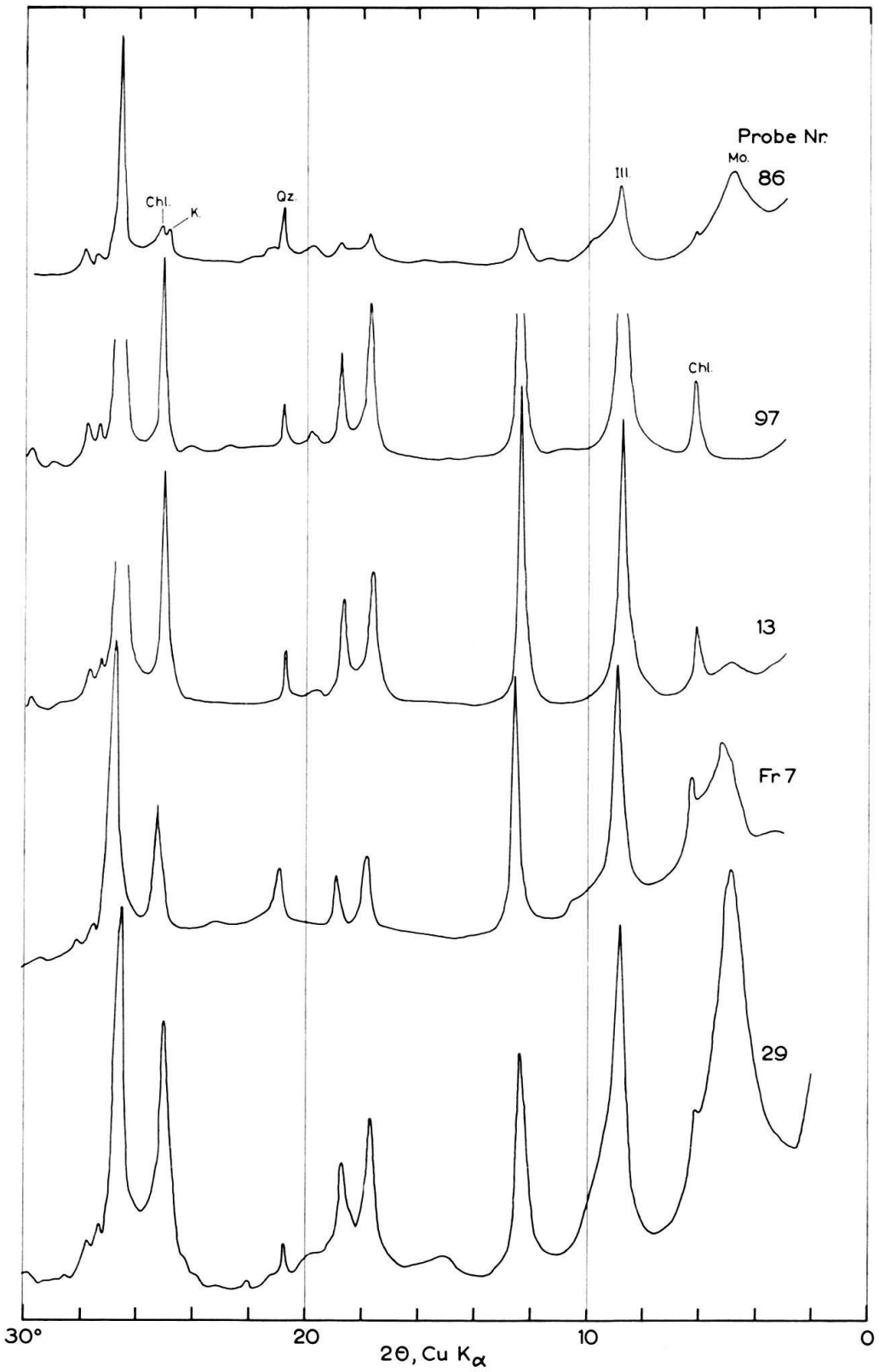

Fig. 1. Diffraktometerdiagramme einiger Glazialproben, dekarbonatisierte Fraktion $< 2\mu$, lufttrockene orientierte Präparate. Abkürzungen: Mo = Montmorillonit, Chl = Chlorit, Ill = Illit, Qz = Quarz und K = Kaolinit.

Auch die optischen Untersuchungen ($n_y = 1.62$) deuten eher auf einen eisenreichen Chlorit hin.

Tab. 2. Röntgendaten des Chlorits der Probe Fr 7, Fraktion $<2\mu$.

I	d in Å	I	d in Å
s	14.2	w	4.61
vs	7.1	s	3.54
m	4.73	m	1.540

Montmorillonit

In lufttrockenen Röntgenpräparaten trifft man in den meisten Proben die für Montmorillonit charakteristischen Reflexe bei 14,5 Å, 7,2 Å und 3,55 Å, welche nach einer Glyzerinbehandlung ersetzt werden durch solche bei 17,8 Å, 8,9 Å, 3,55 Å und 2,98 Å. Da die Montmorillonit-Gehalte im allgemeinen gering sind, lässt sich innerhalb der Gruppe der dioktaedrischen Montmorillonite keine nähere Spezies bestimmen. In einigen Proben ergab der Test von GREENE-KELLY (1953) Montmorillonit s.s. In den DTA-Kurven ist die zweistufige Wasserabgabe des Montmorillonits bei 110° und 180 °C oft deutlich sichtbar.

Kaolinit

Nur in einer beschränkten Zahl von Proben ist Kaolinit angetroffen worden. Da er nur in kleinen Mengen auftritt, und zwar immer zusammen mit Chlorit, ist seine sichere Identifizierung schwierig. In den Röntgenaufnahmen ist manchmal ein Reflex mit zwei Maxima bei 3,57 Å und 3,53 Å (Fig. 1 Nr. 86) oder ein Reflex mit einem Maximum bei 3,53 Å und einer Schulter bei 3,57 Å anzutreffen. Der Reflex bei 3,53 Å rührt von Chlorit her, derjenige bei 3,57 Å von Kaolinit. Kocht man die Proben mit konz. HCl, so bleiben die Reflexe von Kaolinit erhalten, während diejenigen von Chlorit verschwinden.

Um die Anwesenheit von Kaolinit noch zu bestätigen, wurden von verschiedenen Proben Ultrarotspektren aufgenommen. In diesen Spektren ist Kaolinit an einer seiner OH-Bänder bei 3700 cm^{-1} (Fig. 2) zu erkennen. Nur beim Biotit, der aus anderen Evidenzen ausgeschlossen werden kann, tritt sonst auch ein Band bei 3700 cm^{-1} auf.

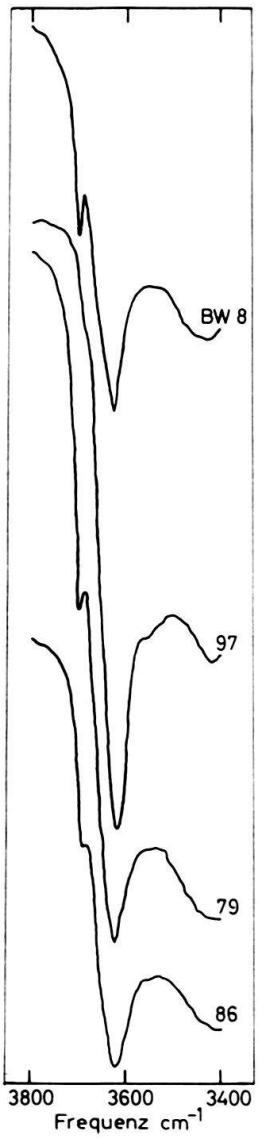

Fig. 2. Ultrarotspektren im Bereiche der OH-Bänder der kaolinitführenden Glazialproben 79, 86 und der kaolinitfreien Glazialprobe 97. Als Vergleich eine kaolinitführende Molasse-Probe der Bodenseeschüttung BW 8.

Die geringen Kaolinitmengen machen es unmöglich, etwas über seine Kristallinität auszusagen.

Feldspäte

In praktisch allen Proben treten in der Fraktion $< 2\mu$ sowohl Plagioklas als auch Kalifeldspat auf. Bei dem Plagioklas handelt es sich um Albit, beim Kalifeldspat war es nicht möglich, die Triklinität zu bestimmen.

Quarz

Die grossen Quarz-Gehalte der Fraktion $< 2\mu$ machten sich unangenehm bemerkbar, indem viele schwache Reflexe der Tonmineralien in den Quarz-Reflexen untergingen.

Die Prüfungen auf Vermiculit, den wir eigentlich in unseren Proben erwartet hatten, verliefen alle negativ.

Mineralgehalte

Die Mineralgehalte der dekarbonatisierten Fraktionen $< 2\mu$ der untersuchten Proben sind in Tab. 3 zusammengestellt. In einer Karte (Fig. 3) sind die Mengenverhältnisse der Tonmineralien eingetragen. Wegen des kleinen Maßstabes konnte jeweils nur eine Probe der gleichen Lokalität eingetragen werden.

Die Proben lassen sich auf Grund der Mengenverhältnisse der Tonmineralien in folgende Gruppen einteilen: 1. Eine Gruppe mit Kaolinit, viel Montmorillonit und wenig Chlorit neben Illit. Diese Gruppe beschränkt sich auf die Nordostschweiz im Bereich des Rheingletschers. 2. Eine Gruppe mit nur Illit und Chlorit am Alpenrand, vor allem im Bereich des Linthgletschers. 3. Eine Gruppe mit Illit, Chlorit und sehr wenig Montmorillonit, etwa zwischen Thun und Bern, also im Bereich des Aaregletschers. 4. Eine Gruppe mit Illit, Chlorit und mittleren Montmorillonitgehalten, vor allem in der Gegend von Fribourg, im Bereich des glazialen Saanegletschers. 5. Eine sich nicht so deutlich abhebende Gruppe mit Illit, Chlorit und relativ viel Montmorillonit am Jurarand. Diese Proben stammen aus Plateau-Schottern die entweder Mindel-Riss oder früh Riss sind. In Fig. 1 sind Röntgendiffraktogramme von je einer Probe dieser 5 Gruppen aufgezeichnet.

Innerhalb einer Region trifft man in den Moränen-, den Schotter-, den Sandstein- und den Mergelablagerungen der Gletscher ungefähr die gleichen Mengenverhältnisse der Tonmineralien. Es sind also keine augenfälligen Zusammenhänge feststellbar zwischen Tonmineralzusammensetzung und Art der Glazialablagerung.

Diskussion

Jede der fünf Gruppen, die auf Grund der Tonmineralzusammensetzung unterschieden werden konnte, ist an eine bestimmte Region gebunden. Es stellt sich nun die Frage, ob dieser regionale Charakter durch die verschiedenen Einzugsgebiete der Gletscher im Hinterland bedingt ist oder ob der Untergrund im Ablagerungsraum in den einzelnen Regionen eine andere mineralogische Zusammensetzung hat. Im ganzen Untersuchungsbereich sind die Glazialablagerungen verschiedenen Formationen der mittelländischen Molasse aufgelagert. Die Sedimente der schweizerischen

Probe Nr.	Formation und Alter		Gletscher	Mineralien in Gewichts-% Illit	Chlorit	Montmorillonit	Kaolinit	Quarz	Albit	K-Feldspat
Fr 1	Sch	R-W	Saane	60–65	15	5	–	15	≪5	sp
Fr 3	S	R-W	Saane	55	20	5	–	5–10	10	<5
Fr 4	S	R-W	Saane	50	15–20	15	–	5–10	10	≪5
Fr 5	S	R-W	Saane	40	35	10	–	10	<5	≪5
Fr 6	S	R-W	Saane	55	15–20	10–15	–	10	<5	≪5
Fr 7*	S, Mgl	R-W	Saane	50	25	15	–	5–10	≪5	≪5
Fr 8	S, Sch	R-W	Saane	45	30–35	5–10	–	10	<5	≪5
Fr 10	S, Sch	R-W	Saane	50	30–35	5	–	10	<5	≪5
Fr 11	S, Sch	R-W	Saane	45–50	25	15	–	5–10	<5	≪5
Fr 12	S, Sch	R-W	Saane	40	20	10–15	–	10	10–15	<5
Fr 13	S, Sch	R-W	Saane	50	25	10–15	–	10	<5	≪5
Fr 14	Sch	R-W	Saane	55	15–20	10	–	10–15	<5	≪5
Fr 15	Sch	R-W	Saane	50–55	25–30	<5	–	10–15	<5	≪5
Fr 17	Sch	R-W	Saane	55	25–30	5	–	10	<5	sp
Fr 19	Sch	R-W	Saane	60	20	5–10	–	10	<5	sp
Fr 20	Sch	R-W	Saane	60	20	5	–	10–15	<5	sp
Fr 21*		R-W	Saane	60	20–25	<5	–	10–15	<5	sp
Fr 23	Sch	R-W	Saane	60	15	10	–	10–15	<5	sp
Fr 27	M	W	Saane	55	15–20	10–15	–	10	<5	≪5
12	M	W	Aare	60	25	–	–	10–15	<5	≪5
13	M	W	Aare	55	30	<5	–	10–15	<5	–
14	M	W	Aare	50–55	30–35	sp	–	10–15	<5	≪5
17	M	W	Aare	50–55	30–35	<5	–	10–15	<5	≪5
18	M	W	Aare	55	30	–	–	15	sp	–
19	M	W	Aare	50	35	<5	–	15	<5	≪5
21	M	W	Aare	65–70	15–20	<5	–	10–15	<5	sp
24	M	W	Aare	70–75	10–15	<5	–	10–15	sp	–
Z 2*	Mgl	W	Aare	50–55	25–30	–	–	15	<5	≪5
Z 3*	Mgl	W	Aare	70–75	20–25	–	–	5	<5	sp
29	Sch	Mi-R	Aare	45	15	20–25	–	10–15	<5	sp
35	Sch	Mi-R	Aare	50	25	10	–	10–15	<5	<5
91	Mgl, S	R-W	Linth	65–70	15–20	–	–	10–15	<5	sp
97*	Mgl, S	R-W	Linth	55–60	25–30	–	–	10–15	<5	≪5
76	vM	W	Rhein	55	10–15	15	5–10	15	<5	≪5
79	M	W	Rhein	50	5–10	20	5–10	10	<5	≪5
80	M	W	Rhein	40	5–10	30	5	15	sp	sp
86	M, vM	W	Rhein	50–55	5–10	15–20	5–10	15	<5	≪5
253	vSch	W	Rhein	55	15–20	5–10	5–10	10	<5	≪5
256	vM	W	Rhein	60	10–15	5–10	5–10	10	sp	sp
260	vM	W	Rhein	55	5–10	10–15	5–10	10–15	<5	≪5
264	Sch	W	Rhein	55	10	10	10	10	<5	sp

Abkürzungen: R = Riss, W = Würm, Mi = Mindel, M = Moräne, Sch = Schotter, S = Sandstein, Mgl = Mergel; v = verschwemmt, sp = Spur.

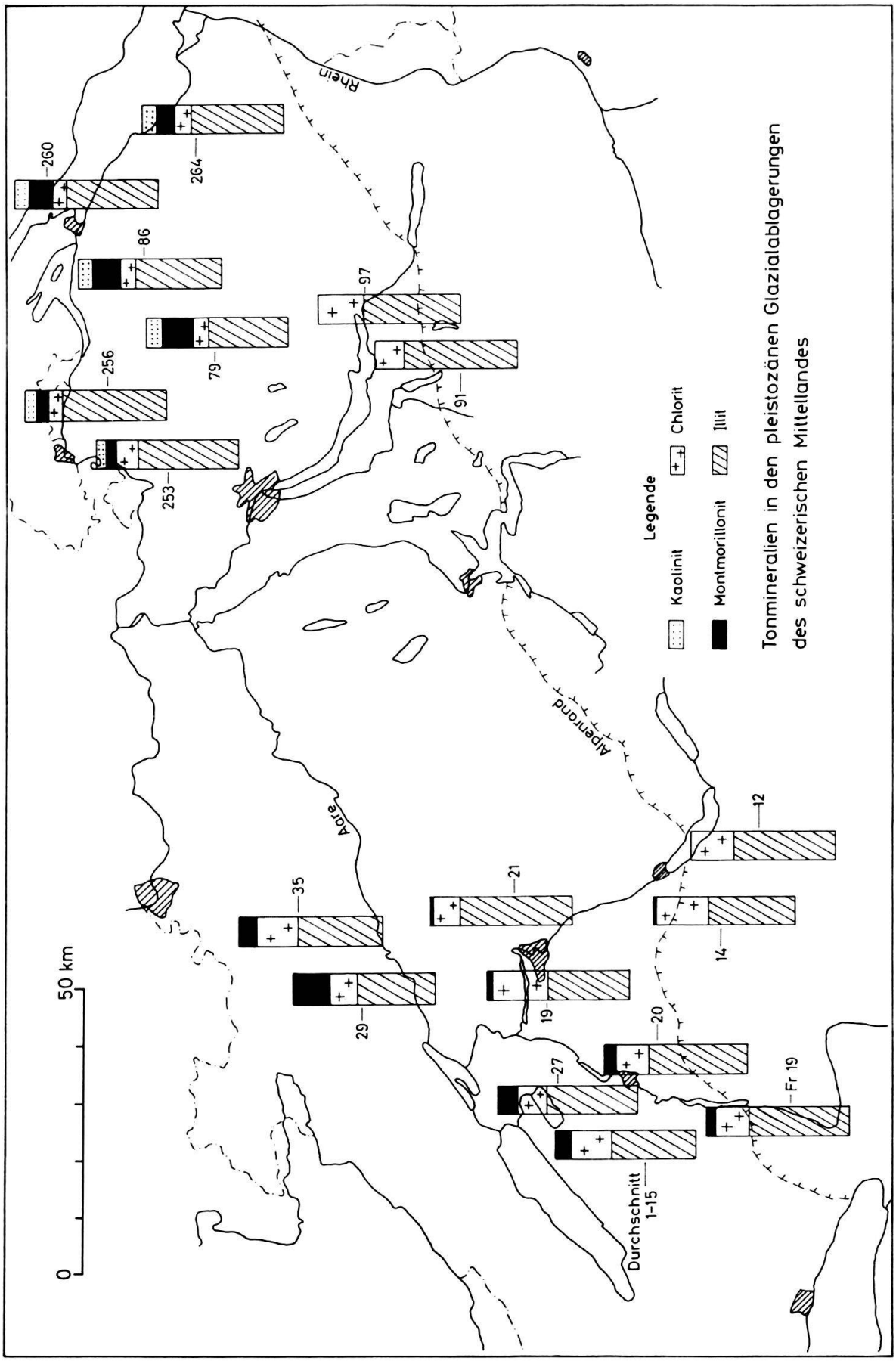

Fig. 3. Tonmineralien in den pleistozänen Glazialablagerungen des schweizerischen Mittellandes.

Molasse enthalten nach VERNET (1959) und unseren bisherigen tonmineralogischen Untersuchungen vorwiegend Illit, Chlorit, stark unterschiedliche Mengen Montmorillonit und «mixed-layer»-Mineralien. Kaolinit tritt in den Sedimenten der schweizerischen Molasse eher selten auf. Bis vor kurzem konnte er von uns nur im Septarienton der jurassischen Molasse und in den sogenannten Grisigermergel der subalpinen Molasse (HOFMANN und PETERS, 1969), allerdings in äusserst geringen Mengen, festgestellt werden. In den Sandsteinen und Mergeln der sog. Bodenseeschüttung (HOFMANN, 1956), die wir im Hinblick auf vorliegende Arbeit untersuchten, tritt neben Illit und Montmorillonit relativ viel Kaolinit auf. Die Sedimente dieser Bodenseeschüttung sind nur in einem begrenzten Raum abgelagert, und zwar östlich einer Linie St. Gallen–Kreuzlingen. In den Molassesedimenten östlich des Bodensees ist Kaolinit auch häufig (FÜCHTBAUER, 1964) anzutreffen. Warum praktisch nur diese östlichen Molasseschüttungen Kaolinit führen und er in den westlichen fehlt hängt möglicherweise mit der Lieferung aus den Ostalpinen Kristallingebieten zusammen. Die Abklärung dieser Frage ist ein Problem für sich und konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht werden. Da der Rhein oberhalb des Bodensees nach den Untersuchungen von MÜLLER und QUAKERNAAT (1969) praktisch nur Illit und Chlorit führt, muss der Kaolinit in den Glazialablagerungen der Nordostschweiz wohl aus der unterliegenden Molasse stammen. Hiermit wäre auch der hohe Montmorillonit-Gehalt der Proben aus Gruppe 1 erklärt, führt doch die Molasse in der Ostschweiz im allgemeinen viel Montmorillonit. Auch der etwas kleinere Montmorillonit-Gehalt der Proben im Bereich des Saane- und Aare-Gletschers stammt aus den unterliegenden Aquitan- und Burdigal-Molassesedimenten, die ebenfalls Montmorillonit führen.

Der hohe Anteil an Illit und Chlorit der Proben vor allem am Alpenrand scheint nicht durch den Untergrund, sondern eher durch Zufuhr aus den Alpen bedingt zu sein. Eine Bestätigung hierfür liefert die Kristallinität des Illits, welcher in den Glazialablagerungen gut kristallisiert ist, in der Molasse dagegen eine geringe Kristallinität aufweist. Bei der vorwiegend mechanischen Verwitterung der Gesteine in den Alpen entstehen gutkristallisierter Illit und Chlorit, welche sich in den Glazialablagerungen wiederfinden.

Aus dem Vorhergehenden gelangt man zu folgender Schlussfolgerung: In den Glazialablagerungen spiegelt sich einerseits die Tonmineralogie des Untergrundes, andererseits die Zufuhr von typischen Verwitterungsmineralien aus den Alpen wider. In diesen Ablagerungen ist der Anteil an aus den Alpen zugeführten Tonmineralien mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand geringer, zugunsten derjeniger aus der unterliegenden Molasse.

Die Ergebnisse der tonmineralogischen Untersuchungen bestätigen also weitgehend die Schlussfolgerungen der Untersuchungen an den Sandfraktionen von GASSER und NABHOLZ S. 491. Hier spiegelt sich auch die Mineralogie des Molasseuntergrundes in den Pleistozänen Ablagerungen wider.

Eine intensive Erosionswirkung der Gletscher in den Alpen würde eine starke Verdünnung des Tonmineralspektrums der Molasse mit Verwitterungsmineralien aus den Alpen bewirken. Die relativ geringe Verdünnung in den pleistozänen Glazialablagerungen kann auf eine geringe Erosionswirkung der pleistozänen Gletscher im Hinterland und eine starke Erosionswirkung in der Molasse deuten. Es ist aber wahr-

scheinlich, dass der Grossteil der feinkörnigen Erosionsprodukte aus den Alpen gar nicht im schweizerischen Mittelland zum Absatz gelangten, sondern weit über die Grenzen weggeschwemmt wurden.

Herrn Prof. Dr. W. NABHOLZ, Dr. U. GASSER und PD Dr. A. MATTER danke ich herzlich für die Überlassung der Proben und die anregenden Diskussionen. Herrn PD Dr. F. HOFMANN sei für den Hinweis, die Bodenseeschüttung zu untersuchen, und Herrn Prof. Dr. E. NIGGLI für sein förderndes Interesse besonders gedankt.

LITERATUR

BRINDLEY, G.W. and GILLERY, F.H. (1956): X-ray Identification of Chlorite Species. Amer. Min. *41*, 169–186.

FÜCHTBAUER, H. (1964): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. Eclogae geol. Helv. *57*/1, 157–298.

GASSER, U. und NABHOLZ, W. (1969): Zur Sedimentologie der Sandfraktion im Pleistozän des schweizerischen Mittellandes. Eclogae geol. Helv. *62*/2, 467–516.

GREENE-KELLY, G. (1953): Identification of Montmorillonoids. J. Soil. Sci. *4*, 233–237.

HOFMANN, F. (1956): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. Eclogae geol. Helv. *49*/1, 113–133.

HOFMANN, F. und PETERS, Tj. (1969): Untersuchungen über die Verwendbarkeit schweizerischer Rohstoffe als Bindeton für Giessereiformsande. Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Serie Lfg. *47*.

MAXWELL, D.T. und HOWER, J. (1967): High Grade Diagenesis and Low Grade Metamorphism of Illite in the Precambrian Belt Series. Amer. Min. *52*, 843–857.

MÜLLER, G. und QUATERNAAT, J. (1969): Diffractometric Clay Mineral Analysis of Recent Sediments of Lake Constance (Central Europe). Contr. Min. Petr. *22*, 268–275.

PETERS, Tj. (1964): Tonmineralogische Untersuchungen an einem Keuper-Lias-Profil im Schweizer Jura (Frick). Schweiz. miner. petrogr. Mitt. *44*/2, 559–588.

SHIROZU, H. (1958): X-ray Patterns and Cell Dimensions of Chlorites. Miner. J. *2*, 209–223.

VERNET, J.P. (1958): Etudes sédimentologiques et pétrographiques des formations Tertiaires et Quaternaires de la partie occidentale du plateau suisse. Eclogae geol. Helv. *51*/3, 1115–1152.

Manuskript eingegangen am 27. August 1969