

# Sedimentologische Untersuchung eines temporären Quartäraufschlusses bei der Neubrügg nördlich Bern

Autor(en): **Lüthy, Hans / Matter, Albert / Nabholz, Walther K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **56 (1963)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163032>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Sedimentologische Untersuchung eines temporären Quartäraufschlusses bei der Neubrügg nördlich Bern

Von **Hans Lüthy, Albert Matter** und **Walther K. Nabholz**  
(Geologisches Institut der Universität Bern)

Mit 15 Figuren und 4 Tabellen im Text

## INHALTSVERZEICHNIS

Abstract . . . . .	119
1. Geologischer Überblick . . . . .	120
2. Geologische Aufnahme . . . . .	121
3. Pollenuntersuchung, C <sub>14</sub> -Bestimmung und frühere Fossilfunde . . . . .	125
4. Die sedimentologischen Untersuchungen . . . . .	126
A. Nomenklatur . . . . .	127
B. Korngrössenanalyse . . . . .	128
a) Methode . . . . .	128
b) Darstellung . . . . .	129
c) Ergebnisse der Korngrössenanalyse . . . . .	129
C. Karbonatbestimmungen . . . . .	133
D. Die Schwer- und Leichtmineraluntersuchungen . . . . .	134
E. Morphoskopische Quarzkornanalyse . . . . .	136
a) Methodisches . . . . .	136
b) Resultate . . . . .	137
5. Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	139
Literatur . . . . .	144

## ABSTRACT

A temporary outcrop near Neubrügg (2,5 km N of Berne) in Molassic bedrock belonging to the Lower Fresh Water Molasse formation showed an old river channel filled with Quaternary sediments.

From the study of pollen grains and radiocarbon dating of a piece of wood and fossils found there, a late Rissian age of these sediments seems probable.

The Quaternary as well as the Molasse sediments have been thoroughly examined. Three types of grain size distribution could be identified by mechanical analyses. They can be distinguished from each other by different median values and grades of sorting. Calcium and magnesium were determined by the EDTA acid method. A combined analysis of heavy and light minerals made possible the distinction between the Lower Fresh Water Molasse formation and the Quaternary beds. The influence of the reworked Molasse on the mineral composition of the Quaternary sands was clearly recognizable. These results were confirmed by the morphoscopic analysis of the quartz grains.

## 1. GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

In den Jahren 1960–1962 wurden  $2\frac{1}{2}$  km nördlich des Bahnhofs Bern bei der im Taleinschnitt der Aare gelegenen *Neubrüg* umfangreiche Aushubarbeiten zum Bau einer neuen Abwasserreinigungsanlage vorgenommen. Die Erdverschiebungen reichten über grosse Areale 5–15 m tief unter die bestehende Oberfläche und schufen im Hang, der von der Aare gegen den Kleinen Bremgartenwald hinaufreicht, spektakuläre, aber ständig sich wandelnde Aufschlüsse (vgl. Fig. 1). Die temporären Aufschlüsse wurden von Studenten und Assistenten des Berner Geologischen Instituts aufgenommen. Die Sichtung und Zusammenstellung einer Reihe von Plan- und Ansichtsskizzen besorgte Herr M. AELLEN, wofür hier bestens gedankt sei. Dank einem namhaften Forschungsbeitrag von seiten des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung konnte das angefallene Probematerial von 1962 an im sedimentologischen Laboratorium des Geologischen Instituts Bern untersucht werden.

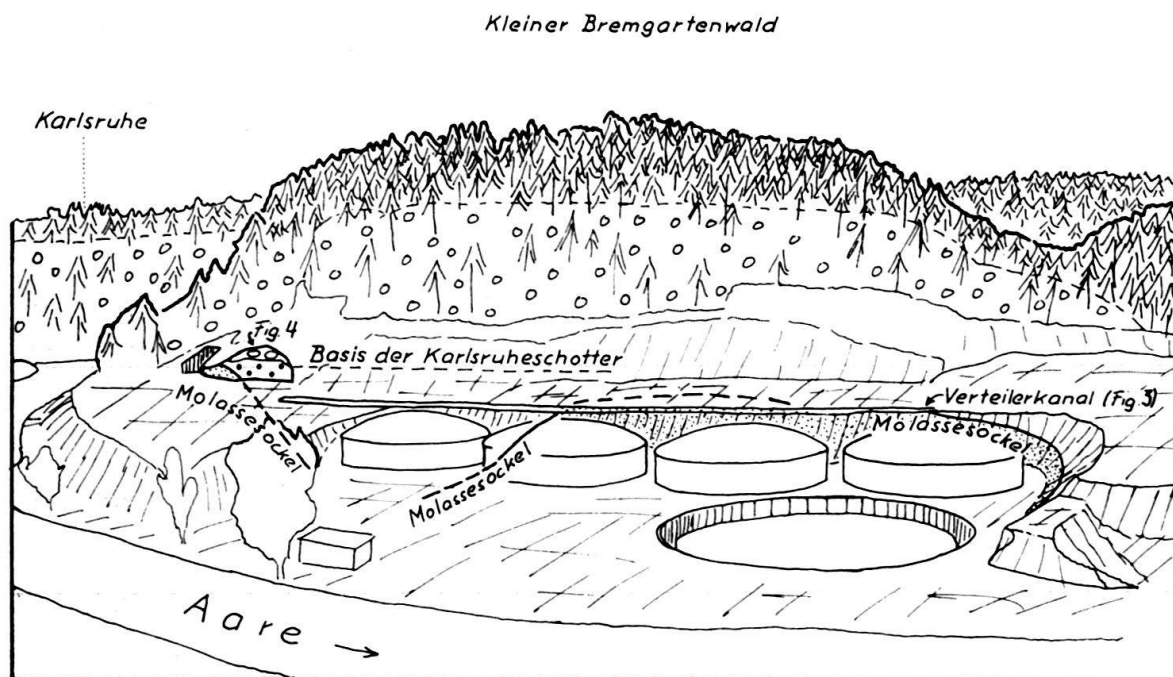


Fig. 1. Ansichtsskizze des untersuchten Areals (Abwasserreinigungsanlage Neubrüg bei Bern)  
Mittlere Blickrichtung gegen S.

Als stratigraphisch tiefstes Element wurde in der Baugrube wenig über dem Aareniveau die Untere Süsswassermolasse (Aquitani) angetroffen (vgl. Fig. 2), die vorwiegend aus Sandsteinen mit zwischengelagerten roten und grüngrauen dünnen Mergelschichten besteht. Die Molasseoberfläche weist ein starkes Relief auf. Im Gebiet der Baugrube ist – wie aus Fig. 1 hervorgeht – eine auf dem Niveau des Verteilerkanals mindestens 120 m breite Rinne erschlossen worden, deren Erosionsränder sehr steile Partien zeigen (vgl. Fig. 3 bei 105 m). In dieser Rinne ist die Molasse von Quartärbildungen überlagert, die GERBER (1927) als

Rissmoräne bezeichnet<sup>1)</sup>. Die Rissmoräne besteht aus grauem Grundmoränenlehm mit gekritzten Geschieben (Fig. 3, 80–90 m) und einer äusserst unregelmässigen Abfolge von kalkigen und kalkig-tonigen Sanden, von Schottern und Geröllen in sandiger und toniger Matrix. Bei der Entstehung dieser letztgenannten Abfolge war offensichtlich in teils geringem, teils starkem Ausmass Verschwemmung mit im Spiele; es handelt sich also um fluvioglaziale Bildungen. Im östlichen Teil der Rinne fehlt eigentliche, d. h. nicht verschwemmte Grundmoräne. Hier liegen die genannten fluvioglazialen Bildungen direkt der Molasse auf (vgl. Fig. 1 und 4). Unsere nachfolgend beschriebenen sedimentologischen Untersuchungen betreffen ausschliesslich die bisher genannten Ablagerungen von Quartär und zugehörigem Molassesockel.

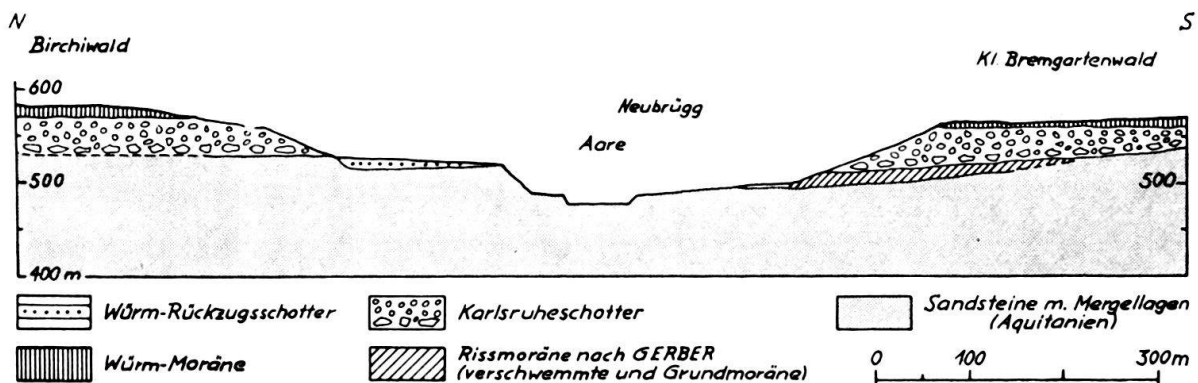


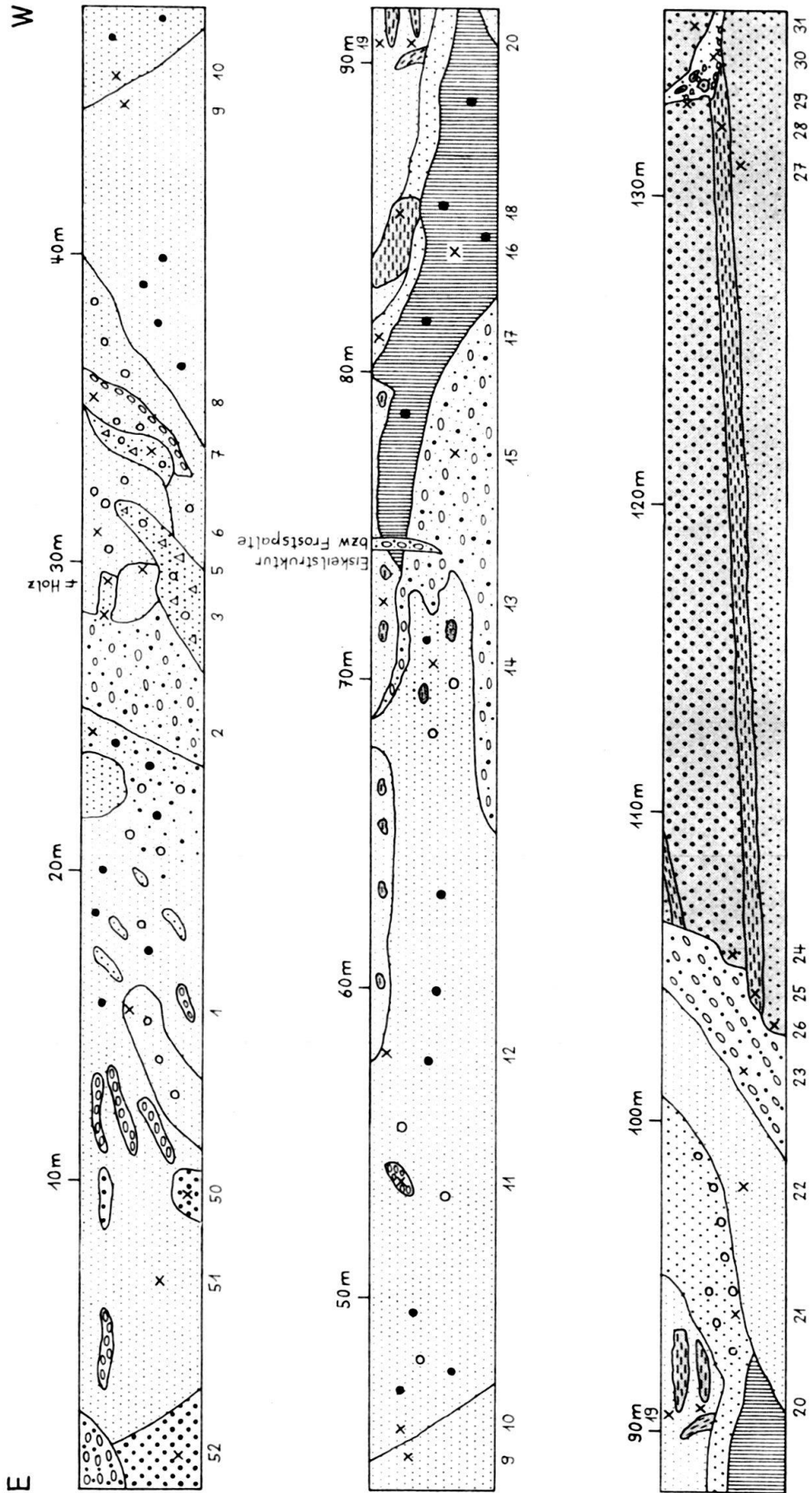
Fig. 2. Übersichtsprofil der Umgebung von Neubrügg NW Bern. Nach der Geol. Karte von Bern und Umgebung von E. GERBER (1927) und eigenen Beobachtungen.

Im Hangenden der bisher beschriebenen Sedimente folgt die mächtige Masse der Karlsruheschotter, welche im Hang zwischen dem Plateau des Kleinen Bremgartenwaldes mit der Typlokalität Karlsruhe und der Aare bis 70 m hohe bewaldete Steilabstürze bildet (vgl. Fig. 1). Die Basis der Karlsruheschotter (unterste 2 m) ist durch metergrosse Blöcke charakterisiert (vgl. Fig. 4 und 5); darüber folgt der «normal» aussehende Schotterkomplex mit den für die Umgebung Berns üblichen Fraktionen zwischen Sand und Gerölldimensionen bis selten über 20 cm Durchmesser. Durch dicke Calcitkrusten, welche die einzelnen Gerölle umhüllen, sind die Bänke teilweise stark verfestigt (vgl. Fig. 4) und werden dann als «löcherige Nagelfluh» bezeichnet. E. GERBER (1950, S. 57 und Tafel II) betrachtet die Karlsruheschotter in Übereinstimmung mit P. BECK (1938) als fluvioglaziale Bildungen, die in einer Rückzugsphase der Rissvergletscherung entstanden seien (Spätriss). Ihr Hangendes sind entweder Würm-Moräne (vgl. Fig. 2) oder würmeiszeitliche Rückzugsschotter (Felderschotter oder Terrassenkies).

## 2. GEOLOGISCHE AUFNAHME

Der Beginn der geologischen Aufnahmen fiel ins Jahr 1960, als die modernen Baumaschinen die ersten grossen Baugruben aushoben. Beim Fortschreiten des Ausbaus während der nächsten zwei Jahre entstanden sukzessive neue Aufschlüsse, die

<sup>1)</sup> Im Gebiet der Baugrube bei der Neubrügg ist die Rissmoräne von GERBER auf seiner Karte (1927) richtigerweise nicht ausgeschieden, da sie von jüngeren Quartärbildungen bedeckt ist, kommt aber in entsprechender stratigraphischer Position sowohl aareaufwärts wie auch aareabwärts vor.



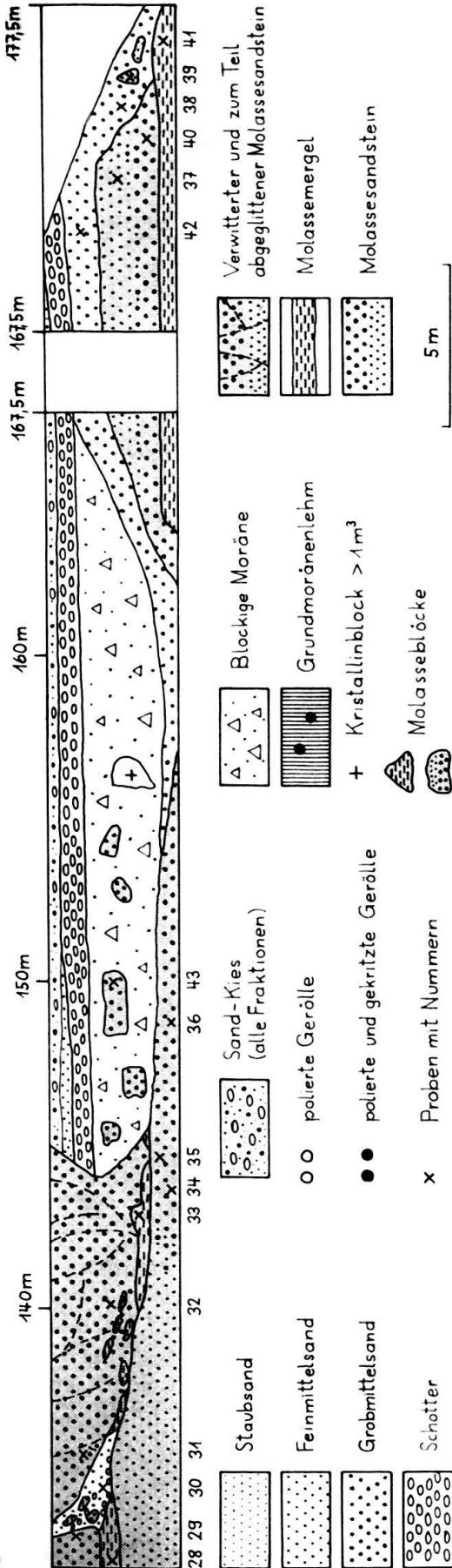


Fig. 3. Detailprofil des untersuchten Verteilerkanals (vgl. Fig. 1).

stets bearbeitet wurden. Aus dem reichen Material musste daher für die Veröffentlichung eine Auswahl getroffen werden.

Die Baugrube befand sich zum grössten Teil in den Quartärbildungen, die GERBER (1927) als Rissmoräne bezeichnet. Die liegende Untere Süsswassermolasse und die hangenden Karlsruheschotter wurden teilweise noch angeschnitten.

Der über eine grosse Erstreckung am besten zusammenhängende Aufschluss entstand beim Bau des Verteilerkanals. Fig. 1 zeigt dessen Lage, und Fig. 3 gibt das erschlossene Profil wieder. Im W Teil des Grabens, von 105 m bis zum Ende bei 177,5 m (vgl. Fig. 3), ist noch die Untere Süsswassermolasse anzutreffen, die hier vorwiegend aus fein-mittelsandigen, kalkigen Sandsteinen besteht (siehe Abschnitt Granulometrie). Sie werden von dünnen roten oder grüngrauen Mergelbändchen unterbrochen. Die obersten Teile des Sandsteins sind partienweise durch die Verwitterung angegriffen. Ein solches verwittertes Molassepaket ist sogar auf einem unterlagernden Mergel abgerutscht (134–145 m), wobei im Rutschpaket Zerrklüfte entstanden (Fig. 3). Die unregelmässige Molasseoberfläche wird von sehr heterogenen und wirr sedimentierten, quartären Lockergesteinen überlagert. Diese reichen in ihrer Korngrösse vom Schotter über alle Sandklassen bis zum Grundmoränenlehm. Der ganze Komplex ist nach GERBER (1927) – wie bereits erwähnt – als Rissmoräne zu betrachten. Unsere Aufnahme zeigt, dass man sie aufgliedern kann in eigentliche Grundmoräne, bestehend aus graublauem Lehm mit gekritzten und polierten Geröllen, und Moräne, die alle Übergänge von nicht verschwemmt bis zu stark verschwemmt zeigt. Die Moräne besteht grösstenteils aus verschiedenen Sanden, die oft polierte oder gekritzte Gerölle führen, und geringmächtigen Schotterlagen.

In genetischer Hinsicht stösst die Benennung der Quartärablagerungen auf Schwierigkeiten, weil zwischen in situ abgelagerter und verschwemmter Moräne und schliesslich nur verschwemmten Ablagerungen, die also torrentieller Natur sind, alle Übergänge bestehen. Die in Fig. 3 wiedergegebene Feldaufnahme dürfte genug Hinweise enthalten, um sich über den Grad der Verschwemmung ein Bild

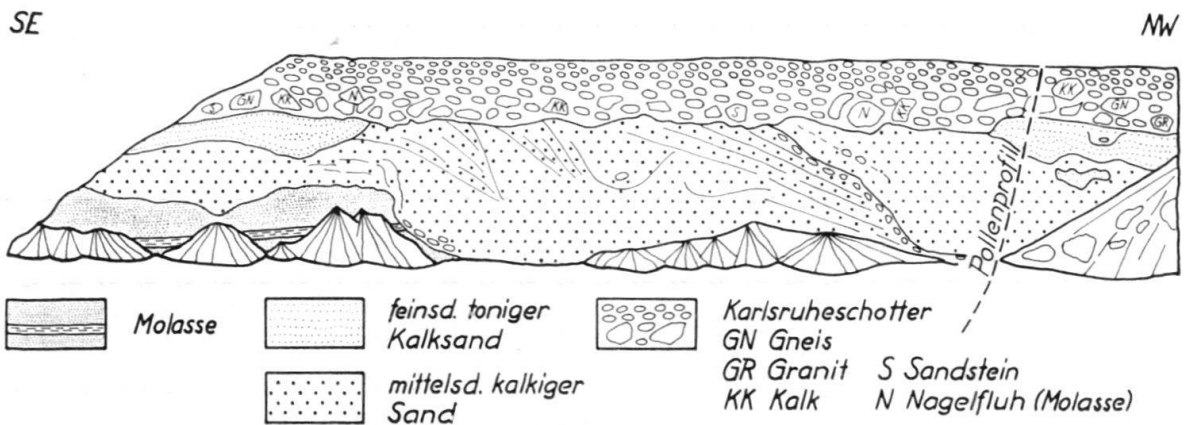
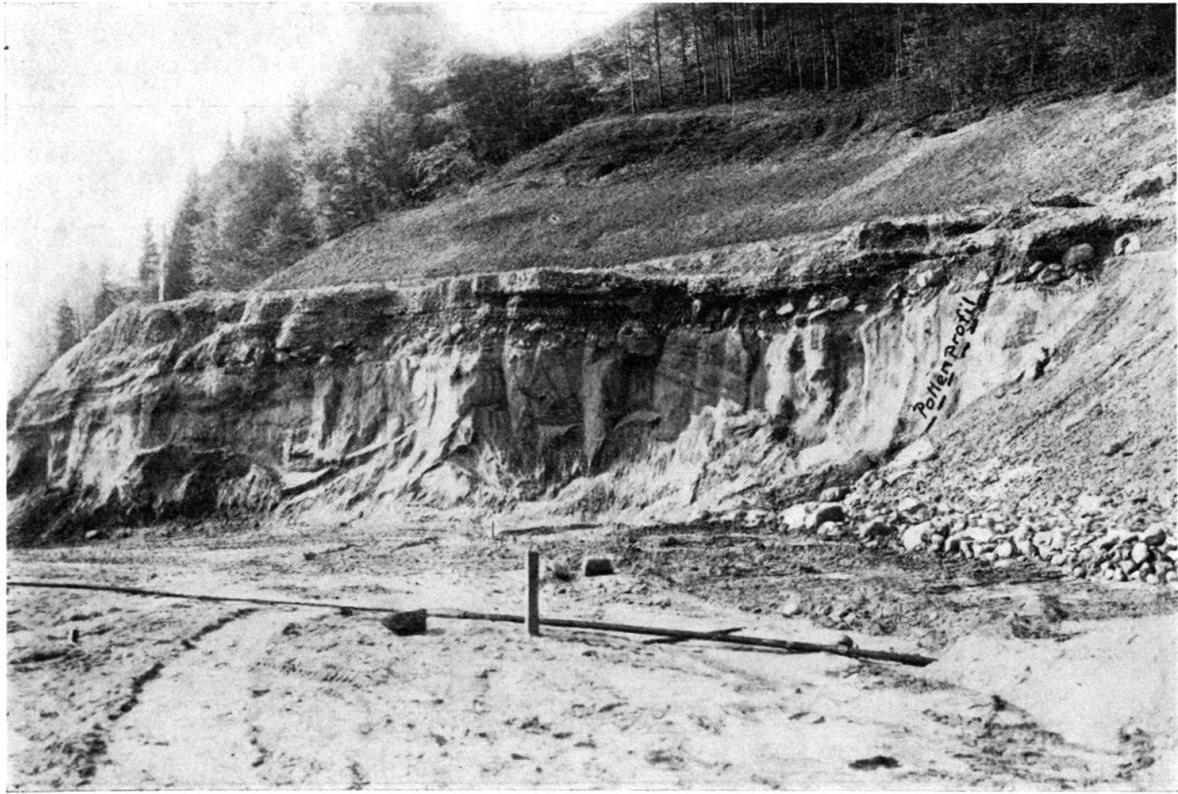


Fig. 4. Östlich an den Verteilerkanal anschliessender Aufschluss (vgl. Fig. 1).

machen zu können. Kräftige Verschwemmung ist bei der Entstehung der Schotterlage im Spiele gewesen, die sich von 145–170 m im Hangenden der blockigen Moräne findet, ferner bei der 30° steil einfallenden Schotterlage, die den Molassesockel bei 105 m überlagert. Bei den übrigen in Fig. 3 wiedergegebenen Ablagerungen dürfte die Verschwemmung geringer sein, denn Molasseblöcke, die ja aus sehr leicht zerfallendem Material bestehen (wie z. B. der Molassemergel-«Block»

bei 84 m), würden bei torrentiellem Transport sehr rasch zerfallen, sind aber in den Moränen häufig zu finden. Einen völlig entsprechenden Hinweis erhält man aus dem reichlichen Vorkommen polierter, bzw. polierter und gekritzter Gerölle, die mit Sicherheit der Grundmoräne entstammen.

Etwas anderer Natur ist der Aspekt der Aufschlüsse, die östlich anschliessend an den Verteilerkanal in lückenloser Abfolge überleiten (vgl. hierzu auch Fig. 1) zu dem in Fig. 4 wiedergegebenen Bild: Östlich anschliessend an 0 m der Fig. 3 ist die Moräne immer mehr verschwemmt und geht über in die mittelmässig bis gut sortierten, mittelsandigen kalkigen Sande, die einige Geröllnester und -schnüre führen, sowie einzelne feinsandige tonige Kalksandpartien enthalten (vgl. Fig. 4). Diese Sande, die bis 20° geneigte schräggeschichtete Lagen enthalten, müssen torrentiell geschüttet worden sein, am wahrscheinlichsten bei der Einmündung in ein stilles Gewässer und in Gletschernähe. Auf letzteres deutet eine schottergefüllte, vertikale Spalte, die sich einige Meter unter dem in Fig. 4 abgebildeten Aufschluss in den Sanden fand und als Reststruktur eines in die Sande eingebetteten Eiskeils zu deuten ist. Ferner nehmen im untern Teil der Sande, gegen 0 m der Fig. 3 Strukturformen zu, die auf Kryoturbation schliessen lassen. Wie Fig. 4 zeigt, überlagern diese Sande ein ausgeprägtes Relief der Molasseoberfläche (E-Rand der aus Fig. 1 hervorgehenden breiten Rinne im Molassesockel) und werden ihrerseits längs einer deutlichen Erosionsdiskordanz durch die Karlsruheschotter gekappt. Diese führen an der Basis grosse Blöcke (Kalke, Gneise, Granite, Sandsteine, Nagelfluh, etc.), die aber rasch zu Geröllen überführen, über die GERBER 1953, p. 298, folgendes aussagt: «Bemerkenswert ist die Herkunft der Gerölle, nämlich aus dem Anstehenden und aus dem Erratikum des Kantons Freiburg: Es dominieren Flyschsandsteine, Kieselkalke und alle Steinarten aus der bunten Nagelfluh; Beiträge aus dem Aarmassiv sind sehr fraglich, aus dem Wallis häufig.»

Auffallend ist die dicke calcitische Überkrustung der Gerölle und die dadurch entstehenden verfestigten Bänke (löcherige Nagelfluh). Das sandige Bindemittel fehlt oft. GERBER 1953, p. 298, schliesst aus beidem, «dass die Verkittung wahrscheinlich schon vor der letzten Eiszeit zum grössten Teil vollzogen war».

### 3. POLLENUNTERSUCHUNG, C<sub>14</sub>-BESTIMMUNG UND FRÜHERE FOSSILFUNDE

Es freut uns, an dieser Stelle Herrn Prof. M. WELTEN für die Aufnahme eines Pollenprofils durch die Basis der Karlsruheschotter und die unterlagernden Sande danken zu dürfen (vgl. Fig. 4 und 5). Seine Untersuchung von 28 Proben ergab, dass nur die Karlsruheschotter und der feinsandige tonige Kalksand darunter Pollen enthalten. In seinem Brief vom 30. 4. 1961 schliesst er daraus, «dass es sich fast durchwegs um torrentiell oder gar katastrophal abgelagertes Material handelt». Nur die tonige Sandlage «kann mit einiger Zurückhaltung als Zeit- und Klimamarke verwendet werden, da sie wohl einem Altwasser entstammt und die Pollen der damaligen Zeit gut eingebettet enthält. Ihr Polleninhalte zeugt von einem fichtenreichen und buchenführenden Weisstannenwald, der für ein kühl-montanes Klima spricht. Die Anwesenheit der Buche spricht gegen die Annahme,



dass der Komplex einem Interstadial entstamme, jedenfalls nicht einem Würm-Interstadial. Daher kommt zeitlich spätestens ein Endstadium des Eem-Interglazials in Frage. Das kühl-montane Klima belegt eine Übergangsphase zu einer Kaltzeit oder aus einer solchen heraus».

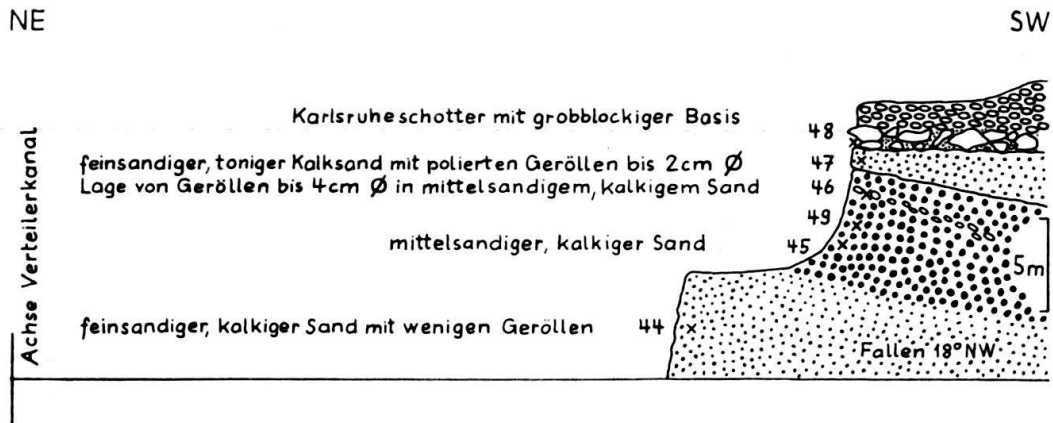


Fig. 5. Geologisches Profil, das im Trasse des in Fig. 4 eingezeichneten Pollenprofils aufgenommen wurde.

Eine wesentliche Bereicherung erfuhren unsere Arbeiten ferner durch eine absolute Altersbestimmung mit Hilfe der  $C_{14}$ -Methode, die im Laboratorium von Herrn Prof. Dr. H. OESCHGER des Physikalischen Instituts der Universität Bern vorgenommen wurde. Herrn Prof. OESCHGER wie auch den Herren Proff. F. G. HOUTERMANS und J. GEISS möchten wir an dieser Stelle für ihr stetes Interesse bestens danken. Die  $C_{14}$ -Bestimmung betraf ein 25 cm langes, 10 cm breites und 3 cm dickes Stück Holz, das wir bei 29 m des Verteilerkanals fanden (Probe 4 auf Fig. 3), und ergab ein höheres Alter als 40 000 Jahre (= Messgrenze der  $C_{14}$ -Anlage). Das Ergebnis der Pollenanalyse, die mindestens für Ende Riss/Würm-Interglazial spricht, ist damit bestätigt. Mit Hilfe der Anreicherungs-methode werden vielleicht später einmal höhere  $C_{14}$ -Alter bestimmt werden können. Herr Prof. WELTEN fand in einer dünnen, das Holz satt umlagernden Schicht (hart gepackte Moräne) nur umgelagerte Weisstannenpollen.

Die Fossilfunde aus den Karlsruhe-schottern, zu denen wir leider nichts beitragen konnten, sind in den Arbeiten von GERBER (1952, 1953) beschrieben. Aus mehreren Funden von Mammut (*Elephas primigenius*), Wollhaarnashorn (*Tichorhinus antiquitatis*), Wildpferd und Boviden schliesst GERBER (1953) auf ein spätrisseiszeitliches Alter.

#### 4. DIE SEDIMENTOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Zahlreiche Proben aus dem Molassesockel und den darüber liegenden, zum Teil verschwemmten Moränenablagerungen, wurden sedimentologisch untersucht (siehe Tabelle IV). Von den meisten Proben wurden Korngrössen-, Schwer- und Leichtmineralanalysen und Bestimmungen des Calcit- und Dolomitgehaltes sowie morphoskopische Quarzkornuntersuchungen durchgeführt.

**A. Nomenklatur**

Die aus den sedimentologischen Untersuchungen hervorgehende Kenntnis der Gesteinszusammensetzung führte uns dazu, nach einem möglichst allgemein gehaltenen Nomenklatorschema Ausschau zu halten. Um die Zahl der bereits vorgeschlagenen Schemata nicht zu vermehren, wurde von Anfang an darauf verzichtet, ein neues Schema zu entwickeln. Wir übernahmen daher die Einteilung von FÜCHTBAUER (1959), da sie sich sowohl im Felde wie auch im Labor anwenden lässt, und da sie besonders auch Mischgesteinen gerecht wird, wie sie in der Molasse vorliegen. Auf die Nomenklatur der Gesteine im allgemeinen und auf den Vorschlag FÜCHTBAUERS kann nicht weiter eingegangen werden, so dass wir hier nur das Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat wiedergeben (Fig. 6). Die Werte für Sand, Ton und Karbonat ergeben sich aus der Korngrössenanalyse bzw. aus der Karbonatbestimmung. Den aus dem Diagramm zu entnehmenden Gesteinsbezeichnungen wird – besonders im linken unteren Drittel des Diagramms – noch die Korngrössenbezeichnung hinzugefügt (z. B. kalkig-toniger Grobsand). Wir benutzten die Korngrösseneinteilung von ENGELHARDT (in LEMCKE, ENGELHARDT und FÜCHTBAUER 1953).

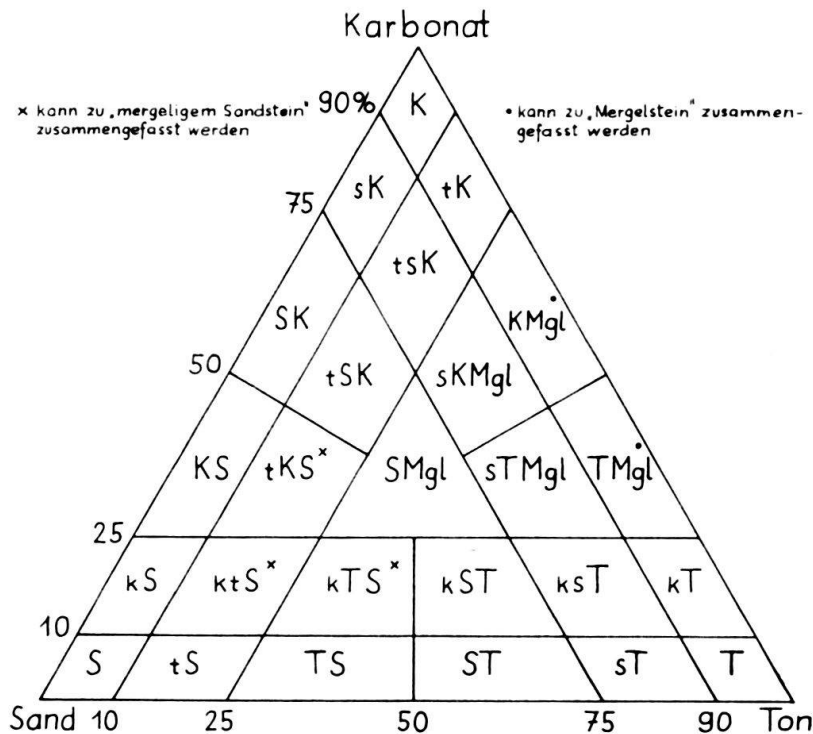


Fig. 6. Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat, nach einem gemeinsamen Entwurf von H. FÜCHTBAUER & G. MÜLLER (FÜCHTBAUER 1959).

Alle Proben, an denen Sand- und Tonanteil sowie Karbonatgehalt ermittelt werden konnten, sind in Fig. 7 eingetragen, welche ein gutes Bild von der Streuung der untersuchten Proben vermittelt. Es fällt bei deren Betrachtung sofort auf, dass die Hauptmasse der Proben in die Sandecke zu liegen kommt. Neben diesen Sanden, die mehr oder weniger kalkig sind, finden sich auch Übergänge

zum Ton, wobei jedoch 60% Tonanteil nie überstiegen wird. Einige Proben mit hohem Ton- und erhöhtem Kalkgehalt (unter 35%) fallen ins Mergelfeld.

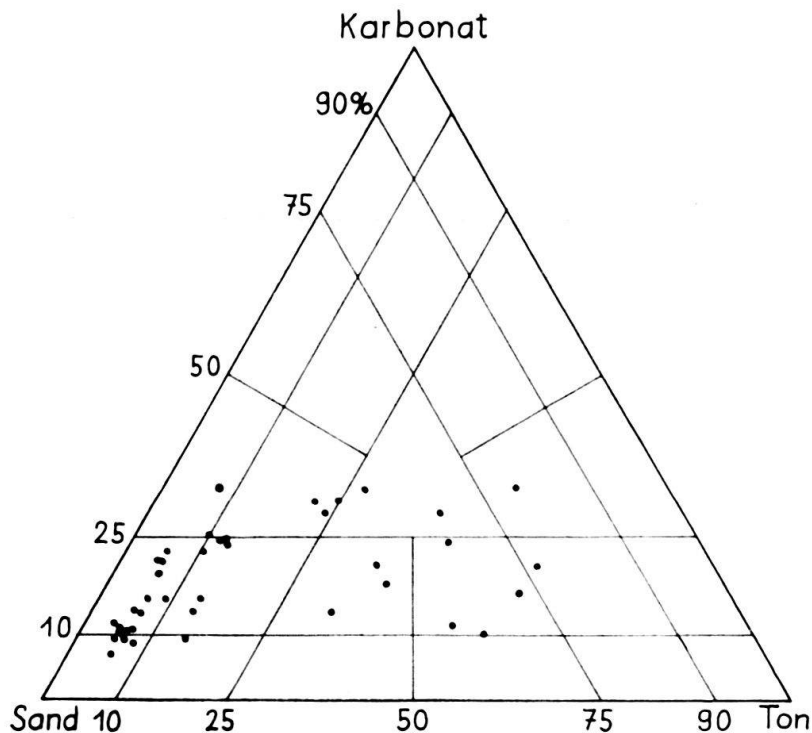


Fig. 7. Die untersuchten Proben im Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat.

## B. Korngrössenanalyse

### a) Methode

Alle Proben werden zuerst mit 10%iger Salzsäure entkarbonatisiert. Dadurch wird ein direkter Vergleich der Korngrössenanalysen von Quartärsanden und Molassesandsteinen, die infolge ihrer Festigkeit vom Karbonatgehalt befreit werden müssen, möglich.

Durch mehrmaliges Zentrifugieren in einer grossen Zentrifuge (650 ml Bechergläser) und jeweiliges Abdekantieren wird die restliche Säure entfernt. Von der getrockneten Probe werden 50 gr mit 10 ml Dispergiemittel (ges. Natriumpyrophosphatlösung) versetzt, kurz aufgekocht und in einem hochtourigen Rührwerk 5 Min. gewirbelt (HOFMANN 1955). Damit wird die Ablösung der Tonhäute von den Sandkörnern und eine vollständige Aufteilung der Partikel erreicht. Unter Zusatz von ca. 50 gr festem Natriumpyrophosphat gelangt die Probe in den kontinuierlichen Schlammapparat (Marke Georg Fischer AG., Schaffhausen), der im Gegenstromverfahren alle Teilchen  $< 20 \mu$  abschlämmt. Die Konstanz des Wasserstromes bei bestimmter Temperatur wird durch ein eingebautes Ventil erreicht, das automatisch die Schwankungen im Wassernetz ausgleicht. Nach Beendigung des Schlammvorganges wird der Sandanteil getrocknet und gewogen. Die Differenz zur Einwaage bildet den Tonanteil, den man in % der Einwaage ausdrückt. Die Kenntnis von Ton- und Sandanteil sowie Karbonatgehalt führt zur Ermittlung der Gesteinsbezeichnung aus dem Grunddiagramm (Fig. 6).

Für die Siebanalyse benutzten wir den Siebapparat der Georg Fischer AG, Schaffhausen, mit einer Kolonne von 11 Sieben (Siebgrenzen: 2; 1,5; 1,0; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0,15; 0,10; 0,075; 0,06 mm).

### b) Darstellung

Von den verschiedenen Möglichkeiten, die Korngrößenverteilung darzustellen, haben wir die Summenkurve (cumulative curve) gewählt. Aus ihr können die gewünschten Parameter meistens direkt abgelesen werden. Alle nachfolgend genannten Parameter beziehen sich in unseren Untersuchungen nur auf den Sandanteil und nicht auf das Gesamtsediment:

- Die Mittlere Korngrösse oder der Median (Md). Es ist diejenige Korngrösse, bei welcher 50% der Körner gröber und 50% feiner sind.
- Die Quartilwerte  $Q_1$  und  $Q_3$ .  $Q_1$  bezeichnet die Korngrösse, bei der 75%,  $Q_3$  diejenige, bei welcher 25% der Körner gröber sind. Demzufolge ist  $Q_3 > Q_1$ .
- Die Sortierung  $So$  kann aus den beiden Quartilwerten nach der Formel  $So = \sqrt{Q_3/Q_1}$  berechnet werden. Sie gibt einen Hinweis auf die Tendenz der Teilchen, in welchem Ausmass sie sich um die vorherrschende Grössenklasse häufen bzw. von ihr nach beiden Seiten abweichen. Im ersten Fall ist die Kornverteilung gut sortiert, im zweiten schlecht.

Da es für geologische Untersuchungen günstig ist, die Sortierungswerte leicht verständlich auszudrücken, übernehmen wir von FÜCHTBAUER (1959) die Einteilung in 5 Sortierungsgrade:

So	Sortierungsgrad
bis 1,23	sehr gut sg
bis 1,41	gut g
bis 1,74	mittelmässig m
bis 2,0	schlecht s
> 2,0	sehr schlecht ss

Tabelle I. Sortierungsgrad nach FÜCHTBAUER (1959).

In Tabelle IV sind ferner die Quartildeviation in Phi-Einheiten  $QD \varnothing$  (KRUMBEIN and PETTIJOHN 1938) und die Hétérométrie Hé (CAILLEUX et TRICART (1959) angegeben, die für spezielle sedimentologische Betrachtungen von Interesse sein können. Alle Indizes sind in Tabelle IV zusammengestellt.

### c) Ergebnisse der Korngrößenanalyse

Die in ein Summenkurvendiagramm eingetragenen Korngrößenanalysen lassen drei Kornverteilungsgebiete deutlich erkennen (Fig. 8): grobe Mittelsande, feine Mittelsande und Staubsande.

- Typ: Grobe Mittelsande (Fig. 9 und 8).

Sie zeichnen sich durch einen nahezu idealen Kurvenverlauf und eine Mittlere Korngrösse von 0,20–0,30 (0,43) aus. Die Sortierung ist gut bis mittelmässig, wobei die eine Hälfte der Proben gut, die andere Hälfte mittelmässig sortiert

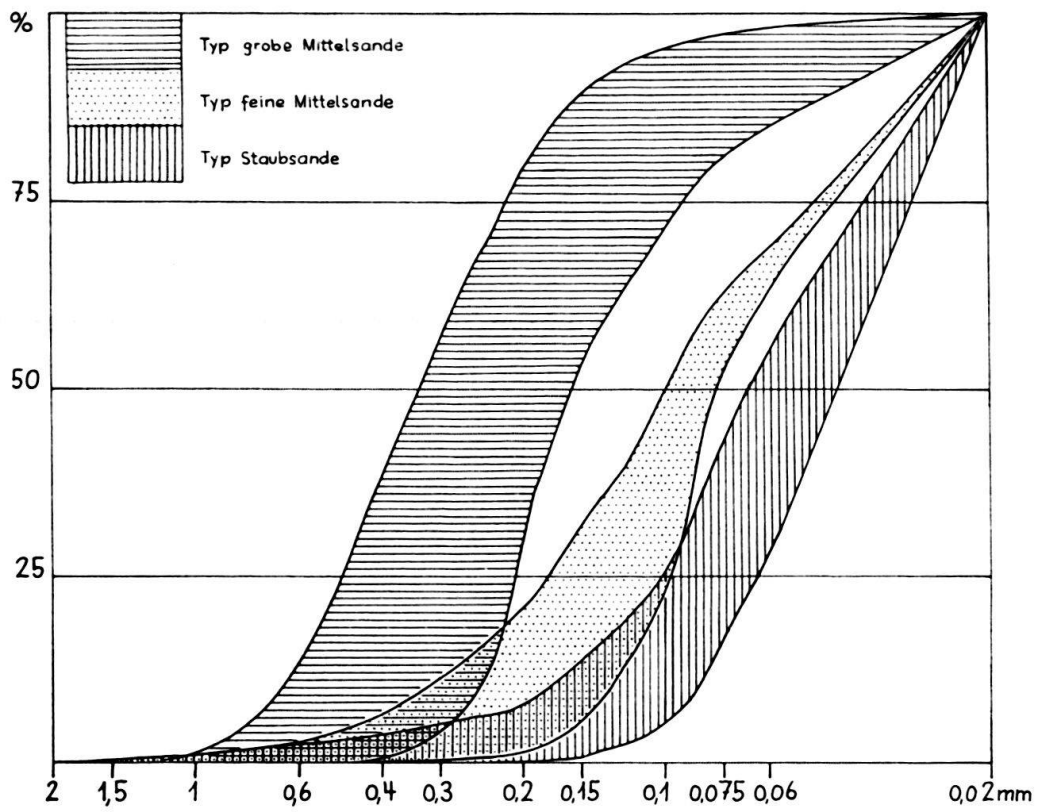


Fig. 8. Die drei typischen Kornverteilungsgebiete, die sich aus den Summenkurven der Siebanalyse ergeben.

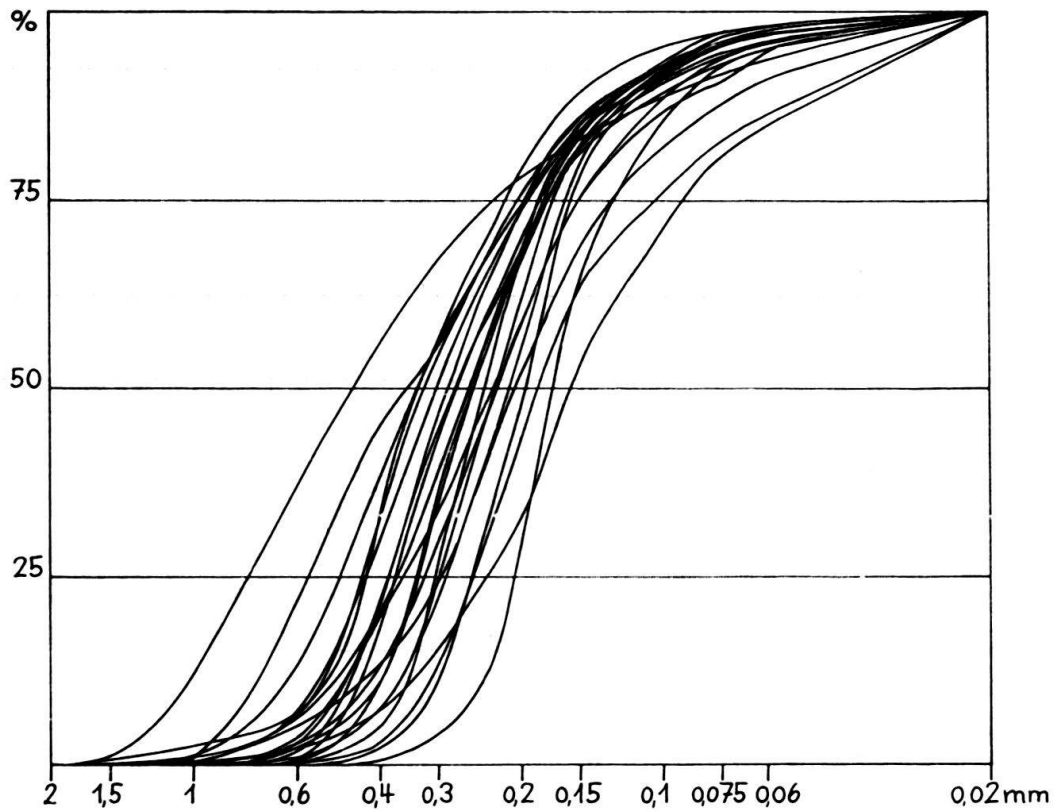


Fig. 9. Summenkurven des Typs grobe Mittelsande.

ist. Es handelt sich dabei vorwiegend – nicht ausschliesslich – um Molasse-sandsteine.

Zu diesem Typ rechnen wir auch einige Proben, die ihrer Korngrösse nach im Feld der Mittelsande nahe an der Grenze gegen die Grobsande liegen.

- Typ: Feine Mittelsande (Fig. 10 und 8).

Ihr Kurvenverlauf ist breit (verläuft über mehrere Siebintervalle) und asymmetrisch. Die Mittlere Korngrösse liegt zwischen 0,08–0,10 mm. Der Kurvenverlauf zeichnet sich natürlich auch in der Sortierung ab, die schlecht bis mittelmässig ist. Mit Ausnahme einer Molasseprobe sind es alles leicht verschwemmte Moränenbildungen.

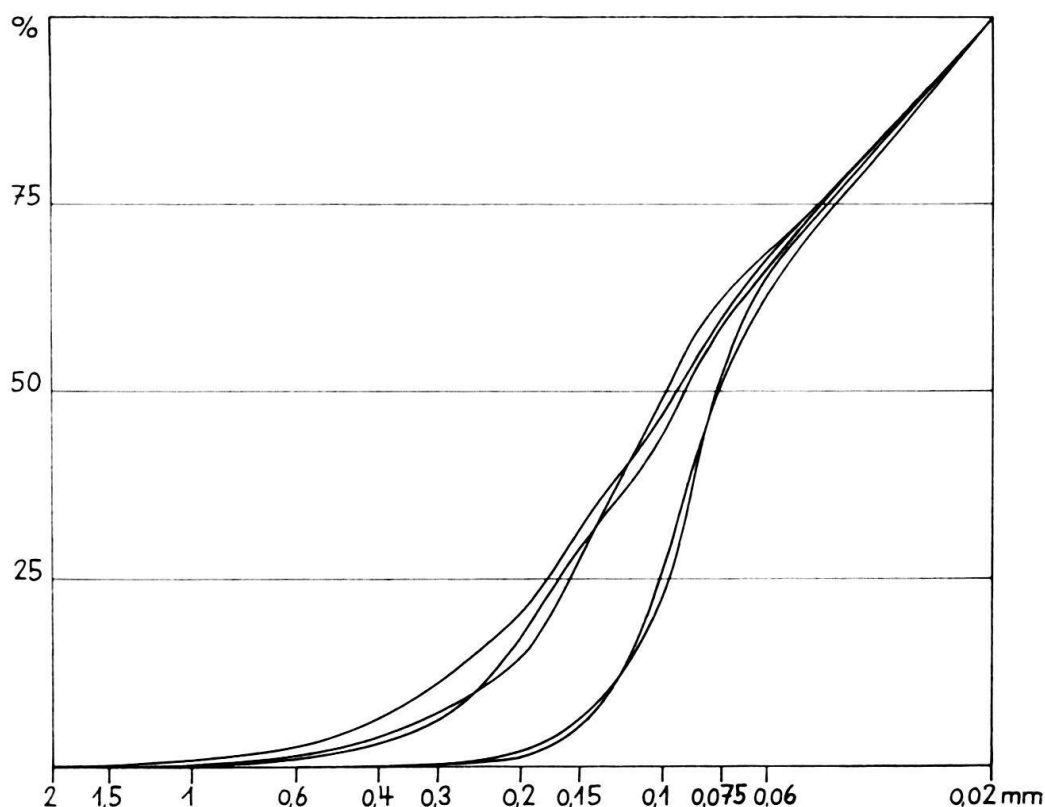


Fig. 10. Summenkurven des Typs feine Mittelsande.

- Typ: Staubsande (Fig. 11 und 8).

Sie zeigen einen hyperbelförmigen Kurvenverlauf und eine Mittlere Korngrösse von 0,04–0,06 mm. Die Sortierung ist mittelmässig. Die Staubsande bestehen im Mittel aus weniger verschwemmtem Moränenmaterial als die feinen Mittelsande und enthalten meistens gekritzte und polierte Gerölle.

- Zusammenhang zwischen Mittlerer Korngrösse und Sortierung (Fig. 12).

Die drei oben genannten Sandtypen unterscheiden sich nicht bloss durch verschiedenen Kurvenverlauf und Median, sondern auch durch ihre unterschiedliche Sortierung. Deutlich kommt dies zum Ausdruck, wenn das Verhältnis der verschiedenen Sortierungsgrade pro Kurventyp angegeben wird. So ist beim Typ grobe Mittelsande das Verhältnis von guter : mittelmässiger

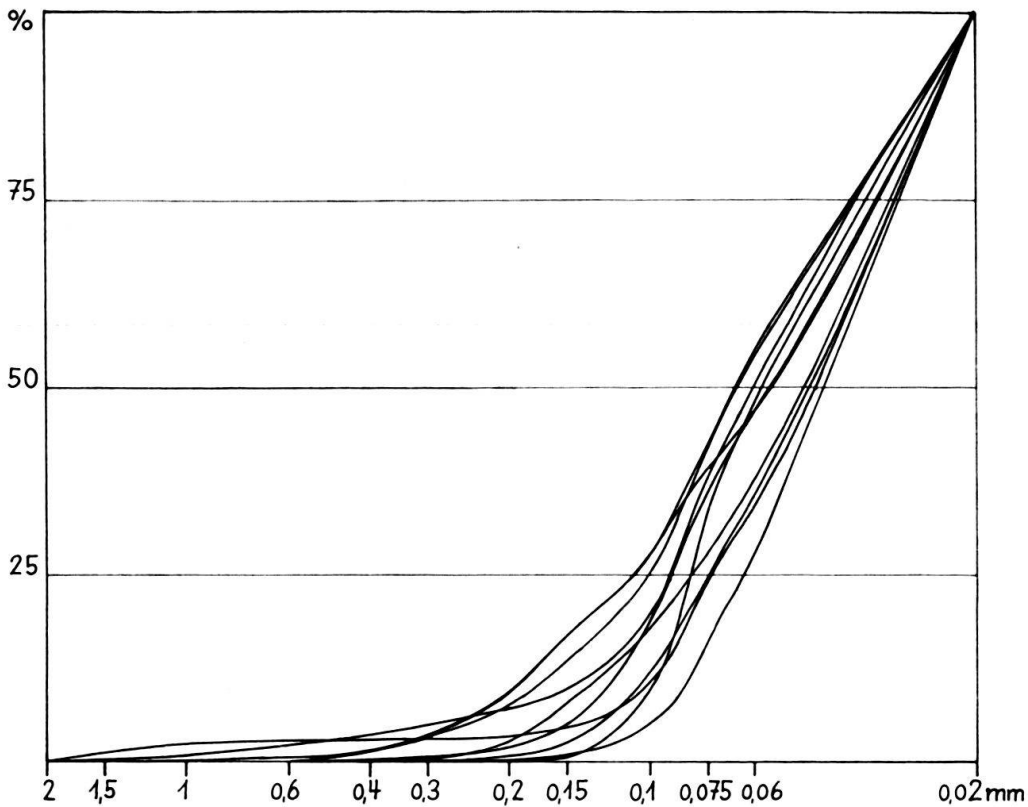


Fig. 11. Summenkurven des Typs Staubsande.

Sortierung aller Proben = 1 : 1, beim Typ feine Mittelsande schlecht : mittelmässig = 3 : 2 und beim Typ Staubsande schlecht : mittelmässig = 1 : 4.

In Fig. 12 sind Mittlere Korngrösse Md in logarithmischem Maßstab und Sortierung gegeneinander aufgetragen. Dabei treten deutlich zwei unterschiedliche Gruppen hervor: eine erste, welche den Typ der groben Mittelsande und eine zweite, welche den Typ der Staubsande und die feinsten Proben der feinen Mittelsande umfasst. Die erste ist besser sortiert als die zweite.

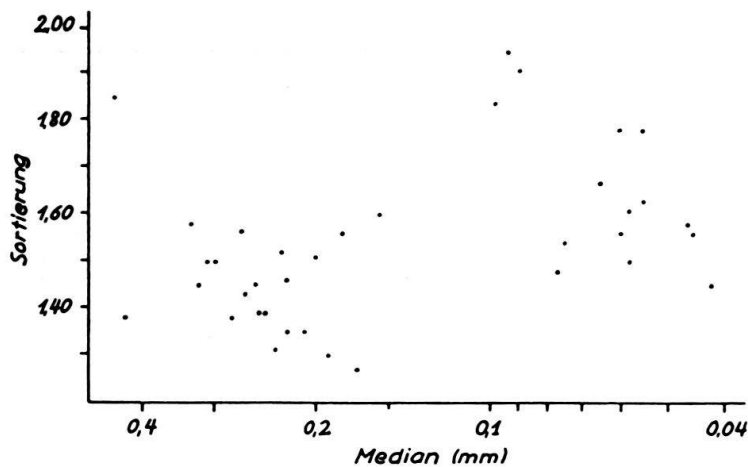


Fig. 12. Die Abhängigkeit der Sortierung von der mittleren Korngrösse (Median).

### C. Die Karbonatbestimmungen

Von sämtlichen Proben wurde der Calcit- und Dolomitgehalt komplexometrisch nach der von MÜLLER (1956) veröffentlichten Methode bestimmt. Pro Probe sind dabei zwei Titrationsen nötig, eine auf die Summe Ca+Mg, die andere auf Ca allein. Aus den erhaltenen Werten kann der Calcit- und Dolomitgehalt errechnet werden.

Dabei zeigte sich, dass der Karbonatgehalt der Gesamtprobe von der Mittleren Korngrösse des entkalkten Sandanteils abhängig ist (Fig. 13). Die groben Sande sind im allgemeinen karbonatärmer als die feinen Sande. Insbesondere fallen

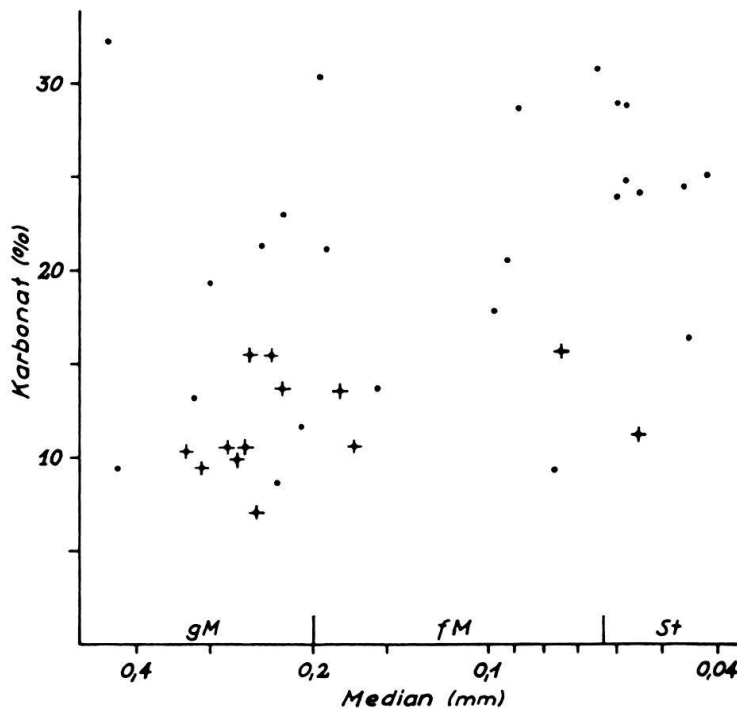


Fig. 13. Die Abhängigkeit des Karbonatgehaltes von der mittleren Korngrösse.  
+ Molasse. • Quartär.

die fast durchwegs gröbern Molasseproben (Grobe Mittelsandsteine) in ein Feld, dessen Obergrenze bei 16% Karbonat liegt. Die Staubsande zeigen die höchsten Werte (meist >20% Karbonat), während die feinen Mittelsande ziemlich streuen. Bei den groben Mittelsanden nehmen nur die Quartärsande höhere Werte als 16% Karbonat an. Unser diesbezügliches Resultat wird weiter zu verfolgen sein, da JENNY und DE QUERVAIN (1960, 1961) wie auch PORTMANN (1956) bei ihren Untersuchungen an schweizerischen Moränenablagerungen in der groben Fraktion einen höheren Karbonatgehalt fanden als in der feinen Fraktion.

Die in Fig. 14 dargestellte Beziehung zwischen dem Calcit/Dolomitverhältnis und dem Median des entkalkten Sandanteils deckt sich mit dem aus Fig. 13 hervorgehenden Resultat. Ferner kann aus der Fig. 14 entnommen werden, dass i. a. die Molassesandsteine verhältnismässig dolomitreicher sind als die meist feineren Quartärsande. Zum gleichen Ergebnis gelangte auch FÜCHTBAUER (1958), der ein Überwiegen des Calcitgehaltes in den feinkörnigen Proben feststellt.



Da der Karbonatgehalt und die Sortierung von der Mittleren Korngrösse abhängig sind, ist zu erwarten, dass auch eine Abhängigkeit des Karbonatgehaltes von der Sortierung besteht. Dass dies zutrifft, ist aus Fig. 15 ersichtlich, indem

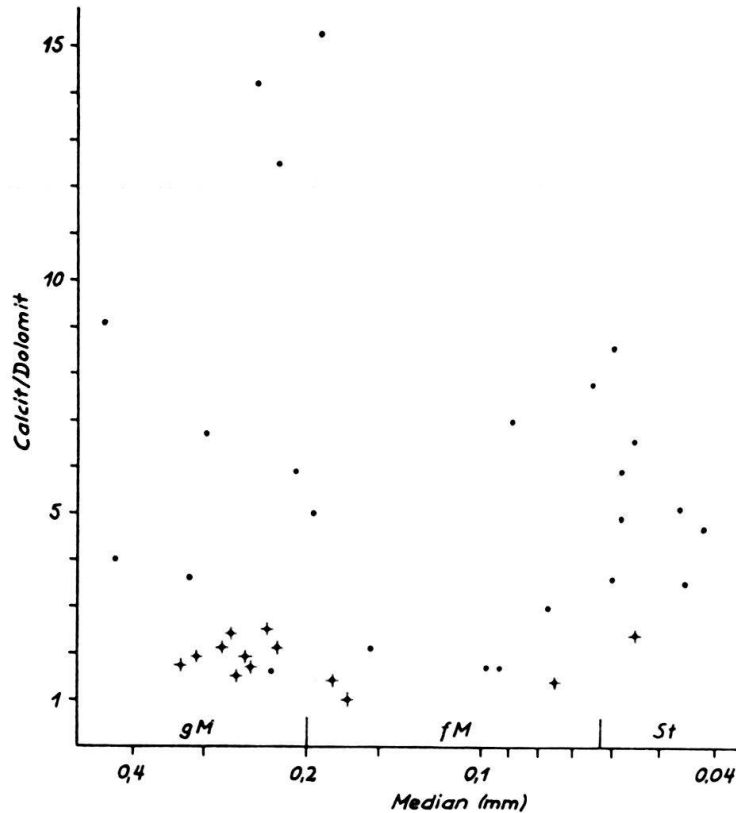


Fig. 14. Die Abhängigkeit des Calcit/Dolomitverhältnisses von der mittleren Korngrösse.

+ Molasse.      • Quartär.

der Karbonatgehalt mit abnehmender Sortierung zunimmt. Die besser sortierten Proben haben also einen niedrigeren Karbonatgehalt und umgekehrt.

#### D. Die Schwer- und Leichtmineraluntersuchungen

Wir verwenden im wesentlichen die Methode von FÜCHTBAUER (1954, 1958) und HOFMANN (1957)<sup>2)</sup>. Der für die Schwermineral- und Leichtmineralanalyse bereitgestellte Teil einer Probe (Probenteiler!) wird im Wasserbad bei ca. 70°C entkarbonatisiert. Aus dem karbonatfreien getrockneten Rückstand siebt man die für die *Schwermineraluntersuchung* gewünschte Fraktion 0,06–0,4 mm aus und trennt mit Bromoform im Scheidetrichter von 5 gr dieser Fraktion die Schwerminerale ab. Darauf werden sie getrocknet, gewogen und in Kanadabalsam eingebettet. In jedem Körnerpräparat haben wir 200 nicht opake Körner ohne Granat ausgezählt und sind damit methodisch von FÜCHTBAUER (1954, 1958) abgewichen, der 100 nicht opake Körner ohne Granat zählte. Der Granat wird infolge seiner Korn-

<sup>2)</sup> Den Herren Dr. H. FÜCHTBAUER, Gewerkschaft Elwerath-Hannover, und PD Dr. F. HOFMANN, Georg Fischer A.G., Schaffhausen, sind wir zu grossem Dank verpflichtet, konnte doch der eine von uns die Methoden dieser Herren in den Laboratorien von Hannover und von Schaffhausen persönlich kennen lernen.

größenabhängigkeit (v. Moos 1935) gesondert gezählt und auf die Summe aller nicht opaken Schwerminerale umgerechnet. Ferner wird der Gewichtsprozentanteil der Schwerminerale an der untersuchten Fraktion angegeben.

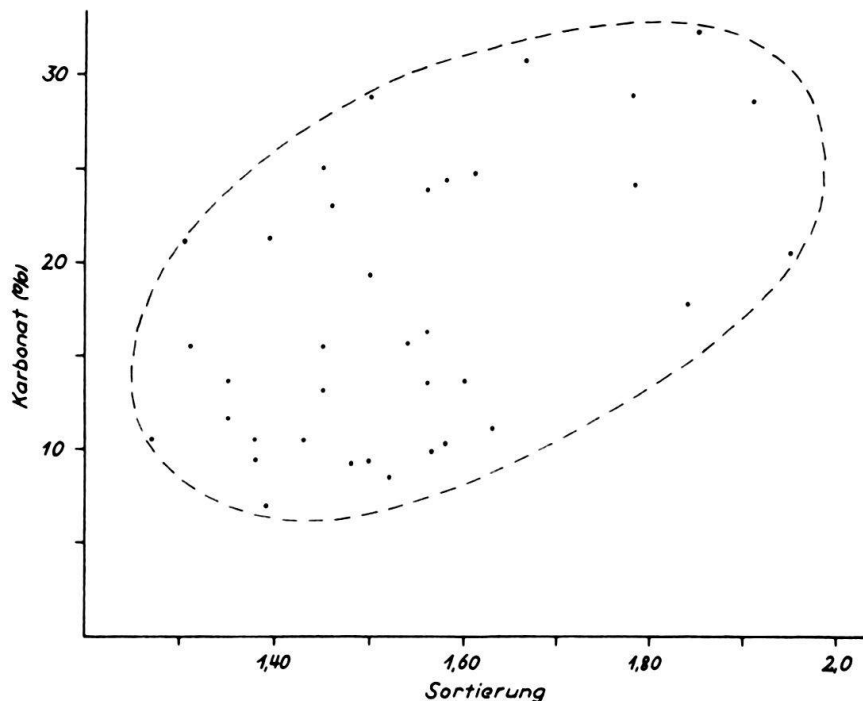


Fig. 15. Die Abhängigkeit des Karbonatgehaltes von der Sortierung.

Vorgängig der Auszählung wurden von einer grossen Probe (Nr. 49; ca. 25 kg) die Schwerminerale mit einem Schütteltisch angereichert und anschliessend in einem Scheidetrichter sauber abgetrennt. Auf einem Elektromagneten konnten 7 Fraktionen mit verschieden starkem Magnetismus gewonnen und aus ihnen relativ schnell die einzelnen Mineralarten herausgelesen werden. Fräulein PD Dr. E. JÄGER sprechen wir für die Erlaubnis zur Benutzung ihres Schütteltisches und Elektromagneten den besten Dank aus.

Folgende Schwerminerale wurden festgestellt:

Amphibole (Alkali amphibole, farblose, grüne und braune Hornblenden), Anatas, Apatit, Brookit, Chloritoid, Disthen, Epidotgruppe (Klinozoisit bis Pistazit), Granat, Rutil, Staurolith, Titanit (oft mit niedrigem Axenwinkel von ca. 25°), Turmalin, Zirkon und Zoisit.

Alle diese Mineralarten wurden einzeln in einem Testsatz zusammengestellt, der sich beim Anlernen unserer Laborantin auf Schwermineral-Auszählung hervorragend bewährte<sup>3)</sup>.

Von den abgetrennten Leichtmineralen wird die Fraktion 0,10–0,15 mm ausgesiebt (FÜCHTBAUER 1958 verwendet infolge anderer Siebgrenzen 0,09–0,15 mm) und davon 200 Körner in einem Öl ( $n = 1,54$ ) ausgezählt. Es hat sich als zweckmässig erwiesen, Quarz, frische Feldspäte meist  $n < 1,54$ ,  $\pm$  zersetzte Feldspäte meist  $n < 1,54$ , Glimmer und Gesteinsbruchstücke auszuzählen. In der Aufteilung der Feldspäte sind wir von FÜCHTBAUER (1958) abgewichen, worüber A. MATTER in einer späteren Publikation berichten wird.

<sup>3)</sup> Unserer Laborantin, Fräulein A. MARTENS, danken wir bestens für ihre Mitarbeit.

Die sehr zeitraubende Schwer- und Leichtmineralanalyse, die bisher in der Schweiz wenig positive Resultate lieferte, wurde in der Absicht ausgeführt, die Frage zu prüfen, ob sich mit der Zeit für die verschiedenen quartären Fluss- und Gletschergebiete typische Minerale oder Mineralassoziationen finden lassen. Damit würde es möglich, auch die feinkörnigen Sedimente (ohne Leitgerölle) herkunftsmässig einzustufen (Paläogeographie!).

Da uns zur Zeit vergleichbare Resultate aus anderen Vergletscherungsgebieten als demjenigen N Bern fehlen, liefern die Schwer- und Leichtmineraluntersuchungen im Augenblick noch wenig Resultate. Immerhin ist aber die Mineralzusammensetzung des Quartärs deutlich beeinflusst vom Untergrund, den der Gletscher überfahren hat. Die Untere Süsswassermolasse unterscheidet sich vom Quartär durch das fast vollständige Fehlen der Hornblenden (wenn sie in der Molasse auftritt, so nie über 1,5%), höheren Feldspat- und niedrigeren Quarzgehalt.

	Mittel aller Proben		Quartär mit aufgearbeiteten Molassebrocken Probe Nr.				
	Molasse	Quartär*)	38	14	13	17	42
Quarz	43%	54%	48%	46%	46%	46%	46%
Feldspat	45	36	44	43	43	47	40
Zers. Feldspat	6,5	4,5	1,5	5	4	5	10

Tabelle II. Übersicht der Quarz-Feldspat-Gehalte in Molasse und Quartär und der Einfluss der Molasseaufarbeitung auf das Quartär.

\*) Inkl. Proben aus Partien mit aufgearbeiteten Molassestücken.

Der direkte Beweis für die Abhängigkeit der Mineralzusammensetzung der quartären Sande vom Untergrund kann mit denjenigen Proben erbracht werden, die aus Sanden stammen, welche noch ganze Stücke von Molassemergel- oder -sandstein enthalten. Diese Abhängigkeit, die bei den Schwermineralen kaum erkennbar ist, wird bei den Leichtmineralen umso deutlicher. Die Werte der quartären Mischproben liegen zwischen denjenigen der Molasse und des normalen Quartärs (Tabelle II). Doch dürfte dieses «normale Quartär» auch bereits – nur weniger stark – mit Molassematerial vermischt sein. So sind die Resultate der Schwermineralanalysen allein (ohne Leichtmineralanalyse) von Molasse und Quartär wenig verschieden. Die Werte schwanken mit Ausnahme vereinzelter Proben nicht stark. Epidot überwiegt in allen Proben meist mit über 80% bis maximal 97%. Er wird gefolgt von Granat mit 3–19% und Apatit mit meist über 4% (Maximum 18,5%). Die restlichen Schwerminerale liegen immer nur mit wenigen % vor.

### E. Morphoskopische Quarzkornanalyse

#### a) Methodisches

Nach einer ersten Arbeit von E. v. BRAUN (Diss. 1953) wurden in der Schweiz keine Quarzkornanalysen mehr durchgeführt. E. v. BRAUN untersuchte zudem ausschliesslich Proben aus der subjurassischen Molasse an Beispielen aus dem

Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau. Da wir uns bewusst sind, dass der morphoskopischen Quarzkornanalyse, die in A. CAILLEUX & J. TRICART (1959) ausführlich beschrieben ist, einige Mängel anhaften, die auf die subjektive Beobachtungsgabe des jeweiligen Forschers zurückzuführen sind, verbrachte der eine von uns einen Studienaufenthalt im «Laboratoire de Géologie du S.P.C.N.» an der Universität von Paris. Wir möchten nicht verfehlen, auch an dieser Stelle den Herren Proff. B. BELLAIR und A. CAILLEUX, sowie Herrn BLONDEAU für die freundliche Aufnahme und methodische Anleitung wärmstens zu danken.

Bei unseren nachfolgend beschriebenen Arbeiten konnten wir uns nicht zum vornherein auf eine bestimmte Korngrösse beschränken (nach A. CAILLEUX sind Körner von 0,7 mm Länge oft am günstigsten). Wir trennten deshalb von der alle Minerale enthaltenden Siebfraction 0,15–0,6 mm die Quarzkörner ab mittels zweier im Labor hergestellten Lösungen (Bromoforn + Dekalin) von 2,63 bzw. 2,67 Dichte. Nach einer ersten Durchsicht der Quarzkörner unter dem Binokular mit 45° einfallendem Lichtstrahl der Punktlampe wurden je 75 Körner von 0,5–0,9 mm Länge untersucht. Hierbei zeigte es sich, dass wir uns auf die folgenden Korntypen beschränken konnten (siehe ausführlicher bei A. CAILLEUX & J. TRICART, 1959):

EL = «émoussés-luisants»:

Abgerundete bis runde Körner mit glänzender, polierter Oberfläche. Das Licht wird wie von einem Spiegel reflektiert, der Glühlampendraht ist oft sichtbar. Nach CAILLEUX u. a. typisch für marines Milieu.

RM = «ronds – mats»:

Abgerundete bis runde Körner mit matter Oberfläche (voller kleiner Schocknarben). In den untersuchten Proben fanden wir keine Körner der Untergruppe «ronds-mats sales», d. h. solche mit Resten von Sediment-Bindemittel, Eisenoxydüberzug usw. Deshalb sprechen wir im folgenden nur von RM, die ausschliesslich aus «ronds-mats propres» bestehen. Typisch für äolisches Milieu.

NU = «non – usés»:

Eckige Körner mit scharfen unbearbeiteten Kanten und glänzenden Flächen. Typisch für Ablagerungen von Lokalgletschern, kurzen Flüssen, rezenten Seen, kleinen Dünen usw.

b) *Resultate* (vgl. Tabelle III und Tabelle IV unten)

Sande der Unteren Süsswassermolasse

In den 13 untersuchten Proben (vgl. Tab. IV und Fig. 3) fanden wir keine bearbeiteten Körner. Es sind durchwegs eckige, zerbrochene Körner mit glänzenden Flächen, ein Indiz für das Fehlen jeglicher äolischer oder marin-aquatischer Bearbeitung. Dieses Resultat stimmt überein mit dem Befund der Untersuchungen v. BRAUN's, welcher bereits bestätigte, dass auch nach der morphoskopischen Quarzkornanalyse die Untere Süsswassermolasse als limnisch-lagunäres Sediment zu betrachten ist.

Quartärsande

Diese Sande ergeben wesentlich unterschiedlichere Resultate. Von den 20 untersuchten Proben (Staubsand, Feinmittelsand, Grobmittelsand, Sandfraktion aus Schotterlage, Grundmoränenlehm, blockige Moräne) zeigten die Körner aus

dem Grundmoränenlehm und der blockigen Moräne keine Spuren von Bearbeitung.

Über die Sandfraktion in Schottern (Probe 23) lässt sich noch wenig aussagen, da die untersuchte Probe lediglich bei 1% der Körner Bearbeitung aufweist und aus einem Schotter stammt, der direkt diskordant über der Unteren Süsswassermolasse abgelagert wurde (vgl. Fig. 3).

Die differenziertesten Resultate erhielten wir aus den Staub-, Feinmittel- und Grobmittelsanden und zwar aus jenen Lagen, die nicht an die Süsswassermolasse angrenzen und offensichtlich von deren Mineralbestand kaum beeinflusst wurden (keine Aufarbeitung der USM). Dies zeigen am schönsten die Proben 50, 51, 2, 3 am östlichen Ende des Profils in Fig. 3 und dann 44, 45, 46, 47 aus dem in Fig. 5 abgebildeten Aufschluss, der über dem östlichen Ende des Verteilerkanals liegt. Unsere bisherigen morphoskopischen Untersuchungen reichen nicht aus, um die Frage zu entscheiden, ob zur Quartärzeit im Bereich unseres Mittellandes das notwendige Milieu und genügend Zeit zur Verfügung standen, um die Quarzkörner zu bearbeiten. Eine schwache Abrundung und Mattierung scheint uns denkbar. In diese Richtung weisen auch die Untersuchungsergebnisse von GOUDA (1962), der matt glänzende, schlecht gerundete Quarzkörner in vielen Proben der Nordschweiz fand, die allerdings aus dem Löss stammen.

Unter den bearbeiteten RM haben wir aber meist gut gerundete Typen festgestellt. Wir halten es für wahrscheinlich, dass es sich bei den gut sortierten Sanden mit einem hohen Prozentsatz von EL und RM um erodiertes und wieder aufgearbeitetes Material einer marinen Molassestufe handelt. Damit würden wir auch die EL, die stets reichlicher vorhanden sind als die RM, erklären können.

E. v. BRAUN'S Untersuchungen ergaben in allen marinen Proben aus der subjurassischen Molasse eine grosse Zahl von EL und RM, wobei die EL bis 10 : 1 dominieren. In unseren wenigen Untersuchungen an burdigalem Sandstein der Ostermundigen-Steinbrüche (GERBER, 1927) fanden wir dagegen in einer Probe kaum ein deutliches Anzeichen einer Bearbeitung, höchstens eine schwache Abrundung der Kanten an einigen % der Körner. Eine zweite Probe wies immerhin gut abgerundete Körner von 10–15% auf, wobei die EL gegenüber den RM deutlich überwiegen.

Nr.	EL	RM	NU	
23.	0	1	99 Q;	aus Schotterlage
3.	4	10	86 Q;	aus völlig unsort. Ablag. m. allen Fraktionen
45.	13	7	80 Q;	mittels. kalkiger Sand, gut sortiert
47.	9	6	85 Q;	feins. toniger Kalksand, mittelm. sortiert
26.	0	0	100 M;	feinmittels., kalkig-toniger Sand, mittelm. sort.
31.	0	0	100 M;	grobmittels. kalkiger Sand, gut sortiert
35.	0	0	100 M;	grobmittels. kalk. Sand, mittelm. sortiert

Tabelle III. Einige typische Resultate der morphoskopischen Quarzkornanalyse.

Q = Quartär      M = Untere Süsswassermolasse      Quarzkörner mit 0,5–0,9 mm Länge.

## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die neuen Aufschlüsse bei der Neubrügg liessen eine alte Rinne im Molassesockel erkennen, die von quartären Lockergesteinen erfüllt ist, welche nach der Auffassung von GERBER (1927) als *Rissmoräne* zu bezeichnen sind. Sie werden von der mächtigen Masse der teilweise verfestigten Karlsruheschotter überlagert.

Die Untersuchung des *Polleninhaltes* der quartären Bildungen durch Herrn Prof. M. WELTEN ergibt ein kühl-montanes Klima zur Zeit der Sedimentation dieser Gesteine. Die Pollenanalyse erlaubt aber keine genaue Datierung. Immerhin spricht die Anwesenheit der Buche dafür, dass es sich nicht um Bildungen eines Würm-Interstadials handelt, so dass spätestens ein Endstadium des Eem-Interglazials in Frage kommt. Damit deckt sich auch die von Herrn Prof. Dr. H. OESCHGER an einem Stück Holz durchgeführte  $C_{14}$ -Bestimmung, die ein höheres Alter als 40 000 Jahre ergab.

Aus den Fossilfunden, die in den überlagernden Karlsruheschottern gemacht wurden, schliesst GERBER (1953) – allerdings ohne völlig eindeutige Leitfossilien – auf ein risseiszeitliches Alter. Die durch die Pollenanalyse belegte Übergangsphase lässt die Wahl zwischen einer Übergangsphase zu einer Kaltzeit oder aus einer solchen heraus. In Übereinstimmung mit den paläontologischen Befunden kann die Entstehung der untersuchten Moränenbildungen mit einiger Wahrscheinlichkeit in die ausgehende Risseiszeit gelegt werden.

Die quartären Lockergesteine und die Sandsteine des Molassesockels wurden in unserem Laboratorium auf die Korngrößenverteilung, den Calcit- und Dolomitgehalt, sowie auf den Schwer- und Leichtmineralbestand und die Beschaffenheit der Quarzkörner (morphoskopische Quarzkornanalyse) untersucht. Alle Analysendaten sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Die Korngrössenanalyse lässt drei verschiedene Summenkurvenscharen erkennen: Typ grobe Mittelsande (Fig. 9), Typ feine Mittelsande (Fig. 10) und Typ Staubsande (Fig. 11). Die groben Mittelsande bestehen hauptsächlich aus Molassesandsteinen. Die drei Typen unterscheiden sich in ihrem Kurvenverlauf (Fig. 8) und ihrer Sortierung, welche bei den gröbern Sanden deutlich besser ist als bei den feinen (Fig. 12).

Die komplexometrischen Calcit- und Dolomitbestimmungen zeigten, dass die fast durchwegs gröbern Molassesandsteine dolomitreicher sind als die meist feinen Quartärsande (Fig. 14). Betrachtet man den Gesamtkarbonatgehalt, so erweisen sich die groben Sande (meist Molassesandsteine) i. a. karbonatärmer als die feinen (Fig. 13). Ausserdem nimmt der Karbonatgehalt mit abnehmendem Sortierungsgrad zu (Fig. 15).

Die Schwermineralvergesellschaftung ist wegen des ausserordentlich hohen Epidotgehaltes aller Proben, der eine grössere Variation der übrigen vorhandenen Mineralarten nicht erkennen lässt, ziemlich konstant, so dass die Schwermineralanalyse allein im vorliegenden Fall wenige Resultate liefert.

Durch die Kombination von Schwer- und Leichtmineralanalyse (Tabelle IV) können Untere Süsswassermolasse und Quartär deutlich unterschieden werden, wobei sich erstere durch Fehlen der Hornblende, niedrigeren Quarz- und höheren Feldspatgehalt vom Quartär abhebt. Besonders schön lässt sich der

Tabelle IV: Zusammenstellung

Probe-Nr.	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12
% Sanlanteil	33,9	59,9	48,0	66,9	63,1	47,4		62,9	63,7		64,9
% Tonanteil	42,7	7,8	21,1	9,9	12,6	23,6		11,0	11,5		9,5
% Karbonat	24,2	32,3	30,4	22,8	23,9	28,7	16,8	24,8	24,4	18,2	25,1
% Dolemit	3,2	3,2	5,1	3,3	5,2	3,6	2,8	4,2	4,0	2,2	4,4
% Calcit	21,0	29,1	25,3	19,5	18,7	25,1	14,0	20,6	20,4	16,0	20,7
Calc./Dol.	6,56	9,09	4,96	5,91	3,60	6,97	5,00	4,90	5,10	7,27	4,70
Nomenklatur FÜCHTIAUER <sup>1)</sup>	kST	KS	tKS	KS	ktS	tKS		ktS	ktS		KS
Md	0,055	0,450	0,195	0,058	0,060	0,089		0,058	0,046		0,042
Q 3	0,105	0,750	0,630	0,081	0,090	0,164		0,080	0,075		0,061
Q 1	0,033	0,220	0,072	0,036	0,037	0,045		0,031	0,030		0,029
So	1,783	1,850	2,958	1,500	1,559	1,908		1,606	1,581		1,449
Sort. grad <sup>2)</sup>	s	s	ss	m	m	s		m	m		m
QD $\emptyset$	0,86	0,87	1,55	0,57	0,63	0,94		0,68	0,65		0,54
Hé	0,72	0,75	1,55	0,46	0,57	0,85		0,63	0,61		0,52
Gew. %	1,2	1,9	1,0	1,3	0,9	1,2	1,6	1,2	0,9	1,5	0,5
Granat	18	5	12	11	12	4	9	11	10	3	9
Epidot	88	84,5	90	85	89	80	84	86	89	90	88
Apatit	5	4	5	5	5	4	8	5	7	4	6
Turmalin	1	4	1	1	3	5	3	3	1	1	1
Zirkon	3	3	+	4	+	6	2	1	0	1	3
Hornblende	3	4	4	5	3	5	2	4	2	3	2
Rutil	+	0	+	0	+	+	0	0	0	0	0
Staurolith	0	0	0	0	+	0	1	0	0	1	0
Disthen	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Titanit	+	+	0	+	+	+	0	0	0	0	0
Chloritid	0	0,5	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Übrige	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quarz	60	65,5	60	62	59,5	58	49	62,5	57,5	54,5	62
Feldspat	33	26,5	27	34	35	36	42,5	29,5	33,5	37,5	31
Glimme	0	0	0	1	0,5	0	0	0,5	1	0	1,5
Zersetzte Feldspäte	4,5	3	6,5	1,5	2,5	2	3	3,5	4	5	2,5
Gesteinbruchstücke	2,5	5	5,5	1,5	2,5	4	5,5	4	4	3	3
EL	1	7	4		0	0		0	0		0
RM	0	4	10		0	0		0	0		0
NU	99	89	86		100	100		100	100		100

1) Vgl. Figur 6 und Text Seite 127.

2) Vgl. Tabelle I, Seite 129.

## der Untersuchungsergebnisse

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
44,8				72,7	39,2	76,0	27,6	44,6	40,4	80,0	75,5	23,2	70,8
36,8				13,0	48,0	14,4	55,7	34,0	27,2	5,6	8,7	56,0	13,3
17,8	13,9	19,8	18,5	13,7	11,2	9,3	16,3	20,6	32,4	13,2	15,5	20,8	15,7
6,6	3,0	2,8	4,0	4,4	3,3	2,3	3,6	7,6	6,1	2,9	5,4	17,0	6,5
11,2	10,9	17,0	14,5	9,3	7,9	7,0	12,7	13,0	26,3	10,3	10,1	3,8	9,2
1,70	3,63	6,07	3,63	2,11	2,39	3,04	3,53	1,71	4,31	3,55	1,87	0,22	1,42
kTS				ktS	kST	tS	kST	kTS	SMgl	kS	kS	ksT	ktS
0,098				0,155	0,055	0,077	0,045	0,093		0,320	0,255		0,075
0,160				0,230	0,088	0,097	0,073	0,175		0,450	0,370		0,100
0,047				0,090	0,033	0,044	0,030	0,046		0,215	0,175		0,042
1,844				1,597	1,631	1,483	1,559	1,949		1,446	1,453		1,543
s				m	m	m	m	s		m	m		m
0,89				0,69	0,70	0,57	0,63	0,96		0,53	0,54		0,64
0,72				0,59	0,65	0,35	0,59	0,94		0,50	0,53		0,42
0,8	1,4	1,6	1,4	0,7	0,8	1,0	0,3	0,9		1,1	0,7		1,5
17	14,5	6	8	17	17	17	13	3		4	17,5		11
90,5	85	91,5	87,5	82,5	70	79	71,5	92,5		96	90,5		76,5
5,5	9	3,5	6,5	12	18,5	12	16,5	6		1,5	6		13,5
0,5	1	1	2,5	1,5	7	5	7	0,5		1	0,5		1,5
1,5	2	1	0,5	1,5	1	0,5	0,5	0		0,5	2,5		1,5
1	0	0,5	1	0,5	0,5	0	0	0		0,5	0		0
0	0	0,5	0	0	0	0	0	0		0	0		0
0	0,5	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0
0	2	2	2	2	3	3,5	4,5	1		0,5	0,5		7
1	0,5	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0
45,5	46	52	52	45,5	47,5	46,5	25	39		49,5	32,5		48
42,5	42,5	39,5	38	46,5	39,5	46	48,5	51		40	49		37,5
4	1	0	1,5	0,5	4	1,5	9,5	3,5		0,5	2		11
4	5	6	5	4,5	5,5	4	10	4		4,5	14		2
3,5	5,5	2,5	3,5	3	3,5	2	6,5	2		5,5	2,5		1
4				3	0	0		0		0	0		0
0				1	0	0		0		1	0		0
96				96	100	100		100		99	100		100



Tabelle IV

Probe-Nr.	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
% Sandanteil	82,6	84,4		80,5	84,1	35,7	84,3	83,1	85,5		84,3
% Tonanteil	6,5	5,0		5,6	5,1	54,2	5,5	6,0	4,8		6,0
% Karbonat	10,6	10,3	24,9	13,7	10,5	10,1	9,9	10,5	9,4		9,4
% Dolomit	5,2	3,8	4,1	4,4	3,4	9,4	2,9	4,2	3,2		1,9
% Calcit	5,4	6,5	20,8	9,3	7,1	0,7	7,0	6,3	6,2		7,5
Calc./Dol.	1,04	1,71	5,07	2,11	2,09	0,07	2,41	1,50	1,94		3,95
Nomenklatur FÜCHTBAUER <sup>1)</sup>	kS	kS		kS	kS	tMgl	S	kS	S		S
Md	0,170	0,330		0,225	0,280		0,270	0,265	0,310	0,201	0,430
Q 3	0,210	0,490		0,300	0,380		0,380	0,370	0,440	0,295	0,580
Q 1	0,130	0,195		0,165	0,200		0,155	0,180	0,195	0,130	0,305
So	1,269	1,584		1,346	1,378		1,565	1,432	1,500	1,506	1,378
Sort. grad <sup>2)</sup>	g	m		g	g		m	m	m	m	g
QD Ø	0,35	0,68		0,42	0,48		0,55	0,52	0,59	0,59	0,45
Hé	0,29	0,54		0,41	0,45		0,46	0,45	0,52	0,52	0,42
Gew. %	0,9	0,7	1,3	1,3	0,6		1,0	1,3	1,0	0,3	0,9
Granat	9	12	5,5	14	5,5		19	14,5	15,5	7	7,5
Epidot	85	91,5	91,5	89,5	96		88,5	91,5	88,5	94,5	87,5
Apatit	10,5	3	4	3	0,5		6	2	4	1,5	9,5
Turmalin	0,5	1	0,5	0	0,5		1,5	0,5	2	1	0
Zirkon	1	0,5	1	2,5	2,5		1,5	1	3,5	0,5	1
Hornblende	0,5	1,5	1,5	0	0		0	0,5	0	0	0
Rutil	0	0	0,5	0	0		0	0	0	0	0
Staurolith	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Disthen	0	0	0	0	0		0	0,5	0	0	0
Titanit	2	2	1	5	0,5		2	4	1,5	2,5	2
Chloritoid	0	0,5	0	0	0		0,5	0	0	0	0
Übrige	0	0	0	0	0		0	0	0,5	0	0
Quarz	49,5	53	49,5	40	31		46,5	46	40,5	34	48
Feldspat	40	43	31,5	45	50		44	46,5	44,5	51,5	44
Glimmer	1,5	0	0	1	1,5		1	1,5	0	0	2,5
Zersetzte Feldspäte	6	2,5	10	12	12,5		6	2,5	11,5	12	1,5
Gesteinsbruchstücke	3	1,5	9	2	5		2,5	3,5	3	2	4
EL	0	0		0	0			0	0	0	0
RM	0	0		0	0			0	0	0	0
NU	100	100		100	100			100	100	100	100

1) Vgl. Figur 6 und Text Seite 127.

2) Vgl. Tabelle I, Seite 129.

(Fortsetzung)

39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	51	52
54,1	77,9	20,0	83,4	87,1	73,7	73,2	71,8	44,7		74,6	32,1	84,4
31,8	6,3	47,3	6,5	5,6	4,9	5,4	5,0	24,1		6,1	39,0	3,9
13,6	15,5	32,7	8,6	7,0	21,2	21,3	23,0	30,8	37,5	19,3	28,9	11,7
5,6	4,4	8,7	3,3	2,6	1,3	1,4	1,7	3,5	1,9	2,5	3,0	1,7
8,0	11,1	24,0	5,3	4,4	19,9	19,9	21,3	27,3	35,6	16,8	25,9	10,0
1,43	2,52	2,86	1,61	1,69	15,31	14,21	12,53	7,80	18,74	6,72	8,63	5,80
kTS	kS	stMgl	S	S	kS	kS	kS	tKS		kS	SMgl	kS
0,180	0,235		0,230	0,250	0,190	0,245	0,225	0,065		0,300	0,060	0,210
0,255	0,300		0,350	0,340	0,255	0,330	0,320	0,100		0,430	0,108	0,290
0,105	0,175		0,150	0,175	0,150	0,170	0,150	0,036		0,190	0,034	0,160
1,558	1,308		1,520	1,393	1,304	1,393	1,459	1,666		1,500	1,780	1,350
m	g		m	g	g	g	m	m		m	s	g
0,87	0,39		0,61	0,47	0,37	0,49	0,54	0,74		0,59	0,81	0,43
0,49	0,36		0,58	0,45	0,37	0,43	0,49	0,64		0,50	0,78	0,41
0,7	1,5		1,0	0,2	1,4	1,3	1,3	1,2	1,6	1,9	0,6	1,0
7	9		9,5	10,5	9	8,3	19	5	9,5	10	4,5	9,5
96,5	95		91,5	97	85,5	94,5	90	85,5	86,5	92,5	88,5	90,5
1	2		4,5	0	4	1,5	1,5	4	5	2	4	2
0,5	0		1,5	0	2	1	1,5	1,5	1,5	0,5	1,5	1,5
0,5	1,5		0	0	3	0,5	2	3	2,5	+	0,5	1
0	0		0	0	4,5	2	1,5	4	1,5	3	4	1
0	0,5		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0		0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0		2,5	0,5	0,5	0,5	3	2	3	0,5	1	4
0	0		0	2	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0
+	0		0	0,5	0	0	0	0	0	0	+	0
46,5	45		46	39	54	62	66	61	67	56,5	51	50
46	48		40	52,5	28,5	23,5	26,5	30	23,5	35,5	40,5	44
0,5	1		2	1	1	1	0,5	1	0	1,5	1	0
2,5	2		10	2	6,5	9,5	4	4,5	3	3	3,5	3
4,5	4		2	5,5	10	4	3	3,5	6,5	3,5	4	4
0	0			0	8	13	5	9		8	9	0
0	0			0	1	7	2	6		4	1	0
100	100		100	91	80	93	85			88	90	100

Einfluss der vom Gletscher überfahrenen Molasse auf die Mineralzusammensetzung des Quartärs nachweisen (Tabelle II). Es zeigt sich, dass die Grundmoränen- und leicht verschwemmten Moränenablagerungen, welche die Molasse direkt überlagern (Fig. 3), noch stark von der Mineralzusammensetzung der Unteren Süßwassermolasse beeinflusst sind. In den hangenden, torrentiell geschütteten Sanden (Fig. 4 und 5) ist ein solcher Einfluss durch den direkt unterlagernden Molassesockel nicht mehr feststellbar. – Bei unseren weiteren Arbeiten hoffen wir aus der Kombination von Schwer- und Leichtmineralanalysen Indizien zu erhalten zur Unterscheidung und Abgrenzung der Ablagerungen verschiedener Gletschergebiete.

Zum selben Ergebnis führt auch die morphoskopische Quarzkornanalyse, die gezeigt hat, dass die Quarzkörner der Unteren Süßwassermolasse und der verschiedenen Moränen keine Bearbeitung aufweisen. Demgegenüber lassen die Quarzkörner aus den torrentiell geschütteten Sanden im Hangenden (Fig. 4) eine deutliche Bearbeitung erkennen. Wir vermuten, dass diese Quarzkörner ihre Bearbeitung nicht während des wohl kurzen Transportweges in der Quartärzeit erhalten haben, sondern aus der Oberen Meeresmolasse stammen, aus welcher sie in ihrem jetzigen Bearbeitungsgrad im Quartär erodiert und umgelagert wurden.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BACHMANN, I. (1873): *Der Boden von Bern*. Prüfungsprogramm der Berner Kantonsschule.
- BECK, P. (1938): *Bericht über die ausserordentliche Frühjahrsversammlung der Schweiz. Geol. Ges. in Thun* *Eclogae geol. Helv.* 31/1; 193–194.
- BECK, P., & RUTSCH, R. F. (1958): *Erläuterungen zum geol. Atlasblatt 21 (1:25000) Münsingen-Konolfingen-Gerzensee-Heimberg*. Schweiz. Geol. Komm.
- BERNSTEIN, K. H. (1961): *Zum Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat*. *Zeitschr. f. angew. Geologie* 7/9; 469–472.
- VON BRAUN, E. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau*. *Eclogae geol. Helv.* 46/2; 143–170.
- CAILLEUX, A., & TRICART, J. (1959): *Initiation à l'étude des sables et des galets*. Tome I. C. D. U. Paris.
- EMILIANI, C., & GEISS, J. (1957): *On Glaciations and their Causes*. *Geol. Rundschau* 46/2; 576–601.
- FÜCHTBAUER, H. (1954): *Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse*. *Heidelberger Beitr. zur Min. u. Petrogr.* 4/1; 26–53.
- (1958): *Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandsmolasse*. *Eclogae geol. Helv.* 51/3; 928–941.
- (1959): *Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine*. *Erdöl und Kohle* 12; 605–613.
- GERBER, E. (1927): *Geologische Karte von Bern und Umgebung, 1:25000*. Kümmerly & Frey, Bern.
- (1950): *Erläuterungen zum geol. Atlasblatt 22 (1:25000) Fraubrunnen-Wynigen-Hindelbank-Burgdorf*. Schweiz. Geol. Komm.
- (1952): *Über Reste des eiszeitlichen Wollnashorns aus dem Diluvium des bernischen Mittelandes*. *Mitt. Natf. Ges. Bern (N. F.)* 9.
- (1953): *Über die Säugetiere aus den Karlsruhe-Schottern bei Bern*. *Eclogae geol. Helv.* 46/2; 298–300.
- GOUDA, G. H. (1962): *Untersuchungen an Lössen der Nordschweiz*. *Geographica Helvetica*, Heft 3.
- HANTKE, R. (1959): *Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter*. *Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich* 104; 1–47.
- HOFMANN, F. (1955): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz*. *Eclogae geol. Helv.* 48/1; 99–124.

- (1957): *Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz*. Eclogae geol. Helv. 50/2; 289–322.
- JAYET, A. (1958): *Remarques sur la composition, la structure, les déformations mécaniques des moraines glaciaires pléistocènes et actuelles*. Eclogae geol. Helv. 51/2; 341–354.
- JENNY, F., & DE QUERVAIN, F. (1960): *Untersuchungen von Kalk- und Dolomitgehalt an Sanden quartärer Ablagerungen der Nordostschweiz*. 1. Teil und 2. Teil. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 40/1; 55–67, und 41/2; 471–480.
- KRUMBEIN, W. C., & PETTIJOHN, F. J. (1938): *Manual of Sedimentary Petrography*, Appleton-Century-Crofts, New York.
- LEMCKE, K., v. ENGELHARDT, W., & FÜCHTBAUER, H. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes*. Beitr. Geol. Jb. 11.
- L. I. G. U. S. (1958): *Méthode améliorée pour l'étude des sables*. Rev. Géomorphologie Dyn. 9, No. 3–4; 43–54.
- VON MOOS, A. (1935): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen*. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 15/2; 169–265.
- MÜLLER, G. (1956): *Die Schnellbestimmung des  $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ -Anteils in karbonatischen tonarmen Gesteinen mit dem Dinatriumsalz der Aethylendiamintetraessigsäure (AeDTE) – ein wichtiges Hilfsmittel für die Geologie*. N. Jb. Geol. u. Pal., Mh.; 330–344.
- NUSSBAUM, F. (1934): *Ältere und jüngere Diluvialschotter bei Bern*. Eclogae geol. Helv. 27/2; 352–368.
- PORTMANN, J.-P. (1956): *Les méthodes d'étude pétrographique des dépôts glaciaires*. Geol. Rundschau 45/2; 411–454.
- (1956): *Pétrographie des moraines du glacier würmien du Rhône dans la région des lacs subjurassiens (Suisse)*. Bull. Soc. Neuchâteloise Géographie 6/5; 13–55.

