

# Petrographische Ergebnisse

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **57 (1964)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.09.2024**

## **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.

### 2.2.5.2. Obere Süßwassermolasse («OSM»)

Im Bodenseegebiet und östlich davon entstand noch in der OMM (HOFMANN, 1957) eine Schwelle mit Südwest-Nordost-Erstreckung, auf welcher sich in der Folgezeit (Süßbrackwassermolasse, LEMCKE u. Mitarb., 1953) der terrestrische Krustenkalk des «Albsteins» bildete. Sie gliederte im Norden die schmale «Graupensandrinne» ab, in welcher sich eine nach Westen gerichtete, fluviatile Schüttung herausbildete. In der gleichen Richtung entwickelte sich im Torton das mächtige, bis ins Pont hinein wirksame Flußsystem der OSM, welches das gesamte Molassebecken überzog und im Osten überwiegend aus Geröllen (BLISSENBACH, 1957), im Bodenseegebiet bereits nur noch aus «Glimmersanden» (HOFMANN, 1955) bestand. Dabei blieben nach LEMCKE u. Mitarb. (1953), FÜCHTBAUER (1954 und 1955) und HOFMANN (1957 und 1960) die Schüttungen der OMM in nur wenig veränderter Zusammensetzung weiter wirksam, jedoch reichten die Südschüttungen, die durch Granat, Zirkon, Apatit und Staurolith charakterisierte Bodenseeschüttung (HOFMANN 1957) und die durch Granat, Staurolith und Apatit charakterisierte Hochgratschüttung (LEMCKE u. Mitarb., 1953), wesentlich weiter nach Norden.

Zu dieser Zeit gab es nicht nur im Hegau, sondern auch an verschiedenen Stellen des Molassebeckens vulkanische Tufferuptionen (z. B. BÜCHI & HOFMANN, 1945, LEMCKE u. Mitarb., 1953, S. 73).

## 3. Petrographische Ergebnisse

### 3.1. Korngröße, Karbonatgehalt, Porosität und Diagenese

#### 3.1.1. Ampfinger Sandstein

Der unteroligozäne Ampfinger Sandstein ist ein mittel- bis grobkörniger, feldspatführender Sandstein mit calcitischen Fossiltrümmern. Wie bereits im Kapitel 2.2.1.2. erwähnt wurde, ist er von der unmittelbar nordöstlich gelegenen Landshut-Neuöttinger Schwelle (s. z. B. Fig. 14) herzuleiten. Der Transportweg war dabei

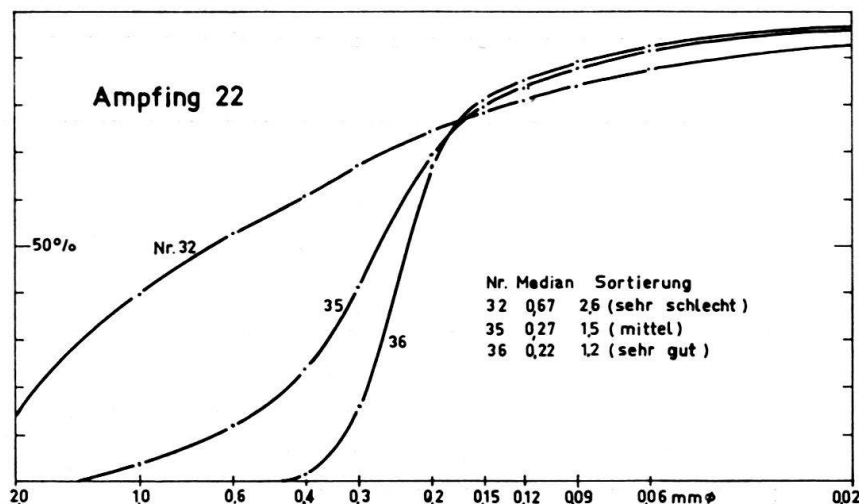


Fig. 15. *Ampfinger Sandstein*; drei Summenlinien. Die feineren Proben lassen sich aus der gröberen durch Transportauslese ableiten.

nur kurz. Vermutlich ist die Sortierung aus diesem Grunde meist sehr schlecht. Einzelne gut sortierte Lagen lassen sich, wie Fig. 15 zeigt, durch Transportauslese aus den schlecht sortierten (Nr. 32, 35) ableiten. Die Korngrößen-Teilbereiche sind, soweit dies makroskopisch zu beurteilen ist, so gross, dass die analysierten Proben jeweils nur aus Einzelteilbereichen stammen (WALGER, 1961 b).

Die Fossiltrümmer (Lithothamniien, Foraminiferen, Muscheln) sind grossenteils durch Umkristallisation zu Porenzement geworden (Fig. 16). So ist es verständlich, dass der Kalkgehalt Porosität und Durchlässigkeit bestimmt, wie es Fig. 17 zeigt. Im allgemeinen sind die Fossiltrümmer nicht gleichmässig verteilt, sondern lagenweise angereichert.

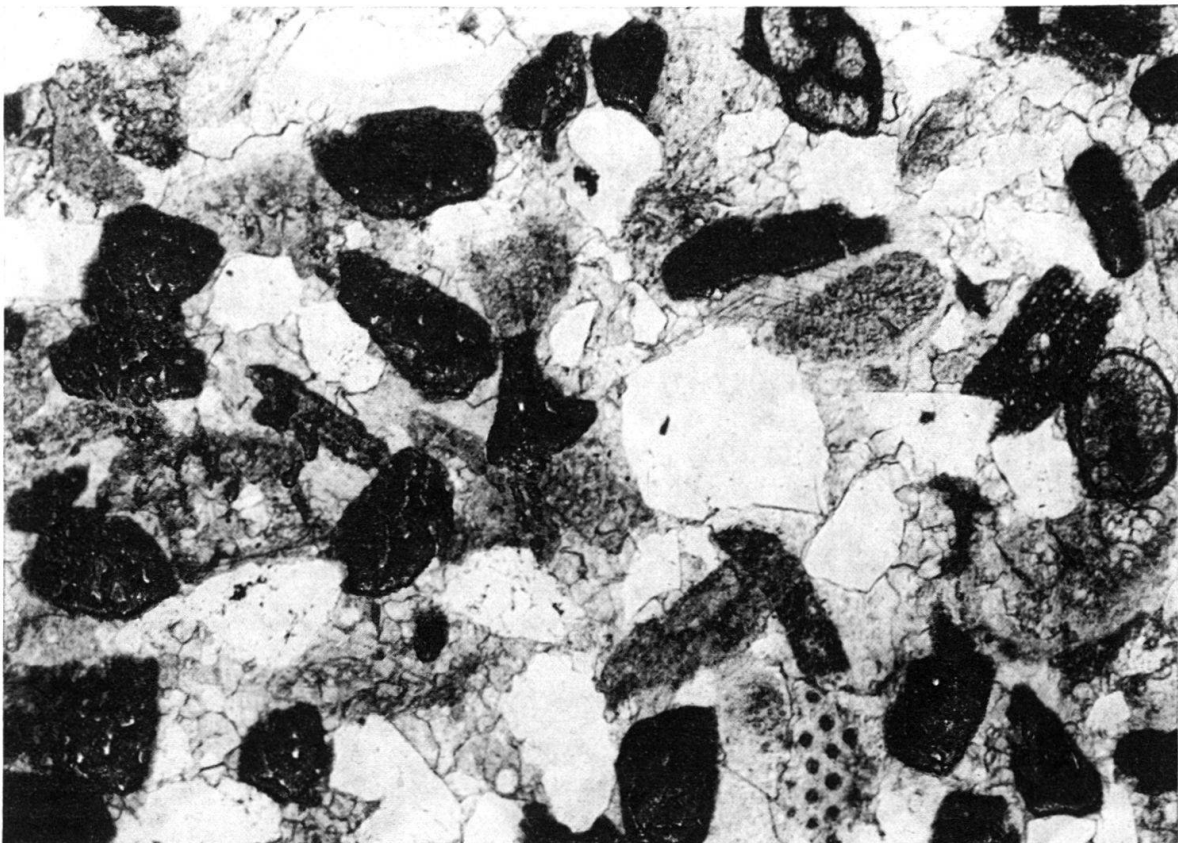


Fig. 16. *Ampfing Sandstein*. DS 2813. Hell = Quarz und Feldspat; grau = Calcitcement mit Echinodermen, Bryozoen und Foraminiferen (z.T. schwarze Kammerwände). Schwarz: Lithothamnienschutt. (Schmalseite = 1,7 mm).

### 3.1.2. Bausteinschichten

Die Molassesandsteine mit vorwiegend sedimentären Liefergebieten, zu denen die Bausteinschichten zählen, sind durch einen hohen Karbonatgehalt charakterisiert. Dieser setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen:

1. Ein Kalkanteil, welcher mit ansteigendem Tongehalt zunimmt und demnach in pelitischer Form eingelagert wurde (Fig. 7, rechte Seite, vor allem unterhalb von 0,1 mm). Er ist zum grossen Teil zu Porenzement sammelkristallisiert, gelegentlich jedoch in Form von kryptokristallinen (< 0,01 mm) Schmitzen erhalten.

2. Eine Kalkarenitkomponente, welche zum Teil kryptokristallin ist, zum Teil aus Fossilkalken und Fossilbruchstücken besteht (Fig. 18). Unter letzteren finden sich hauptsächlich Foraminiferen (darunter vermutlich planktonische), daneben Bivalven, Echinodermen, ?Bryozoen, ?Ostracoden und ?Lithothamnien. Die Tatsache, dass sich diese marinen Fossiltrümmer auch in der Unteren Süsswassermolasse finden (z. B. in den Proben 156, 158, 159, 183), sowie das Auftreten grösserer, fossilführender Kalkbruchstücke in den gröberen Sandsteinen, sprechen für Umlagerung aus älteren Sedimenten. Sehr ähnliche Fossilformen fanden sich in den Flysch-Sandkalken, welche als Gerölle in der Molasse auftreten, so dass die seit langem er-

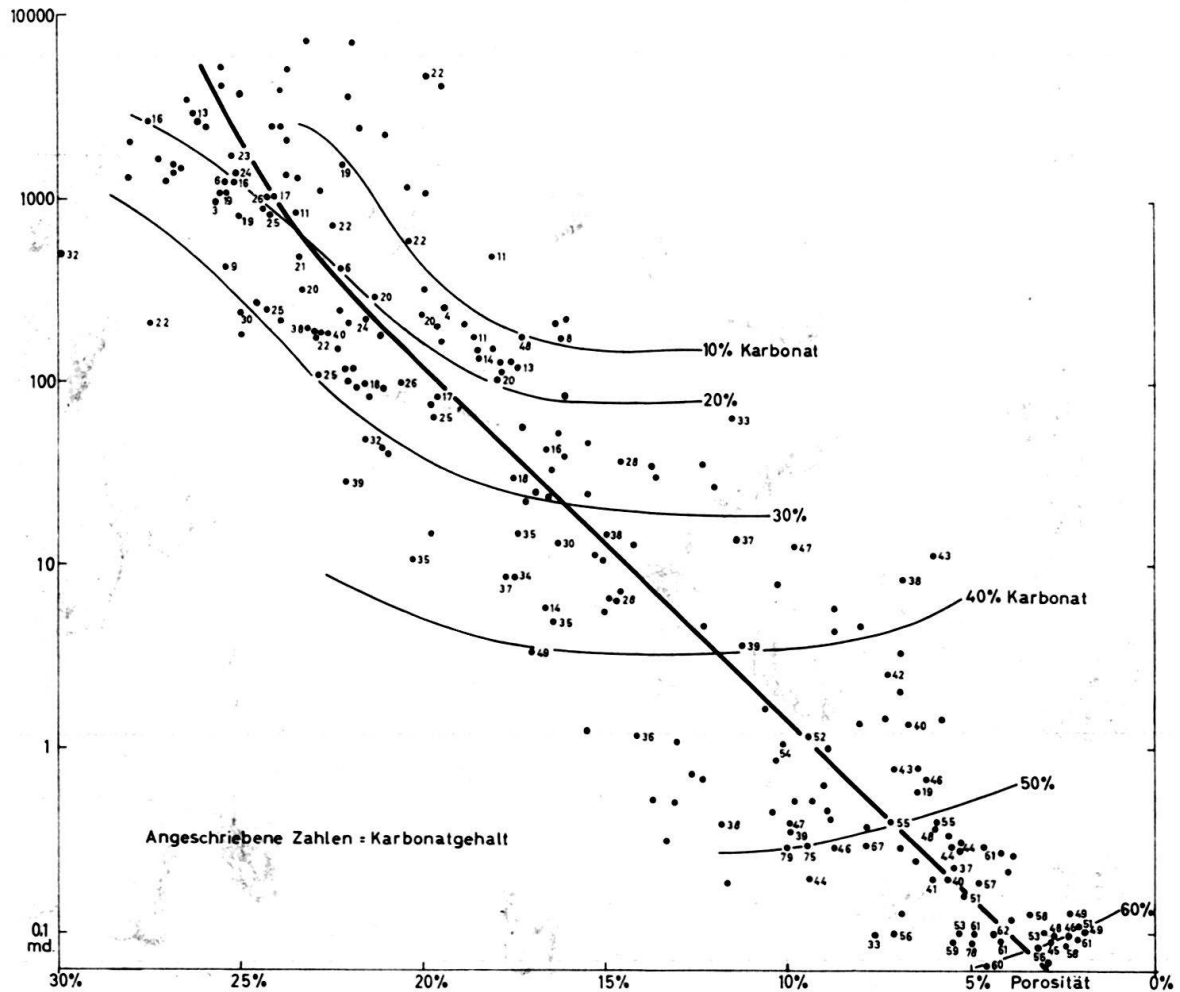


Fig. 17. Ampfing Sandstein. Zusammenhang zwischen Porosität (Abszisse), Durchlässigkeit (Ordinate) und Karbonatgehalt.

Fig. 18. Bausteinschichten, Dünnschliffbilder. Von oben:

- Zeichnung*: Kaufbeuren 1, DS 842 (Südschüttung = Nesselburgfächer),
- links*: Probe 78 (Nesselburgfächer). Stark sandiger Dolomitarenit, calcitisch zementiert; unten grosses Dolomitkorn; schwarz = kryptokristalline Dolomitkörner (Schmalseite = 2,6 mm),
- rechts*: «Kalksandsteinlagen» (stark kalkig zementierte, dolomitarenitische Sandsteine) aus Ellwangen 2 (Westschüttung). Calcit rot angefärbt (in den Fotos grau), oben: Probe 10, darin unten eine Foraminifere (schwarz, gekammert), rechts und oben flache, kryptokristalline Kalkkörner (lange Bildkante = 2 mm), unten: Probe 19, darin links Foraminifere, rechts (dunkel) ?Lithothamnienbruchstück (lange Bildkante = 0,5 mm).



-  Dolomitmörner
-  Kalkkörner
-  Kalkzement
-  Quarz
-  Feldspat
-  Gesteinsbruchstücke  
(einschl. Hornstein)

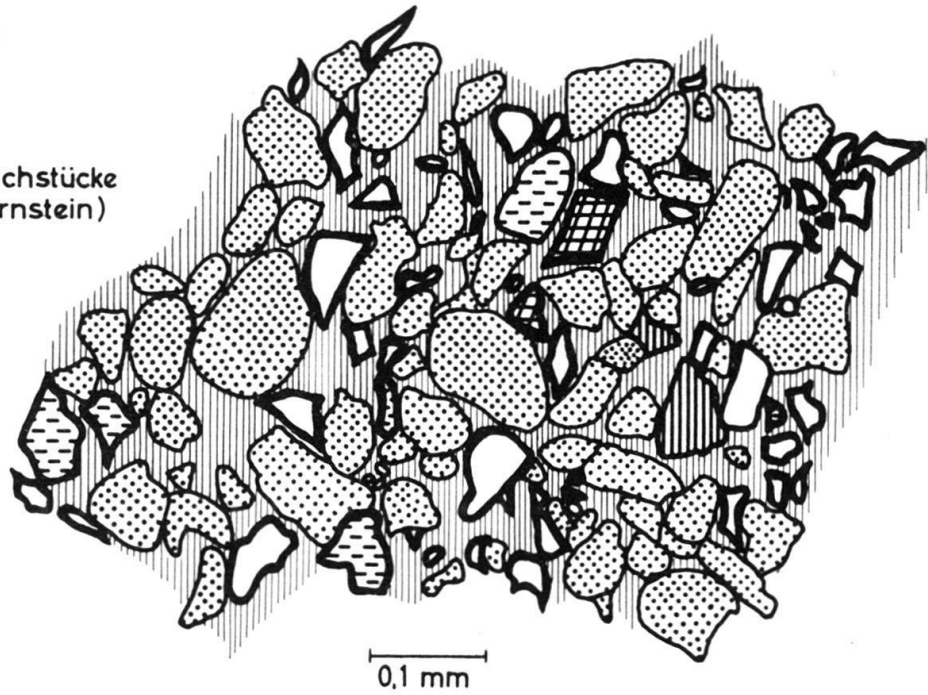


Fig. 18a



Fig. 18b

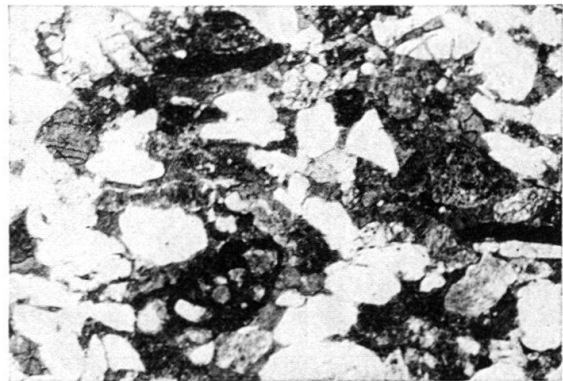


Fig. 18c

wiesene Umlagerung von Flyschgesteinen in die Molasse zumindest einen Teil dieser Fossiltrümmer erklärt (s. u.) (HAGN, 1950).

3. Eine Dolomitarenitkomponente, welche meist krypto- bis mikrokristallin ( $< 0,1$  mm) ist und gelegentlich Fossilschemen (meist Ooide oder Algen) enthält. Es kommen auch verrundete Dolomit-Spaltstücke von grösseren Kristallen (z. B. Kluftfüllungen) vor. Diese Dolomitarenitkomponente ist im Vorland (s. u., unter «Korngrösse») mit der Sandfraktion gleichkörnig,

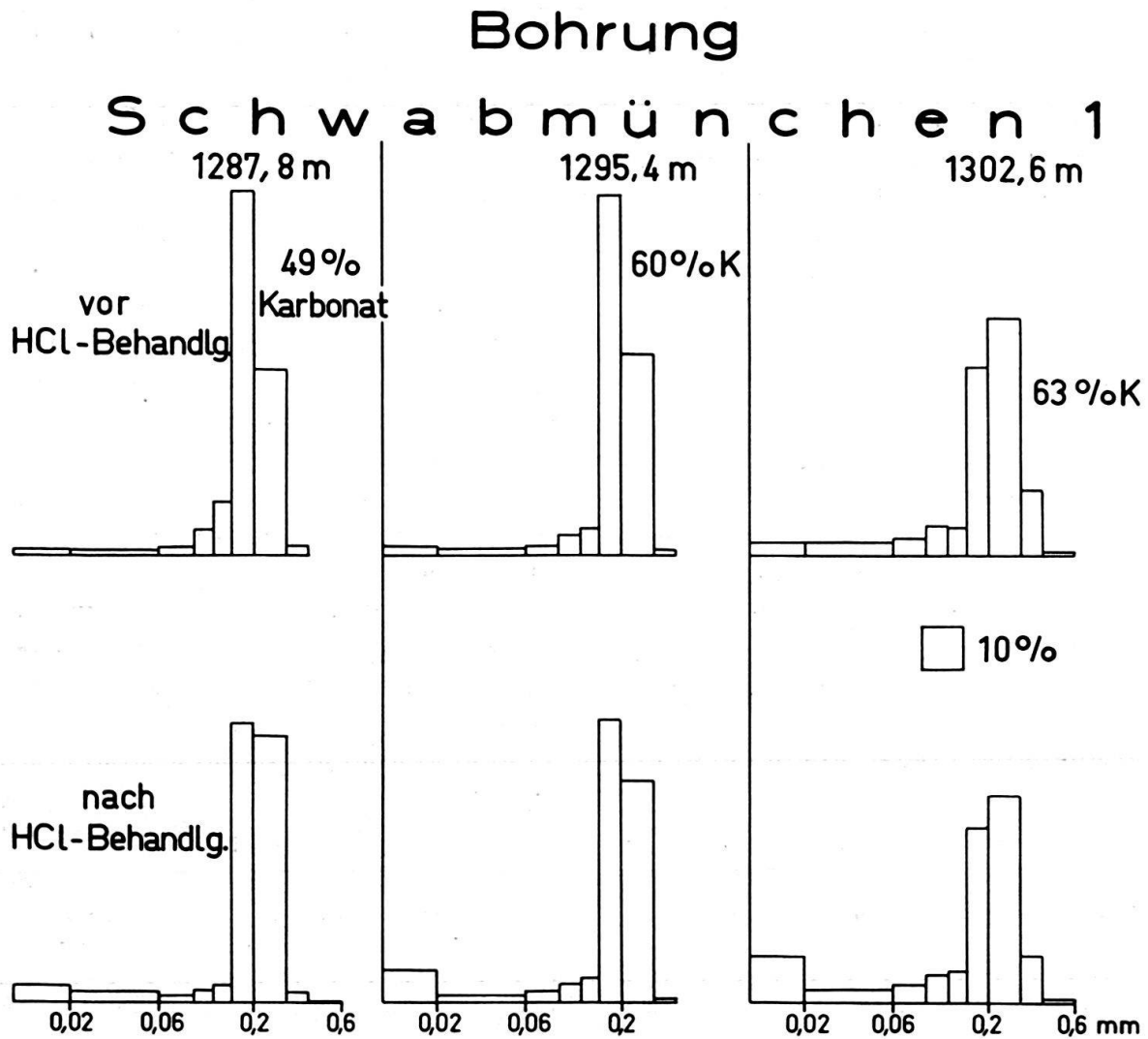


Fig. 19. *Bausteinschichten* (Südschüttung). Korngrößenverteilung von 3 Proben vor und nach Salzsäurebehandlung, zur Demonstration der Korngrössengleichheit von Sand- und Dolomitkörnern. (Das scheinbare Maximum in der Tonfraktion beruht darauf, dass dieselbe nur über der Basis 0,01–0,02 mm anstatt über 0–0,02 mm aufgetragen wurde.)

wie drei Paare von Korngrößenanalysen lockerer Sandsteine, jeweils vor und nach Salzsäurebehandlung, zeigen (Fig. 19). Der niedrige Tonanteil vor der Säurebehandlung erklärt sich teils durch die mangelhafte Aufbereitung des z. T. calcitisch zementierten Materials, teils durch einen erst bei der Säurebehandlung freiwerdenden Tongehalt der Dolomitkörner. In Fig. 7 erkennt man eine Zunahme des Dolomitgehaltes mit der Korngrösse (vor allem in der Südschüttung). Diese Zunahme wird wesentlich durch die Abnahme des Tongehaltes und des damit verknüpften Kalkgehaltes (s. o., Punkt 1) bewirkt. Nach Röntgenanalysen handelt es sich um stöchiometrisch zusammengesetzten Dolomit.

4. Scharfkantige, bis 0,2 mm grosse Dolomithomboeder, welche in allen Bohrungen unabhängig von der Versenkungstiefe vereinzelt auftreten, dürften spätdiagenetische Neubildungen sein. Eine sichere Abgrenzung gegen die unter 3) erwähnten, kantengerundeten, detritisch zugeführten Dolomitekristalle ist jedoch nicht möglich.

Im Bereich der Südschüttung (Kaufbeuren, Scherstetten, Schwabmünchen usw.) überwiegt die Dolomitarenitkomponente, im Bereich der Westschüttung (Mönchsrot, Heimertingen, Ellwangen usw.) tritt daneben die Kalkarenitkomponente kräftig in Erscheinung.

In den Bausteinschichten finden sich zahlreiche *Kalksandsteinbänke* (um 20), welche gelegentlich von Bohrung zu Bohrung zu verfolgen sind. In ihnen ist der Calcitgehalt wesentlich höher als im Nachbargestein (im Mittel 35% gegenüber normal 15–20%) und liegt meist in der Form von Porenzement vor, während der Dolomitgehalt in diesen Bänken etwas erniedrigt ist (in der Westschüttung im Mittel ca. 12 gegenüber ca. 15%) (Fig. 7). Die Porosität liegt in den Kalksandsteinbänken zwischen 5 und 10%, in den «normalen» Sandsteinen etwa 10% höher. Das Auftreten dieser Bänke ist unabhängig von der Sandkorngrösse. Aus diesen Daten lässt sich abschätzen, dass sich die Kalksandsteinbänke nicht oder doch nur zum Teil durch diagenetische Auffüllung des Porenraums mit Calcit erklären lassen. Auch eine metasomatische Verdrängung etwa des Dolomits durch Calcit kann nach Dünnschliffbefunden ausgeschlossen werden; der niedrigere Dolomitgehalt der Kalksandsteinbänke geht darauf zurück, dass in ihnen die Dolomithomboeder (s. o., Typ 4) zurücktreten. – Man muss demnach mit einer primären Anlage der Kalksandsteinbänke rechnen. Dies geht auch aus der folgenden Tabelle hervor, welche für zwei Kalksandsteine und die benachbarten Sandsteine die Anzahl von kryptokristallinen Kalkarenitkörnern sowie von Fossilbruchstücken in zwei gleichgrossen Dünnschliffarealen angibt (s. auch Fig. 18c):

Tabelle 7. Vergleich von Kalksandsteinen mit benachbarten Sandsteinen

Ellwangen 2	Calcit	Md*	jeweils zwei Zählungen:		Fossilien/ Kalkkörner	
			Kalkkörner	Fossilien		
Probe 10 KS	42,5%	0,15 mm	114	90	79 65	0,7
Probe 11 S	23,4%	0,16 mm	97	94	39 37	0,4
Probe 19 KS	42,8%	0,12 mm	130	94	107 67	0,8
Probe 20 S	19,7%	0,13 mm	48	60	22 26	0,4

\* Median des von Karbonat befreiten Gesteins.

Man erkennt, dass in den Kalksandsteinbänken (Pr. 10 und 19) vor allem der Anteil von Fossilbruchstücken höher ist als in den benachbarten Sandsteinen (Pr. 11, ca. 50 cm unterhalb von Pr. 10 und Pr. 20, ca. 50 cm unterhalb von Pr. 19). Hiernach ist es wahrscheinlich, dass die lagenweise Anreicherung dieser Fossiltrümmer den Ansatzpunkt der Kalksandsteinbänke lieferte, ähnlich wie es im Ampfinger Sandstein zu beobachten ist. Möglicherweise stammen diese Fossilien nicht nur aus umgelagerten, älteren Gesteinen, sondern sind teilweise Lebensreste

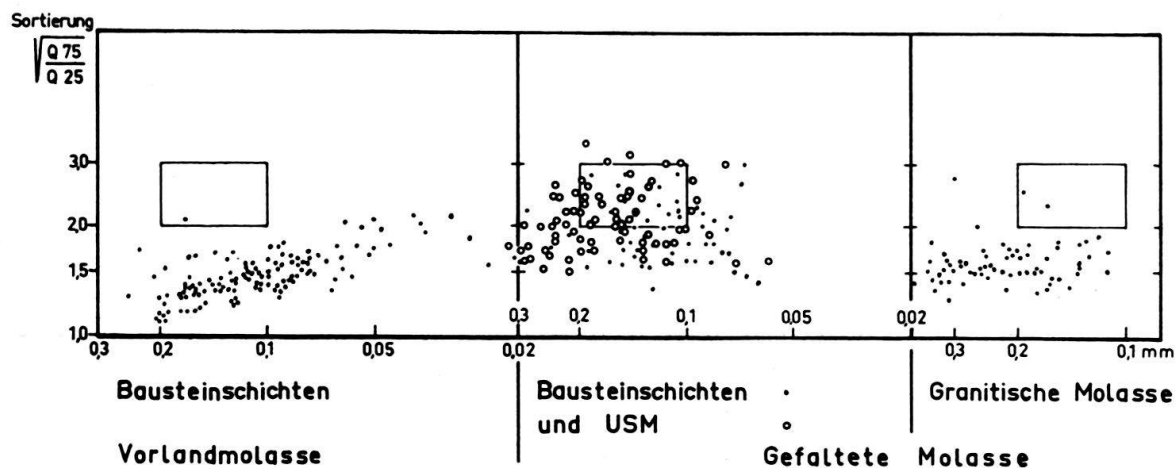


Fig. 20. Die *Sortierung* verschiedener Molassesandsteine, aufgetragen gegen die Mediankorngröße der von Karbonat befreiten Proben. (Das Rechteck, welches immer an der gleichen Stelle eingezeichnet wurde, dient dem Vergleich der drei Diagramme).

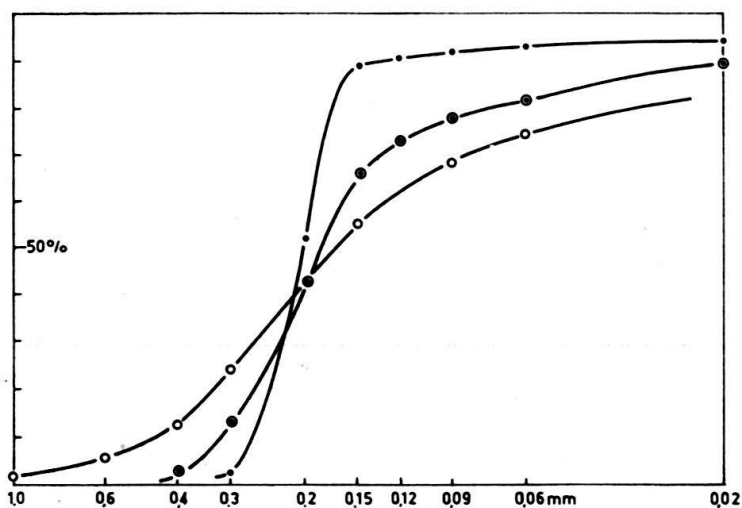


Fig. 21. *Bausteinschichten*. 3 typische Summenlinien aus der Nesselburgschüttung (= Süd-schüttung).

	Sortierung	Steilheit	Karbonat
84b (Gefalt. Molasse)	2,2 (s. schl.)	0,8	62%
Kaufbeuren 1,3	1,5 (m)	0,9	61%
Schwabmünchen 1,3	1,15 (s. gut)	0,96	49%

Die Sortierung wird in der Schüttungsrichtung (von 84b nach Schwabm.) besser, die Summenlinien werden steiler. (Die Korngrößenanalysen beziehen sich auf die von Karbonat befreiten Proben.)

der Bausteinschichten selbst. Eine Bestimmung wurde bisher wegen der meist sehr unvollkommenen Erhaltung nicht versucht.

Die Dolomitrhomboeder wuchsen meist in offene Porenräume hinein; Verdrängungen des Nachbargesteines sind seltener. Hiernach ist es verständlich, dass ihr Wachstum in den (dichteren) Kalksandsteinbänken behindert war (s. o.).

Die mittleren *Korngrößen* der Bausteinschichten sind aus den Fig. 6, 7 und 20 zu ersehen. Nach Fig. 20 ist die mittlere Sortierung in den Schuttfächern der gefalteten Molasse schlecht, im Vorland aber gut (Abstufung nach FÜCHTBAUER, 1959). Das von INMAN (1949) erklärte Sortierungsoptimum bei einem Median von etwa 0,18 mm ist nur in den Proben aus dem Vorland, d. h. erst nach längerem Transport, angedeutet. Drei typische Summenlinien aus der Nesselburgschüttung sind in Fig. 21 wiedergegeben. Man erkennt darin, wie die Sortierung ( $\sqrt{Q_{75}/Q_{25}}$ ) vom Ausgangspunkt der Schüttung (Pr. 84b) nach Kaufbeuren (25 km NNW von Pr. 84b) und weiter nach Schwabmünchen (33 km N von Kaufbeuren) zunehmend besser wird.

Dies drückt sich auch in der maximalen Steilheit der Kurven aus. Als «Steilheit» kann man den Quotienten derjenigen Korngrößen bezeichnen, zwischen denen die Summenlinie in ihrem steilsten Teil um 10% ansteigt. Dabei wurde im Gegensatz zu FÜCHTBAUER (1958) die kleinere Korngröße in den Zähler gestellt, so dass die Werte mit zunehmender Steilheit gegen 1 ansteigen.

An den drei Proben der Fig. 21 wurden im Dünnschliff die längsten scheinbaren Durchmesser von je 200 Quarz- und Dolomitmörnern ausgemessen und in Summenlinien dargestellt. Dabei ergab sich, dass die «Medianwerte» für Quarz- und Dolomitmörner in den Proben von Schwabmünchen und Kaufbeuren übereinstimmen (in beiden Proben 0,22 mm), während in Probe 84b aus der gefalteten Molasse die Dolomitmörner im Mittel etwas gröber sind ( $Md = 0,34$  mm) als die Quarzmörner (0,29 mm) (s. Abschnitt 2.2.2.2., Kleindruck «Senke!»).

In Fig. 22 sind die Beziehungen zwischen Korngröße, Calcitgehalt und *Porosität* für Sandsteinproben unterschiedlicher Bohrteufe und Porenfüllung dargestellt. Vier verschiedene Gesetzmässigkeiten sind zu erkennen:

1. Die Porosität nimmt mit zunehmendem *Calcitgehalt* ab, da dieser als Zement die Poren verschliesst. Der Dolomitgehalt beeinflusst die Porosität nicht, wie sich aus entsprechenden, hier nicht abgebildeten Diagrammen ergibt. Dies erklärt sich durch seine vorwiegend arenitische Struktur (Körner!).
2. Bei gleichbleibendem Calcitgehalt nimmt die Porosität mit sinkender *Korngröße* ab. Hierin zeigt sich vermutlich ein Einfluss des Tongehaltes ( $< 0,02$  mm). Dieser ist, wie Fig. 23 erkennen lässt, in den Molassesandsteinen oberhalb 0,1 mm wesentlich höher als in Sandsteinen gleicher Körnung aus Tafelgebieten (z. B. Norddeutschland). Vor allem aber zeigt der Tongehalt in der Molasse noch im Sandbereich, z. B. zwischen 0,12 und 0,25 mm, eine deutliche Verminderung, während er sich in den zum Vergleich herangezogenen Sandsteinen in diesem Bereich nur wenig ändert. Übrigens liegt wegen des hohen Tongehaltes die Schiefe ( $skewness = Q_{25} \cdot Q_{75} / Md^2$ ) für nahezu alle Molasseproben unter 1. Der Ton ist gleichmässig im Sandstein verteilt.
3. Der Einfluss der *Teufe* auf die Porosität der Molassesandsteine ist besonders deutlich in der oberen Reihe von Fig. 22 zu erkennen. Um die maximale, zu einem früheren Zeitpunkt erreichte Versenkungstiefe zu erhalten, sind in den drei Diagrammen unten und links oben etwa 100 m postunterpliozäne Abtragungen zu ergänzen (LEMCKE und Mitarb. (1953), S. 77). Damit ergibt sich aus Fig. 22 für eine Absenkung von 1200–1400 m auf 2600–3500 m eine Porositätsverringerung auf fast ein Viertel. Diese ungewöhnlich starke Verdichtung geht auf den Kalkgehalt zurück; in reinen Sandsteinen wurde bei entspre-

chender Absenkung lediglich eine Porositätsabnahme von 27 auf 15% beobachtet (PHILIPP und Mitarb., 1963).

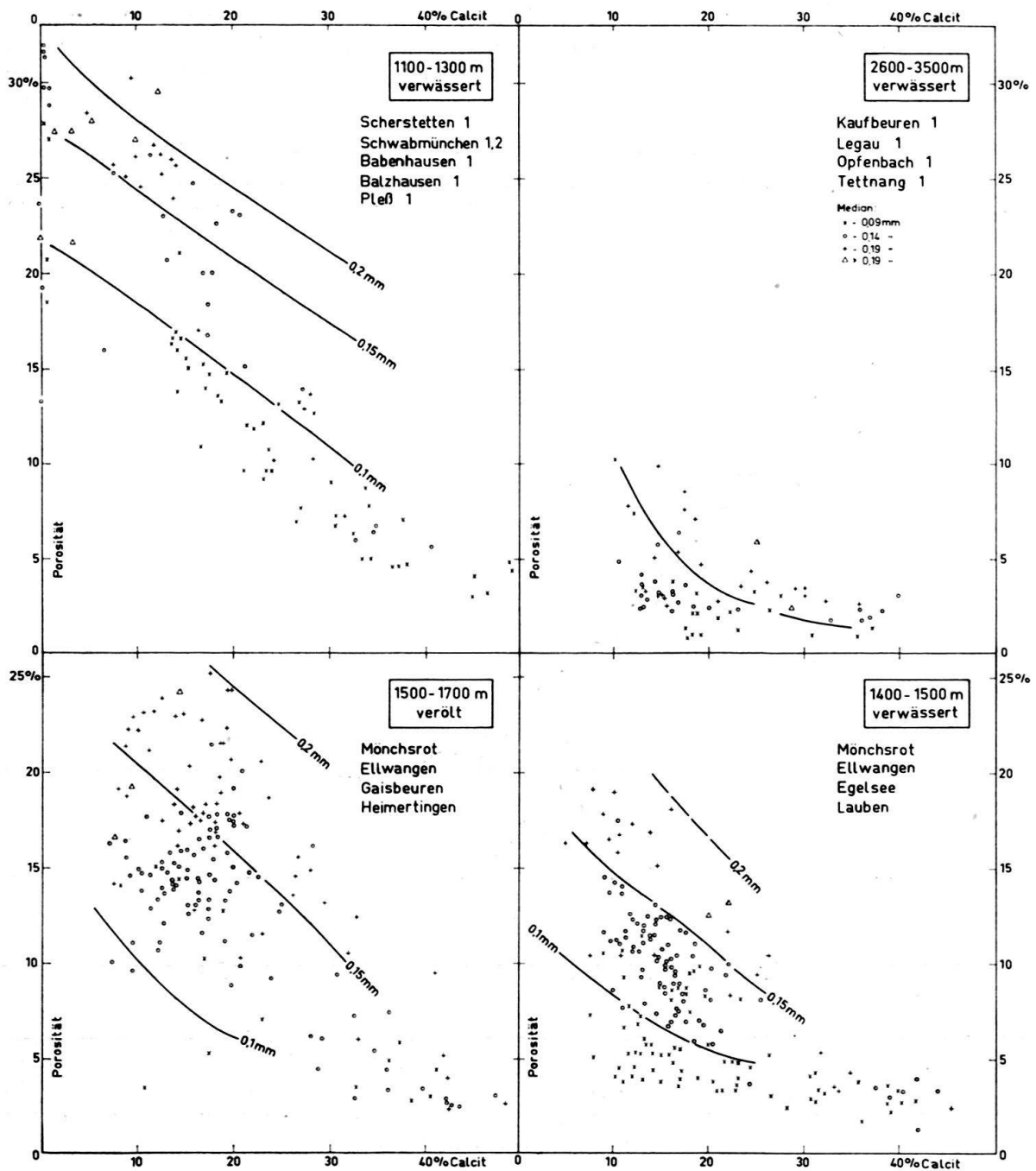


Fig. 22. Bausteinschichten der Vorlandmolasse. Beziehungen zwischen Porosität, Calcitgehalt und Korngrösse in Abhängigkeit von der Versenkungstiefe (obere Reihe) und vom Poreninhalt (untere Reihe). Signaturen rechts oben.

4. Auch der flüssige *Poreninhalt* spielt bei der diagenetischen Verdichtung dieser Sandsteine eine Rolle, wie die untere Reihe der Fig. 22 zeigt: In verölten Sandsteinen blieb infolge von Diagenesehemmung eine höhere Porosität erhalten



als in verwässerten. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Unterschied etwa 5% Porosität.

Eine silikatische Zementation konnte ich in den Molassesandsteinen nicht beobachten. Es fehlt jedoch nicht an Hinweisen darauf in der Literatur. So bildet HOENES (1955b, S. 626) einen Molassesandstein von St. Gallen mit einem senkrecht zu den Kornoberflächen gewachsenen, stengeligen Quarzzement ab, und auch HOFMANN (1957) erwähnt aus der Granitischen Molasse kieseliges Bindemittel. In den Dünnschliffen der karbonatfreien Proben 219, 252, 303 und 304 aus der Granitischen Molasse lässt sich jedoch kein silikatischer Zement erkennen, wenn auch die Kornbindung infolge von Drucklösung ziemlich eng ist. Der relativ hohe Tongehalt der Molassesandsteine dürfte einer kieseligen Zementation abträglich gewesen sein. Als Porenzement ist Calcit vorherrschend, wie es auch DE QUERVAIN und GSCHWIND (1949, S. 20) und NIGGLI (1952, S. 220) angeben.

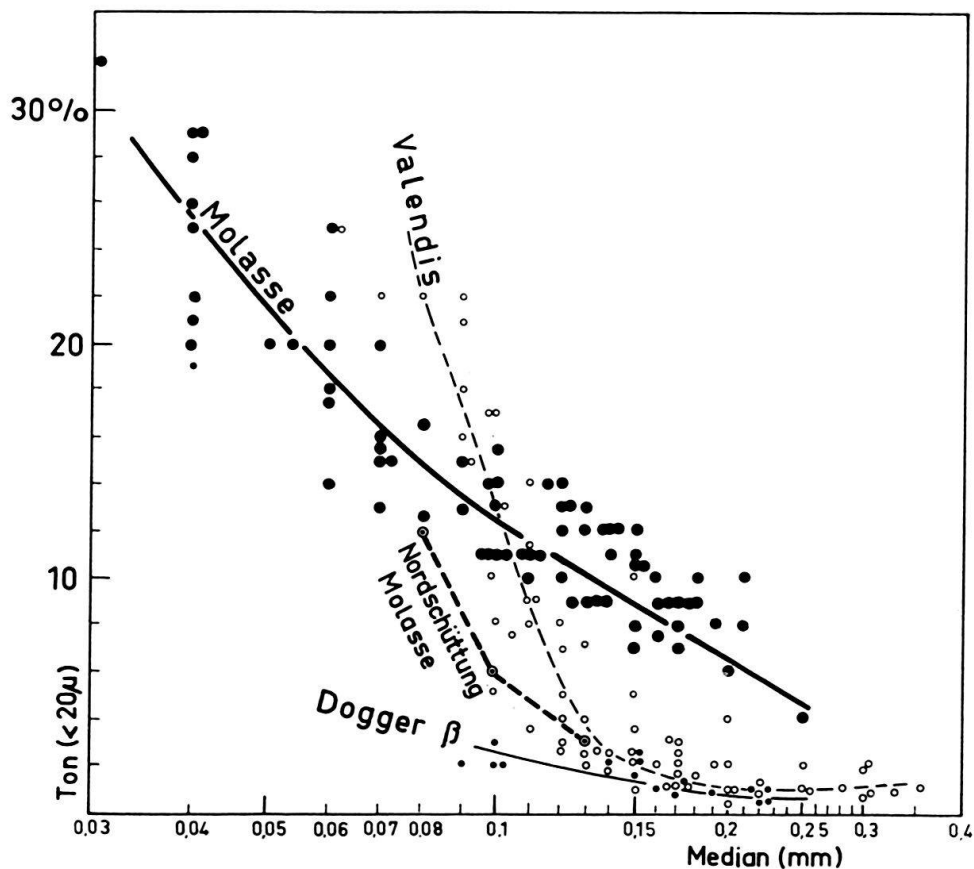


Fig. 23. Bausteinschichten (dicke Punkte). Tongehalt in Abhängigkeit vom Mediandurchmesser (beide bezogen auf das karbonatfreie Gestein). Zum Vergleich: Feldspathaltige Sandsteine des Valendis und Quarzsandsteine des Dogger beta in Norddeutschland, sowie Quarzsandsteine der Nordschüttung des Rupel. Jeder Punkt stellt das Mittel mehrerer Korngrößenanalysen eines etwa gleichkörnigen Bereiches dar.

Die Beziehung zwischen Porosität und *Luftdurchlässigkeit* dieser Sandsteine wurde bereits 1958 (auf S. 933) graphisch dargestellt; danach besitzen sie bei 10% Porosität etwa 1 md Durchlässigkeit, bei 20% 100 md und bei 30% 5000 md.

### 3.1.3. Chatt und Aquitan

Die USM besteht vorwiegend aus Sand-, Silt- und Tonmergelsteinen, deren Karbonatgehalt im Mittel etwas unter 50% liegt, mit breiten Streuungen nach

oben und unten. RAMSEYER (1952) beschrieb aus dem Aquitan am Murtensee (Westschweiz) sogar karbonatfreie «Silt-Tone». In der Bohrung Ettenkirch 1 überwiegt meist der Calcit, in der Gefalteten Molasse SSW München der Dolomit (WÄCHTER). Die karbonatreichen Mergelsteine dürften im wesentlichen die feinsten Abschlämmungen der Schuttfächer von sedimentären Liefergebieten sein.

Die *Sandsteine* in diesen Schuttfächern ähneln bezüglich Korngrösse, schlechter Sortierung (Fig. 20) und Karbonatgehalt denjenigen der Bausteinschichten, jedoch wird ihre Sortierung beckenwärts nur unwesentlich besser.

Die «granitischen» Sandsteine sind mässig sortiert (Fig. 20) und zeigen ebenfalls – im Gegensatz zu den brackischen Bausteinschichten – in den Bohrungen des Vorlandes, d. h. nach einigen 100 km fluviatilen Transportes, keine Verbesserung der Sortierung. Nur in unmittelbarer Nähe der «Schüttungszentren» scheinen die Summenlinien etwas flacher zu sein (Fig. 8 in FÜCHTBAUER, 1958). Hier ist auch ihr Karbonatgehalt am geringsten; karbonatfreie Proben sind nicht selten (s. 3.1.2.). Jedoch gehören auch Karbonatgesteine zum Geröllbestand der «granitischen» Schüttungen. So tabelliert KLEIBER (1937) für die Hohrone-schüttung 18% Kalkgerölle. In den Bohrungen des Vorlandes ist ihr Karbonatgehalt – vermutlich durch seitliche Zuflüsse – höher und setzt sich nach Dünn-schliffbefunden und chemischen Analysen im Mittel zu etwa gleichen Teilen aus Kalkzement und arenitischen Dolomitmikörnern zusammen (mit weiten Streuungen).

Die Beziehungen zwischen *Porosität* und Calcitgehalt sind für die Sandsteine der Bausteinschichten und der USM aus Tagesaufschlüssen der Gefalteten Molasse in Fig. 24 dargestellt. Die starken Linien mitteln die Werte aus den südlichsten Mulden (vorwiegend von Bausteinschichten). Vergleicht man diese Linien mit den Werten aus der Vorlandsmolasse (Fig. 22), so zeigt sich eine relativ gute Übereinstimmung mit den Proben aus 2600 bis 3500 m Teufe. Da die Bausteinschichten in der gefalteten Molasse früher von 2000 bis 4000 m USM sowie möglicherweise von einigen hundert Metern jüngerer Molasse überlagert waren, lässt sich ihre niedrige Porosität vorwiegend als eine Folge dieses Belastungsdruckes begreifen. Hierfür spricht deutlich, dass in den nördlicheren Mulden die Porosität grösser ist, weil der Belastungsdruck infolge der Mächtigkeitenabnahme der Schuttfächer geringer war. Die Porositätswerte der Granitischen Molasse entsprechen ganz grob dem Diagramm für 1500 m Versenkungstiefe (rechts unten in Fig. 22), so dass eine solche als Maximum für die Granitische Molasse im Ausstrichbereich angenommen werden kann. Aus den Messungen allein ergibt sich demnach noch kein klarer Hinweis auf einen zusätzlichen Einfluss des *Faltungsdruckes*, wie er von BREDDIN (1959) auf Grund der alpenparallelen Längung von Muscheln vor allem in der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen für das schweizerische Molassebecken – und nur für dieses – angenommen wurde.

---

Fig. 24. *Subalpine Molasse*. Beziehung zwischen Porosität und Calcitgehalt (s. auch Fig. 22). Die Kurven mitteln die Punkte der südlichsten Schuppe; die untere Kurve wurde aus Vergleichsgründen gestrichelt ins obere Diagramm übernommen, um die etwas höhere Porosität der Molasse E des Bodensees zu zeigen.

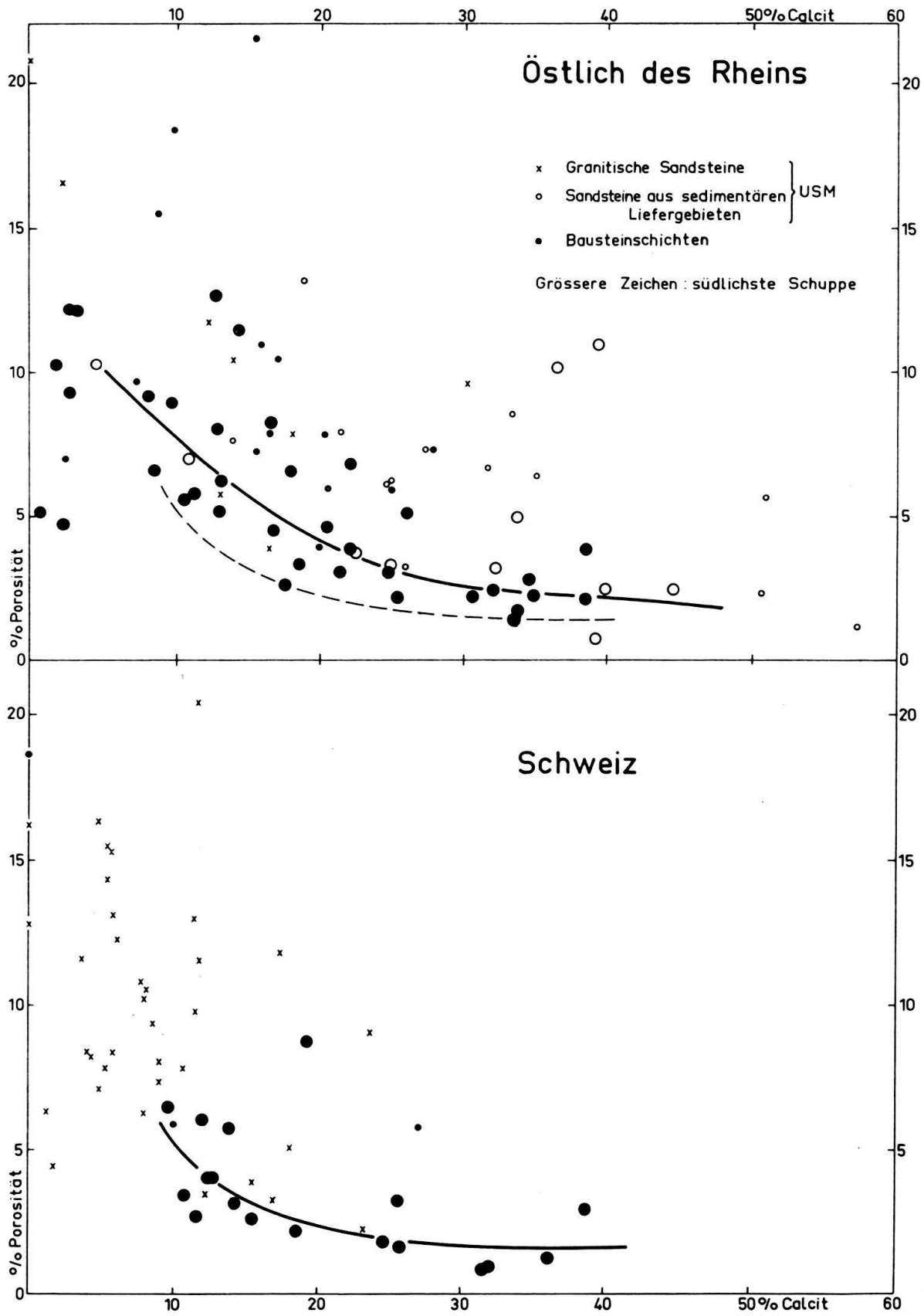


Fig. 24

Immerhin mag die in Fig. 24 deutlich erkennbare Tatsache, dass die Sandsteine der Subalpinen Molasse östlich des Rheins poröser sind als in der Schweiz, auf die stärkere tektonische Pressung der Westmolasse zurückgehen (s. auch ELBERSKIRCH & LEMCKE, 1953, Abb. 5). Diese kommt zum Ausdruck in dem Gegensatz: Schuppenbau in der Subalpinen Molasse der Schweiz – Mulden und reduzierte Sättel in der Subalpinen Molasse Deutschlands. Im Rahmen der LAUBSCHERSCHEN Diskussion der Fernschubhypothese der Jurafaltung gewinnen diese Fragen erneut Interesse (LAUBSCHER, 1961). Die stärkere Streuung der Porositätswerte aus Tagesaufschlüssen (Fig. 24) dürfte auf Verwitterungseffekte zurückgehen. Die Tatsache aber, dass an solchen Oberflächenproben, sofern sie einigermaßen frisch sind, offenbar auch unverfälschte Porositätswerte gewonnen werden können, verdient hervorgehoben zu werden.

### 3. 2. Die Sandkomponenten

#### 3.2.1. Die Leichtminerale

##### Quarz

In einigen Fällen erwies sich der Anteil *undulöser Quarze*, bezogen auf alle Quarzkörner, als ein wesentliches Bestimmungsstück der Sandsteine (2.1.6., 2.1.7., 2.1.12): So zeigte sich, dass die vermutlich nichtalpine Schüttung der Glassande in allen Proben einen geringeren Gehalt an undulösen Quarzen aufweist (15 bzw. 24%), als die begleitenden Sandsteine alpiner Herkunft (etwa 50% undulöse Quarze), welche in diesem Fall aus vorwiegend sedimentären Liefergebieten stammen.

Von den letzteren weicht ein Teil der Sandsteine aus kristallinen Liefergebieten nach der anderen Richtung ab (Hohroneschüttung: Im Mittel 78% undulöse Quarze), während die epidothaltige Napfschüttung (45% undulöse Quarze) sich diesbezüglich nicht wesentlich von den Sandsteinen sedimentärer, alpiner Liefergebiete unterscheidet. Da der Kristallinanteil in den Nagelfluhen beider Granitischer Sandsteine etwa gleich ist – Hohroneschüttung: 58% nach KLEIBER (1937), epidothaltige Napfschüttung: etwa 50% nach Herrn cand. geol. MATTER/Bern –, scheint der Unterschied auf die kristallinen Liefergesteine zurückzugehen (Napf: vorwiegend alpidisches Jungkristallin, Hohrone evtl. Altkristallin).

Fig. 25. *Bausteinschichten*. Vier Proben aus der Westschüttung, in denen die Sandkomponenten fraktionsweise ausgezählt wurden. Die Gesamtproben bestehen aus

	Karbonat	Ton	Quarz	Feldspat	Gest. Bruchst.	Glimmer
Mönchsrot 1, Nr. 10	45%	10,8%	65,3%	14,7%	16,9%	3,1%
Mönchsrot 1, Nr. 14	41%	10,1%	57,5%	21,4%	18,3%	2,8%
Legau 1, Nr. 15	57%	8,9%	61,9%	10,6%	24,6%	2,9%
Legau 1, Nr. 16	46%	9,3%	68,3%	16,6%	12,0%	3,1%

(Ton (< 0,02 mm) in % der karbonatfreien Proben; die Sandkomponenten in % der karbonat- und tonfreien Proben). Das Maximum der Verteilungskurven wurde an die Diagramme geschrieben.

Die von BLATT (1963) untersuchten Tiefengesteine, Gneise, Metaquarzite und Kristallinen Schiefer enthalten im Durchschnitt 85,1% undulöse Quarze (bezogen auf alle Quarze). Während er für Grauwacken eine ähnlich hohe Zahl erhielt (83,2), liegt der Anteil undulöser Quarze in Quarzsandsteinen wesentlich niedriger (20–86, im Mittel 56,9%). BLATT folgerte daraus eine stärkere Verwitterungsempfindlichkeit der undulösen Quarze. Ein niedriger Gehalt an undulösen Quarzen,

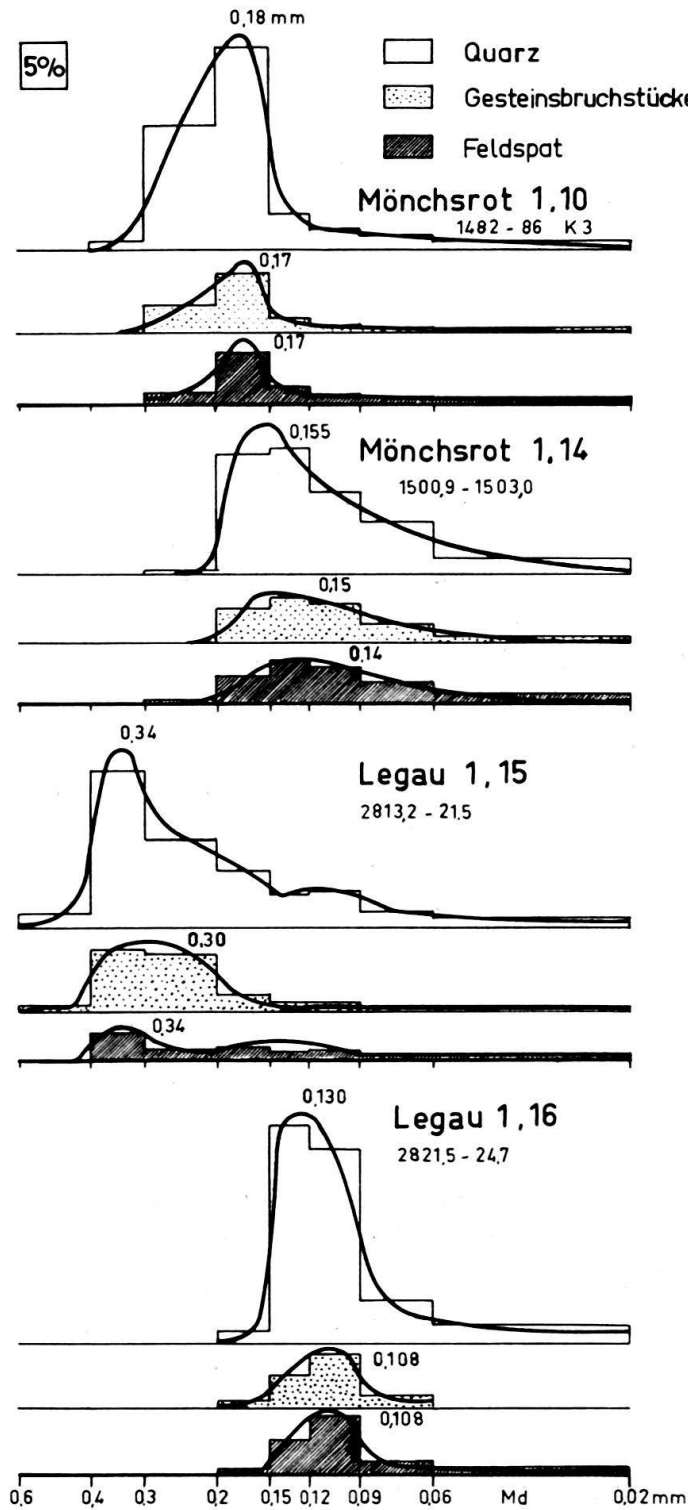


Fig. 25

wie er vor allem die Glassande auszeichnet, würde hiernach für einen hohen Anteil mehrfach umgelagerter Sandsteine sprechen.

Der Gehalt an *Gesteinsbruchstücken* ist in den Molassegesteinen hoch. Man kann unterscheiden zwischen Gesteinsbruchstücken, die überwiegend aus verschiedenen Quarzindividuen bestehen und häufig auch Feldspat oder Glimmer enthalten, und Bruchstücken von Radiolariten und ähnlichen Kieselgesteinen. Die ersteren finden sich in der Granitischen Molasse etwas zahlreicher als z. B. in den Bausteinschichten (s. Fig. 26). In den Mineraltabellen wurden sie nicht berücksichtigt, sondern auf die in ihnen vorwiegenden Minerale aufgeteilt.

Die Kiesel-Gesteinsbruchstücke jedoch wurden gesondert gezählt, da sich mit ihnen manche Schüttungen unterscheiden lassen, so z. B. der Hochgrat- und der Nesselburgfächer (nach STUDENT-t-Test). Im Hochgratfächer lässt sich die Häufigkeit dieser Gesteinsbruchstücke mit dem grossen Gehalt an Flyschgeröllen in Verbindung bringen, welche reich an solchen Bruchstücken sind (s. Tab. «Gerölluntersuchungen» im Anhang, Nr. 19b). Das gleiche gilt für den Speerfächer. Hier stellte schon HABICHT (1945b) einen hohen Gehalt an Hornsteinkörnern in den Flyschgeröllen fest (Typus «Mocausa», S. 130/131). Gelegentlich dürften auch Juraradiolarite als Ursprungsgesteine in Frage kommen (z. B. in den Kojenschichten, 2.1.11.). Dementsprechend findet man in diesen Kiesel-Gesteinsbruchstücken häufig Radiolarien, gelegentlich auch Schwammnadeln. Die Radiolarien weisen auf eine Herkunft aus dem Flysch, in dem man sie in Gesteinsbruchstücken findet, oder aus dem Jura. Die Spongien finden sich nach SCHIEMENZ im Flysch. Diese Bruchstücke bestehen nach ihrer Lichtbrechung zum Teil noch aus Chalcedon ( $\alpha$  = Faserrichtung); zum Teil sind sie schon zu Quarz entwässert.

Der Anteil aller Gesteinsbruchstücke ist in den gröberen Korngrössenfraktionen meistens etwas höher als in den feineren. Wie Fig. 25 zeigt, ist dies jedoch nicht immer so.

### Feldspat

Der Feldspatgehalt erwies sich als ein wesentliches Bestimmungsstück der Molassesedimente (Abschnitt 2). Die grosse Probenzahl machte die Vereinfachung notwendig, dass nur die Feldspäte mit  $n < 1,54$  erfasst wurden. Wie weiter unten gezeigt wird, entsteht dadurch nur bei einem sehr kleinen Teil der Proben ein merklicher Fehler. An zahlreichen Proben wurde der Feldspatgehalt in allen Sandfraktionen einzeln bestimmt; seine Zu- oder Abnahme mit wachsender Korngrösse ist in Form einer Kennziffer in die Tabellen aufgenommen worden (Spalte 10). In der Granitischen Molasse und zum Teil auch in den Bausteinschichten (Fig. 25), d. h. in den Schüttungen mit höherem Feldspatgehalt und mehr oder weniger starker Beteiligung kristalliner Liefergebiete, ist der Feldspatgehalt in allen Fraktionen etwa gleich oder nimmt nur wenig mit wachsender Korngrösse ab. Demgegenüber sinkt er in den Schüttungen aus sedimentären Liefergebieten mit zunehmender Korngrösse stark ab. Hieraus folgt, dass das Korngrössenmaximum der Feldspäte in den letzteren gegenüber demjenigen der Quarze zu feineren Korngrössen hin verschoben ist. Darin dürfte sich die stärkere Transportempfindlichkeit



des Feldspats zeigen, die demnach erst im zweiten sedimentären Zyklus, d. h. in wiederaufgearbeiteten Sandsteinen, stärker in Erscheinung tritt. Gleichzeitig mit dieser Verschiebung zu feineren Korngrößen ist auch der Gesamtfeldspatgehalt vermindert.

Die mineralogische Zusammensetzung der Feldspäte wurde röntgenographisch und zum Teil auch optisch an 90 Proben aus verschiedenen Molassestufen untersucht. Hierzu wurde die Fraktion  $< 0,06$  mm der von Karbonat befreiten Gesteine auf  $< 0,035$  mm zerkleinert. Der Anteil der Feldspäte wurde in den Röntgenogrammen durch Frau GOLDSCHMIDT abgeschätzt, der Anorthitgehalt der Plagioklasse nach der Kurve Fig. 2 bestimmt. Dies ist allerdings nur bei Plagioklasgehalten  $> 5-10\%$  möglich. Von 18 Proben wurde auch die Fraktion  $0,2-0,3$  mm auf  $< 0,035$  mm zerkleinert und untersucht.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

1. In der Fraktion  $< 0,06$  mm ist der Plagioklasgehalt fast immer höher als der Kalifeldspatgehalt, und zwar etwa um das Dreifache. Dies wurde an einigen Stichproben durch Auszählungen in den Einbettungen  $n = 1.540$  und  $1.5268$  größenordnungsmässig bestätigt. Nur in einigen feldspatarmen Gesteinen überwiegt der Kalifeldspat: In einigen Flyschproben, im Ampfinger Sandstein, in den Glassanden und in den Steigbach- und Kojenschichten zwischen Iller und Bodensee.
2. In der Fraktion  $0,2-0,3$  mm ist ebenfalls ein Übergewicht der Plagioklasse festzustellen, wenn auch schwächer als in der feineren Fraktion.
3. Der mittlere Anorthitgehalt der Plagioklasse liegt in der Hohroneschüttung (apatitreiche Granitische Molasse) nahe bei  $0\%$  (7 Proben), in der Napfschüttung (epidotreiche Granitische Molasse) bei  $5\%$  (4 Proben), in den Schuttfächern mit sedimentären Liefergebieten bei  $6\%$  (5 Proben), in den Bausteinschichten und Deutenhausener Schichten bei  $11\%$  (10 Proben) und im epidotführenden Chatt der Westschweiz bei  $12\%$  (4 Proben). Die Probenzahl ist zu gering, um diese Werte als repräsentativ betrachten zu können, doch zeigen sie, dass Albite in der Molasse überwiegen. Da die Anwendbarkeit der Kurve nach GOODYEAR und DUFFIN (1954) wegen der zu geringen Beachtung der Wärmegeschichte fraglich ist, wurden die vorstehenden Ergebnisse in einigen Stichproben durch konoskopische Bestimmungen überprüft und qualitativ bestätigt:

Tabelle 8. Optische Untersuchung von Feldspäten

Probe	Nach Röntgenanalyse	Nach optischer Untersuchung
137	0% Anorthit	Alle Körner mit $n > 1,54$ sind Quarz
337	0% Anorthit	Alle Körner mit $n > 1,54$ sind Quarz
93	11-22% Anorthit	Unter den Körnern mit $n > 1,54$ sind Feldspäte
265	0% Anorthit	Sehr viele reine Albite ( $n_\gamma$ deutlich $< 1,54$ ) und nur drei mit $n_\gamma \sim 1,54$

Autigene Feldspäte machten sich durch Form und Verzwilligung in keinem Streupräparat bemerkbar. An einer feldspatreichen Probe vom Isener Gassand (Rupel) wurden einige Achsenwinkelmessungen vorgenommen: 8 Orthoklaskörner ergaben  $2 V_\alpha = 57-70$  (Mittel  $64^\circ$ ), 6 Mikro-

kline 2  $V_{\alpha} = 72-87$  (Mittel  $81^{\circ}$ ) und 7 Albite 2  $V_{\gamma} = 74-86$  (Mittel  $76^{\circ}$ ). Hiernach handelt es sich dort nicht um autigene Feldspäte (FÜCHTBAUER, 1956).

Mit feinen Glimmerflittern «gefüllte» Feldspäte sind häufig.

### Glimmer und Chlorit

Unter den Glimmern ist der Muscovit in der Molasse am häufigsten; dieses Übergewicht ist in den gröberen Kornfraktionen am ausgeprägtesten, wie Stichproben zeigten. – Der Chloritgehalt ist am höchsten in den epidotführenden Proben. Besondere Aufmerksamkeit wurde den rotbraunen Biotiten geschenkt (Spalte 13 der Tabellen). Wie an anderer Stelle ausgeführt wurde (FÜCHTBAUER, 1963), ist ihr Vorkommen ein Indikator für (limnisch-)brakisch-marines Ablagerungsmilieu. Im fluviatilen Milieu sind sie grünlichbraun bis grün verfärbt. Das Eintreten in die brackischen Bausteinschichten wurde in den Bohrungen gelegentlich an dem Einsetzen rotbrauner Biotite erkannt.

### 3.2.2. Die Benennung der Sandsteine

#### 3.2.2.1. Allgemein

Die Molasse setzt sich grossenteils aus Mischgesteinen von Sand, Ton und Karbonat zusammen. Diese wurden nach der an anderer Stelle (1959) vorgeschlagenen Nomenklatur benannt, welche auf den Abstufungen 10–25–50% beruht (Fig. 3). Für die mineralogische Einteilung der Sandsteine (> 50% Sand) benutzte die genannte Arbeit in Anlehnung an die Literatur etwas andere Abstufungen. Dies soll in der vorliegenden Arbeit nicht geschehen, wie im folgenden näher zu begründen ist.

Die umstrittensten Begriffe sind die «Arkosen» und «Grauwacken». Sie wurden für Gesteine der Auvergne bzw. des Harzes eingeführt und später auch auf andere Vorkommen übertragen, wobei den ursprünglich nicht quantitativ festgelegten Begriffen sehr unterschiedliche Definitionen unterlegt wurden. HUCKENHOLZ (1963) verdanken wir einen kritischen Vergleich dieser Definitionen mit den Typgesteinen, welche er z. T. neu untersuchte. Er stellte dabei fest, dass es keinen Nomenklaturvorschlag gibt, in dem gleichzeitig die Arkosen von der Auvergne als Arkosen und die Grauwacken des Harzes als Grauwacken eingestuft sind. Das liegt vor allem daran, dass die mineralogischen Unterschiede zwischen diesen Typgesteinen nicht sehr gross sind. Sie betreffen fast nur die Phyllosilikate, die in den Grauwacken durch Glimmer und Chlorit, in den Arkosen aber im allgemeinen durch Kaolinit oder Montmorillonit vertreten sind. Diese Unterschiede erklären sich dadurch, dass die Grauwacken meist ausgedehnte Liefergebiete haben und daher reich an dem «normalen» Tonmineral Illit sind, während die Arkosen Abtragungsprodukte granitartiger Gesteine sind, die zusammen mit ihren kaolinitischen oder montmorillonitischen Verwitterungsprodukten wohl meist nach relativ kurzem Transport zur Ablagerung kamen.

Es erscheint indessen nicht sehr sinnvoll, die Sandsteine nur durch ihren Phyllosilikatgehalt zu unterscheiden und die typischen Bestandteile der Sandfraktion ganz ausser acht zu lassen. Hinzu kommt noch, dass Kaolinit im Lauf

der Diagenese häufig durch Chlorit ersetzt wird (FÜCHTBAUER und GOLDSCHMIDT, 1963), wodurch auch der letzte Unterschied zwischen Grauwacken und Arkosen fortfallen würde. Drei Wege führen aus diesem Dilemma heraus:

1. Man behält die Begriffe «Grauwacke» und «Arkose» bei, unterlegt ihnen aber neue Definitionen, die mit den Typgesteinen nicht oder nur zum Teil im Einklang stehen, und differenziert die Begriffe durch Adjektive. Dieses vielfach gewählte, durchaus vertretbare Vorgehen hat den Nachteil, dass es voraussichtlich nie gelingen wird, sich auf eine einheitliche Abgrenzung der Begriffe zu einigen.
2. Man verzichtet auf diese alten Namen überhaupt und schafft neue, exakt definierte Begriffe. Leider dürften diese jedoch kaum eine Chance haben, sich bei fertig ausgebildeten Geologen durchzusetzen.
3. Man verzichtet auf eine quantitative Definition von «Grauwacke» und «Arkose» und behält diese Namen als Feldbezeichnungen bei, so wie sie ursprünglich eingeführt wurden. Für die quantitative Einstufung der Sandsteine aber werden unter Verzicht auf jegliche Namengebung die Befunde selbst in einer knappen Form mitgeteilt.

Dieser letzte Weg wurde in der vorliegenden Arbeit eingeschlagen: Die Gehalte von Quarz, Feldspat, Gesteinsbruchstücken und Glimmer + Chlorit in der Sandfraktion wurden in der auch im Sand-Ton-Karbonatdreieck (FÜCHTBAUER, 1959) angewandten Abstufung verwendet:

10–25%:	«mit...»	oder	«...führend»
> 25%:	«mit viel...»	oder	«reich an...»

Gesteinsbruchstücke sind (wie in FÜCHTBAUER, 1959) definiert als Körner, die aus drei oder mehr Kristallindividuen zusammengesetzt sind. Demzufolge sind auch Hornsteinkörner als Gesteinsbruchstücke zu betrachten. Dies auch deshalb, weil ihre Unterscheidung von anderen Gesteinsbruchstücken nicht immer einwandfrei ist (z. B. bei rekristallisierten Kieselschiefern).

Die Benennung der Gesteine erfolgte ganz allgemein so, dass zunächst ihre Lage im Sand-Ton-Karbonat-Dreieck angegeben wurde. Ein Gestein mit 13% Ton, 30% Karbonat und 57% Sand wäre also ein «toniger, stark karbonatischer Sandstein».

Hiernach wurden dann die Hauptkomponenten ( $\geq 25\%$ ) weiter aufgeschlüsselt. Ein Gestein mit 13% Ton ( $< 20 \mu$ ), 30% Kalkzement und 57% Feinsand (0,02–0,2 mm), darunter 36% Quarzkörnern, 15% Feldspatkörnern, 37% Gesteinsbruchstücken und 12% Glimmer wäre demnach als «toniger, stark kalkig zementierter Feinsandstein mit Feldspat, Glimmer und vielen Gesteinsbruchstücken» zu bezeichnen.

Für tabellarische Übersichten kann man ein solches Gestein abkürzen: tK(C)S (G, f, m). Darin geben die nicht eingeklammerten Buchstaben die Lage im Sand-Ton-Karbonatdreieck an, wobei Bestandteile  $> 25\%$  als Grossbuchstaben und von 10–25% als Kleinbuchstaben verzeichnet sind und der Hauptbestandteil entsprechend dem deutschen Sprachgebrauch an den Schluss gestellt ist (Fig. 3). In Klammern sind die Hauptkomponenten aufgeschlüsselt, und zwar nach abnehmender Häufigkeit. Dabei werden hier die folgenden Abkürzungen verwendet: C = Calcit(zement), C' = Kalkarenit, D' = Dolomitarenit, F = Feldspat, G = Gesteinsbruchstücke, M = Phyllosilikate  $> 20 \mu$ .

Wo es sinnvoll erscheint, können auch Bestandteile unter 10% durch «mit wenig...» oder «schwach...-haltig» angegeben werden. Sandsteine mit mehr als 90% Quarz werden als Quarzsandsteine bezeichnet.

Tonige, schlecht sortierte Sandsteine, deren Tonkomponente und Blättchenminerale vorwiegend von Glimmer und Chlorit bestritten werden, und die reich an Gesteinsbruchstücken sind, können als *Grauwacken*, Sandsteine mit viel Feldspat + Kaolinit unter Umständen als *Arkosen* bezeichnet werden. Gelegentlich könnten sich auch die Ausdrücke *Subgrauwacke* (etwas weniger Ton und Gesteinsbruchstücke als Grauwacken, häufig mit karbonatischem Zement) und *Subarkose* (etwas weniger Kaolinit und Feldspat als Arkosen) anbieten. Diese vier Gesteinsnamen werden jedoch nur als quantitativ unverbindliche Feldbezeichnungen verwendet, so wie sie ursprünglich gemeint waren.

### 3.2.2.2. Die Molassesandsteine

In den bisherigen Kapiteln wurden je nach Bedarf einzelne Eigenschaften der Sandsteine herausgegriffen. An dieser Stelle soll ein Überblick über die mineralogische Zusammensetzung der verschiedenen Molassesandsteine gegeben werden. Zu diesem Zweck wurden 44 Gesteine ausgewählt, welche die vorkommenden Typen gut repräsentieren.

Sie wurden teils fraktionsweise, teils insgesamt in Streupräparaten ausgezählt. Der Tongehalt wurde, wo er nicht abgeschlämmt wurde, aus der Menge der Fraktion  $< 0,06$  mm extrapoliert. Falls Röntgenanalysen der Fraktion  $< 0,06$  mm vorliegen, wurde deren Ergebnis in abgekürzter Form angeführt (p = Plagioklas, k = Kalifeldspat; bzw. c = Chlorit, co = Corrensit, g = Glimmer, k = Kaolinit, m = Montmorillonit). Calcit und Dolomit wurden titriert, die Aufteilung auf Körner und Zement wurde aus Dünnschliffen (gegebenenfalls benachbarter Proben) abgeschätzt. Die Analysen beanspruchen demnach keine grosse Genauigkeit, geben aber einen guten Überblick. Unter «chert» sind Bruchstücke von Radiolariten und Hornsteinen tabelliert, «Glimmer und Chlorit» beziehen sich auf die Sandfraktion ( $> 0,02$  mm), der Median bezieht sich auf das Salzsäureunlösliche. Die Proben sind nach Liefergebieten und innerhalb dieser nach abnehmender Korngrösse geordnet.

Alle diese Proben und auch die Mittelwerte sind in der Dreiecksprojektion der Sandkomponenten (Fig. 26) dargestellt. Die Mittelwerte können nach obigem wie folgt bezeichnet werden:

- a) Toniger, stark karbonatischer Sandstein mit Gesteinsbruchstücken und Feldspäten.  $tK(D',C)S(g,f)$ .
- b) Stark sandiger, kalkarenitischer Dolomitarenit mit viel Kalkzement.  $S(G)K(D',C,c')$ .
- c) Karbonatischer Sandstein, reich an Gesteinsbruchstücken und Feldspäten.  $kS(G,F)$ .
- d) Toniger, stark karbonatischer Sandstein mit Feldspäten und Gesteinsbruchstücken.  $tK(C,D')S(f,g)$ . (Hier und in a) und b) wurde nur die Hauptkomponente in Worten aufgeschlüsselt, da der Ausdruck sonst zu schwerfällig würde.)
- e) Toniger, feldspatführender Sandstein.  $tS(f)$ .

Als Feldbezeichnung für die typischen Molassegesteine bietet sich der Begriff «Subgrauwacke» an (PETTIJOHN, 1957; opp. FÜCHTBAUER, 1959).

Fig. 26. Die Sandkomponenten der Molassesandsteine aus Tab. 9, in der Dreiecksprojektion Quarz-Feldspat-Gesteinsbruchstücke dargestellt. Oben Bausteinschichten und Glassande, unten USM. Grosse Zeichen-Mittelwerte. Angeschriebene Zahlen-Mediane des HCl-Rückstandes in mm/100.

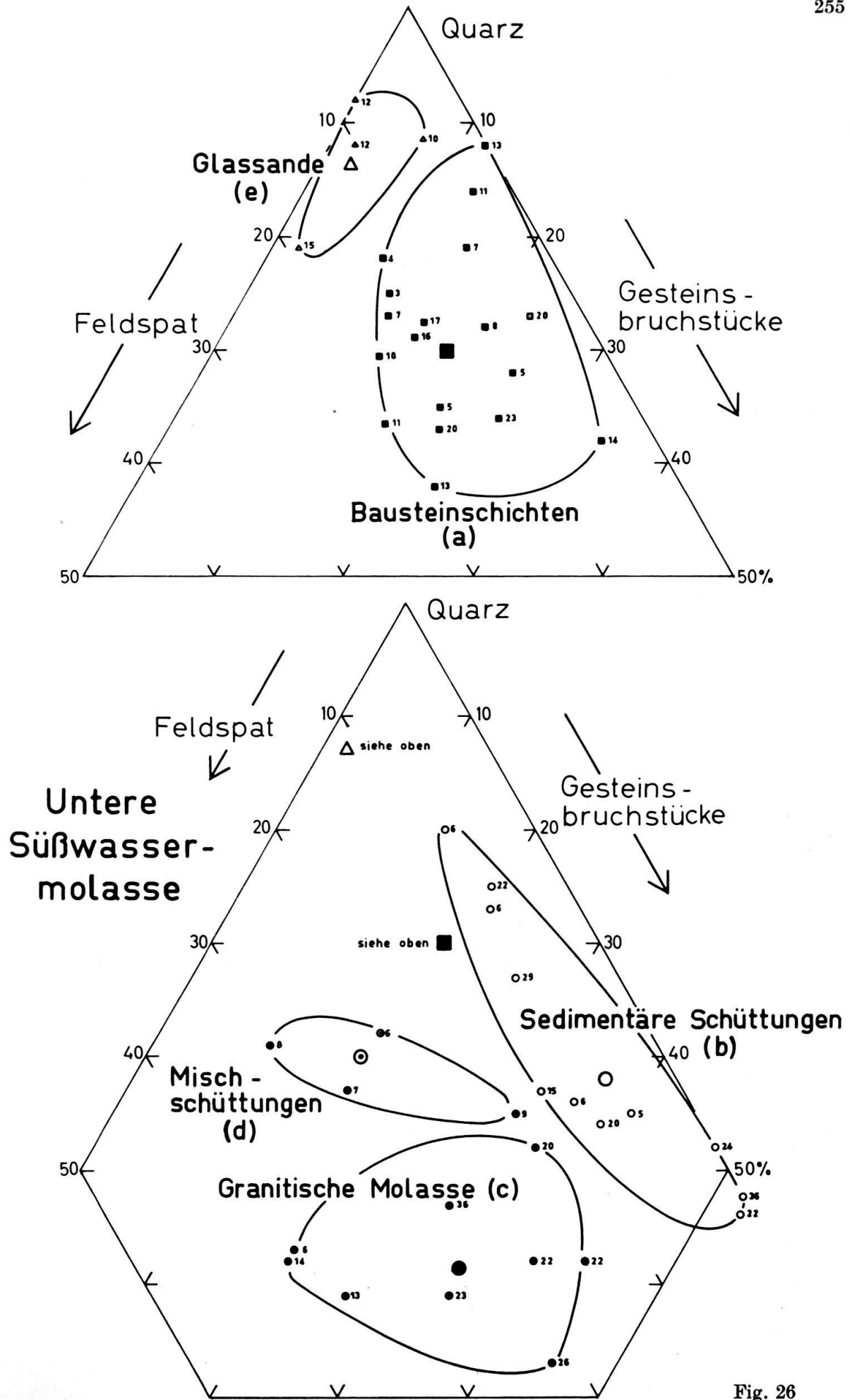


Fig. 26







## c. USM, Granitische Molasse

Probe	270	208	383	304	205	Ettenk. 1	339	335	265
	1589-96 m								
Median	0,26	0,23	0,22	0,22	0,20	0,16	0,14	0,13	0,06
Quarz	26	29	31	38	29	35	29	30	21
Feldspat	17 pk	20 pk	11 pk	17	8 pk	17	26	27	18 pk
«chert»	0	0	3	0	2	1	1	0	0
Gesteinsbruchst.	36	26	29	36	17	21	13	20	10
Glimmer + Chlorit	3	2	2	2	2	5	2	1	6
Ton	9 mkg	6 mgkc	7 mcg	7	6 mcg	7	6	13	24 gcm
Kalkkörner	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Dolomitkörner	3	9	0	0	21	12	3	4	4
Kalkzement	6	8	15	0	8	2	20	5	17
Dolomitcement	0	0	2	0	0	0	0	0	0

## d. USM, Mischschüttungen

## e. Glassande

Probe	230	Ampf. C. 27	Scherst. 1	27	49a	56b	Albach. 1	62	
	1061,3-67,5 m				977-82 m, g		1484,2-85,9 m		
	K 8								
Median	0,09	0,08	0,07	0,06	0,15	0,12	0,12	0,10	
Quarz	23	35	20	30	75	80	53	75	
Feldspat	6	17	9	10 pk	18	7 kp	6 kp	4	
«chert»	6	3	4	0	0	0	0	0	
Gest.-Bruchst.	7	2	2	8	2	0	1	6	
Glimmer + Chlorit	3	2	3	8	0	3	8	0	
Ton	15	4	11	16 gcm	5	10 kgc	22 g	15	
Kalkkörner	0	4	0	1	0	0	0	0	
Dolomitkörner	22	15	11	17	0	0	7	0	
Kalkzement	18	18	40	10	0	0	3	0	
Dolomitcement	0	2	0	0	0	0	0	0	

## Mittelwerte

Probe	a Baustein- schichten	b USM, sed. Schütt.	c USM, Gran. Mol.	d USM, Mischschütt.	e Glassande
Quarz	30	20,5	30	27	71
Feldspat	5	2	18	10,5	9
„chert“	1,5	6,5	1	3	0
Gesteinsbruchst.	6,5	6,5	23	4,5	2
Glimmer + Chlorit	2,5	0,5	3	4	3
Ton	13	8,5	9	11,5	13
Kalkkörner	3,5	9,5	1	1,5	0
Dolomitkörner	23	24	6	16,5	2
Kalkzement	15	22	9	21,5	0
Dolomitcement	0	0	0	0	0

### 3.2.3. Die Schwerminerale und ihre Herkunft

Der *Schwermineralgehalt* ist in der letzten Spalte der Tabellen für einen Teil der Proben für die karbonatfreie Fraktion 0,06–0,4 mm angegeben. Er schwankt ungesetzmässig zwischen 0,001 und 11% und liegt meistens um 0,1%. Die höchsten Werte erreicht er in einigen epidotreichen Proben (265, 332; in letzterer 6% des Gesteins), im küstennahen, marinen Chatt seitlich des «Inndeltas» (26, 27) und am Kopf der Bausteinschichten (in Kronburg 1, Lauben 1. Rieden 1 und Schwabmünchen 2), was auf Auswaschungsvorgänge und äusserst geringe Wassertiefe hinweist (siehe auch Abschn. 2.2.2.2.).

Über die *Korngrösse* der Schwerminerale lässt sich wenig für die ganze Molasse Verbindliches sagen. Granat ist meistens das grösste Schwermineral, doch wird es in manchen Proben aus der Granitischen Molasse vom Epidot überflügelt, welcher darin gelegentlich 0,4 mm Durchmesser erreicht. Insgesamt aber überstiegen die Schwerminerale (ausser Granat) 0,2 mm nur selten. Da die Sortierung der Molassesedimente im allgemeinen schlecht ist, werden die Korngrössenverhältnisse der Schwerminerale weniger von den Äquivalentradien (d. h. von den Unterschieden der Dichte und der Form), sondern von den aus dem Liefergebiet zugeführten Schwermineralkorngrössen bestimmt, die von Ort zu Ort unterschiedlich sind.

*Granat* ist das bei weitem häufigste Schwermineral der Molasse. Er ist im Streupräparat meist farblos; die grössten Körner sind schwach rötlich. Im Leitzachfächer der Bausteinschichten fanden sich auch gelbliche Granate. Die Lichtbrechung einiger Vorkommen wurde systematisch von Herrn cand. min. D. KNÖFEL bestimmt: In einer abgestuften Reihe von Immersionsölen wurde von je 50 Gra-

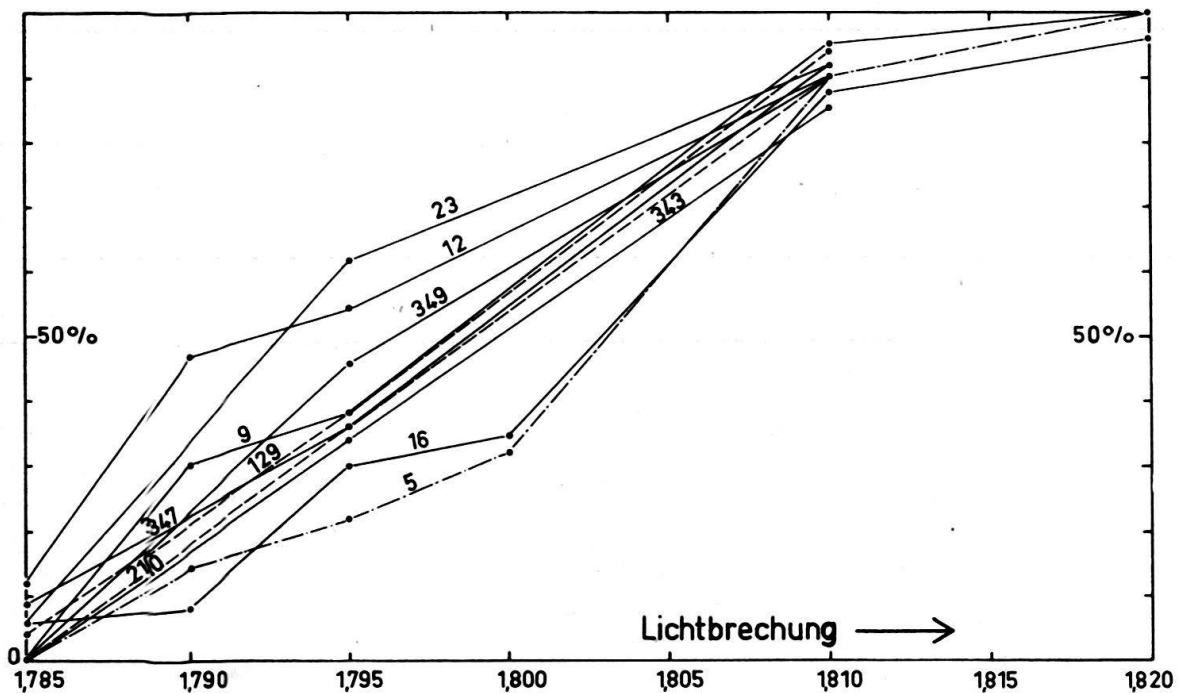


Fig. 27. *Lichtbrechung der Granate*. Von 10 Proben (Nr. angeschrieben) aus der Subalpinen Molasse wurde in jeder Einbettung (Punkte) an 50 Granaten der prozentuale Anteil höher bzw. niedriger lichtbrechender Granate ausgezählt.

naten der Anteil höher bzw. geringer lichtbrechender Körner bestimmt. Wie Fig. 27 zeigt, streut die Lichtbrechung zwischen 1,79 und 1,805. Nach Röntgenanalysen liegt die Hauptlinie bei  $2\vartheta = 34,7\text{--}34,8^\circ$  (Proben 67–69 und 321).

Zum Vergleich sind in der folgenden Tabelle für die reinen Endglieder die  $2\vartheta$ -Werte ( $\text{CuK}\alpha$ ) der Hauptlinie (420) aus den Gitterabständen  $a$  (SKINNER 1956) errechnet und den Brechungsindices (KENNEDY 1947) gegenübergestellt.

Tabelle 10. Optische und Röntgendaten der Granate

	$a$	$2\vartheta(420)$	$n$
Pyrop	11.459 Å	$35,05^\circ$	1,714
Almandin	11.526 Å	$34,7^\circ$	1,830
Spessartin	11.621 Å	$34,5^\circ$	1,800
Grossular	11.851 Å	$33,8^\circ$	1,734
Andradit	12.048 Å	$33,25^\circ$	1,887

Bei den untersuchten Molasse-Granaten handelt es sich hiernach um schwach pyrophaltige Almandine. Unter den von TRÖGER (1959) tabellierten Granaten dürfte seine Nr. 280 aus einem Chloritschiefer des Zillertals dem Vorkommen nach am ehesten die in der Molasse gefundenen Granate repräsentieren. Er enthält nach TRÖGER 73,7% Almandin und 19,3% Pyrop. Ein Granat aus dem Glimmerschiefer des oberen Ötztals (Gaisbergferner) besitzt eine Lichtbrechung zwischen 1,800 und 1,806 (NaD) und gleicht damit etwa den in der Molasse gefundenen Granaten.

Als Ursprungsgesteine derselben kommen demnach vor allem die zentral-alpinen Kristallinen Schiefer in Betracht. Wie die Mineraltabelle «Gerölluntersuchungen» zeigt, wurden indessen nur wenige Kristallingerölle mit hohem Granatgehalt gefunden. Gerölle von granatführendem Glimmerschiefer waren offensichtlich nicht resistent genug, um die Molasseschuttfächer am Alpenrand zu erreichen. Da auch die Flyschgerölle in der Molasse häufig reich an Granat sind, dürfte ein kleiner Teil der Molasse-Granate vor allem der «sedimentären» Schuttfächer aus Flyschsandsteinen stammen. Dies deckt sich mit der v. Moosschen Auffassung (1935).

Die übrigen Schwerminerale werden im folgenden in alphabetischer Reihenfolge kurz besprochen, soweit sie ein diagnostisches Interesse besitzen.

*Andalusit* wurde fast nur in nitalpinen Schüttungen aus nordöstlicher Richtung gefunden und dürfte aus dem moldanubischen Kristallin stammen (s. auch WIESENEDER und MAURER, 1958).

*Apatit* ist am stärksten in der Granitischen Molasse der Hohroneschüttung angereichert und stammt dort aus den Graniten, wie Gerölluntersuchungen (bei Probe 282 und 283) zeigten. Er findet sich jedoch in fast allen alpinen Schüttungen und auch in den untersuchten Flyschgesteinen und -geröllen und könnte daher z. T. auch aus diesen stammen.

*Disthen* tritt nur sporadisch auf. Am häufigsten ist er in den Glassanden. In den alpinen Schüttungen der deutschen Molasse findet er sich gelegentlich vor allem im Aquitan. In der schweizerischen Molasse fehlt dieses Mineral fast ganz (s. unter Staurolith!).

*Epidot* findet sich

- a) in Sandsteinen, deren Geröllbestand überwiegend von Graniten gebildet wird (z. B. Granitische Molasse des Entlebuch),
- b) in Sandsteinen, in deren vorwiegend sedimentärem Geröllbestand Grüngesteinsgerölle enthalten sind (z. B. Hörnlischüttung). Es genügen wenige Prozente der letzteren.

In Gruppe a stammen die Epidote (und Klinozoisite) aus Graniten, in denen sie sprossen und Feldspäte durchsetzen, wie die Untersuchung von Granitgeröllen bei den Proben 230, 346 und 377 zeigte. Diese Epidote unterscheiden sich visuell nicht von den aus Grüngesteinen stammenden, doch findet man unter ersteren häufiger Aggregatkörner. Nach KARL (1959, S. 51) sind diese Epidote charakteristisch für die alpidische Metamorphose und Überprägung. So finden sie sich z. B. auch im zentralen Aaregranit häufig (s. auch CADISCH, 1953, S. 32).

Die Grüngesteine können ausserordentlich epidotreich sein (z. B. Gerölle bei Pr. 254), so dass sie bereits in geringer Zahl das Schwermineralbild der umschliessenden Sandsteine weitgehend bestimmen.

*Glaukophan* wurde von VATAN und Mitarbeitern (1957) im französischen Alpenvorland bereits an der Oligozänbasis gefunden und aus den «schistes lustrés» hergeleitet. In der schweizerischen Molasse fand er sich, zusammen mit Crossit, nur im Genfersee-Gebiet und in der von dort aus bis nach Aarwangen reichenden Schüttung des untersten Chatt (Fig. 14a). In der marinen Ostmolasse kommt er sporadisch im Chatt einiger Bohrungen vor. In grösseren Mengen fand ihn ANDRÉE (1937) im Chatt, vor allem aber in OMM und OSM der Bohrung Taufkirchen, 47 km ENE München. Eine nichtalpine Herkunft ist für den Glaukophan dieses Gebietes in Erwägung zu ziehen, da er am Alpenrand, in der Gefalteten Molasse, nur selten vorkommt.

*Hornblende* findet sich im Chatt und Aquitan nur östlich von München, obwohl beispielsweise der heute anstehende Berninagranit und der Aaresand reich an Hornblende sind. Nach KARL (mündlich) stammt jedoch der grösste Teil der Hornblendes aus Amphiboliten, welche vorwiegend in ostalpinem Altkristallin stecken. Eine Ausnahme machen die blaugrünen Hornblendes (Barroisite), welche nach KARL (1959) typisch für die alpidische *Tauernkristallisation* sind. Diese wurden von Herrn Dr. KARL u. a. in den folgenden Molasseproben erkannt: 29 (Rupel), 26 (Chatt), beide aus der oligozänen Innschüttung, 1 (Burdigal), ferner in zahlreichen Proben der Oberen Süsswassermolasse (OSM; Ennschüttung). Sie lassen sich nicht nur durch ihre charakteristische Färbung, sondern auch durch den Achsenwinkel sicher von den gras- bis graugrünen oder blassgrünen Hornblendes der Molasse unterscheiden: Während  $2V_{\alpha}$  in den letzteren meist  $77-78^{\circ}$  beträgt, fand Herr Dr. KARL in den Barroisiten der Molasse  $2V_{\alpha} = 70-75^{\circ}$ . Das rupelische Auftreten von Barroisit deutet darauf hin, dass die *Tauernkristallisation* bereits im unteren Oligozän beendet war und demnach der laramischen Bewegungsphase zuzuordnen ist (KARL, 1959, S. 82).

Während in der schweizerischen Molasse auch in OMM und OSM nach HOFMANN (1957) kaum Hornblende auftritt, nimmt in der Ostmolasse der Hornblendegehalt nach oben stetig zu: Im Rupel und Chatt ist er noch gering und lokal begrenzt (s. o.; in den Bohrungen findet er sich vorwiegend in Spülproben und dürfte meist Nachfall von oben sein). Im Aquitan tritt dann etwas reichlicher Hornblende

auf, allerdings fast nur in der Innschüttung des Alpenvorlandes, nicht längs der gefalteten Molasse. In der OMM und vor allem in der OSM ist dann die Hornblende (grüne sowie barroisitische) eines der Hauptminerale.

*Rutil* ist ein Durchläufermineral, das zum grossen Teil aus aufgearbeitetem Flysch stammen dürfte. Mit dem Zunehmen «granitischer» Minerale (Epidot, Apatit) tritt er zurück. Er ist demnach hauptsächlich in der älteren Molasse verbreitet, mit deutlichen Häufungen in der östlichsten Subalpinen Molasse.

*Sillimanit* wurde sporadisch in Schüttungen vom Bayerischen Wald gefunden.

*Spinell*. Die diagnostische Bedeutung des dunkelroten Picotits wurde von G. WOLETZ in mehreren Arbeiten über Oberkreide und Alttertiär der Ostalpen begründet (1955, 1956 und vor allem 1963). In der Molasse findet er sich vor allem in den Bausteinschichten und im unteren Chatt, und zwar in den westlichen Schüttungen stärker als in der Ostmolasse.

Es handelt sich um optisch isotrope, muschelrig brechende Körner der Ostwaldfarbe 4–5 mit einer Lichtbrechung von etwa  $1.85 \pm 0.01$ , welche für Picotit oder Chromspinell spricht.

*Staurolith* ist hauptsächlich in der älteren Molasse des deutschen Alpenrandes und den von dort ausgehenden Schüttungen verbreitet: In den Bausteinschichten der beiden westlichsten Schuttfächer (Nesselburg und Hochgrat) findet er sich jedoch nur noch in den gröberen Proben, während er in der schweizerischen Molasse mit wenigen Ausnahmen (Gäbris- und Kronbergfächer, sowie im Saanegebiet) fehlt. Nach Herrn Dr. KARL (mündlich) sind Staurolith und Disthen an «altkristalline» (d. h. mindestens variscische) Gneise und Glimmerschiefer gebunden, wie sie z. B. im Ötztal vorkommen, in der Schweiz aber nur südlich des Hauptkammes und östlich des Oberrheins angetroffen werden (v. Moos 1935). Diese Verbreitung passt gut zu den obengenannten Befunden in der Molasse.

*Titanit* ist in seinem Vorkommen eng mit Epidot<sup>2</sup> verbunden, tritt jedoch nur sporadisch auf, mit starken Häufungen in der Genfersee-Schüttung (T' in Fig. 14a, b, c). *Hornblende* *Spinel*

*Turmalin* ist mit Ausnahme der Granitischen Sandsteine in allen Molassesandsteinen ein häufiges Mineral. Für die alpinen Schüttungen ist ein Überwiegen olivfarbener Varietäten charakteristisch, während in nichtalpinen Schüttungen bläulichgrüne oder bräunliche Turmaline vorherrschen können (FÜCHTBAUER 1958, Fig. 1). Das Ablagerungsmilieu bewirkt innerhalb der alpinen Turmaline eine weitere, zwar geringfügige, aber statistisch evidente Farbmodifizierung (FÜCHTBAUER 1963). Die Turmaline dürften grossenteils aus aufgearbeitetem Flysch stammen.

*Zirkon* zeigt eine sehr ungleichmässige Verteilung, vor allem in der Granitischen Molasse und in den Kristallingeröllen derselben, aus welchen er sich herleitet. Ein Teil des Zirkons dürfte aus dem Flysch stammen, wie sein stellenweise häufiges Auftreten in Schüttungen aus sedimentären Liefergebieten zeigt. Schliesslich ist er ein Hauptmineral der Glassande und aller anderen nichtalpinen Schüttungen.

*Opake Schwerminerale* wurden bei den Auszählungen nicht berücksichtigt, da es sich dabei vielfach um den diagnostisch uninteressanten diagenetischen Pyrit handelt, und da eine Erkennung der anderen Erze nur im Anschliff und mit Auflicht möglich ist. Herr Dr. STUMPFEL vom Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg hat sich jedoch in einem Gutachten der Mühe unterzogen, in 15 aus-



gewählten Proben<sup>6)</sup> die opaken Minerale erzmikroskopisch sorgfältig (je 500–1500 Körner) zu bestimmen und mit zwei anderen Vorkommen (Dogger beta Norddeutschlands und Tertiär des ostperuanischen Andenvorlandes) zu vergleichen. Dieses Gutachten erhärtete den schon in STUMPFL (1958) dargelegten, beträchtlichen diagnostischen Wert solcher Untersuchungen. So ergab sich beispielsweise zwischen den tertiären Molassen der Alpen und der Anden, welche schwermineralogisch sehr ähnlich zusammengesetzt sind (FÜCHTBAUER in KOCH & BLISSENBACH 1960), ein ausserordentlich scharfer Unterschied der opaken Minerale, welcher unter anderem durch das Fehlen von Pyrit und die Häufigkeit vulkanischer Minerale (Hitzemartit, Pseudobrookit; STUMPFL l. c.) in der Andenmolasse gegeben ist. Letztere Minerale fehlen in der alpinen Molasse.

Die häufigsten opaken Minerale sind Leukoxen und Pyrit. Letzterer fehlt nur in den drei Proben der Napfschüttung (epidotführende Granitische Molasse), welche statt dessen – als einzige – Magnetit führen. Der Pyritgehalt verdünnt meistens die anderen Erze und dürfte grossenteils im Sediment gebildet sein. Ilmenit und Titanit finden sich vorwiegend in epidothaltigen Gesteinen (s. o.). Martit kommt verstreut vor. In einer Probe der Gäbriszone (241 + 244) deutet Chromit (7% aller Schwerminerale) auf ein ultrabasisches Ursprungsgestein hin; in zwei anderen Proben dieser Zone fehlt er. Der Glassand hebt sich durch den guten Erhaltungszustand der opaken Minerale und das Vorkommen eines Ilmenits, der nach (0001) zum Teil in Leukoxen umgewandelt ist, von allen Molasseproben ab. Desgleichen hebt sich ein Turonsandstein durch die Einförmigkeit seiner opaken Minerale (nur Pyrit und Leukoxen) von der Molasse ab.

Unter den von STUMPFL (1958) ausgeschiedenen paragenetischen Einheiten ähnelt der Bestand der Molassesandsteine am meisten den «Magnetit-Ilmenit-Sanden», welche auf ein vorwiegend aus sauren Tiefengesteinen aufgebautes Herkunftsgebiet weisen.

#### «Intrastratal solution»

WIESENER (1953, u. Mitarb., 1958) fand im Helvet und Torton des Wiener Beckens in den Oberflächenaufschlüssen und flachen Bohrungen (bis zu 900 m) etwa 5% Epidot, in den tieferen Bohrungen (Matzen: 1600 m) fast keinen Epidot. Da eine verschiedene Zufuhr nicht in Frage kam und auch andere Schwerminerale (Granat, Staurolith) eine mit der Tiefe zunehmende Ätzung zeigten (s. auch v. Moos 1935) bzw. in den tieferen Bohrungen ausgetilgt waren (Hornblende), deutete er die Befunde diagenetisch durch eine mit der Tiefe zunehmende «intrastratal solution». Diese hätte die hauptsächlichen Schwerminerale in der Reihenfolge Hornblende – Epidot – Staurolith – Granat – Apatit – Turmalin, Zirkon, Rutil angegriffen, im Gegensatz zu der Verwitterungsreihenfolge Hornblende – Apatit – Granat – Epidot – Staurolith – Turmalin, Zirkon, Rutil.

In der Westmolasse konnten solche Einflüsse von «intrastratal solution» durch Vergleich tiefer Bohrungen mit Oberflächenaufschlüssen der gleichen Schüttung nicht beobachtet werden. Glaukophan wurde bis zu 1400 m Tiefe gefunden (Cha-

<sup>6)</sup> Proben Nr. 65 und 70, 221, 222 und 223, 241 und 244, 328, 336, 338, 356 und 358 und 360, 364, Albaching 1 1469,1–1476,7, Albaching 1 1777,5–1786,1, Isen 1 Sp. 1302, Kastl 2a 1812,5–1816,0 K1, Tettngang 1 Sp. 2310 und 2370.



pelle 1, LEMCKE 1959) Epidot bis 2100 m (Küsnacht 1; BÜCHI u. Mitarb. 1961), Staurolith bis 3100 m Tiefe (Kaufbeuren 1, Abb. 8). Diese Grenzen sind ausserdem zufuhrbedingt, wie das abrupte Einsetzen zeigt. Vergleicht man jedoch die Schwerminerale in den Kalksandsteinen und den benachbarten Sandsteinen miteinander, so findet man in ersteren häufig einen etwas erhöhten Staurolithgehalt, woraus sich eine schwache «intrastratal solution» in den Sandsteinen ergibt (Klosterbeuren 1, Ellwangen 2, Steinental 1, Heimertingen 2, Lauben 1, Rieden 1, sowie im Helvetikum (2.2.1.1)). In der staurolithfreien Nesselburgschüttung aber fehlt dieses Mineral auch in den Kalksandsteinen.

Das stärkere und verbreitetere Auftreten von «intrastratal solution» im Wiener Becken erklärt sich durch den wesentlich geringeren Karbonatgehalt. So enthält der Matzener Sandstein nach WIESENER & MAURER (1958) nur 5% Karbonat; 30% ist der Maximalwert aller betrachteten Sandsteine. Demgegenüber enthalten die Molassesandsteine Deutschlands und der Schweiz etwa 30–60% Karbonat, welches die Schwerminerale grossenteils als Zement umhüllt und geschützt haben dürfte. Im ganzen ist die «intrastratal solution» auch in den Sandsteinen des Wiener Beckens als geringfügig anzusprechen, wenn man sie mit den Dogger-

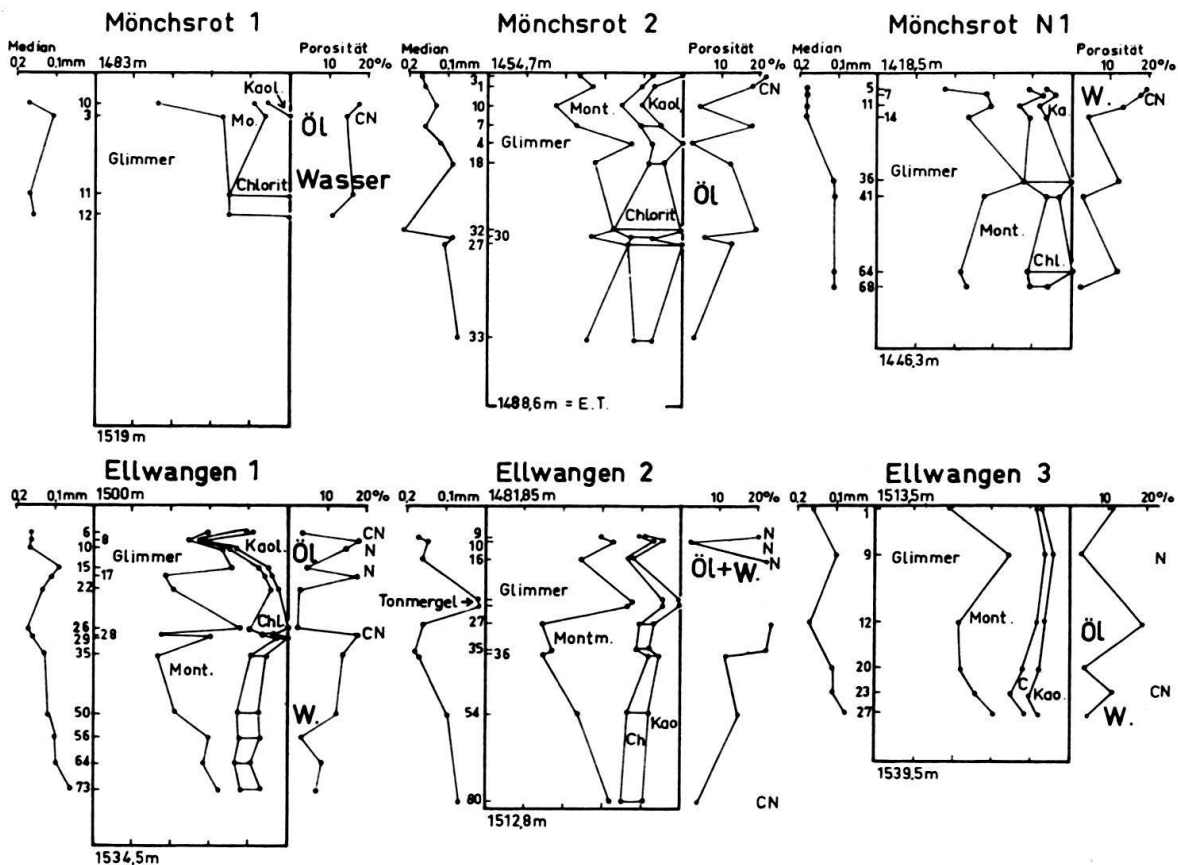


Fig. 28. Tonminerale in der Fraktion < 0,02 mm von Sandsteinen der Bausteinschichten. Im Chloritfeld sind die Proben mit Chlorit + Corrensit durch horizontale Striche gekennzeichnet. Rechts sind jeweils Na-Montmorillonite (N) und Ca-Na-Montmorillonite (CN) vermerkt. In den übrigen Proben liegt Ca-Montm. vor. Links sind der Median und die Probennummern der Sandsteine, rechts die Porosität und der Poreninhalt angegeben. Die Teufen bezeichnen Ober- und Untergrenze der Bausteinschichten.

beta-Sandsteinen Norddeutschlands vergleicht. Dort ist der in den Kalksandsteinen konservierte Disthen-, Staurolith- und Granatgehalt in den karbonatfreien Sandsteinen nach Massgabe der maximalen Versenkungstiefe teilweise bis vollständig ausgemerzt (DRONG in Vorbereitung, PHILIPP u. Mitarb. 1963).

Die Ursprungsgesteine der *Nordzufuhren* sollen hier nicht ausführlich diskutiert werden, da einer sedimentpetrographischen Bearbeitung des Mesozoikums unter der Molasse durch Herrn Dr. DRONG nicht vorgegriffen werden soll. Von den durch SCHNITZER (1954 u.a.) bearbeiteten mesozoischen Gesteinen Frankens könnten lediglich Schüttungen aus den Arealen des Stubensandsteins, Schilfsandsteins und evtl. Blasensandsteins wegen ihres Granat- und Apatitgehaltes Verwechslungen mit alpinen Schüttungen verursachen. Jedoch schliesst bereits die geringe Mächtigkeit dieser Sandsteine einen stärkeren Einfluss aus. Die Erosion dieser Keupersandsteine hat zudem in einem Gebiet mit geringer Morphologie stattgefunden und war deshalb vermutlich mit einer intensiven Oberflächenverwitterung verbunden, welcher ein grosser Teil der Granate und Apatite zum Opfer gefallen sein dürfte.

### 3. 3. Die Tonminerale

An 75 vorwiegend sandigen Proben aus allen Stufen der Gefalteten Molasse sowie an etwa 75 Proben aus Bohrungen (grossenteils Sandsteine der Bausteinschichten, Fig. 28) wurden von Frau GOLDSCHMIDT Röntgenanalysen durchgeführt: Von den in Fig. 28 zusammengestellten Proben wurden die gegenseitigen Verhältnisse der Tonminerale in der Fraktion < 0,02 mm quantitativ ermittelt; in allen übrigen Proben wurde nur die Reihenfolge abnehmender Häufigkeit der Tonminerale und Feldspäte ermittelt. Die Tonmineralverhältnisse sind z.T. verfälscht durch die – allerdings einheitliche – Behandlung mit warmer, 10%iger Salzsäure, welche vor allem den Chlorit, daneben aber auch den Montmorillonit angreift. Für die Tonmineraluntersuchungen, die ja innerhalb dieser Arbeit nur eine untergeordnete Rolle spielten, wurden nämlich die feinsten Fraktionen der Korngrössenanalysen verwendet, deren Arbeitsgang zur Entfernung des Dolomits eine HCl-Behandlung enthält. Die bei der Chloritanlösung frei werdenden Mg-Ionen können die Dolomitgehaltsbestimmung gelegentlich verfälschen.

Einen ersten Überblick vermittelt die folgende Zusammenstellung:

Tabelle 11. Verbreitung der Tonminerale in der Molasse.

Von 68 Molasseproben aus Tagesaufschlüssen ist					
	Illit	Montmor.	Chlorit	Kaolinit	
in	67	54	58	24	Proben enthalten und
in	21	30	7	10	Proben häufigstes Tonmineral
Von 52 Bohrproben aus den Bausteinschichten (Fig. 28) ist					
	Illit	Montmor.	Chlorit	Kaolinit	
in	52	47	52	39	Proben enthalten und
in	41	11	0	0	Proben häufigstes Tonmineral

#### *Mineralogische Beobachtungen*

Der di- bzw. trioktaedrische Anteil des *Illits* konnte wegen des fast stets vorhandenen Chlorits nur in wenigen Stichproben ermittelt werden. In diesen Fällen handelte es sich um Muscovit-Illit. In einigen Proben (Nr. 252, 263, 266) wurde daneben *Hydrobiotit* an seiner Hauptlinie bei  $d = 11,6 \text{ \AA}$  erkannt.

Der *Montmorillonit* ist meist Ca-, seltener Na-Montmorillonit ( $d$  lufttrocken = 14,93 bzw. 11,84 Å); eine gesetzmässige Verteilung konnte nicht festgestellt werden (s. auch Fig. 28). *Mixed layer* fanden sich in keiner Probe: Sieben besonders montmorillonitreiche Proben (Nr. 88, 107, 124, 129, 168, 236, 344) wurden sowohl trocken als auch mit Glycerin gequollen aufgenommen. Stets erschienen die Muscovitlinien unverändert, schmal und spitz ohne eine Schulter zu höheren  $d$ -Werten hin, welche auf eine *Mixed layer*-Beimengung hätte schliessen lassen. VERNET (1958) fand bei seinen Untersuchungen der Fraktion  $< 0,002$  mm von Molassemergeln als hauptsächliches Tonmineral ein Mineral, dessen 1. Basisinterferenz in trockenem Zustand zwischen 10 und 15 Å, nach seiner Fig. 9 zwischen 12 und 14 Å liegt, im Glycerinpräparat aber scharf wird und sich auf 17 Å verschiebt. Hieran änderte sich auch nichts bei vorheriger Behandlung mit  $MgCl_2$  oder KCl. VERNET deutete dieses Mineral als *Mixed layer* Montmorillonit-Chlorit, doch sprechen alle seine Angaben eher für einen normalen Montmorillonit.

Um zu prüfen, ob ein Teil des Montmorillonits nur abgebauter Glimmer ist, der sich durch Kalium-Angebot relativ leicht wieder zu Glimmer oder wenigstens zum *Mixed layer* komplettieren lässt, wurden die auf 0,035 mm zerkleinerten Fraktionen  $< 0,06$  mm von 8 mit HCl entkalkten Sandsteinen 6 Stunden lang in 1 n KOH gekocht: In den Proben Nr. 74, 112, 124, 168 und 317 waren die Montmorillonitlinien nach der Behandlung ganz oder teilweise in *Mixed layer*-Linien übergegangen (12,6 und 13 Å im Glycerinpräparat, entsprechend 40 bzw. 30% expandierten Lagen); in den Proben 88, 188 und 208 hingegen blieben sie unverändert, und es erschienen auch keine neuen Linien. In beiden Gruppen waren Ca- und Na-Montmorillonite. Nach diesen Experimenten enthält nur ein Teil der Montmorillonite abgebaute Glimmerlagen.

Der *Chlorit* ist meist mehr oder weniger eisenhaltig, wie sich nach dem folgenden Schema aus dem Intensitätsverhältnis der Basisreflexe ergab:

	$d$	$\sim 14,1$	$\sim 7,1$	$\sim 4,7$	$\sim 3,5$ Å
Chlorit, Fe-frei . . . . .		001 $\ll$	002 =	003 =	004
Chlorit, Fe-reich . . . . .		001 $\ll$	002 $>$	003 $<$	004
Vermiculit . . . . .		002 $\gg$	004 $\sim$	006 $<$	008

Vermiculit fand sich nicht. In einigen Proben (Nr. 183, Es. 1 Nr. 1–14) trat bei 7,2 Å die Hauptlinie des Serpentin auf. Gelegentlich wurde neben dem Chlorit oder statt dessen *Corrensit* gefunden (Fig. 28;  $d = 32,1$  Å stst, 16,05 st, 8,06 m, 7,08 m, 3,56 m im Glycerinpräparat). Bei der quantitativen Analyse (trockene Präparate!) konnten Chlorit und Corrensit nicht getrennt werden.

Der *Kaolinit* ist zum Teil geordnet, häufiger aber nach der  $b$ -Achse fehlgeordnet («fireclay»). Ein System konnte in der Verteilung dieser Modifikationen nicht festgestellt werden.

#### Verbreitung der Tonminerale

Die untersuchten Flysch-Kalksandsteine (a, e, k sowie Gerölle bei Pr. 198 und 355) enthalten nur Illit und (meistens) etwas Chlorit. In den Sandsteinen

der Deutenhausener Schichten tritt daneben gelegentlich etwas Kaolinit und Montmorillonit auf.

Erst im Chatt – z. B. in den Bausteinschichten und in den «sedimentären» und «granitischen» Schuttströmen der USM – fanden sich Montmorillonit und Kaolinit reichlicher, was mit den Befunden von VERNET (1958, s. o.) und VATAN u. Mitarb. (1957) übereinstimmt. Die höchsten Montmorillonitgehalte in den sedimentären Schutfächern fanden sich zwischen Isar und Rhein.

Die Glassande aber und der Ampfinger Sandstein sind frei von Montmorillonit. Im letzteren und im Lithothamnienkalk ist Kaolinit das überwiegende Tonmineral, welches hier vermutlich zusammen mit dem Feldspat von der benachbarten Landshut-Neuöttinger Schwelle zugeführt wurde.

### *Entstehung der Tonminerale*

Der Ermittlung, welche Tonminerale detritisch zugeführt und welche diagenetisch gebildet wurden, dienten unter anderem Dünnschliffe (z.T. unter Öl) von röntgenographisch untersuchten Proben sowie vergleichende Röntgenuntersuchungen tonreicher Molassegesteine (Proben 20, 41, 72, 30, 102, 327, 337, 378, 382, 385 sowie Ellwangen 2 in Fig. 28), da in solchen der Anteil diagenetischer Neubildungen erfahrungsgemäss kleiner ist als in der Tonmineralfraktion der Sandsteine (FÜCHTBAUER & GOLDSCHMIDT 1963), in welchen die Beweglichkeit der diagenesefördernden Lösungen grösser ist.

Hiernach bestehen die *detritischen Zufuhren* in der Fraktion  $< 0,06$  mm, nach abnehmender Menge geordnet, aus Illit, Montmorillonit und Chlorit. Muscovit, Biotit und Chlorit sind die beherrschenden Schichtsilikate in der Sandfraktion der Molassegesteine. In vielen Proben der brackisch-marinen Bausteinschichten, aber auch in der Unteren Süsswassermolasse, fanden sich Glaukonitkörner und Foraminiferen-Bruchstücke. MUHEIM (1934) leitete daraus eine marine Entstehung dieser Schichten ab. Wahrscheinlicher aber ist eine Umlagerung aus dem Flysch, dessen Gerölle nach MUHEIM ebenfalls Glaukonit führen (HAGN, 1950).

Eine *diagenetische Neubildung* von Kaolinit und z. T. auch von Montmorillonit und Chlorit in den Sandsteinen ist schon wegen der Zunahme dieser Minerale gegenüber den Tonmergelsteinen (Fig. 28) wahrscheinlich. In die gleiche Richtung weisen die Beobachtungen, dass in Fig. 28 die Schwankungen des Kaolinit- und Montmorillonitgehaltes wesentlich grösser sind als diejenigen des Illit- und Chloritgehaltes, und dass der Montmorillonitgehalt in der Granitischen Molasse um so höher ist, je grobkörniger, poröser und durchlässiger die Sandsteine sind.

Von den in Fig. 28 dargestellten 52 Proben stammen 12 aus Kalksandsteinbänken (Ellwangen 1 Nr. 6, 15, 26, 56; Ellwangen 2 Nr. 10, 80; Ellwangen 3 Nr. 9; Mönchsrot 2 Nr. 4, 30, 33; Mönchsrot-N 1 Nr. 41, 68). In ihnen ist ein schon primär höherer Calcitgehalt (ca. 40%) zu Porenzement umkristallisiert, wobei sich die Porosität drastisch senkte. Da diese Zementation vermutlich frühdiagenetisch erfolgte, sollte zumindest ein Teil der Tonmineraldiagenese in den Kalksandsteinbänken unterbunden gewesen sein. Vergleicht man in Fig. 28 den Tonmineralgehalt dieser Bänke mit demjenigen benachbarter Sandsteine, so erkennt man, dass sie sich durch einen geringeren Kaolinit- und/oder Montmorillonitgehalt bzw.



Chlorit- + Corrensitgehalt (die vier letzten der oben genannten Proben) von den poröseren Sandsteinen unterscheiden. Die oben nicht aufgezählten, geringporösen Proben mit Calcitgehalten von nur 16–35% (Ellw. 1 Nr. 22; Ellw. 3 Nr. 20 und 27; Mönchs. 2 Nr. 10 und Mönchs. N 1 Nr. 14) sind nur zum Teil durch Calcit, daneben aber durch Tonmineralneubildungen verdichtet.

Der jetzige Poreninhalt (Öl oder Wasser) scheint in den Profilen von Fig. 28 keinen Einfluss auf die Tonminerale zu haben. Der nur im unteren Teil der Bausteinschichten auftretende Corrensit sowie das Kaolinitmaximum und die grössere Häufigkeit von Na-Montmorillonit im oberen Teil derselben dürften ebenfalls schon vor der Öleinwanderung diagenetisch entstanden sein.

In *Dünnschliffen montmorillonitreicher Sandsteine* (Nr. 208, 228; Ellwangen 1 Nr. 15; Ellwangen 2 Nr. 36) sind zahlreiche Kornzwickel mit gebogenen, 0,1–0,3 mm grossen Blättchen eines grünlichgelben, nicht pleochroitischen Minerals gefüllt, welches in Licht- und Doppelbrechung dem Quarz ähnelt. Diese vermutlichen Montmorilloniteinschlüsse bilden gelegentlich Pseudomorphosen nach Feldspat mit erhaltenen Spaltrissen oder Umrissen oder treten als Spaltrissfüllungen

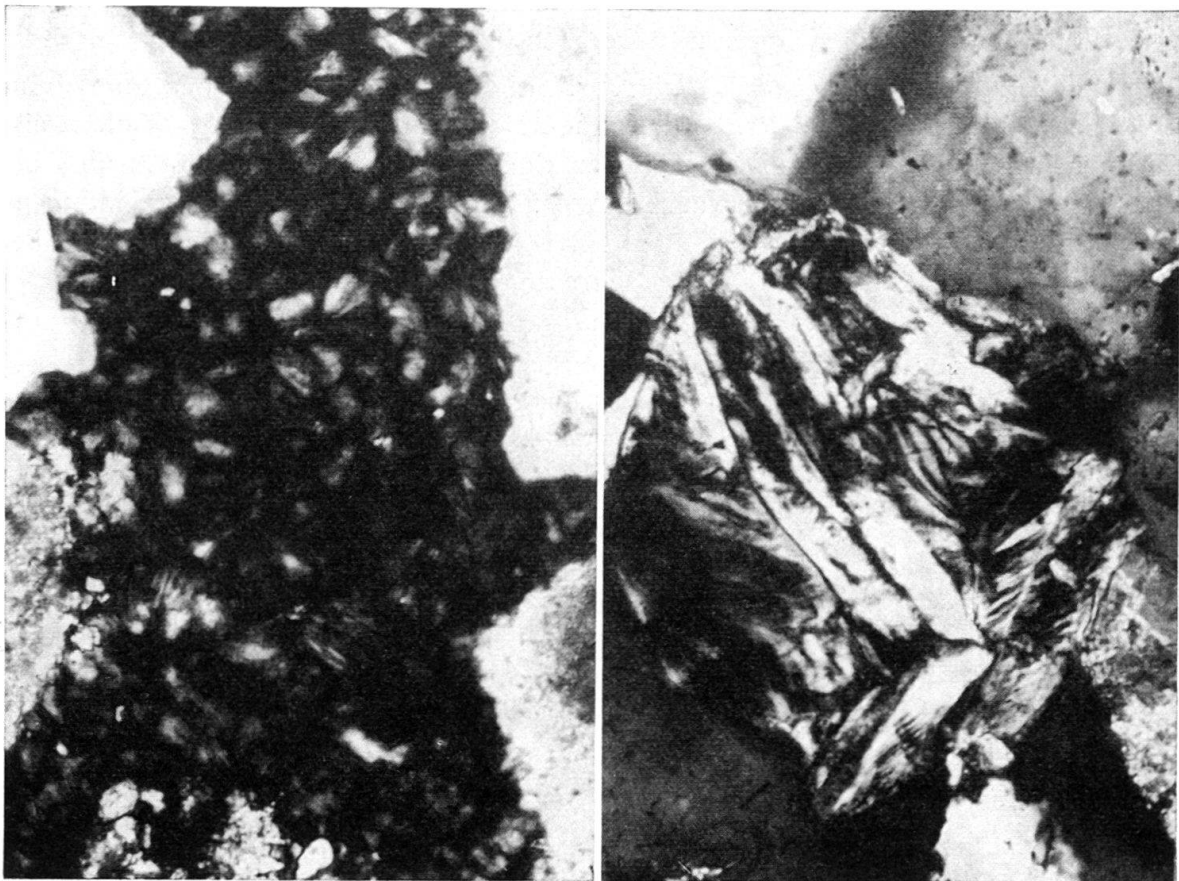


Fig. 29. *Tonminerale* in Sandsteinen der Bausteinschichten.

links: Schwabmünchen 1, DS 147. Kaolinitneubildungen zwischen Dolomitkörnern (Gekreuzte Nikols; lange Bildkante = 0,32 mm),  
rechts: Ellwangen 2,36. Grosses Ca-Montmorillonitkorn, wohl Neubildung (Unter Öl geschliffen; gekreuzte Nikols; lange Bildkante = 0,32 mm). Die Tonminerale in beiden Proben sind röntgenographisch gesichert.

in Feldspäten auf. Desgleichen kommen Pseudomorphosen nach Glimmer vor, was schon nach den Ergebnissen der KOH-Behandlung (s. o.) zu erwarten war.

Meistens aber scheinen sie keine anderen Minerale ersetzt zu haben (Fig. 29). Ihre Kristallgrösse und unregelmässige Verteilung – viele Poren sind frei davon – sprechen für eine diagenetische Montmorillonitbildung. Nach GRIM kann sich bei der Verwitterung K-arter, saurer Eruptiva gelegentlich als alleiniges Tonmineral Montmorillonit bilden. Hiermit liesse sich nicht nur ein Teil des detritisch aus den Alpen zugeführten Montmorillonits, sondern auch der diagenetisch in der (plagioklasreichen) Granitischen Molasse neugebildete Montmorillonit erklären.

In den Dünnschliffen *kaolinitreicher* Sandsteine (Nr. 110, 171; Ellwangen 1 Nr. 10) findet man sehr kleine Kaolinitgruppen in den Kornzwickeln (in Ellw. 1 Nr. 10: 0,003 mm Durchmesser, nach Röntgenanalyse fireclay), jedoch keine kaolinitisierten Feldspäte. In solchen durchlässigen Sandsteinen müssen sich die diagenetischen Neubildungen nicht unbedingt als Pseudomorphosen an der Stelle des zerfallenden Alumosilikates bilden, wie es in kaolinitisierten Graniten meist der Fall ist, sondern können auch in benachbarten Porenräumen wachsen (s. den vorigen Absatz!). Am meisten Kaolinit wurde in den porösen Dolomit-Quarz-Konglomeraten der Bausteinschichten von Schwabmünchen 2 gefunden (Fig. 29). Hier fallen die weissen Kaolinitzwickel schon makroskopisch ins Auge.

In den Dünnschliffen *Chlorit*, *Corrensit* und *Serpentin* führender Sandsteine (Mönchsrot 2 Nr. 27, Es. 1 Nr. 1–14) fanden sich grünliche, runde, möglicherweise sedimentär eingelagerte Körner. Da der *Corrensit* meist mit *Chlorit* und der *Serpentin* mit beiden Mineralen zusammen auftritt, war ihre Unterscheidung im Dünnschliff nicht mit Sicherheit möglich. Der *Corrensit* und vielleicht auch der *Serpentin* könnten zum Teil diagenetisch neugebildet sein.

Tabelle 12 (42 Kästen). Zusammenstellung sämtlicher Daten der sedimentpetrographischen Untersuchungen

*Erläuterungen zu Tabelle 12*

- 1a Proben-Nr. Die Oberflächenproben wurden von Osten nach Westen in 23 Gebiete eingeteilt. Innerhalb derselben wurden sie vom stratigraphisch Hangenden zum Liegenden angeordnet, jedoch wurden die Proben einer Lokalität nicht voneinander getrennt. Die im Text oberhalb jeder Lokalität genannten Kartenblätter sind, falls nichts anderes vermerkt ist, Messtischblätter. Mit den Zusätzen a, b, c wurden an der gleichen Stelle entnommene Proben bezeichnet. Ein \* bzw. + hinter der Nummer bedeutet, dass von dieser Stelle Sediment- bzw. Kristallin-Gerölle untersucht wurden. (s. Tabelle im Anschluss an die Oberflächenproben.)
- 1b Bohrung und Teufe. Sp bedeutet Spülprobe, Sch = Schusskern, SK = Seitenkern; alle übrigen Proben stammen aus normalen Kernen.
- 2 Stufe. Zur Kennzeichnung der stratigraphischen Lage wurden die folgenden Abkürzungen verwendet:
- In Oberflächenproben
- |    |             |                                 |
|----|-------------|---------------------------------|
| He | = Helvet    |                                 |
| Bu | = Burdigal, | O-Bu = Oberburdigal (L)         |
|    |             | U-Bu = Unterburdigal (M)        |
| Aq | = Aquitan,  | Prom = Promberger Schichten (M) |
|    |             | OBM = Obere Bunte Molasse (FL)  |
|    |             | Koj = Kojenschichten (F)        |
|    |             | GrMo = granitische Molasse (F)  |



Ch	= Chatt,	Cyr	= Cyrenenschichten (B)
		OG	= Oberer Glassand (F-M)
		UG	= Unterer Glassand (F-M)
		UBM	= Untere Bunte Molasse (FL)
		Weis	= Weissachschiechten (F)
		Stei	= Steigbachschichten (F)
		oAwM	= Obere Aarwanger Molasse (F)
		uAwM	= Untere Aarwanger Molasse (FL)
Bau	= Bausteinschichten (B)		
Horw	= Horwer Platten (B)		
Vaul	= Grès de Vaulruz (B)		
Ru	= Rupel,	Tonm	= Tonmergelschichten (M)
		Gris	= Grisiger Mergel (M)
La	= Lattorf,	Deut	= Deutenhausener Schichten (M) (z. T. Rupel?)
Fl	= Flysch		
In Bohrungen			
OSM	= Obere Süßwassermolasse (Torton-Pont)		
SBM	= Süßbrackwassermolasse (Helvet)		
OMM	= Obere Meeresmolasse (?Burdigal-Helvet)		
USM	= Untere Süßwassermolasse		(Chatt-Aquitain)
G	= Glassand (M)		
Cyr	= Cyrenenschichten (B)		
UCS	= Untere Cyrenenschichten (B)		
Bau	= Bausteinschichten (B)		
Ru	= Rupel,	Tonm	= Tonmergelerde (M)
		Sand	= Sandmergelerde (M)
		Fisch	= Fischschichten (M)
		MK	= helle Mergelkalke (M)
		Gas	= Isener Gassand (M)
La	= Lattorf,	Fisch	= Fischschichten (M)
		Lith	= Lithothamnienkalk (M)
		Ampf	= Ampfinger Schichten (M)
Pr	= Priabon		
Sa	= Santon		
Co	= Coniac		
Tu	= Turon		
Ce	= Cenoman		
Do	= Dogger		
Ka	= Karbon		

(In den Oberflächenproben sind die Faziesnamen innerhalb der Tertiärstufen von Osten nach Westen aufgezählt; sie sind z. T. (z. B. Deut, Prom, Cyr) nicht nur an die Stufen gebunden, unter denen sie erscheinen.) Das vermutliche Ablagerungsmilieu (M = marin, B = brackisch, L = limnisch, F = fluviatil) wurde, soweit bekannt, in Klammern beigelegt.

- 3, 4 Koordinaten. Hier sind die Rechts- und Hochwerte (für die deutschen Blätter), die Gradzahlen (für die Karte von Vorarlberg) und die Koordinaten (für die schweizerischen Blätter) tabelliert. Die Blätter sind im Text oberhalb jeder Probenserie vermerkt.
- 5 Relative Lage. Die Höhe über (bzw. mit «—» die Tiefe unter) der im eingefügten Text genannten Bezugsfläche in Metern. Die Quelle dieser Angaben, die nur eine ungefähre Vorstellung vom gegenseitigen Abstand der Proben vermitteln sollen, ist ebenfalls im allgemeinen im beigegebenen Text angeführt.
- 6 Karbonat, %. Hier ist der Karbonatgehalt, wie er in Salzsäure bei der Korngrößenanalyse ermittelt wurde, vermerkt. Ein + dahinter bedeutet, dass von dieser Probe ein Dünnschliff untersucht wurde.
- 7 Calcit/Dolomit. Der Quotient wurde titrimetrisch bestimmt.

- 8 Median der Fraktion  $> 60 \mu$ . Da die Schwerminerale von der Fraktion  $> 60 \mu$  abgetrennt wurden, ist der Median in mm (d.h. die Korngrösse, oberhalb derjenigen 50 Gewichtsprozente der entkalkten Probe liegen) für *diese* Fraktion notiert, um evtl. Korngrösseneffekte in den Mengenverhältnissen der Schwerminerale zu erkennen. Ist die Spalte 9 frei, so bedeuten die Werte der Spalte 8 den mikroskopisch geschätzten Mediandurchmesser. Ein + bedeutet, dass die Probe Gerölle ( $> 2 \text{ mm } \varnothing$ ) enthält.
- 9 Fraktion  $< 60 \mu$  in %. Hier ist zur Ergänzung von 8 der gewichtsmässige Anteil der feineren Fraktion tabelliert.
- 10 Feldspat. Gehalt der Fraktion 0,09–0,15 mm an Feldspäten mit  $n < 1,54$ , ausgedrückt in Kornzahlprozenten der Summe Quarz + Feldspat. In einer Reihe von Proben wurde der Feldspatgehalt in allen Kornfraktionen einzeln untersucht. Die beigefügten kleinen Buchstaben charakterisieren dann die Korngrössenabhängigkeit des Feldspatgehalts (s. Abschnitt 3.2.1.).  
 a = Er ist in allen Fraktionen sehr gross, mit nur geringen Anstiegstendenzen zur feinen oder auch zur groben Seite.  
 b = Seine Häufigkeit ist gross, besitzt jedoch einen Knick im Sinne einer Abnahme zum Gröberen hin.  
 c = Er nimmt langsam und stetig mit zunehmendem Korndurchmesser ab.  
 d = Er nimmt schnell gegen gröbere Korngrössen ab.  
 e = Er ist in allen Fraktionen sehr klein ( $< 10\%$ ).
- 11 «Chalcedon». Gehalt der Fraktion 0,09–0,15 mm an Hornsteinkörnern, ausgedrückt in Kornzahlprozenten der Summe Quarz + Feldspat. Ein + vor der Zahl bedeutet, dass in dieser Probe der Anteil undulös auslöschender Quarze bestimmt wurde (s. Sondertabellen im Text!).
- 12 Glimmer. Glimmergehalt der Fraktion 0,09–0,15 mm in Kornzahlprozenten, bezogen auf die Summe Quarz + Feldspat + Glimmer. Glaukonit ist nicht mitgezählt. Sein Vorhandensein ist durch ein + vor dem Glimmergehalt angezeigt. Die mit  $\times$  bezeichneten Proben wurden der Röntgenanalyse unterworfen (s. besondere Tabelle!).
- 13 Rotbrauner Biotit. Sein Vorhandensein in der Leicht- oder Schwermineralfraktion ist angegeben: (+) vereinzelt, + vorhanden, ++ reichlich. Freilassung bedeutet, dass keine rotbraunen Biotite gefunden wurden.
- 14 Schwerminerale ohne Granat. Sie sind als Kornzahlprocente der Schwermineralfraktion  $\geq 60 \mu$ , bezogen auf die Summe der nicht opaken Schwerminerale ohne Granat, angegeben. Die Abkürzungen unter «Sonstige» bedeuten: A = Anatas, Af = Arfvedsonit, At = Andalusit, B = Brookit, C = Chloritoid, F = Fluorit, G = Glaukophan, K = Korund, Kt = Kassiterit, M = Monazit, Or = Orthit, P = Pyroxen, S = Sillimanit, T = Titanit, X = Xenotim, Z = Zoisit, + = Baryt vorhanden.
- 15 Granat. Der Granatgehalt ist in Kornzahlprozenten *aller* nicht opaken Schwerminerale ausgedrückt.
- 16 Turmalinfarben. Der hier tabellierte Quotient ist gebildet aus der Anzahl derjenigen Turmaline, welche in der Stellung stärkster Absorption die Ostwaldfarbe «2» (oliv-grünlich-braun) zeigen, dividiert durch alle übrigen Turmaline. Von den gelegentlich statt dessen angeführten Buchstaben zeigt B eine starke Beteiligung bläulichgrüner (Ostwaldfarben 24 und 1), R eine starke Beteiligung rötlichbrauner (Farben 3 und 4) und G ein Vorherrschen grünlichbrauner (Farbe 2) Varietäten an. Wo die Spalte einen Zahlenwert enthält, gehört die Probe fast immer dem letzten Typ («G») an.
- 17 Schwerminerale ohne Granat. Zur Beurteilung des statistischen Aussagewertes ist hier die Anzahl der insgesamt bestimmten Schwermineral Körner ohne Granat angegeben.
- 18 Turmaline. Anzahl der Turmaline, an denen eine Farbbestimmung durchgeführt wurde. War die Zahl zu klein für eine statistische Aussage, so blieben die Spalten 16 und 18 frei.
- 19 Schwermineralgehalt. Gehalt der karbonatfreien Fraktion 0,06–0,4 mm an nicht opaken Schwermineralen (Glimmer wurde nicht berücksichtigt). Sp = Spuren.

Eine Freilassung bedeutet in allen Spalten ausser 13 (s. dort) und 14 «Sonstige», dass auf die betreffenden Minerale bzw. Eigenschaften nicht geprüft wurde.





Tabelle 12 (Fortsetzung)

Table with columns 1-19. Columns 1-2: Proben Nr. and Stufe. Columns 3-4: Koordinaten (Rechtswert, Hochwert). Column 5: Relative Lage (m). Columns 6-9: Karbonat, Calcit, Körngröße (Feldspat > 50µ, Median der Feldspat > 50µ, Fokation < 50µ, %). Column 10: Leuchtmminerale (Feldspat, Chaledon, Glimmer, Rotbrauner Blatt, Zircon, Rutil, Turmalin, Apatit, Staurolith, Diagen, Epidot, Hornblende, Sphenit, Sonstige). Column 11: Schwerminerale ohne Granat (Grenat). Column 12: Kornzahl (Kornzahl). Column 13: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Column 14: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Column 15: Granat. Column 16: Turmalin. Column 17: Kornzahl (Kornzahl). Column 18: Kornzahl (Kornzahl). Column 19: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Text: Schloß-Bach, südlich von Nesselwang, Südflügel der Murnauer Mulde. Bezugsfläche: Obergrenze der Bausteinschichten (VOLLMAYR, mündlich). Bl.830 (Nesselwang).

Table with columns 1-19. Columns 1-2: Proben Nr. and Stufe. Columns 3-4: Koordinaten (Rechtswert, Hochwert). Column 5: Relative Lage (m). Columns 6-9: Karbonat, Calcit, Körngröße (Feldspat > 50µ, Median der Feldspat > 50µ, Fokation < 50µ, %). Column 10: Leuchtmminerale (Feldspat, Chaledon, Glimmer, Rotbrauner Blatt, Zircon, Rutil, Turmalin, Apatit, Staurolith, Diagen, Epidot, Hornblende, Sphenit, Sonstige). Column 11: Schwerminerale ohne Granat (Grenat). Column 12: Kornzahl (Kornzahl). Column 13: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Column 14: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Column 15: Granat. Column 16: Turmalin. Column 17: Kornzahl (Kornzahl). Column 18: Kornzahl (Kornzahl). Column 19: Schwerkornzahl (Schwerkornzahl). Text: Gebiet westlich der Iller. Hauchenberg bei Müssen. Hauchenbergmulde. Burdigal (VOLLMAYR, 1954). Bl.8326 (Isny). Aquitan nach VOLLMAYR, 1954). Bl.8326 (Isny). Umgebung des Schüttenobels und der Jugendauch südlich Isny. Aufgerichteter Sudrand der Vorlandmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalengrenze (1900 m Aquitan nach VOLLMAYR, 1954). Bl.8326 (Isny). 2 km nördlich Oberstaufen. Vermutlich Nordflügel der Hauchenbergmulde. Bl.854 (Oberstaufen). Salmasser Bach, 4 km östlich Oberstaufen. Probe Nr. 142: Nordflügel, die übrigen: Südflügel der Salmasser mulde. Bezugsfläche: Chatt/Aquitangrenze (VOLLMAYR, mündlich). Bl.855 (Rindalhorn). Eibelstobel am Hochgrat-Nordhang. Nordflügel der Steinebergmulde. Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschichten (VOLLMAYR, mündlich). Bl.855 (Rindalhorn). Nordhang der Nagelfluhkette. Nordflügel der Steinebergmulde. Proben von Dr.Vollmayr gesammelt. Bezugspunkt: Probe 163. Bl.855 (Rindalhorn). Gebiet der Brezenger Achse. Südlich des Rotachtals. Aufgerichteter Sudrand der Vorlandmolasse. Bezugsfläche: Basis der Granitischen Molasse nach VOLLMAYR (sie ist nach VOLLMAYR 2100 m mächtig). Bl.95\* (Brezenger Wald, 1:50.000). Am Kojen bei Riefenberg. Nordflügel der Hornmulde. Bezugsfläche: Grenze Chatt-Aquitana (nach MUEHEIM 1934). Die Proben wurden in der folgenden Meereshöhe genommen (von oben nach unten): 1220, 1260, 1210, 1150, 1030, 890, 810, 750 m. Bl.95\* (Brezenger Wald, 1:50.000).

) Ann. Die Rechts- und Hochwerte des Blattes 95 \* sind in Minuten und Sekunden angegeben; dabei ist vor alle Rechtswerte 1°, vor alle Hochwerte 47° zu setzen.



Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a	2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										15	16	17	18	19		
		Koordinaten	Koordinaten										Relative Lage	Karbonat	Korngröße	Leichtminerale	Schwerminerale ohne Granat	Granat	Sonstige	Granat	Tumultflächen	Kernzahl						Tumultflächen	Schwermineralgehalt (%)
177	Ch,Stel	37°17'	29°57'	-130	77	1,66	0,15	40,0	54	10	2			9	10	27	13	32	7	0	1	1			67	1,1	114	31	
178	"	37°22'	30°7'	-450	43*	4,16	0,28*	31,9	7	25	2			24	5	21	28	20	0	0	0	0	0	2B	69	0,8	61	46	
179	"	37°43'	30°17'	-910	37	5,73	0,20	26,4	6	15	0x			12	12	15	17	9	2	0	0	0	3	66	0,8	63	36		
180	"	37°59'	30°18'	-1130	71	0,93	0,20	26,4	6	15	0x			12	12	15	17	9	2	0	0	0	3	63	1,0	73	36		
181	"	38°11'	30°26'	-1460	60	1,36	0,12	49,0	4d	16	0			12	12	15	17	9	2	0	0	0	3	57	1,2	104	47		
(Grenze Steigbochschiechten/Weißschiechten bei -1800)																													
Bregenz Ache zwischen Subersbach und Weissach, Nordflügel der Steinebergmulde. Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschiechten (MUHEIM 1934 und VOLLMAIR 1954), Bl.95W (Bregenz Wald 1:50.000).																													
182	Ch,Weis	42°40'	26°56'	+1300	55	2,3	0,29	21,6	8e	5	0			14	20	24	13	24	0	0	0	5			86		63		
183	"	42°45'	27°28'	+870	51*	7,1	0,16	30,5	5	1	0x			13	12	21	36	13	0	0	0	2A			70	1,4	150	64	
184	"	43°10'	27°42'	+650	53	5,95	0,19	24,7	15b	7	0			45	14	8	5	24	0	0	0	1	2A 1B			70	0,8	172	64
185	"	43°30'	27°52'	+350	52	1,7	0,28	18,1	9	8	0			17	11	31	9	31	0	0	0	1	2A 2M			83	1,2	96	29
186	"	43°33'	27°54'	+250	64	1,2	0,26	19,9	9	3	1			9	4	49	6	31	0	0	0	1			87	1,4	68	33	
187	"	43°52'	28°1'	+100	59	1,84	0,14	27,5	7	1	2			5	11	49	1	34	0	0	0	0			72	3,8	157	76	
188	"	44°6'	28°7'	-50	35	1,7	0,10	32,9	10c	6	2x			3	20	32	37	8	0	0	0	0			67	3,7	62	46	
189	"	44°6'	28°10'	-80	41*	1,2	0,21*	15,0	16c	15	3			0	2	38	17	43	0	0	0	0			66	5,0	47	18	
Westlich der Bregenz Ache, Auer Trobe 190 ("Zone von Inngüne") Nordflügel der Steinebergmulde, nördliche Schuppe (MUHEIM 1934, VOLLMAIR 1954) Bl.95W (Bregenz Wald, 1:50.000).																													
190	Ch,Weis	49°40'	26°45'		32	3,69	0,10	52,2	3e	2	1x			17	14	37	23	8	0	0	0	1A			55	1,1	130	76	
191	"	48°48'	26°16'		31*	4,38	0,14	32,2	7	4	0			26	16	24	16	15	0	0	0	2	1B			69	0,9	133	55
192	"	47°55'	26°50'		77*	0,72	0,23	18,6	7a	3	0			21	19	22	3	33	0	0	0	0	1C 1G			88	1,8	150	59
193	La,Deut	49°08'	26°42'		50	0,65	0,16	25,0	12c	2	0			40	8	29	15	8	0	0	0	0			89	4,3	149	71	
Bregenz Wald, Steinebergmulde. Proben von Herrn Dr. Vollmair in verschiedenen Gegenden genommen. Bl.95W (Bregenz Wald, 1:50.000).																													
194	Bau	40°0'	28°46'		62	1,2	0,34*	21,7	10	29	2			13	4	31	4	48	0	0	0	0			91		23		
195	"	39°38'	28°34'		31	0,73	0,10	37,8	9	5	7			2	2	48	48	0	0	0	0	0			33	7,9	86	62	
196	"	37°18'	26°21'		52	0,61	0,14	30,3	4d	15	1			4	7	43	26	18	0	0	0	2			76	4,8	98	67	
197	"	45°18'	27°50'		25*	0,57	0,28	18,4	8a	10	1			3	3	47	16	31	0	0	0	2			75	2,2	70	29	
198*	"	42°28'	25°55'		68	0,63	0,20*	27,4	2d	50	0x			3	30	41	7	19	0	0	0	0			95	5,7	75	30	
199	"	48°7'	26°9'		44	1,9	0,08	52,6	4	2	0			0	8	79	9	0	0	0	0	0	4?			29	3,5	70	54
200	Ch,Weis	47°59'	25°26'		44	2,11	0,07	84,4	5	14	3			2	3	68	27	0	0	0	0	0			23	2,0	48	35	
201	Bau	48°46'	26°39'		39	1,34	0,11	27,2	9	2	0			16	19	43	10	2	0	0	0	10			83	2,3	92	45	
202	"	48°42'	25°53'		46	1,2	0,17	29,7	5	4	4			42	27	27	2	0	0	0	0	0			78	1,9	35	58	
203	"	50°15'	25°39'		39	3,3	0,12	26,7	4	3	1			8	31	48	15	0	0	0	0	0			38	2,9	106	66	
Rheingebiet																													
Südöstlich Rheineck. Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgränze (ca.2.500 m GrMo) (RENZ), Bl.82 (Rheineck).																													
204	Aq,GrMo	762,12	259,44	-990	58	0,23	0,10	49,2	22	+3	3			39	12	4	42	1	0	0	0	2			47		222		
205	"	762,35	259,00	-520	37*	0,73	0,22	15,8	40b	+2	7x			22	11	6	26	4	0	30	0	0	1B			68		226	
206	"	762,14	258,40	-910	56*	0,86	0,10	57,4	31	+2	4			3	12	12	4	0	1	1	2	2A 1C			37	0,9	136	24	
207	"	762,58	257,84	-930	55	1,03	0,09	56,5	26	7	11			6	4	6	68	8	0	1	0	6	1B			76		118	
208	"	763,44	257,25	-1250	15*	0,90	0,24	11,4	54a	+0	13x			21	4	10	57	6	0	0	0	1	1C			39		84	1,4
209a	"	765,64	257,60	-1430	18	1,16	0,23	14,4	51	0	3			36	2	5	46	9	0	0	0	1	1C			74		83	0,15
209b	"	765,64	257,60	-1430	16	1,16	0,23	14,4	51	0	3			36	2	5	46	9	0	0	0	1	1C			74		83	0,15
210	"	766,67	257,12	-1700	16	1,15	0,20	15,7	32	+0	4			23	4	10	62	0	0	0	0	0			91		109		
211	"	765,98	256,47	-2000	19	0,79	0,22	14,9	52	+0	13			35	4	7	44	8	0	0	0	0	2C			87		132	0,3

1a	2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										15	16	17	18	19		
		Koordinaten	Koordinaten										Relative Lage	Karbonat	Korngröße	Leichtminerale	Schwerminerale ohne Granat	Granat	Sonstige	Granat	Tumultflächen	Kernzahl						Tumultflächen	Schwermineralgehalt (%)
211	Aq,GrMo	765,98	256,47	-2000	19	0,79	0,22	14,9	52	+0	13			35	4	7	44	8	0	0	0	0	2C			87		132	0,3
212	"	762,02	254,95	-2360	31	2,60	0,16	29,7	4	+5	0			37	40	15	6	1	0	0	0	0	1A			59		82	0,03
213	"	762,26	254,97	-2400	20	1,82	0,31	15,2	31	+7	1			9	9	15	67	0	0	0	0	0			67		119		
214*	"	762,04	254,91	-2400	55	2,24	0,16*	37,8	22	+9	5			30	15	9	34	16	0	0	0	2			68		136		
Gäbriszone bei Berneck, Bl.82 (Rheineck).																													
215	Ch	764,54	254,61		35	41,0	0,23	31,7	8	+7	1			28	28	10	17	13	0	0	0	2	2A			61		60	0,05
216	"	761,44	254,50		69	2,11	0,22	30,4	15	+5	1			31	32	6	10	21	0	0	0	0			84		81		
Goldachgebiet																													
Bei Speicher, Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgränze (rd.2300 m GrMo) (Geol. Atlas 1:25.000, Bl.23), Bl.1095 (Gais).																													
217	Aq,GrMo	750,92	253,67	-660	59	1,13	0,12	42,0	29	8	1			27	6	7	43	3	0	7	0	6	1A			66		139	0,07
218	"	751,78	253,15	-1230	11	1,07	0,27	10,8	63	+3	3			12	0	2	10	2	0	74	0	0			59		85		
219	"	751,63	252,09	-1690	2	0	0,29	14,5	53	2	7			27	22	11	52	6	0	0	0	1	1A			88		93	0,1
220	"	752,86	252,53	-1960	10	1,83	0,31	12,0	71	1	3			7	5	4	83	0	0	0	0	1B			75		85		
Nordwestlich Altstätten, Gäbriszone. Bezugsfläche: Chatt-Aquitangrenze (rd.2000 m Gäbris-Aquitane), Bl.1095 (Gais).																													
221	Aq	759,17	250,63	+1720	34	0,70	0,15	24,6	26	+4	4			3	0	0	9	1											



Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten		5 Relative Lage (m)	6 Karbonat % Diamm.	7 Cellul. Diamm.	8 Korngröße Median der Frakt. > 50 µ	9 Feldspat v. 50 µ, %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Chlorit	12 Glimmer	13 Rohbrauner Blott	14 Schwerminerale ohne Granat								15 Granat	16 Tumulitiden	17 Kornzahl Schwermi- n. Granat	18 Kornzahl Tumaine	19 Schwermi- n. Gehalt (%)		
		Rechtswert	Hochwert										Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfrit	Staurolith	Disthen	Epidot	Horblende						Spinell	Sonstige
Straße Bühler-Gais, Gabriszone, Bezugsfläche: Chatt-Aquitangrenze (rd.1100 m Gabris-Aquitana nach Geol.Atlas 1:25000, Bl.23), Bl.1095 (Gais).																											
241	Aq	751,25	247,53	+780	48	0,88	0,16	33,8	10	+11	5	33	17	6	37	6	0	0	0	1	73		70		0,3		
242	"	751,25	247,53	+780	39	0,88	0,29	21,8	23	+16	4	21	12	16	35	16	0	0	0	0	72		70		0,06		
243	"	751,25	247,53	+780	62	1,05	0,09	73,1	12	+32	8	42	14	11	23	5	0	0	0	0	72	2A	1T	20	1,1		
244	"	750,94	247,70	+630	47	1,31	0,18	23,4	37	+7	8	44	14	11	23	5	0	0	0	0	72	1A	1T	20	0,04		
245	"	750,94	247,70	+630	26	0,68	0,28	15,2	40	+9	11	5	15	63	10	0	0	0	0	0	72	2B	1T	20	0,12		
246	"	750,65	247,82	+460	47	1,61	0,29	21,1	19	+12	4	20	8	18	44	11	0	0	0	0	72	2B	1T	20	0,13		
247	"	750,66	247,86	+460	50	1,41	0,27	15,1	20	+15	1	3	22	1	50	8	0	0	0	0	72	3A	1T	20	0,005		
248	"	750,59	248,35	+775	52	1,38	0,12	44,9	15	+5	2	14	1	6	28	14	0	0	0	0	72	3A	1T	20	0,23		
249	"	750,55	248,38	+160	21	1,50	0,31	25,9	44	+3	4	14	0	4	62	7	0	0	0	0	72	3A	1T	20	0,08		
250	"	750,49	248,66	+16	43	1,50	0,24	25,8	15	+15	1	3	10	6	28	5	0	0	0	0	72	3A	1T	20	0,1		
Urnäschgebiet, Nordlich Urnäsch, Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse, Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (rd.1700 m GrMo, Geol.Atlas 1:25000, Bl.4), Bl.1094 (Degersheim).																											
251	Aq,GrMo	737,52	245,42	-1000	24	1,51	0,16	14,4	51	0	1	4	1	1	9	0	0	0	0	0	73		103		0,05		
252	"	738,27	245,34	-1230	0	-	0,20	16,6	48	1	4x	11	3	12	57	14	0	0	0	0	88		75		0,09		
253	"	738,27	245,15	-1320	16	0,71	0,28	12,0	56	0	5	29	8	7	46	9	0	0	0	0	93		76		0,5		
Kronbergerzone, Bezugsfläche: Chatt-Aquitangrenze (HABICHT), Nr.254 und 255; Bl.237 (Stockberg), Nr.256-263; Bl.235 (Hochalp).																											
254	Aq	738,21	234,26	+1780	83	2,58	0,15	50,7	13c	27	2	5	1	3	7	2	1	80	1	0	20	1,0	130	9	0,3		
255	"	738,06	234,27	+1700	54	1,56	0,20	33,3	15	13	6	8	0	4	19	3	0	65	0	0	21		115		0,3		
256	"	740,09	237,25	+1120	72	4,98	0,20	34,9	16c	20	5	5	1	9	65	5	0	15	0	0	38		80		0,1		
257	"	739,68	237,61	+750	51	3,41	0,27	26,3	17c	30	0	8	1	8	78	2	0	3	0	0	77	1,0	126	16	0,1		
258	"	739,12	238,13	+1600	67	1,19	0,12	57,5	16	20	+2	10	2	14	57	11	0	9	0	1	17	0,4	170	23	0,1		
259	"	739,12	238,40	+160	64	1,19	0,12	65,0	4e	55	0	15	1	4	48	10	4	8	0	0	44	0,7	50	24	0,1		
260	Aq,Ch	739,26	238,64	0	81	0,76	0,17	36,5	5	30	1	45	8	12	13	20	0	1	0	1	64	0,9	115	14	0,1		
261	Ch	739,08	239,08	-300	68	0,77	0,21	35,3	3	40	1	17	12	42	11	12	0	2	0	2	62	0,9	64	27	0,1		
262	"	739,04	239,44	-600	73	1,31	0,12	52,0	44	4	0	25	12	30	12	17	0	2	0	2	57	0,6	64	19	0,1		
263	"	739,60	240,16	-1370	41	0,88	0,35	20,2	46	1	7	46	7	2	38	5	0	2	0	0	84		55		0,14		
Thurgau, Höhenstraße Wattwil-Kappel, Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse, Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (rd.2000 m GrMo nach Geol.General-Karte 1:200.000, Bl.3), Bl.1114 (Neblau).																											
264	Aq,GrMo	725,75	239,11	-850	60	1,24	0,09	69,9	26	13	5	6	2	6	36	5	0	41	0	1	26		110		0,1		
265	"	725,75	239,11	-850	22	4,51	0,10	51,6	40a	1	4x	1	0	0	4	0	0	92	0	0	31		100		0,0		
266	"	725,90	238,82	-1060	20	0,98	0,11	61,4	47	+0	8	14	0	0	5	0	0	76	0	0	31	2C	16		0,5		
267	"	726,03	238,67	-1190	16	1,43	0,14	22,4	40	0	5	35	0	6	46	1	0	12	0	0	58		80		0,1		
268	"	726,06	238,41	-1350	11	2,90	0,33	10,4	50	+1	3	21	2	0	73	0	0	4	0	0	82		48		0,07		
269	"	726,26	238,74	-1500	10	1,01	0,32	13,6	50	0	0	46	4	3	38	3	0	5	0	0	55		126		0,15		
270	"	726,77	238,15	-1700	8	2,19	0,24	10,5	49a	6x	0	26	2	6	59	1	0	5	0	0	64		66		0,1		
271	"	726,64	237,79	-1850	21	0,60	0,24	13,2	45	0	8	3	2	11	81	0	0	1	0	0	71		108		0,3		
272	"	726,89	237,64	-2000	56	0,75	0,26	27,5	34	1	2	19	11	15	45	2	0	2	0	0	60		47		0,1		
Straße Stein-Neblau, Speerrzone, Bezugsfläche: Oberkante der Horwer Platten (HABICHT), Nr.273;Bl.251 (Alt St.Johann), Nr.274-279; Bl.237 (Stockberg).																											
273	Ch	734,69	229,38	+1100	67	0,78	0,37	22,8	0e	38	1	37	21	6	26	5	0	1	0	5	55		19		0,1		
274	"	734,72	230,62	+550	62	1,71	0,33	24,8	0e	40	0	37	13	36	9	2	0	1	1	5	63	1,2	98	35	0,1		
275	"	734,72	230,62	+550	62	1,71	0,33	24,8	0e	40	0	7	14	48	17	7	0	0	0	0	64	1,3	29	14	0,1		

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten		5 Relative Lage (m)	6 Karbonat % Diamm.	7 Cellul. Diamm.	8 Korngröße Median der Frakt. > 50 µ	9 Feldspat v. 50 µ, %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Chlorit	12 Glimmer	13 Rohbrauner Blott	14 Schwerminerale ohne Granat								15 Granat	16 Tumulitiden	17 Kornzahl Schwermi- n. Granat	18 Kornzahl Tumaine	19 Schwermi- n. Gehalt (%)			
		Rechtswert	Hochwert										Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfrit	Staurolith	Disthen	Epidot	Horblende						Spinell	Sonstige	
276	Ch	734,20	231,24	+60	71	1,09	0,16	39,4	0	25	2	46	12	12	8	0	0	1	0	21	50		67		0,4			
277	"	734,20	231,44	+24	24	4,12	0,18	27,2	2	7	2	34	15	30	17	2	0	0	0	0	55	1,4	107	32	0,3			
278	Horw	734,00	231,35	-5	56	2,85	0,11	40,2	3	10	+x	13	9	51	21	1	0	0	0	4	33	3,3	84	43	0,3			
279	"	733,99	231,37	-25	52	1,41	0,12	34,8	7d	3	3	4	3	54	39	0	0	0	0	0	33	2,6	76	41	0,07			
Mürschengebiet, Guldinger- und Abachtobel sowie west-südwestlich Eichenbach, Aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse, Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (rd.2400 m GrMo nach Geol.Generalkarte 1:200.000, Bl.3 und BUCHI, mündlich), Bl.232 (Scharikon).																												
280	Bu	707,65	231,76	+30	55	1,62	0,16	34,3	29	3	5	1	0	0	6	4	0	88	0	0	11		102		0,4			
281	Aq,GrMo	714,48	233,93	-180	44	1,52	0,12	39,8	40	0	2	18	2	10	38	0	0	27	0	1	21	1A	10r	24	2,1	131	25	0,3
282	"	710,88	232,27	-290	13	5,83	0,29	12,5	57	2	1	1	0	0	5	0	0	92	0	0	21		100		0,3			
283	"	714,58	233,72	-300	56	1,93	0,16	28,3	20	0	4	16	6	0	19	5	0	44	0	1	31		42		0,07			
284	"	714,60	233,64	-350	10	2,83	0,18	16,9	52	+1	4	1	0	0	5	0	0	90	0	0	2	f++	9		100	0,1		
285	"	714,68	232,79	-820	13	1,02	0,34	12,2	55	0	5	71	0	5	15	0	0	5	0	0	20r	2?	88		0,1			
286	"	715,22	232,75	-960	8	2,64	0,24	13,2	43	0	6	20	6	2	65	0	0	2	0	0	50		43		0,02			
287	"	715,34	232,71	-990	17	0,39	0,27	13,4	49	1	6	48	4	9	35	0	0	4	0	0	94		23		0,3			
288	"	715,44	232,49	-1140	8	1,21	0,24	15,8	43	0	4	38	3	5	50	1	0	0	1	1	10		84		0,04			
289	"	715,52																										



Tabelle 12 (Fortsetzung)

Table with columns 1-19: Proben Nr., Stufe, Koordinaten, Relative Lage, Karbonat, Korngröße, Leichtminerale, Schwerminerale ohne Granat, etc. Includes sections for Aaregebiet, Saanegebiet, and various geological sites like Biberzengraben and Nordwestlich Riaz.

Table with columns 1-19: Proben Nr., Stufe, Koordinaten, Relative Lage, Karbonat, Korngröße, Leichtminerale, Schwerminerale ohne Granat, etc. Includes sections for Aufschlüsse am Nordrand der Molassebeckens, Aare am Jurastrand, Aare bei Murgenthal, and Aare bei Aarwangen.

Handwritten notes and signatures on the right side of the page, including a large signature and some illegible text.

Tabelle 12 (Fortsetzung)

10 Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten		5 Radius Lage (m)	6 Karbonat %	7 Calcit Gehalt	8 Korngröße Median der Fkalk > 60 μ	9 Faktion < 60 μ, n %	10-13 Leichtminerale				14 Schwerminerale ohne Granat							15 Granat	16 Turmalinfäden	17 Kornzahl	18 Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)					
		Rechtswert	Hochwert						Feldspat	Chloretodon	Glümmer	Rotbunauer Blättl	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apellit	Staurolith	Dithon	Epidot						Hornblende	Spinell	Sonstige		
<b>Helvetikum W von Tolitz (v. STACKELBERG)</b>																													
	Ensenauer Marmor	21	=	0,20	12,0	4	0	1	0	0	0	0	33	12	46	1	3	0	0	0	0	0	3A 2M	4	R*	144	67	0,01	
	Aesslinensandstein	28	16,3	0,15	30,3	4	0	0	0	0	0	0	70	12	10	0	4	0	0	0	0	0	3A 1C	0		179	38	0,2	
	" " (1 m tiefer)	0		0,11	31,0	0	0	0	0	0	0	0	66	13	14	0	1	0	0	0	0	0	6A	5		206	127	0,1	
	" " (12 m "	1		0,10	46,0	2	0	1	1	1	1	1	65	18	15	0	1	0	0	0	0	0	1A	4		177	68	0,1	
	Glauk. Sandstein	78	14,2	0,13	45,2	10	0	0	0	0	0	0	37	18	31	1	7	0	0	0	0	0	5A 1B	39		110	43	0,03	
	Hachauer Sandstein	74	0,3	0,09	35,2	0	0	0	0	0	0	0	34	33	28	0	0	0	0	0	0	0	4A 1B	1		223	62	0,02	
	Stallauer Grünsandstein	5,2	4,8	0,11	30,7	1	1	0	0	0	0	0	22	4	74	0	0	0	0	0	0	0		8		23	17	0,001	
<b>Flysch aus dem Anstehenden</b>																													
<b>Flyschsandstein von Matt/Sernftal bei Glarus</b>																													
	P1			~20	~10	~0,3				22	1	14											5A						40
<b>Altdorfer Sandstein (Bl. Vierwaldstättersee 1:50 000)</b>																													
	a P1	691,50	193,86	0	11	1,47	0,16	27,7	24	0	11	+	7	9	25	59	0	0	0	0	0	0							56
	b "	691,50	193,86	-40	8	1,30	0,27	16,8	23	0	12	+	9	25	13	53	0	0	0	0	0	0							32
	c P1	690,46	194,90		42	10,6	0,11	27,6	22	2	10	++	7	13	8	72	0	0	0	0	0	0							40
<b>Ultraschweizer Flysch, Typus Schlieren-Gurnigel. Straße SE Flüßli. Bl. 1:189 (Sörenberg)</b>																													
	d P1	647,21	189,98	+25	18	0,40	15,4	23	0	7	++	24	8	30	30	0	0	0	0	0	0	0	6A	17					53
	e "	647,20	190,00		50	12,9	0,07	88,8	5	0	3+	+	52	5	14	24	0	0	0	0	0	0	5A	9	1,0				64
	r "	647,20	190,00		39	19,2	0,17	38,2	18	0	4+	++	23	4	42	20	0	0	0	0	0	0	9A 2B	8					108
<b>Flysch des Gurnigel S Bern. Bl. 253 (Gantisch 1:50 000) Proben etwa vom Hangenden zum Liegenden geordnet: g = Paßhöhe, h-1= Zigerbruch (1=Sammelprobe von 10 Stücken), j vor der Brücke, k-1 Steinbruch nahe Zollhaus.</b>																													
	g P1	600,70	175,58		57	0,10	43,6	12	1	2	++	10	1	64	21	0	0	0	0	0	0	0	3A 1B	2	1,2				95
	h "	601,92	176,30		60	25,0	0,10	49,5	8	1	4	+	15	2	62	15	0	0	0	1	0	0	5A	4	1,2				65
	i "	601,92	176,30		44	33,5	0,15	30,9	9	2	0	+	36	6	41	14	1	0	0	0	0	0	1A 1E	14	0,6				150
	j "	591,80	174,10		40	37,1	0,18	19,3	11	0	2	+	39	13	36	7	1	0	0	0	0	0	3A 1E	2	0,4				177
	k "	589,92	173,92		31	4,6	0,08	78,1	5	0	1	++	4	6	62	15	0	0	0	0	0	0	6A 7B	6	1,3				82
	l "	589,92	173,92		61	18,0	0,09	57,4	9	2	2	+	27	9	64	0	0	0	0	0	0	0		8					11
<b>Flyschberöle bei Probe Nr.</b>																													
	81 Ch		quarzitisch	7		~0,2		0	2	0			32	10	5	48	3	0	0	0	2	0		31					60
	87 Bau			93	41,7	0,08	67,2	5	15	+	0		23	6	43	10	12	0	0	0	0	0	4A 2B	11	1,2				110
	99 La, Deut			94	12,6	0,13	43,5	6	1	0			28	11	29	20	12	0	0	0	0	0		25	5,9				82
	198 Bau			68	1,9	0,11	26,7	5	2	2			1	27	58	5	5	0	0	0	1	0	2A 1C	80	5,3				164
	254 Aq		quarzitisch	71+	31,6	0,14	33,5	3	26	1x			12	22	36	13	4	0	0	0	2	3	3C	50	2,2				149
	355 Ch			60+	11,2	0,12	53,5	0	10	0			32	11	19	22	12	0	0	0	0	0	4A	24	0,7				142
	377 "			56+	26,2	0,18	17,6	19	0	0			42	13	17	17	9	0	0	0	0	0	2A +	17	1,1				237
	Aus der OSM der Adelegg (Allgäu)			24	67,0	0,12	34,4	2					66	7	13	11	3	0	0	0	0	0		16					68
				50	55,3	0,11	49,3						70	3	18	4	5	0	0	0	0	0		26					74
				74	35,8	0,15	35,8						53	3	15	17	9	0	0	0	0	0		38					34
				67	68,5	0,09	64,0						59	0	4	6	28	0	0	0	0	0		42					101

10 Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten		5 Radius Lage (m)	6 Karbonat %	7 Calcit Gehalt	8 Korngröße Median der Fkalk > 60 μ	9 Faktion < 60 μ, n %	10-13 Leichtminerale				14 Schwerminerale ohne Granat							15 Granat	16 Turmalinfäden	17 Kornzahl	18 Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)					
		Rechtswert	Hochwert						Feldspat	Chloretodon	Glümmer	Rotbunauer Blättl	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apellit	Staurolith	Dithon	Epidot						Hornblende	Spinell	Sonstige		
<b>Kristallingeröle bei Probe Nr.</b>																													
<b>Gesteinsbezeichnungen</b>																													
	5 Aq		gGra.rPor.(10)							43	0	15	++	13	2	0	54	0	0	2	7	0	22T						6
	16 Bau		gGne.gGra.gQzit.(6)							55	0	4	+	13	4	9	66	8	0	0	0	0		79					45
	27 Ch		gGll.							5	0	8	+	35	25	2	37	0	0	1	0	0		81					53
	129 Bau		gQzit.							4	0	2		24	2	30	35	4	1	1	2	0	1B	44	0,9				84
	132 Bu		bGne							45	0	10	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		100					0,14
	214 Aq, GrMo		r.gGra.+Gne.(8)							55	0	3	++	14	2	0	84	0	0	0	0	0		7					101
	223 Aq		g Gra.+Gne.(18)							60	0	27	++	2	0	0	85	0	0	8	1	0	4T						101
	224 "		r Gra.(5)							60	0	3		76	12	12	0	0	0	0	0	0		10					17
	225 Bu, s		r.gGra.+Grün.(11)							65	0	7	++	4	0	0	32	0	0	17	0	0		10					0,05
	230 Aq, GrMo		g Gra.+Gne.(11)							60	0	7	++	4	0	0	28	0	0	65	0	0	1B 2T	48					100
	241/47 Aq		r.gGra.rPor.Gne.Gll.(34)							50	0	8	++	10	0	0	89	0	0	0	0	0	1A	3					100
	254 "		Grün.							70	0	7	1	0	0	0	5	0	0	94	0	0		0					106
	282 Aq, GrMo		h.rGra.,hPor.(19)							67	0	1		62	0	0	34	0	0	4	0	0		7					100
	283 "		Grün.							50	0	22	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	80 T	0					82
	283 "		rGra.(16)							72	0	5	18	0	0	0	78	0	0	4	0	0		12					23
	296a "		r.gGra.(13)							80	0	0	3	0	0	0	96	1	0	0	0	0		7					99
	297 "		r.gGra.(10)							72	0	5	+	70	0	0	13	0	0	13	0	0	4A	15					23
	328 He		r.gGra.(10)							50	0	10	+	1	0	0	10	0	0	45	42	0	1E	1					102
	340 Aq, GrMo		r.gGra.							55	0	12	+	2	0	0	84	0	0	11	0	0	2T 1A	13					102
	346 "		r.gGra.							72	0	1	15	0	0	0	15	0											

Tabelle 12 (Fortsetzung)

Table with columns: 1b Bohrung und Tiefe (m), 2 Stufe, 6-9 Karbonat, Korngröße, 10-13 Leichtminerale, 14 Schwerminerale ohne Granat, 15 Granat, 16 Turmalinfäden, 17-18 Kornzahl, 19 Schwermineralegehalt (%). Rows include Aichach CP 1004, Aichach CP 1006, Aichach CP 1007, Aichach CP 1009, and Alpbaching 1.

Table with columns: 1b Bohrung und Tiefe (m), 2 Stufe, 6-9 Karbonat, Korngröße, 10-13 Leichtminerale, 14 Schwerminerale ohne Granat, 15 Granat, 16 Turmalinfäden, 17-18 Kornzahl, 19 Schwermineralegehalt (%). Rows include Alpbaching 1 (Fortsetzung), Alpbaching 2, Alpehauhen 1, Ampfing 1, and Ampfing 3.



Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 Korngröße	9 Feldspat	10 11 12 13 Leichtminerale				14 Schwermminerale ohne Granat						15 Granat	16 Turnulinfäden	17 Kornzahl	18 Schwermmin. ohne Granat	19 Schwermmin. gehalt (%)					
		%	Calcit			Median der Frakt. > 50 µ	Chalcedon	Glimmer	Rotbunauer Blättl	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfrit	Staurolith	Dithen						Epidot	Handlande	Spinell	Sonstige	
<b>Ampfing 5</b>																									
1800,4 - 1809,4	K.9	La,Lith																							
"	K.4	La,Amf																							
1809,4 - 1812,1	K.1	"																							
"	K.3	"																							
"	K.2	"																							
1812,1 - 1815,0	K.2	"																							
"	K.1	"																							
1815,0 - 1824,0	K.9 Kopf	"																							
"	K.8	"																							
"	K.4	Pr																							
"	K.5	"																							
1824,0 - 1828,0	"	"																							
<b>Ampfing 6</b>																									
1814,45 - 1814,60	"	La,Lith	93	3,6		16																			
1814,8 - 1814,95	"	"	62	7,5																					
1815,35 - 1815,45	"	"	21	2,7																					
1815,95 - 1815,90	"	"	13	1,3																					
1816,65 - 1816,85	"	"	45	3,3																					
1817,10 - 1817,30	"	"	17	3,5																					
1817,30 - 1817,70	"	"	32	3,4																					
1818,70 - 1818,20	"	"	46	4,0																					
1818,35 - 1818,55	"	"	70	18,0																					
1819,10 - 1819,25	"	La,Amf	27	3,8																					
1819,45 - 1819,65	"	"	54	2,6																					
1819,75 - 1819,90	"	"	57	14,3																					
1820,50 - 1820,65	"	"	47	1,0																					
1820,80 - 1821,00	"	"	41	2,7																					
1821,25 - 1821,40	"	"	55	8,9																					
1821,65 - 1821,80	"	"	44	1,4																					
1822,00 - 1822,20	"	"	70	2,5																					
1822,50 - 1822,65	"	"	48	2,7																					
1823,50 - 1823,70	"	"	44	3,8		17																			
1824,10 - 1824,20	"	"	46	7,3		14	0																		
1828,10 - 1828,20	"	"	61	7,3		8																			
1829,60 - 1829,70	"	Pr	43	2,9		6	0																		
<b>Ampfing 24</b>																									
Sch 1146,5	"	Ch	28	4,05	0,08	67,4	40	0	11	++	18	4	36	6	12	2	1	0	3	3A 1G 1T	70	161	74	0,01	
Sch 1153,0	"	"	23	1,97	0,09	47,0	27	0					20	8	4					1C	51	61	45	0,02	
Sch 1160,2	"	"	38	6,04	0,07	90,3	47	+0	16	++	14	0	35	16	11	2	5	0	0	3A 2T	45	6	45	0,01	
Sch 1163,8	"	"	35	4,54	0,08	83,4	37	2	9	++	44	0	29	25	0	0	0	0	0	3A 6G 20T	30	3	35	10	Sp.
Sch 1173,0	"	G	5	0,41	0,16	24,6	14	+0	0				47	4	27	1	10	1	1	0	2A 5M 2X	63	126	38	0,06
Sch 1774,7	"	"	13	1,55	0,13	45,7	23	1	1	++	65	2	15	3	6	1	3	1	0	1? 1A 1T	66	127	19	0,07	

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 Korngröße	9 Feldspat	10 11 12 13 Leichtminerale				14 Schwermminerale ohne Granat						15 Granat	16 Turnulinfäden	17 Kornzahl	18 Schwermmin. ohne Granat	19 Schwermmin. gehalt (%)								
		%	Calcit			Median der Frakt. > 50 µ	Chalcedon	Glimmer	Rotbunauer Blättl	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfrit	Staurolith	Dithen						Epidot	Handlande	Spinell	Sonstige				
<b>Ampfing 24 (Fortsetzung)</b>																												
Sch 1178,2	"	Ch	17	3,68	0,08	54,8	29	0	7	++	21	5	54	0	12	0	5	0	0	2A 1T	56	6	57	31	0,02			
Sch 1216,8	"	"	34	8,60	0,10	75,2	39	+3	2	++	27	4	27	16	8	0	6	2	0	2A 2C	65	60	51	0,01				
Sch 1303,2	"	"	36	20,8	0,08	69,1	37	3	1	++	19	3	47	0	6	0	16	0	0	3 6A	46	6	32	15	Sp.			
Sch 1319,3	"	"	31	4,33	0,08	85,4	24	3	10	++										50	50	26	9	0,01				
Sch 1321,2	"	"	24	4,02	0,09	67,7	25	3	11	++	7	1	40	31	7	0	2	0	0	3 2A 4T 3G	55	5,0	69	107	0,01			
<b>Ampfing 26</b>																												
1752,7 - 64,0; K.12, Mitte	"	La,Amf	40	-	0,50	10,5	12	0					73	1	23	0	1	0	0	0	2A	39	8	88	20	0,12		
1764,0 - 67,3; K.2, "	"	"	18	-	0,41	12,7	16	0					86	1	11	0	0	0	0	0	0	1A	8	8	506	55	0,12	
1767,3 - 79,2; K.2, Krone	"	"	26	-	0,27	5,6	15	0					57	0	25	0	0	0	0	0	0	4S	1	1	3	9	0,04	
1950,1 - 51,6; K.1, Mitte	"	Tu	26	-	0,10	35,1	1	0	+				65	9	25	0	0	0	0	0	0	1A	1	1	389	96	0,04	
" ; K.2, oben	"	"	30	-	0,10	35,4	1	0	+				65	8	24	1	0	0	0	0	0	2A	4	4	285	69	0,04	
2121,0 - 24,6; K.3, Mitte	"	Ce	30	-	0,56	3,2	24	0	+				39	6	53	0	2	0	0	0	0	0	6	6	123	65	0,2	
2124,6 - 29,5; K.2, "	"	"	3	-	0,58	3,1	10	0	+				62	1	33	0	0	0	0	0	0	1 3A	6	6	130	43	0,06	
2124,6 - 29,5; K.4, "	"	"	10	-	0,75	4,5	12	0	+				68	4	25	2	0	0	0	0	0	1A	5	5	236	60	0,15	
2129,5 - 33,5; K.3, "	"	"	6	-	0,24	8,3	19	0	+				80	3	16	0	0	0	0	0	0	0	1A	1	1	232	38	0,1
" ; K.4, "	"	"	0	-	0,28	5,0	17	0	+				69	4	26	0	0	0	0	0	0	1A	1	1	519	132	0,15	
<b>Ampfing C 27</b>																												
1061,5-1067,5; K.1, Kopf	"	Ch	37	1,31	0,10	32,1	51	+1	1	++	13	0	22	50	9	0	0	0	0	0	3G	50	6	32	7	0,003		
" ; K.2, "	"	"	34	1,00	0,10	30,5	37	3	4	++	15	3	7	48	12	0	8	0	0	0	2 3A 2T	58	58	60	0,01			
" ; K.5, "	"	"	35	1,07	0,09	36,3	48	1	5	++	6	0	10	67	7	1	3	0	0	0	2 1A 1G 2T	42	42	90	0,01			
" ; K.8, "	"	"	37	1,52	0,09	35,8	35	1	17	++	26	2	14	47	2	0	0	0	0	0	2 20 5T	58	6	43	26	0,005		
1067,5-1074,0; K.2, "	"	"	37	1,16	0,10	43,7	40	0	5	++	9	6	13	42	11	4	7	0	0	0	4 2B 2T	60	54	19	0,01			
" ; K.4, "	"	"	32	1,18	0,08	45,7	51	2	15	++	37	16	5	32	0	0	0	0	0	0	5 5G	21	19	59	0,01			
" ; K.6, "	"	"	30	1,12	0,08	72,8	44	0	21	++	38	12	18	16	2	0	0	0	0	0	0 2A 2B 2T	18	18	51	0,01			
1074,0-1080,0; K.2, "	"	"	19	0,44	0,15	11,5	29	+1	2	++	39	3	16	6	4	1	28	0	0	0	1 2T	50	6	145	30	0,24		
" ; K.4, "	"	"	33	1,03	0,10	31,8	41	0	7	++	19	0	14	33	14	0	10	0	0	0	0 5B 5T	42	21	21	0,005			
" ; K.6, "	"	"	41	1,34	0,11	37,0	38	3	10	++											0	6	7	6	0,005			
1080,0-1086,0; K.2, "	"	"	31	0,56	0,09	56,2	34	6	10	++																		







Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Tiefe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 9 Korngröße		10 11 12 13 Leichtminerale					14 Schwerminerale ohne Granat							15 Granat	16 Tumulinflächen	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Tumuline	19 Schwermineral- gehalt (%)	
		%	Calcit Dolomit	Median der Frakt. > 80 µ	Fraktion < 80 µ, m%	Feldspat	Chalcidon	Glimmer	Rotbunener Blatt	Zirkon	Rutil	Tumulin	Apfrit	Staurolith	Dixit	Epidot	Horblende						Spinell
<b>Fronhofen 1</b>																							
619,5-624,0; K.4, Krone	USM	41	4,22	0,10	41,0	49	0	4	0	0	20	76	4	0	0	0	0	0	0	17	2,3	59	20
824,5-828,8; K.3	"	51	1,67	0,10	97,8	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	3,9	39	66
933,9-940,5; K.1, Mitte	"	35	5,88	0,10	43,0	27	0	16	5	0	18	67	8	0	2	0	0	0	0	63	3,9	39	66
1002,0-1009,0; K.7	"	33	5,22	0,18	9,6	3	0	5	0	0	24	72	2	0	0	0	0	0	0	63	3,9	39	66
1100,0-1106,0	"	40	0,73	0,18	19,7	24	2	12	+	15	0	12	64	2	0	0	0	0	0	73	5,8	45	58
" ; 1,3 unt.Kopf	"	55	4,68	0,25	11,8	43	2	4	+	10	0	10	68	6	0	0	0	0	0	64	4,9	49	67
" ; 5,0 "	"	37	1,18	0,13	28,1	32	5	9	+	9	0	3	81	5	0	0	0	0	0	67	4,2	42	67
1119,0-1125,0; K.2, Krone	"	47	1,59	0,18	17,8	37	2	12	+	9	0	23	76	5	0	0	0	0	0	75	5,7	38	77
" ; K.5, Krone	"	30	2,67	0,23	16,4	18	0	4	+	2	0	22	58	2	0	0	0	0	0	29	2,5	19	19
1177,0-1179,4	"	37	8,15	0,11	73,6	104	4	27	+	1	1	20	58	20	0	0	0	0	0	29	2,5	19	19
<b>Fronhofen 2</b>																							
539,0-544,0; K.3	USM	37	5,0	0,15	50	0	4	1	0	0	5	0	0	0	94	0	0	0	9	100		1,0	
638,0-642,4; K.1	"		0,09	0,06	55	0	8	0	0	8	91	0	0	0	1	0	0	0	12	79		0,12	
753,0-765,3; K.1	"		0,06	0,06	24	2	13	1	1	5	86	0	0	0	0	0	0	0	28	86		0,3	
1124,8-1131,5	"		0,06	0,21	5	2	0	0	0	11	82	3	0	0	0	0	0	0	47	28		Sp	
1152,8-1157,8; K.2	"		0,15	0,15	22	5	7	28	3	6	42	15	0	0	0	0	0	0	52	100		0,6	
1174,9-1181,9; K.2	"		0,10	0,10	13	9	9	+	2	2	23	42	28	0	0	0	3	0	43	1,3	93	35	2,0
<b>Gablingen 1a</b>																							
523,5-524,8	Rupel	8	0,36	0,17	25,6	15	0	0	53	0	13	9	3	10	9	0	0	39	27	32		0,01	
524,8-527,7	"	7	0,67	0,18	34,5	28	1	0	55	0	19	7	3	13	0	0	0	39	26	G	31	0,005	
527,7-529,4	"	1	0,56	0,20	23,5	38	0	0	75	0	13	0	6	0	0	0	0	6A	36	G	16	0,002	
529,4-532,0	"	0	-	0,19	9,6	30	0	0	44	1	49	0	3	1	0	0	0	1A 1C	14	B	71	0,02	
532,0-534,6	"	0	-	0,18	12,7	20	+	0	27	0	54	0	2	0	3	0	0	2A 1B 1? +	34	R	74	0,074	
534,6-536,3	"	0	-	0,18	19,4	18	0	0	55	0	36	1	1	1	0	0	0	2A 2B	15	R	56	0,01	
536,3-537,3	"	0	-	0,16	13,8	11	0	0	34	1	56	0	2	0	1	1	0	3A 2B	14	R	138	0,035	
537,6-540,1	"	0	-	0,16	17,9	8	0	0	21	8	67	0	4	0	0	0	0	3A 2B	37	R	24	0,005	
540,1-541,5	"	1	0,28	0,15	11,1	9	+	0	28	1	60	1	3	0	5	0	0	1A 1C	35	R	115	0,05	
<b>Gaisbeuren 1</b>																							
593,9-605,2; K.7, Kopf	OMM	51,6	0,69		30	9	7	3	3	11	55	0	0	25	0	0	0	2T 1B	38	0,7	71	13	
1066,1-1072,7; K.3	USM	10	4,7	0,10	41,3	26	1	8	1	0	8	91	0	0	0	0	0	0	9	1,5	110	9	
1300,0-1307,0; K.3	"	19	0,56	0,19	19,6	47	4	5	5	2	18	70	3	0	0	1	0	1A	79	1,2	77	14	
1327,0-1333,0; K.1, Krone	"	46	2,28	0,09	47,4	27	6	14	0	0	9	81	2	0	0	0	0	2A 2C	41	1,2	54	14	
1369,7-1377,4; K.2	"	21,7	1,14		41	1	26																
1382,2-1388,3	"	42	4,97	0,12	29,0	24	7	10	5	2	28	41	21	0	0	0	0	1 2A	64	1,9	61	19	
1513,0-1521,0; K.3	"	58	2,78	0,09	58,8	124	6	10	9	3	40	15	21	0	0	0	12	2A	38	1,1	58	23	
1540,9-1550,5; K.3	"	44	3,1	0,09	72,7	9	4	4	+	3	1	40	29	15	0	0	0	10 2A	41	1,7	114	82	
1590,3-1559,8	"	45	2,51	0,09	65,3	3	7	14	+	0	2	27	42	27	3	0	0	0	33				
1566,5-1575,3; Nr.1	"	4	0,6		0	6	4	4	0	0	40	58	2	0	0	0	0	0	58				
" ; Nr.2	"		4,07		0	6	4	4	0	0	40	58	2	0	0	0	0	0	52	2,2			
" ; unten	"	51		0,08	84,3	2	3	25															
<b>Gaisbeuren 2</b>																							
1679,5-1686,5; K.2 Mitte	Bau	48	0,79	0,18	24,9	26	5	5	10	1	23	54	4	0	0	0	0	8	80	1,6	184	43	
" ; K.3 "	"	42	0,77	0,19	23,1	24	5	2	+	0	2	25	69	0	0	0	0	8	81	2,2	132	35	
" ; K.4 "	"	33	1,40	0,17	26,7	24	5	2	+	0	0	28	69	0	0	0	0	3	55	-	35	8	

1b Bohrung und Tiefe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 9 Korngröße		10 11 12 13 Leichtminerale					14 Schwerminerale ohne Granat							15 Granat	16 Tumulinflächen	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Tumuline	19 Schwermineral- gehalt (%)	
		%	Calcit Dolomit	Median der Frakt. > 80 µ	Fraktion < 80 µ, m%	Feldspat	Chalcidon	Glimmer	Rotbunener Blatt	Zirkon	Rutil	Tumulin	Apfrit	Staurolith	Dixit	Epidot	Horblende						Spinell
<b>Gaisbeuren 2 (Fortsetzung)</b>																							
1679,5 - 1686,5; K.5 Mitte	Bau	32	1,11	0,17	30,2	29	6	12	++	14	2	26	47	0	0	0	1	8	1A 1C	86	2,6	98	25
" ; K.6 "	"	42	0,89	0,15	28,2	12	5	2	+	4	0	25	63	0	0	0	5	1A 2C	52	4,8	114	29	
" ; K.7 "	"	39	0,84	0,17	28,0	16	5	5	+	3	0	29	58	0	0	0	7	1A 2C	55	3,6	111	32	
" ; K.8 "	"	40	0,95	0,16	28,1	15	5	5	+	0	1	31	8	0	0	0	9	1C	59	3,8	95	29	
<b>Gendorf 1</b>																							
2442,4 - 2445,9; K.2	Ka	0	0,70	6,8	18	0	0	0	78	3	15	0	0	0	0	0	1	2A 1B	5	R	129	31	
2453,2 - 2453,8; K.3	"	0	0,46	6,3	26	1	2	0	4	89	2	6	0	0	0	0	1	2A	12		111	0,05	
<b>Gendorf 2</b>																							
1188,0 - 1191,2; K.2	Bu	26	1,43	0,12	16,9	28	0	4	++	36	4	8	46	4	0	0	0	2T	56		104	0,1	
<b>Heimertingen 1</b>																							
1001,1 - 1004,6; 1,8 u.Kopf	USM	37	5,28	0,08	54,8	38	0	36	+	3	0	10	79	1	0	0	0	4A 2C	41	1,9	98	31	
1156,0 - 1163,7; 0,5 u.Krone	"	33	6,1	0,10	46,0	29	0	13	0	0	14	86	0	0	0	0	0	0	9	0,7	73	14	
1207,6 - 1214,6; 1,0 "	"	28	3,6	0,18	19,2	37	2	13	+														
1265,7 - 1271,9; 3,0 "	"	39	1,08	0,08	69,7	29	2	+	7	1	0	18	75	5	0	0	0	1A	23	1,9	97	26	
1323,6 - 1329,6; 0,9 u.Kopf	"	44	2,79	0,11	42,7	26	1	12	+	10	2	8	70	7	0	0	0	2 1A	65	1,6	83	28	
1377,2 - 1383,2; 2,5 "	"	46	0,95	0,15	28,0	30	5	4	+	6	4	17	65	2	0	0	0	5 1A	61	1,0	124	22	
1439,9 - 1446,6	"				100	18	4	1															
1496,6 - 1505,5; Mitte	"	46	2,42	0,07	97,2	19	12	0	+	0	0	53	29	12	0	0	0	0	9	1,5	32	24	
1529,0 - 1535,4; 0,7 u.Kopf	Cyr	50	3,58	0,10	38,2	18	4	4	+	0	0	34	38	22	0	0	0	4 2C	61	2,3	106	40	
1535,4 - 1544,9; 0,5 "	Bau	34	0,87	0,13	24,0	27	1	15	++	5	3	35	50	3	0								









Tabelle 12 (Fortsetzung)

Bohrung und Tiefe (m)	Stufe	6		7		8		9		10		11		12		13		14						15	16	17	18	19
		Karbonat	%	Korngröße	CaCl <sub>2</sub>	Median der Frakt. > 50 µ	Fraktion < 50 µ, n%	Feldspat	Chalkedon	Glimmer	Rotbrunne Blättl.	Zirkon	Rutil	Turnulina	Apellit	Staurolith	Düsterin	Epidot	Hornblende	Spinel	Sonstige	Granat	Turnulinfäden	Schwermin. ohne Granat	Turnulina	Schwermin. gehalt (%)		
<b>Mönchsrot 3</b>																												
1438,7-1442,8	K.4 0,02 u. Kopf	Bau	43	0,19	17	23	11	1	1	35	32	18	0	0	0	0	0	0	4	4T	1B	78	2,2	157	71	0,6		
"	K.3	"	50	0,18	19	27	6	12	32	7	15	16	20	0	0	0	0	0	0	3	1B	83	1,1	136	21	0,2		
"	K.2	"	50	0,17	12	36	11	9	5	23	48	22	0	0	0	0	0	0	0	20	64	(4,0)	44	10	0,06			
"	K.1 (=Krone)	"	40	0,15	2	23	5	8	6	2	18	51	15	0	0	0	0	0	6	2A	65	2,1	142	25	0,07			
1469,2-1470,4	"	"	24	0,11	47	25	5	13	11	4	27	54	4	0	0	0	0	0	0	0	31		26		0,07 Sp.			
<b>Mönchsrot 4</b>																												
1433,1-1434,0	K.1 Krone	Cyr		0,11		17	6	6	3	0	9	58	18	0	0	0	0	0	3	5A	4B	64		66		0,4		
1461,0-1464,0	K.2	Bau		0,14		25	10	9	5	20	47	8	0	0	0	0	0	30	5	6A	1S	69		65		0,02		
1461,0-1464,0	"	"		0,14		28	6	3	13	2	11	60	0	0	0	0	0	4	4A	6B	74		53		0,02			
<b>Mönchsrot 8</b>																												
1460,7-1466,7	K.1	"		0,20		26	5	6		7	1	14	24	46	0	0	0	0	5	3A		73	1,6	149	21	0,12		
<b>Moosbach 1</b>																												
1305,0-1309,0	K.1	Aq	48	0,07	81,5	40	0	5	26	5	7	32	21	0	0	0	0	0	0	9A		42		43		0,02		
1525,0-1529,0	K.2	"	34	0,32	80,7	50	0	8																2		Sp.		
1536,5-1539,5	K.1	"	42	0,88	86,8	53	0	9																7		Sp.		
1625,0-1631,0	K.4	"	44	1,57	61,0	47	0	40																5		Sp.		
1742,5-1748,5	K.1	Ch	40	1,80	36,2	27	0	6																81		0,4		
"	K.2	"	29	0,55	32,1	25	0	9																61		0,2		
"	K.3	"	29	1,45	31,4	30	0	12																53		0,3		
1748,9-1752,5	K.3	"	33	1,17	37,7	43	0	3																56	1,3	86	15	0,4
<b>Moosbach 2</b>																												
1689,5-1695,0	K.1 0,3 u. K.2	G	10	0,14	14,7	13	1		67	4	10	0	5	3	7	0	0	0	0	1A	3	And	35	R	102	24	0,08	
"	K.1 1,0 u. K.2	Ch	41	0,10	31,9	30	0	0													4T	2A	2B	15		46	12	0,02
"	K.1 0,4 u. Kr.	"	42	0,11	28,1	30	0	0													12	3A		19		159	16	0,02
2956,5-2963,5	2,15-2,22 u. K.4,45-4,5 u. K.	Pr	21	0,43	13,0	8	0		80	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	5	0,004		
"	"	"	39	0,53	15,8	14	0		93	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1A		0	0	113	1	0,02		
<b>Moosbach 3</b>																												
Sp. 1720-30	"	G				5					52	0	13	4	13	0	0	0	0	4gr.	9A	5A	18		23		0,01	
Sp. 1755-40	"	Ch				5					78	2	5	1	4	0	0	0	0	4*	12	5*	22		114		0,01	
Sp. 1745-50	"	"				12																	100		0		0,01	
3125,8-3128,8	K.1 a	Ce				19		+			50	2	47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R	119	56	0,02	
"	K.2 b	"				15					71	1	22	0	1	3	0	0	0	0	1A	1B	5	R	143	32	0,26	
<b>Woozburg 1</b>																												
Sp. 450	"	Aq				26	0				11	0	7	21	17	4	35	4	0	1A		66		85		1,0		
Sp. 478	"	"				24	0				8	0	14	8	14	1	46	3	0	3A	3Z	49	G/R	57		0,8		
Sp. 572	"	Ch				24b	0	+			38	0	16	13	15	3	7	0	0	2	1T	5M	53	G	61		0,1	
Sp. 772	"	"				11c	0	+			9	0	29	19	20	0	17	4	0	0	12	1A	57	G	70		0,5	
Sp. 788	"	Ru				17	3	7			17	4	19	20	22	0	14	1	2	1T		71		72		0,7		
Sp. 802	"	"				11	6	+			15	0	22	29	19	4	11	0	0			62		60		0,4		
Sp. 826	"	"				18	3	7			20	2	12	15	22	0	17	8	0	0	3B	1C	70		60		0,7	
Sp. 876	"	"				18	7	1			17	1	17	25	16	0	19	3	0	0	1A	1G	61		89		0,7	
991,0-999,6	"	Ce				17c	0	+			65	4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R	102	49		

Bohrung und Tiefe (m)	Stufe	6		7		8		9		10		11		12		13		14						15	16	17	18	19
		Karbonat	%	Korngröße	CaCl <sub>2</sub>	Median der Frakt. > 50 µ	Fraktion < 50 µ, n%	Feldspat	Chalkedon	Glimmer	Rotbrunne Blättl.	Zirkon	Rutil	Turnulina	Apellit	Staurolith	Düsterin	Epidot	Hornblende	Spinel	Sonstige	Granat	Turnulinfäden	Schwermin. ohne Granat	Turnulina	Schwermin. gehalt (%)		
<b>Murnau 2 (A = Anatas, C = Chloritoid)</b>																												
2940,2-2940,3	"	?Deut	64	0,34	0,11	27,7	3	0			-	2	0	22	75	0	0	0	0	0	1A		64	4,4	55	35	0,2	
2966,7-2966,85	"	"	38	0,27	0,13	31,5	0	1			(+)	9	4	37	45	2	0	0	0	0	2A	1C	69	3,3	139	51	0,2	
3047,75-3047,9	"	?Bau	74	0,24	0,11	37,9	1	1			15	10	21	46	6	0	0	0	0	0	1A	1C	93	7,9	144	31	5,0	
3054,0-3054,2	"	"	26	0,66	0,31	17,2	1	3			(+)	2	10	44	42	1	0	0	0	0	2C		76	3,5	41	18	0,4	
3074,75-3074,85	"	"	58	0,44	0,09	28,5	0	3			+	6	6	34	53	1	0	0	0	0	0	0	64	5,9	180	62	0,5	
<b>Neumarkt-St. Veit 1</b>																												
1333,6-48,9	K.7(6,8-6,9 v. Kopf)	La, Amp	-	-	-	23	0				18	0	7	74	0	0	0	0	0	0	1A		12	R	150	11	ubw. Erz	
"	K.2 11,76-11,87 v. K.	"	0	-	-	0,18	11,3	16			47	2	29	26	0	0	0	0	0	0	3A		32	R	133	39	"	
1348,9-51,5	K.1 2,0-2,09 v. K.	"	0	-	-	0,16	13,0	13			52	1	15	24	0	0	0	0	0	0	3M	2A	2B	22	R	164	25	0,04
1353,2-66,4	K.8 3,9-4,0 v. K.	"	0	-	-	0,12	32,4	19			83	0	7	7	0	0	0	0	0	0	1B	2A	11	R	109	8	0,2	
"	K.2 10,18-10,30 v. K.	"	0	-	-	0,18	8,3	2			66	1	31	0	0	0	0	0	0	0	3M	1B	0	R	152	47	0,2	
1366,4-73,0	K.3 2,8-2,9 v. K.	"	0	-	-	0,13	22,6	4			90	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R	116	87	0,4	
1373,0-83,9	K.2 0,75-0,84 v. K.	"	0	-	-	0,18	13,6	3			35	0	60	1	0	0	0	0	0	0	2A	2B	0	R	145	87	0,4	
"	Krone	Gneis	0	-	-	0,18	13,6	3			9	0	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R	100	0	0,02	
<b>A=Anatas, B=Brookit, M=Monazit.</b>																												
<b>Opfenbach 1</b>																												
3209-3212	K.2	USM	48	2,11	0,09	59,2	2	14	1		45	7	21	16	0	0	0	0	0	2	7A	2C+	47	2	56	12	0,01	
"	K.3	"	57	1,22	0,13	39,2	1	24	3		-																	
3259-3268,5	K.7 o,1	"	45	2,47	0,09	56,9	20	9	9		52	2	13	31	0	0	0	0	0	0	2A		36	1,1	48	6	0,01	
3505-3514	K.1	Bau	43																									

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 7		8 9		10 11 12 13					14						15	16	17	18	19				
		Karbonat %	Calcit Dolomit	Korngröße Median der Frakt. >50 µ	Fraktion <50 µ, n %	Feldspat	Chalkedon	Quinmer	Rotbun- ner Blut	Zircon	Rutil	Turnulin	Apellit	Staurolith	Ostban	Epidot						Hornblende	Spinell	Sonstige	Granat
<b>Pfuhlendorf 1* (Fortsetzung)</b>																									
215,5 - 215,7	USM	19	1,64	0,21		36															19		55		
235,8 - 236,0	"	21	2,43	0,22		41															29		29		
260,8 - 261,0	"			0,07		29															23		34		
279,0 - 279,3	"			0,13		33															33		80		
294,0 - 294,3	"																				12		69		
299,9 - 300,1	"			0,14		30															11		111		
320,4 - 320,6	"																				17		65		
339,5 - 339,6	"			0,04		19															33		17		
*) In dieser Bohrung wurde MD an der Fraktion >20 µ mikroskopisch gemessen.																									
<b>Fließ 1</b>																									
1184,5	Bau	47	1,57	0,16	16,4	23	8	5	+	3	2	26	55	9	0	0	0	3	1A	1B	69	4,0	154	40	0,08
1189,5	"	37	1,40	0,14	19,3	15	6	5	++	8	5	20	58	2	0	0	0	4	2A	1B	75	11,0	119	24	0,06
1194,5	"	34	1,25	0,11	21,1	20	5	2	+	15	4	16	58	0	0	0	0	5	2B		69	5,0	191	30	0,06
1199,5	"	37	1,42	0,08	47,2	24	3	9	+	3	0	11	84	0	0	0	0	0			48		98		0,02
1204,5	"	35	1,17	0,07	78,8	11	7	17	++	10	0	5	85	0	0	0	0	0			20		5A	5B	20
1209,5	"	38	1,20	0,08	67,4	12	5	10	++	1	1	18	73	1	0	0	0	0			31	3,1	138	25	0,03
1211	"	53	0,80	0,07	90,7	96	0	75	+	2	0	17	78	0	0	0	0	3			32		58		0,3
<b>Rieden 1</b>																									
1455,6	Bau	62	0,39	0,18	26,7	17	0	1		19	6	23	25	20	0	0	0	6	1A		91	2,9	152	35	11,0
1456,1	"	66	0,84	0,19	15,8	25	1	4	0	9	0	26	38	19	1	0	0	7			72	2,8	74	19	0,5
1453,9-1460,5	K.4	39	0,78	0,17	18,2	32	2	2	++	4	0	45	43	0	0	0	0	8			75	3,2	47	21	0,14
"	K.5	36	0,92	0,15	20,7	27c	2	3	+	27	1	14	39	8	0	0	0	11			72		74		0,15
"	K.5	45	0,69	0,15	20,2	23	1	1	+	10	0	29	56	1	0	0	0	3	1C		71	7,0	109	32	0,22
1460,5-1465,0	K.3	35	0,99	0,11	24,0	13	1	1	+	5	3	29	58	1	0	0	0	0			60	2,9	99	29	0,12
1470,2-1474,0	K.2	36	0,75	0,11	27,7	15	1	2	++	12	4	18	52	1	0	0	0	9	3A	1B	67	4,1	148	61	0,60
"	K.4	37	0,95	0,11	30,8	13	2	2	++	13	5	18	46	0	0	0	0	14	5A	1B	72	7,0	117	24	0,43
1474,0-1475,4	K.1	42	1,98	0,08	62,3	15	4	55	++	4	0	25	68	3	0	0	0	0			42		56		0,10
"	K.2	48	2,87	0,08	67,1	16	1	25	++	6	3	30	45	6	0	0	0	6	2A	1B	39	4,6	131	39	0,14
1475,4-1479,5	K.1	36	3,12	0,08	70,1	13c	2	6	++	3	2	41	49	0	0	0	0	2	2A	1B	54	2,9	96	39	0,12
1488,0-1492,3	K.4	46	3,54	0,09	40,7	8	3	4	++	1	0	39	52	2	0	0	0	6			29	6,2	92	36	0,26
1504,8-1508,2	K.1	37	4,42	0,07	78,1	10	3	9	+	4	1	31	59	0	0	0	0	3	2A		20	2,7	71	22	
<b>Rott 1</b>																									
860 - 862	K.1 Kopf	2	Albit	78	Oligoklas	27	+++	13	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0			0		94		0,1
"	K.2 "	2	"	78	"	27	+++	18	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0			0		73		0,1
"	K.3 Krone	45	"	30	"	4	+++	10	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0			0		49		0,1
<b>Saulgau 1</b>																									
96,5 - 102,7	K.5	26	2,26							2	0	0	16	0	0	78	0	0			9		51		
121,3 - 127,8	K.4	14	1,14																						
150,6 - 157,9	K.2	36	6,33							3	2	11	33	0	0	51	0	0			35		63		
184,6 - 188,5	K.2	39	7,02							0	0	7	71	2	0	20	0	0			9		60		
215,7 - 220,5	K.1	42	5,52							4	0	0	55	0	0	37	0	0	2T	2Z	52		46		
247,1 - 253,0	K.4	8	0																						

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 7		8 9		10 11 12 13					14						15	16	17	18	19				
		Karbonat %	Calcit Dolomit	Korngröße Median der Frakt. >50 µ	Fraktion <50 µ, n %	Feldspat	Chalkedon	Quinmer	Rotbun- ner Blut	Zircon	Rutil	Turnulin	Apellit	Staurolith	Ostban	Epidot						Hornblende	Spinell	Sonstige	Granat
<b>Saulgau 1 (Fortsetzung)</b>																									
285,2 - 292,5	K.3	38	4,00							2	0	8	65	0	0	24	0	1			33		63		
296,8 - 299,8	K.2	26	2,14																						
299,8 - 306,2	K.3	18	2,10							(4)						(96)									
320,6 - 328,0	K.2	36	1,96							0	0	13	84	2	0	0	0	0	1A		17		94		
341,3 - 344,0	K.2	42	1,54							7	0	5	72	5	0	0	0	0			26		43		
351,1 - 357,3	K.3	46	2,09							8	0	12	72	4	0	0	0	0			19		25		
361,5 - 365,6	K.4	33	7,03							3	0	10	74	10	0	1	0	0	2Z		33		68		
375,1 - 379,6	K.2	36	4,32							1	0	10	83	2	0	1	0	0	3A	1B	12		69		
417,9 - 421,9	K.3	14	0,90							16	2	7	66	8	0	8	0	0	2A	1B	74		120		
425,8 - 431,6	K.2	19	1,98							10	2	5	60	5	1	14	0	0	1A	2T	37		110		
431,6 - 441,9	K.1	31	1,58							1	0	9	73	16	0	0	0	0			45		147		0,5
449,5 - 453,3	K.2	30	4,11							1	0	9	77	10	0	3	0	0			50		95		0,4
461,9 - 465,5	K.2	24	1,48							0	2	3													
471,6 - 481,6	"	21	2,61							40p	4	17									23		101		0,2
493,0 - 497,8	K.1									12	5	0									17		100		0,8
506,0 - 507,2	"									19	4	6									17		113		0,7
517,4 - 521,1	"									13											37	0,8	97	41	
525,6 - 531,3	K.2									14	6	2									33		106		0,4
<b>Soherstetten 1</b>																									
600,0 - 605,0	K.1	60+		0,12	67,2	27				0	0	18	33	43	3	3	0	0			38				
"	4	46	0,70	0,08	88,3	38	10	1		0	0	5	80	11	0	0	0	2A	2T		14		61		0,03
605,0 - 610,0	2	54	0,83	0,08	87,0	38	5	13		10	4	18	41	21	0	0	0	2	2A	2B	38		111		



Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14										15	16	17	18	19		
										Karbonat		Korngröße		Leichtminerale			Schwerminerale								ohne Granat	
Bohrung und Tiefe (m)	Stufe	%	Dolomit	CaCl <sub>2</sub>	Median der Frakt. > 60 µ	Fraktion < 60 µ, n%	Feldspat	Chalcedon	Glimmer	Rotbuntes Glimmer	Zirkon	Rutil	Turnurin	Apfrit	Staurolith	Dixit	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	Granat	Turnurine	Schwerminerale ohne Granat	Granat	Kornzahl	Schwerminerale gehalt (%)
<b>Steinental 1</b>																										
1843,9 - 1845,0	K.2	0,6	Bau	38	1,21	0,15	18,0	25	2	12	+	28	10	17	22	2	0	0	0	13	3A 5B	68	49	7	0,02	
1845,0 - 1854,0	K.2	0,6	"	40	1,57	0,15	20,0	27	3	17	++	70	8	4	36	0	0	0	8	3A 1B	66	78	3	0,02		
"	K.4	0,2	"	47	0,78	0,21	12,9	25	7	21	++	33	0	17	30	9	0	0	11	"	93	66	11	1,6		
"	K.9	0,5	"	38	1,04	0,14	18,2	20	3	15	++	39	14	11	18	1	0	0	0	16	1B	76	93	10	1,4	
1854,0 - 1867,6	K.4	0,4	"	33	0,72	0,16	15,8	21	6	13	+	44	3	13	34	1	0	0	0	4	1A	83	82	11	0,3	
"	K.10	0,8	"	51	2,58	0,12	15,6	26	5	16	+	14	14	9	32	18	0	0	0	4	9A	59	22	2	0,02	
1867,6 - 1881,8	K.1	0,5	"	32	0,84	0,10	35,7	24	1	17	+	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	0	0	0,03	
"	K.6	0,5	"	37	0,82	0,09	33,6	19	1	14	+	8	8	20	60	0	0	0	0	4	"	55	25	5	0,03	
"	K.16	0,4	"	37	1,63	0,08	53,1	15	3	18	+	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3	2	2	0,03	
<b>Steinkirchen 1</b>																										
Sp. 1188	Ch	"	"	"	"	"	"	14	0	"	+	4	0	2	9	20	1	36	27	0	10	73	101	5,6		
Sp. 1196	"	"	"	"	"	"	"	18	0	"	+	2	1	8	11	19	0	44	24	0	12	54	87	1,3		
Sp. 1274	"	"	"	"	"	"	"	24	1	"	+	0	0	3	0	13	16	45	23	0	"	31	22	2,2		
Sp. 1224	"	"	"	"	"	"	"	180	0	"	+	9	4	16	9	12	3	35	11	0	12	78	107	17	2,1	
Sp. 1250	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	+	3	1	16	21	10	3	30	12	0	22	11	65	217	27	
Sp. 1274	"	"	"	"	"	"	"	21	3	1	"	8	2	19	19	17	2	26	6	0	12	82	6	130	25	
Sp. 1286	"	"	"	"	"	"	"	20	4	0	"	21	5	19	9	25	1	14	2	10	79	4,0	124	23		
Sp. 1314	"	"	"	"	"	"	"	19	3	1	+	26	4	13	10	19	0	20	6	1	12	70	0	96	12	
Sp. 1326	"	"	"	"	"	"	"	21	1	"	"	13	4	16	12	29	3	19	4	0	0	84	0	63	20	
Sp. 1348	"	"	"	"	"	"	"	18	5	2	"	11	6	17	10	17	4	22	1	0	22	72	0	53	1,0	
Sp. 1366	"	"	"	"	"	"	"	19	2	2	"	14	4	19	15	21	1	19	7	0	0	76	1,0	104	20	
Sp. 1386	"	"	"	"	"	"	"	20	1	1	"	14	0	25	13	17	0	17	14	0	0	77	0	57	1,4	
Sp. 1390	"	"	"	"	"	"	"	19	5	2	"	18	0	13	10	27	2	25	3	1	12	75	0	116	1,1	
1822,0 - 1824,0	K.2	"	La, Lith	"	"	"	"	16	0	"	"	72	0	23	1	1	0	0	0	0	2A	+	4	1	133	31
1824,0 - 1826,4	"	"	"	"	"	"	"	14	0	"	+	55	1	32	0	4	1	1	0	0	6A	+	8	1	92	27
<b>Stockstadt 7</b>																										
1473,0 - 1477,0	K.1-2	"	Ch	37	2,46	"	99,6	21	3	5x	+	0	0	8	25	0	0	50	0	0	9	8C	20	12	0,03	
1550,0 - 1570,5	"	"	Ru	33	2,12	0,09	43,5	17	1	15x	+	11	0	22	59	0	0	0	0	0	3	5A	47	37	0,05	
1570,5 - 1584,0	"	"	"	49	1,04	0,09	45,1	24	0	14x	+	13	0	18	63	0	0	0	0	0	0	6B	64	22	0,1	
1627,5 - 1632,0	K.1-4	"	"	50	1,14	0,11	39,2	21	1	5x	+	3	5	19	63	5	0	0	0	0	3	2B	92	59	0,1	
<b>Tetteng 1</b>																										
Sp. 1013	USM	"	"	"	"	"	"	37	0	0	"	0	1	2	5	0	0	92	0	0	1	12	100	"	"	
Sp. 1064	"	"	"	"	"	"	"	32	6	0	"	5	0	4	27	1	0	62	0	0	0	1	98	"	"	
Sp. 1115	"	"	"	"	"	"	"	42	0	1	"	3	0	0	8	0	0	88	0	0	0	16	88	"	"	
Sp. 1170	"	"	"	"	"	"	"	45	1	1	"	3	0	3	44	0	0	47	0	0	0	3C	32	36	0,8	
Sp. 1240	"	"	"	"	"	"	"	30	1	5	"	16	0	3	58	5	0	10	0	0	1	1A	136	48	0,05	
Sp. 1350	"	"	"	"	"	"	"	38	1	4	"	14	4	4	54	7	0	3	0	0	14	54	28	2,8		
K. 1472	"	"	"	"	"	"	"	41	0	14	"	6	2	7	82	0	0	0	0	0	0	2A 1B	44	62	0,05	
Sp. 1554	"	"	"	"	"	"	"	41	0	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	+	64	34	0,03	
Sp. 1746	"	"	"	"	"	"	"	40	0	0	"	18	0	6	73	3	0	0	0	0	0	+	64	34	0,03	
Sp. 1806	"	"	"	"	"	"	"	40	0	0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	+	64	34	0,03	
Sp. 1812	"	"	"	"	"	"	"	39	0	0	"	7	0	10	63	3	0	17	0	0	0	+	73	30	0,1	
Sp. 1848	"	"	"	"	"	"	"	23	3	2	"	40	2	4	43	5	0	2	0	0	2	2A	66	55	0,05	
Sp. 1866	"	"	"	"	"	"	"	12	5	0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	+	61	57	0,1	
Sp. 1875	"	"	"	"	"	"	"	14	3	1	"	42	4	7	40	5	0	0	0	0	0	2A	61	57	0,3	

1b	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14										15	16	17	18	19		
										Karbonat		Korngröße		Leichtminerale			Schwerminerale								ohne Granat	
Bohrung und Tiefe (m)	Stufe	%	Dolomit	CaCl <sub>2</sub>	Median der Frakt. > 60 µ	Fraktion < 60 µ, n%	Feldspat	Chalcedon	Glimmer	Rotbuntes Glimmer	Zirkon	Rutil	Turnurin	Apfrit	Staurolith	Dixit	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	Granat	Turnurine	Schwerminerale ohne Granat	Granat	Kornzahl	Schwerminerale gehalt (%)
<b>Tetteng 1 (Fortsetzung)</b>																										
Sp. 2007	USM	"	"	"	"	"	"	37	0	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	+	77	100	8	0,1	
Sp. 2034	"	"	"	"	"	"	"	46	0	6	"	45	3	9	42	0	0	0	0	0	1	"	"	"	0,24	
Sp. 2052	"	"	"	"	"	"	"	38	0	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,1	
Sp. 2067	"	"	"	"	"	"	"	32	2	8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,03	
K. 2072	"	"	"	"	"	"	"	23	9	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3	
K. 2161	"	"	"	"	"	"	"	32	0	2	"	7	0	3	90	0	0	0	0	0	0	61	30	0,1		
Sp. 2253	"	"	"	"	"	"	"	40	0	5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,02	
Sp. 2310	"	"	"	"	"	"	"	38	2	15	"	25	0	12	59	2	0	0	0	2	0	49	44	0,02		
Sp. 2370	"	"	"	"	"	"	"	33	4	5	+	6	0	20	74	0	0	0	0	0	0	63	44	0,2		
Sp. 2397	"	"	"	"	"	"	"	37	1	5	"	18	6	14	56	0	0	0	0	0	4A 2B	74	50	0,2		
K. 2410	"	"	"	"	"	"	"	6	12	30	"	19	0	19	52	2	0	0	0	3	5A	70	63	0,03		
K. 2421	"	"	"	"	"	"	"	9	5	1	"	24	3	10	51	2	0	0	0	8	2B	58	59	0,08		
Sp. 2456	"	"	"	"	"	"	"	14	14	11	"	20	0	21	52	0	0	0	0	5	2A	50	56	0,06		
Sp. 2501	"	"	"	"	"	"	"	32																		

Tabelle 12 (Fortsetzung und Schluss)

1b Bohrung und Tiefe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 Korngröße Median der Frakt. > 50 µ	9 Fraktion < 50 µ, n %	10 11 12 13 Leichtminerale				14 Schwerminerale							15 Granat	16 Turmalin Turmalin ohne Granat	17 Kornzahl	18 Turmalin Schwermin. ohne Granat	19 Schwermineral- gehalt (%)		
		%	CaCl <sub>2</sub> Diamit			Feldspat	Chlorit Glimmer	Rotbunener Biotit	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende						Spinell	Sonstige
<b>Unterbrunn 1 (Fortsetzung)</b>																							
2414,9 - 2417,6	K.2+3	Bu	52	2,43	0,08	95,8	9	5	+17	++	12	4	44	28	4	4	0	0	0	4A	54	25	0,05
2469,7 - 2472,0	K.1	"	43	1,18	0,08	99,1	3	4	25	++													0,24
2551,5 - 2554,8	K.1	"	59	2,65	0,08	64,4	4	4	12	++													Sp.
2674,6 - 2677,8	K.1	"	41	1,02	0,08	82,1	0	0	0														
2678,2 - 2684,7	K.1	La	1	-	0,60	15,3	5	0	0	4,0													0,5
<b>Wurzach 1</b>																							
Sp. 875		USM				52	3				2	2	3	22	0	0	69	0	0	2C	16	58	0,1
Sp. 890		"				31	12				5	3	15	40	5	0	31	0	0	1A	29	65	0,06
Sp. 910		"				36	0				3	0	6	22	0	0	69	0	0		14	36	0,02
Sp. 925		"				38	5				5	2	4	34	2	0	53	0	0		69	58	0,1
Sp. 945		"				38	1				7	1	3	13	0	0	75	0	0	1T	5	93	0,3
960,8 - 963,8 h		"		0,1		37	1	10			1	1	13	81	2	0	0	0	0	1A	23	114	
1007,0 - 1011,0 c		"		0,08		36	2	2			5	1	13	70	3	0	3	0	1	1A 3T	17	150	
Sp. 1040		"		0,1		7	2	11			3	0	3	27	0	0	65	0	0	2T	9	116	
Sp. 1050		"		0,1		39	1	1			9	0	13	59	3	0	9	0	0	2 3A 3C	47	65	
Sp. 1185		"		0,1		42	0	6			4	0	6	85	0	0	0	0	3 2B	3	33	65	
Sp. 1260		"		0,08		39	2	5			5	1	9	80	3	0	2	0	0		38	81	
Sp. 1280		"		0,15		36	5	1			0	0	2	37	61	0	0	0	0		50	44	
Sp. 1310		"		0,07		38	2	11			0	0	6	88	0	0	0	0	4 2B	23	51		
Sp. 1350		"		0,07		44	1	4,8			0	0	0	81	9	0	0	0	1A	38	68		
Sp. 1420		"		0,07		31	1	1			15	3	10	50	13	0	0	2	7	60	60		
Sp. 1455		"		0,1		9	10	0												75	5		
Sp. 1485		"		0,15		4	5	0			43	4	17	18	16	0	0	0	2A	65	54		
Sp. 1495		"		0,13		7	2	11			30	10	18	19	19	0	0	0	2A	67	57		
Sp. 1510		"		0,09		17	10	0			18	8	13	43	9	0	0	0	2 6A 1C	52	63		
Sp. 1530		"		0,2		7	6	0			6	3	12	55	18	0	0	0	3A 3T	64	33		
Sp. 1565		"		0,1		18	3	0			0	0	4	83	13	0	0	0		44	23		
Sp. 1595		"		0,3		34	1	0												13	69		
Sp. 1600		"		0,07		45	1	4			12	0	2	69	3	0	12	0	0	2A	54	57	
Sp. 1605		"		0,08							10	0	14	61	4	0	7	0	2 2A	41	57		
Sp. 1620		"		0,12		40	0	1			15	2	7	46	17	0	0	4	0	75	54		
Sp. 1630		"		0,12		26	5	4			18	0	30	18	22	0	6	0	4A	67	27		
Sp. 1635		"		0,11		32	3	1			7	7	8	68	15	0	0	1	1A	69	81		
Sp. 1645		"		0,08		32	3	1			7	2	16	66	9	0	0	0	0	58	55		
Sp. 1650		"		0,08		8	0	0			8	0	9	73	8	0	0	0	2A	75	47		
Sp. 1670		"		0,07		35	1	3			21	1	19	63	5	0	0	0	1A	72	91		
Sp. 1690		"		0,75		4	4	0			4	4	18	68	3	0	0	0	0	55	28		
Sp. 1695		"		0,06		34	2	11			8	0	28	56	8	0	0	0	0	57	25		
Sp. 1700		"		0,09		2	0	7			2	0	7	82	7	0	0	0	0	50	54		
Sp. 1705		"		0,12		42	1	3			7	1	7	78	4	0	0	1	0	2A	78	135	
Sp. 1710		"		0,13		36	1	7			0	0	0	77	4	0	79	6	1	3A	9	68	
Sp. 1720		"		0,06		36	2	7			0	0	13	77	4	0	0	0	0	3A	47	31	
Sp. 1775		"		0,1		28	7	5			2	0	20	72	3	0	0	0	0	2A 1B	33	65	
Sp. 1784		"		0,13		22	1	8			9	0	15	50	24	0	0	0	2	75	58		
Sp. 1802		"		0,1		30	2	2			25	1	7	59	5	0	0	0	1 1A 1B	69	85		

1b Bohrung und Tiefe (m)	2 Stufe	6 7 Karbonat		8 Korngröße Median der Frakt. > 50 µ	9 Fraktion < 50 µ, n %	10 11 12 13 Leichtminerale				14 Schwerminerale							15 Granat	16 Turmalin Turmalin ohne Granat	17 Kornzahl	18 Schwermin. ohne Granat	19 Schwermineral- gehalt (%)		
		%	CaCl <sub>2</sub> Diamit			Feldspat	Chlorit Glimmer	Rotbunener Biotit	Zirkon	Rutil	Turmalin	Apfit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende						Spinell	Sonstige
<b>Wurzach 1 (Fortsetzung)</b>																							
1814,8 - 1818,6	a	USM		0,25		39	2	3			11	0	3	68	11	0	0	0	3	2A 2B	71	37	0,2
1848,8 - 1850,3	b	"		0,13		16	7	1			5	0	23	29	35	0	0	0	5 3A	47	65	0,3	
1892,3 - 1895,3	b	"		0,13		6	5	1			18	0	25	37	15	0	0	0	3 2A	60	60	0,2	
1937,3 - 1940,3	2,45	"		0,11		2	0	5			32	6	16	22	8	0	0	0	12 4A	52	92	0,3	
1998,0 - 2001,0	115-127 u.K.	Bau	36	1,40	0,11	18,8	25	1	6	++	35	9	17	37	0	0	0	0	0	8	83	88	0,5
2001,0 - 2004,0	11 - 26	"	45	0,63	0,17	18,3	18	2	15	++	17	5	17	55	0	0	0	0	0	8	84	84	0,6
	14 - 25 u.Kr.	"	33	0,87	0,15	30,5	13	0	12	++											71	9	0,03
2006,5 - 2009,5	64 - 75 u.Ko.	"	33	1,25	0,14	31,5	25	1	13	++	29	6	11	48	0	0	0	0	4 2A	76	52	0,3	
2009,5 - 2012,5	214-225	"	45	2,57	0,11	33,7	23	4	10	++	39	4	18	36	0	0	0	0	3	79	79	0,3	
2015,5 - 2018,9	75 - 83	"	52	2,40	0,11	28,6	14	3	6	++	21	4	15	48	2	0	0	0	3 1A	80	111	0,5	
2018,5 - 2021,5	135-145	"	51	4,93	0,07	85,9	5	1	3	++													1
2021,5 - 2024,5	12 - 21 u.Kr.	"	48	3,50	0,08	75,8	7	1	9	++													1
2024,5 - 2027,5	198-206 u.Ko.	"	53	3,87	0,08	65,0	2	1	6	+													1
2027,5 - 2030,5	5 - 23	"	43	1,46	0,08	70,1	1	1	6	+	5	0	14	76	0	0	0	0	5	25	41		0,03