Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 57 (1964)

Heft: 1

Artikel: Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen

Autor: Füchtbauer, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163140

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 23.05.2025

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

Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen[1])

Von **Hans Füchtbauer** (Gewerkschaft Elwerath Hannover)

Mit 29 Figuren und 12 Tabellen im Text

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung – Summary 158
Einleitung 160
1. Methodik 161
2. Regionale Ergebnisse 166
2.1. Oberflächenprofile am südlichen und nördlichen Beckenrand (von E nach W)
2.1. 1. Traungebiet 166
2.1. 2. Chiemseegebiet 167
2.1. 3. Priengebiet 168
2.1. 4. Inngebiet 168
2.1. 5. Schliersee-Tegernseegebiet 169
2.1. 6. Isargebiet 169
2.1. 7. Ammergebiet 171
2.1. 8. Lechgebiet 173
2.1. 9. Wertachgebiet 174
2.1.10. Gebiet westlich der Iller 175
2.1.11. Gebiet der Bregenzer Ache 178
2.1.12. Rheingebiet 180
2.1.13. Goldachgebiet 182
2.1.14. Sittergebiet 183
2.1.15. Urnäschgebiet 185
2.1.16. Thurgebiet 187
2.1.17. Zürichseegebiet 188
2.1.18. Vierwaldstätterseegebiet 191
2.1.19. Entlebuch 193
2.1.20. Emmegebiet 197
2.1.21. Aaregebiet 197
2.1.22. Saanegebiet 199
2.1.23. Aare am Jurarand 200
2.2. Zeitlicher Ablauf und Charakterisierung der Schüttungen (unter Mitberücksichtigung der Tiefbohrungen im Vorland) 201
2.2.1. Prämolasse (Cenoman, Priabon, Lattorf, Rupel z.T.) 201
2.2.1.1. Das Südhelvetikum am Alpenrand 201
2.2.1.2. Das «autochthone Helvetikum» im Alpenvorland 202
2.2.1.3. Der Flysch am Alpenrand 203
2.2.1.4. Die Deutenhausener Schichten 204

[1]) Für die grosszügige Bereitstellung der zur Drucklegung dieser Arbeit erforderlichen Mittel gebührt der Swisspetrol Holding AG. ganz besonderer Dank, dem sich auch die Redaktion der Eclogae anschliesst.

2.2.2. Untere Meeresmolasse (Rupel z. T. und Bausteinschichten) 205
2.2.2.1. Rupel in Ostbayern 205
2.2.2.2. Untere Meeresmolasse im Westen 206
2.2.3. Terrestrisches Chatt und Aquitan (Untere Süsswassermolasse = «USM») . 221
2.2.3.1. Mechanismus und Charakteristik der Schüttungen 221
2.2.3.2. Chatt 228
2.2.3.3. Aquitan 231
2.2.4. Marines Chatt und Aquitan in Ostbayern 233
2.2.5. Kurzer Abriss der jüngeren Molasse 235
2.2.5.1. Obere Meeresmolasse («OMM») 235
2.2.5.2. Obere Süsswassermolasse («OSM») 236
3. Petrographische Ergebnisse 236
3.1. Korngrösse, Karbonatgehalt, Porosität und Diagenese 236
3.1.1. Ampfinger Sandstein 236
3.1.2. Bausteinschichten 237
3.1.3. Chatt und Aquitan 245
3.2. Die Sandkomponenten 248
3.2.1. Die Leichtminerale 248
3.2.2. Die Benennung der Sandsteine 252
3.2.2.1. Allgemein 252
3.2.2.2. Die Molassesandsteine 254
3.2.3. Die Schwerminerale und ihre Herkunft 256
3.3. Die Tonminerale 264

ZUSAMMENFASSUNG

Die Untere Meeresmolasse (Rupel-Chatt) und die Untere Süsswassermolasse und ihre brackischen und marinen Äquivalente (Chatt-Aquitan), welche etwa $^2/_3$ der Molasse bestreiten, wurden in einem ca. 500 km langen Streifen nördlich der Alpen sedimentpetrographisch bearbeitet (Fig. 1). Das Hauptgewicht lag dabei auf der mineralogischen Untersuchung der Sandsteine, deren Ergebnisse in Tabellen beigegeben sind (1578 Proben). Die in den Tagesaufschlüssen der Gefalteten Molasse zugänglichen Schichten wurden anhand der Erdölbohrungen in die ungefaltete Vorlandsmolasse hinein verfolgt. Dabei ergab sich das folgende Bild von der *Füllung des Molassebeckens:*

1. Im Lattorf-Rupel wurden in einem schmalen, alpennahen Trog die marinen *Deutenhausener Schichten* abgelagert. Ihr Makrogefüge besitzt noch Flyschcharakter; die Dolomitarenitkomponente aber zeigt, dass das Hinterland bereits die Konfiguration der Molassezeit besass.
2. Die eigentliche Molassesedimentation begann mit Rupel und *Bausteinschichten*, welche einen grossen Teil des deutschen Molassebeckens als geringmächtige, brackische Flachwassersandsteine überzogen. Die Hauptschüttungen kamen aus dem Lechgebiet – Gerölle dieser Schüttung gelangten bis nahe ans Nordufer – und aus der ~~südlichen~~ Mittelschweiz (Fig. 5). Es sind stark dolomitarenitische, ± kalkig zementierte Sandsteine mit Feldspäten und Gesteinsbruchstücken (Fig. 18).
3. Die mächtigen Nagelfluhschuttfächer der subalpinen *Unteren Süsswassermolasse* führen reichlich Flyschsandstein- und Karbonatgerölle, und zwar östlich des Bodensees vorwiegend Dolomite – z. T. aus den Nördlichen Kalkalpen –, in der Schweiz gleichviele Kalkgerölle – z. T. aus dem jurassischen Hochgebirgskalk. – Die begleitenden Molassesandsteine bestehen aus dem Material dieser Gerölle (Fig. 8 und 9). Von hier aus gelangten von Zeit zu Zeit Sandfahnen, meistens jedoch nur tonig-kalkige Trübe ins Becken hinaus.

   Der grössere Teil der Sandsteine in der Vorlandsmolasse aber entstammt den unauffälligen Schuttfächern der *Granitischen Molasse* im Entlebuch E Bern (epidotreich), und an der Hohrone SE Zürich (granat- und apatitreich), welche weitgehend aus den Aufarbeitungsprodukten von Kristallin bestehen (Fig. 14b, d, e). Diese ± dolomitarenitischen und kalkigen Sandsteine enthalten reichlich Feldspat (Albit > Kalifeldspat) und Gesteinsbruchstücke, daneben etwas Muscovit, Biotit und Chlorit. Die beiden Schuttströme aus der Schweiz konnten durch das gesamte terrestrische Becken bis in das marine Delta E München verfolgt werden (Fig. 14d). Daraus ergibt sich eine vorwiegend fluviatile Sedimentation.

4. Die starke *Absenkung* des Alpenvorlandes begann E München schon im Rupel (Fig. 4), zwischen München und Bodensee im Chatt (Fig. 14a–c) und in der Ostschweiz erst im Aquitan (Fig. 14e).

Petrographische Ergebnisse

1. In den Bausteinschichten verbesserte sich die *Sortierung* während des marinen Transportes vom Alpenrand gegen Norden (Fig. 20, 21); in den fluviatilen Schüttungen änderte sie sich auf dem gleichen Wege fast nicht.
2. Die *Porosität* der Molassesandsteine nimmt mit sinkender Korngrösse und zunehmendem Calcitgehalt ab. Ausserdem reagierte sie wegen des hohen Calcitgehaltes empfindlich auf Absenkung und die damit verbundene Überlagerung, wobei sich eine frühzeitige Ölfüllung diagenesehemmend auswirkte (Fig. 22).
3. Unter den *Leichtmineralen* erwiesen sich als wichtigste Bestimmungsstücke der Gehalt an Feldspat, an Hornsteinkörnern und an undulösen Quarzen. Die Plagioklase wurden röntgenographisch differenziert.
4. Rotbrauner Biotit und das starke Überwiegen olivfarbener Turmaline konnten als Kriterien für nicht fluviatile Sedimente verwendet werden.
5. Für die Molassesandsteine wurden keine *Namen* eingeführt. Sie wurden jeweils durch eine knappe Angabe ihrer Zusammensetzung charakterisiert (Fig. 26).
6. Die Herkunft der *Schwerminerale* – ihrer Häufigkeit nach Granat, Apatit, Epidot, Turmalin, Staurolith, Zirkon u.a. – konnte durch Untersuchung der begleitenden Gerölle aufgeklärt werden. So stammt der Epidot mancher Schüttungen aus Grüngesteinen, in der Granitischen Molasse aber aus alpidisch metamorphen Graniten und Gneisen. «Intrastratal solution» spielte eine geringe Rolle. Sie konnte aber durch Vergleich poröser mit calcitisch zementierten Sandsteinen nachgewiesen werden, und zwar am Staurolith stärker als am Granat und Apatit.
7. In den Mergelsteinen fanden sich als detritische *Tonminerale* Illit, Montmorillonit und Chlorit. In den Sandsteinen wurden darüber hinaus Kaolinit und auch Montmorillonit diagenetisch neugebildet (Fig. 29).

SUMMARY

The Lower Marine Molasse (Rupelian-Chattian) and the Lower Fresh-water Molasse as well as their brackish and marine equivalents (Chattian-Aquitanian), which make up about $^2/_3$ of the Molasse, have been investigated petrologically within an area, 300 miles wide, N of the Alps (fig. 1). Major stress has been laid upon the mineralogical analyses of the sandstones, the results of which are tabulated below (1578 samples). The detrital talus fans in the folded Subalpine Molasse, which are accessible in outcrops, have been traced into the nearly horizontal deposits of the Vorlandsmolasse by means of oil exploration wells. The following *filling mechanism* of the Molasse basin has been proved:

1. During Lattorfian and Rupelian time, the marine *Deutenhausener Schichten* were deposited in a narrow trough near the Alps. The macrotexture displays still flysch characteristics; the important content of dolomite grains however points already to the hinterland configuration of the molasse time.
2. The true Molasse sedimentation began with the Rupelian and the *Bausteinschichten*. They covered a large area of the german Molasse basin as a relatively small layer of shallow brackish water sandstones, rich in dolomite grains, with feldspars and rock fragments (fig. 18). The sources of these arenitic sandstones are east of Berne and in the Lech area (fig. 5). From the latter, pebbles have been transported northward nearly troughout the basin.
3. The conglomerates in the huge fans of the Subalpine *Lower Fresh-water Molasse* contain a lot of Flysch sandstone, dolomite and limestone pebbles. The latter are mainly found in the western Molasse and may be traced to the Hochgebirgs*kalk* of the western alps, whereas the dolomite pebbles prevail E of the Bodensee, due to the *dolomites* in the alpine hinterland. The accompanying sandstones consist of the same material (fig. 8 and 9). Sporadically, they spread all over the basin; generally however, only marly detritus derived from these fans.

The greater part of the sandstones within the basin can be traced back to the inconspicuous fans of the *Granitische Molasse* chiefly east of Berne (rich in epidote), and southeast of Zurich (rich in garnet and apatite) (fig. 14b, d, and e). These sandstones are rich in rock fragments and

feldspars (albite > potassium feldspar). Moreover, they generally contain dolomite grains, lime cement, and minor amounts of muscovite, biotite, and chlorite. The source rocks are granites and gneisses. The fans in the Berne and Zurich area have been followed by the author throughout the basin until the marine delta E of Munich (fig. 14d). As a consequence, the fluviatile environment prevailed in the basin.

4. Major *subsidence* of the foreland east of Munich began already in Rupelian time (fig. 4). Between Munich and the Bodensee however, it did not start before the Chattian (fig. 14a–c), whereas W of the Bodensee, the mean downbuckling occurred during the Aquitanian period (fig. 14e).

Petrographical findings

1. In the Bausteinschichten, *sorting* is improved during marine transport through the basin (fig. 20, 21), whereas in the fluviatile Fresh-water Molasse, it remains unchanged on the same way.
2. The *porosity* of the Molasse sandstones diminishs with decreasing grain size and increasing calcitic cementation. Due to the lime, porosity reacts sensitively on the burial depth, provided the pore space is not filled with oil (fig. 22).
3. Among the *light minerals*, feldspar, chert, and undulatory quartz proved to be most helpful. The plagioclases have been differentiated by X-rays.
4. Reddish brown biotites and predominating olive green tourmalines have been used as criteria of non-fluviatile sediments.
5. No special *rock names* were applied to the Molasse sediments; they were characterized by their components (fig. 26).
6. The source of the *heavy minerals* – in the order of abundance: garnet, apatite, epidote, tourmaline, staurolite, zircon etc. – has been investigated by examination of the accompanying pebbles. The epidotes for example are sometimes derived from green schists, in the Granitische Molasse however from alpine-metamorphic granites and gneisses. Intrastratal solution was a minor factor only. It has been established however by comparing porous with cementated sandstones. Staurolite has been attacked stronger than garnet and apatite.
7. Illite, montmorillonite, and chlorite are the detrital *clay minerals* in the marls. In the sandstones, authigenesis of kaolinite and montmorillonite is common (fig. 29).

EINLEITUNG

In der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse der sedimentpetrographischen Untersuchungen dargestellt, welche vor allem zwischen 1953 und 1958 im Rahmen der Erdölaufschlusstätigkeit im deutschen und später auch im schweizerischen Molassebecken durchgeführt wurden. Ein Teil dieser Ergebnisse wurde bereits früher ohne Einzelbelege zusammenfassend mitgeteilt (FÜCHTBAUER 1958). In den letzten Jahren wurden vor allem die Bausteinschichten hinsichtlich ihrer Schüttungsverhältnisse und Diagenese eingehender bearbeitet. Von der grossen Zahl der seit 1958 abgeteuften Bohrungen wurde nur noch ein kleiner Teil vorwiegend im westlichen Molassebecken angefallener Profile untersucht, teils weil sich das früher gewonnene Bild durch die hinzugekommenen Bohrungen nur unwesentlich änderte, teils auch, um anderen Gesellschaften, welche inzwischen mit sedimentpetrographischen Detailarbeiten begonnen haben, nicht vorzugreifen.

Die den Alpen nördlich vorgelagerte Molasse gliedert sich tektonisch in die breite, schwach nach Süden einfallende Vorlandsmolasse im Norden und den schmalen Streifen der in Deutschland eng gefalteten, in der Schweiz verschuppten Subalpinen Molasse im Süden (Fig. 1). Dies hat zur Folge, dass die gleichen Schichten, welche in der Vorlandsmolasse erbohrt werden, in der Subalpinen

Molasse in Tagesaufschlüssen studiert werden können. Durch petrographischen Vergleich lassen sich die Schüttungsrichtungen ermitteln. Erschwerend wirkt dabei der Umstand, dass vor allem Chatt (Oberoligozän) und Aquitan (Untermiozän), welche im Vorland pelitisch und psammitisch entwickelt sind, in der Subalpinen Molasse infolge einer unmittelbar vorausgehenden, wichtigen Gebirgsbildungsphase der Alpen weitgehend aus mächtigen Konglomeraten, den «Nagelfluhen» zusammengesetzt sind.

Für die bereitwillige Überlassung des Kernmaterials und die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Untersuchungen möchte ich den folgenden Firmen der deutschen und schweizerischen Erdölindustrie meinen verbindlichen Dank sagen: Deutsche Erdöl AG, Deutsche Schachtbau- und Tiefbohr GmbH., Gewerkschaft Brigitta, Gewerkschaft Elwerath, Internationale Tiefbohr K. G., Mobil Oil AG. in Deutschland, Preussische Bergwerks- und Hütten AG., SEAG (AG. für Schweizerisches Erdöl), Société Anonyme des Hydrocarbures und Wintershall AG. Die Untersuchungen der Kernproben fussen auf den geologischen Schichtenverzeichnissen, deren Bearbeiter demnach einen wesentlichen Anteil am Gelingen dieser Arbeit haben.

Der Gewerkschaft Elwerath und speziell Herrn Direktor Dr. Roll gilt mein ganz besonderer Dank für die Möglichkeit, diese Arbeiten durchzuführen. Dem ständigen engen Kontakt mit Herrn Dr. Lemcke (Elwerath) und den zahlreichen Diskussionen mit ihm verdanke ich viele wertvolle Hinweise. Ihm und Herrn cand. geol. Matter (Univ. Bern) danke ich ferner für die kritische Durchsicht dieses Manuskripts.

Für sachkundige Führungen bei der Probennahme in der Gefalteten Molasse danke ich den Herren Dr. Büchi (AG. für Schweizerisches Erdöl), Dr. Oschmann (Mobil Oil), Dr. Vollmayr (s. Z. Bayerisches Geol. Landesamt, jetzt Elwerath) und Dr. Zöbelein (Universität München). Den Herren Dr. Vollmayr, Dr. Wittmann (Elwerath) und Prof. Dr. Zeil (Technische Universität Berlin) bin ich für die Aufsammlung oder Überlassung von Probenmaterial dankbar. Wichtige Hinweise verdanke ich den Herren Dr. Ganss (Bayerisches Geol. Landesamt) und vor allem Dr. Karl (Bergakademie Clausthal), welcher zahlreiche Kristallingerölle makroskopisch begutachtete und die Hornblenden aus der Ostmolasse mikroskopisch untersuchte.

Die Röntgenanalysen wurden ausgeführt von Frau H. Goldschmidt; Herr Dr. Drong untersuchte einige Kristallindünnschliffe, und Herr Dr. Marsal (alle Gewerkschaft Elwerath) beriet mich bei der statistischen Behandlung der Schwermineralanalysen. Die Calcit- und Dolomitbestimmungen führte Herr Chemotechniker Höflich aus, der auch die übrigen Laborarbeiten beaufsichtigte. Ihnen allen gebührt mein herzlicher Dank.

1. Methodik

Probennahme

Das Untersuchungsgebiet umfasst einen nahezu 500 km langen Streifen der Subalpinen Molasse sowie eine etwa 20000 qkm grosse Fläche in der Vorlandsmolasse. Diese Ausdehnung machte

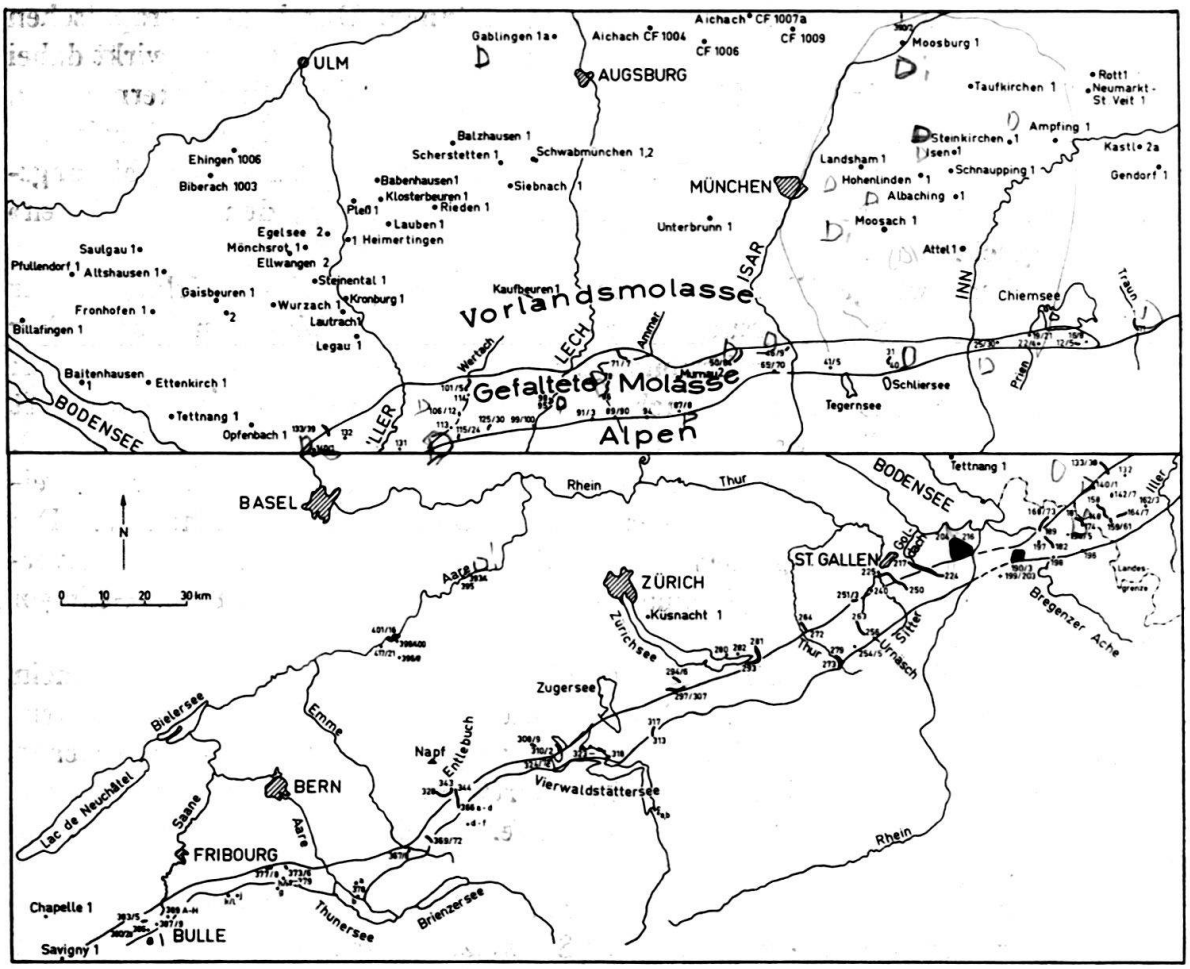

Fig. 1. *Das Arbeitsgebiet:* Oben die Ostmolasse (Deutschland), unten die Westmolasse (Schweiz; zur Verknüpfung s. den Bodensee). Eingetragen sind die petrographisch untersuchten Bohrungen und Oberflächenproben (Nr. 1–421, «12/5» bedeutet Nr. 12–15)

es notwendig, mit einem Mindestmass von repräsentativen Proben auszukommen. Zu diesem Zweck wurde die Probennahme in der Subalpinen Molasse so lange verdichtet, bis sichergestellt war, dass alle unterschiedlichen Mineralfazies-Bereiche eines Gebietes durch mehrere, einander hinreichend entsprechende Proben vertreten waren. Die so gewonnenen Probenkollektive wurden grossenteils mittels des STUDENT-t-Tests gegeneinander abgegrenzt (Abschnitt 2.2.3.1.) und erst dann mit den zum Teil wesentlich dichter untersuchten Bohrprofilen zur Ermittlung der Schüttungsrichtungen verglichen.

Aus der Gefalteten Molasse wurden 514 Oberflächenproben untersucht, aus 76 Bohrungen überwiegend in der Vorlandsmolasse 1064 Proben.

Dabei wurden möglichst nur Kernproben verwendet. Gelegentlich mussten auch Spülproben mit herangezogen werden. Es zeigte sich, dass diese häufig recht verwendbar sind, ab und zu aber – auch über längere Bohrungsabschnitte – völlig abweichende Ergebnisse liefern und somit insgesamt doch unzuverlässig sind, wenn man nicht – in Gebieten, die durch benachbarte, gekernte Bohrungen hinreichend gut bekannt sind – eine Spülprobenauslese durchführen kann (GRIMM 1957).

Bei der Probennahme wurden Psammite bevorzugt. Dies war bei der Auswertung der Resultate zu berücksichtigen, da die untersuchte Schichtenfolge in der Vorlandsmolasse überwiegend pelitisch und in der Subalpinen Molasse häufig psephitisch ist.

Makroskopische Gefügeeigenschaften (Schichtung, Schrägschichtung) lassen sich in Bohrkernen nur selten mit der erforderlichen Genauigkeit und Richtungsabhängigkeit ermitteln. Sie wurden deshalb auch in den Tagesaufschlüssen nur in Sonderfällen berücksichtigt.

Korngrössenanalyse

Die Proben wurden mit einer Spindelpresse vorsichtig zerdrückt. Das dabei entstehende Gesteinsmehl wurde verworfen. Zur Weiterverarbeitung gelangten nur die Bröckchen. Sie wurden mit 10%iger Salzsäure auf dem Sandbad vom Karbonat befreit. Nach Auswaschen der Säurereste wurde auf nassem Wege die Fraktion < 0,06 mm abgesiebt. Hiervon wurde bei einem Teil der Proben im Atterbergzylinder die Fraktion < 0,02 mm abgeschlämmt. Der auf dem Sieb 0,06 mm verbliebene Sand wurde getrocknet und in die folgenden Siebfraktionen zerlegt: > 1,0, – 0,6, – 0,4, – 0,3, – 0,2, – 0,15, – 0,12, – 0,09, – 0,06 mm. Die mikroskopische Überwachung ergab als günstigste Siebzeit 3 Minuten Maschinensiebung + 1,5 min. Handsiebung + 3 min. Maschinensiebung. Die Differenz zwischen dem Gesamtgewicht der Korngrössenfraktionen und der Einwage (~ 50 g), vermindert um einen statistisch ermittelten Siebverlust von 0,3 g, wurde als «Karbonatgehalt» tabelliert (s. Abschnitt 3.3.).

Karbonatbestimmung

In vielen Fällen erwies es sich als nützlich, den Calcit- und Dolomitgehalt gesondert zu ermitteln. Nach der Komplexonmethode wurden dabei die Karbonate zunächst in Salzsäure gelöst. Dann wurden in zwei getrennten Anteilen nach Zugabe von Murexid bzw. Eriochromschwarz «T» Ca bzw. Ca + Mg mit einer Lösung des Dinatriumsalzes der Diäthylendiaminotetraessigsäure titriert (s. auch MÜLLER 1956). Dem in den Tabellen angegebenen Calcit/Dolomitverhältnis liegt die Annahme zugrunde, dass die Zusammensetzung der Karbonate den Idealformeln entspricht. Das ist nach mikroskopischen und röntgenographischen Befunden im allgemeinen der Fall.

Dünnschliffuntersuchung

In den Dünnschliffen wurde vor der Abdeckung der Calcit mit einem Alizarin-S-Farblack nach SCHWARZ (beschrieben in HÜGI 1945) rot angefärbt: Die Dünnschliffe werden dabei nach einer Abänderung von WALGER (1961 a) kurze Zeit durch eine kalte Lösung von 0,1 g Alizarin-S in 100 ml n/25 HCl geschwenkt und dann vorsichtig abgespült und gedeckt.

Porositäts- und Durchlässigkeitsmessung

An einem Teil der Proben wurden routinemässig Porosität und Durchlässigkeit gemessen: An getrockneten und gewogenen Gesteinszylindern 3 × 3 cm wurde die Porosität durch zwei Auftriebsmessungen, und zwar in Quecksilber (nicht eindringend) und Tetrachlorkohlenstoff (nach Evakuierung in alle offenen Poren eindringend) bestimmt. Die Luftdurchlässigkeit wurde an der Bewegung einer Seifenblase durch ein kalibriertes Glasrohr mit der Stoppuhr abgelesen.

Leichtmineraluntersuchung

Von der Fraktion 0,09–0,15 mm wurde etwas Material in einer farblosen und fast geruchlosen Mischung von verdicktem Zedernholzöl und Benzoesäurebenzylester mit einer Lichtbrechung von 1.540 untersucht, und zwar auf den Gehalt an sauren Feldspäten, Hornsteinkörnern, Glimmermineralen sowie in einem Teil der Proben auf Gesteinsbruchstücke und undulös auslöschende Quarze. Die Genauigkeit, die durch Auszählung von 100 Körnern zu erzielen war, wurde als ausreichend erachtet.

Schwermineralanalyse

Hierzu wurde das Material mittels warmer Essigsäure – zur Schonung des Apatits – von Karbonat befreit. Dann wurden von der Fraktion 0,06–0,4 mm die Schwerminerale in Scheidetrichtern nach SINDOWSKI (1953) mit Bromoform der Dichte 2,88 abgetrennt, gewogen und in «Caedax» (n ~ 1,60) eingebettet.

Die Breite der Fraktion macht eine Berücksichtigung der Probenkörnung bei der Auswertung notwendig, birgt jedoch m.E. weniger Fehlerquellen in sich als die Beschränkung auf eine engere Fraktion. Voruntersuchungen zeigten, dass eine Zentrifugentrennung zu den gleichen Ergebnissen führte und keine wesentliche Einsparung an Arbeitszeit brachte. Probeabtrennungen in Acetylentetrabromid (D = 2,97) ergaben ein beträchtlich anderes Schwermineralspektrum. Eine Abtrennung in D = 2,76 zeigte, dass bei der normalen Abtrennung in D = 2,88 etwa $^1/_5$ der Schwer-

mineralkörner mit der leichten Fraktion geht, ohne dass sich hierdurch die prozentuale Zusammensetzung wesentlich ändert. Eine Erhöhung der Dichte von 2.88 auf 2.90 hingegen brachte bereits eine merkliche Verzerrung des Zirkon/Turmalinverhältnisses mit sich.

In den Caedax-Dauerpräparaten wurde zunächst der Anteil transparenter Schwerminerale (ohne Glimmer) abgeschätzt und damit aus dem Gewicht der Schwermineralfraktion der Schwermineralgehalt der Fraktion 0,06–0,4 mm berechnet. Nun wurden etwa 300 Schwermineralkörner bestimmt. Bei der Umrechnung auf Kornzahlprozente wurde der Granatgehalt nicht mit einbezogen, da er vor allem in den gröberen Sandsteinen alle anderen Schwerminerale in den Hintergrund drängt und sich zudem bei der Auswertung als untypisch erwies. Beim Turmalin wurden mittels der «Kleinen Farbmesstafel nach Ostwald» die Farbvarietäten ausgezählt, und zwar nur die reinen Farben, nicht die Grauwerte. Die opaken Schwerminerale wurden nicht ausgezählt, da ihre Menge starken und uncharakteristischen Schwankungen unterworfen ist (z. B. sekundärer Pyrit). Um dennoch einen Überblick zu erhalten, untersuchte im Rahmen eines erzmikroskopischen Gutachtens Herr Dr. E. STUMPFL (s. Z. Mineralogisches Institut der Universität Heidelberg) 15 ausgewählte Proben der vorliegenden Arbeit in Anschliffen (s. Abschnitt 323). Ihm sei für diese eingehende Untersuchung herzlich gedankt.

Für die wesentlichsten Schüttungen wurde in der Subalpinen Molasse mit dem STUDENT-t-Test (s. MARSAL 1949) sichergestellt, dass die Mittelwerte derselben mit mindestens 99%iger Sicherheit voneinander verschieden waren.

Röntgenanalysen

Da in der Vorlandsmolasse Tonmergelsteine überwiegen, konnte im Interesse der Vollständigkeit auf eine Untersuchung der Tonminerale nicht verzichtet werden. Diese wurde von Frau H. Goldschmidt mit einem Philips-Röntgenspektrometer ausgeführt. Dabei konnte gleichzeitig das gegenseitige Mengenverhältnis von Kalifeldspat (Hauptlinie bei d = 3,24) und Plagioklas (Hauptlinie etwa bei d = 3,18 Å) grob abgeschätzt werden.

Innerhalb der Plagioklasreihe wurde mittels der von GOODYEAR und DUFFIN (1954) angegebenen Daten für Tieftemperaturplagioklase differenziert. Dabei wurde der gegenseitige Abstand der Nebenlinien $1\bar{1}1$ (bei Albit: d = 3,85) und $13\bar{1}$ (bei Albit: d = 3,66 Å) verwendet (Fig. 2), allerdings mit gelegentlichen optischen Kontrollen, da nach den Arbeiten von J. V. SMITH (1956 und 1958) die genannte Kurve nur bei genauer Kenntnis der Vorgeschichte der betreffenden Feldspäte angewandt werden darf. Die von SMITH angegebenen Linien sind jedoch zur Identifizierung der Plagioklase in den vorliegenden Proben ungeeignet, da sie entweder zu schwach oder durch andere Substanzen (vor allem Tonminerale) gestört werden. Die Tonminerale und Feldspäte wurden in der Fraktion < 0,06 mm nach Zerkleinerung derselben auf < 0,035 mm bestimmt; gelegentlich wurden die Feldspäte auch in einer gröberen, in gleicher Weise zerkleinerten Fraktion untersucht.

Nomenklatur und sedimentpetrographische Formel

In den Gesteinsnamen bedeuten Hauptwörter oder Steigerungsformen der Adjektive (z. B. «Dolomit-» oder «stark kalkiger ...») Komponenten, die mehr als 25% des Gesteins ausmachen. Das Hauptsubstantiv (z. B. «-sandstein» in «Dolomitsandstein») bezeichnet dabei die Hauptkomponente. Gesteinsanteile von 10–25% werden durch Adjektive, solche unter 10% entweder durch den Zusatz «schwach» bezeichnet (z. B. «Schwach kalkiger Sandstein») oder ganz fortgelassen. (Näheres s. Abschnitt 3.2.2.), (Fig. 3).

Die Korngrössen wurden wie folgt angegeben:

Tonstein	< 0,02	mm ⌀
Feinsandstein	0,02 –0,2	mm ⌀
Mittelsandstein	0,063–0,63	mm ⌀
Grobsandstein	0,2 –2	mm ⌀

Da im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit die Sandsteine stehen, wurde auf eine generelle Untergliederung der feinkörnigen Gesteine in Silt- und Tonsteine verzichtet. Die Worte «Tonstein» und «Sandstein» beziehen sich dabei nur auf silikatische Komponenten. Sollen auch die Karbonate einbezogen werden, so werden die umfassenderen Ausdrücke «Pelit» und «Psammit» verwendet. Werden nur die Karbonate angesprochen, so wird «Arenit» angewandt.

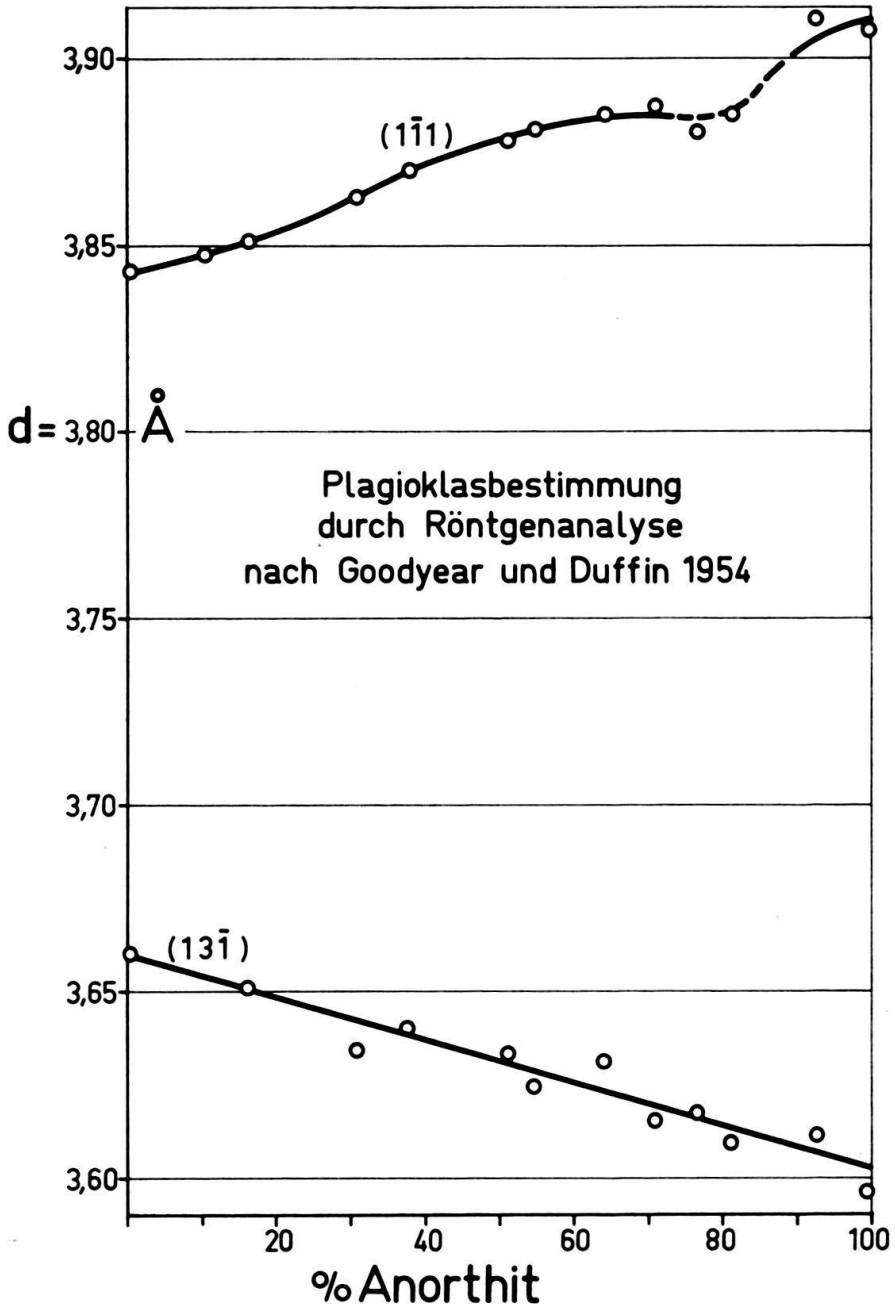

Fig. 2. *Plagioklasbestimmung.* Die hier verwendeten Linien wurden aus der Zusammenstellung von GOODYEAR & DUFFIN nach den Gegebenheiten der Molassegesteine ausgewählt.

Die *sedimentpetrographischen Formeln* dienen der kurzen Zusammenfassung der kennzeichnenden, für die einzelnen Probenkollektive gemittelten Gesteinsmerkmale im Text und auf Übersichtskärtchen.

Die obere Zeile gibt die Schwerminerale wieder. Der Granat (G) wurde für sich gestellt und, wenn er das häufigste Schwermineral war, gross geschrieben, sonst klein. Die übrigen Schwerminerale sind in den Tabellen = 100% gesetzt. Die Hauptgemengteile (> 10%) sind gross, die Nebengemengteile (2–10%) klein geschrieben. Accessorien sind in den Formeln nicht berücksichtigt. Die Minerale sind in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit aufgezählt. Es bedeuten A = Apatit, A′ = Anatas, A″ = Andalusit, B = Brookit, D = Disthen, E = Epidot, G′ = Glaukophan, H = Hornblende, M = Monazit, R = Rutil, S = Staurolith, S′ = Spinell, T = Turmalin, T′ = Titanit, Z = Zirkon. In Klammern steht dahinter die Anzahl der gemittelten Proben.

Die untere Zeile enthält Angaben über die Leichtminerale, und zwar bedeutet:

1. Zahl = Feldspatgehalt } in Kornzahlprozenten der Fraktion 0,09–0,15 mm
2. ,, = Hornsteingehalt }
3. ,, = Karbonatgehalt (Gew.-%)
4. ,, = Calcit/Dolomitverhältnis

(Das letztere wurde logarithmisch (graphisch) gemittelt). Liegt keine Messung vor, so ist ein Strich vermerkt. Gelegentlich ist als 5. Zahl der Anteil undulös auslöschender Quarze (in % aller Quarze) angegeben.

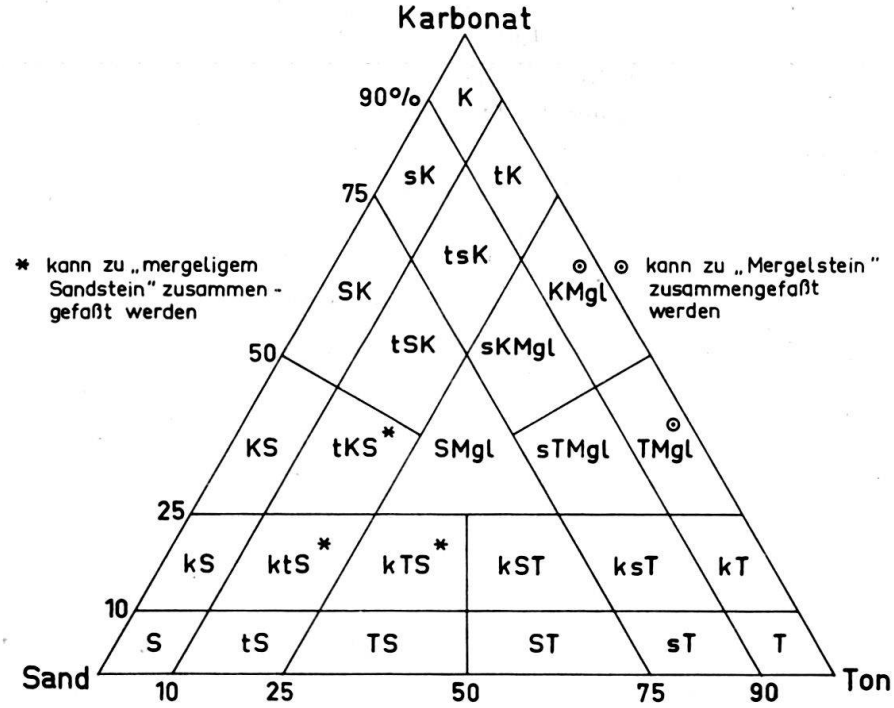

Fig. 3. *Grunddiagramm* Sand-Ton-Karbonat nach FÜCHTBAUER und MÜLLER (aus FÜCHTBAUER, 1959). S = Sandstein, Sand- oder stark sandig, s = sandig, K(D) = Kalkstein(Dolomit), Kalk- (Dolomit-) oder stark kalkig (dolomitisch), k = kalkig (dolomitisch), T = Tonstein, Ton- oder stark tonig, t = tonig, Mgl = Mergelstein.

2. Regionale Ergebnisse

2.1. Oberflächenprofile am südlichen und nördlichen Beckenrand

(von Osten nach Westen, s. Fig. 1).

Innerhalb jedes Gebietes werden die Proben entsprechend ihrer Numerierung vom Hangenden zum Liegenden besprochen. In jedem Abschnitt wird zu Beginn kurz die Tektonik skizziert und angegeben, aus welchen tektonischen Einheiten die Proben stammen.

2.1.1. *Traungebiet*

Eine gefaltete Molasse fehlt im Trauntalprofil (GANSS & SCHMIDT-THOMÉ 1955, HAGN und HÖLZL 1952). Die Vorlandsmolasse grenzt steil aufgerichtet unmittelbar an das Helvetikum.

Burdigal (Proben 1–3) — g, E H A t s (3)
24. 1. 46. 2,6

Diese verhältnismässig feinkörnige Serie unterscheidet sich vom Liegenden am auffälligsten durch das Überwiegen des Calcits und den hohen Gehalt an

Hornblende. Bei letzterer handelt es sich nach Herrn Dr. KARL z. T. um Barroisit, die typische Hornblende der Tauernkristallisation (KARL 1959).

Aquitan (Proben 4–5) G, SEATdhz (2)
23. 0. 40. 0,5

Die Proben stammen aus der «Blauen Wand» südlich von Traunstein, einer Folge von grüngrauen lockeren, tonig-kalkigen, stark dolomitarenitischen Sandsteinen mit Geröllschnüren. Graue Granitgerölle aus diesem Aufschluss bezeichnete Herr Dr. KARL als vermutlich teils jungkristallin (tauernkristallin), teils altkristallin. Ihr Schwermineralinhalt besteht hauptsächlich aus Apatit, daneben finden sich Epidot und Hornblende. Das plötzliche, starke Erscheinen des Epidots in den begleitenden Sandsteinen lässt vermuten, dass zu dieser Zeit im Abtragungsgebiet die Produkte der Tauernkristallisation angeschnitten wurden.

Chatt und Rupel (Proben 6–11) G, ASTRzed (5)
27. 0. 41. 0,7

Diese überwiegend sehr feinkörnigen Sedimente, denen nur gelegentlich Sandbänder (Proben 9 und 11) eingelagert sind, zeigen die typische Schwermineralgesellschaft älterer Molassestufen. Der Epidot tritt gegenüber dem Aquitan stark zurück. Der Feldspatgehalt ist vergleichsweise hoch und spricht für die Beteiligung eines kristallinen Liefergebietes.

2.1.2. *Chiemseegebiet*

Nach GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1955) besteht die gefaltete Molasse hier aus der Frasdorfer Mulde im Norden und der kleineren Bernauer Mulde im Süden. Die Proben stammen aus dem Nordflügel der Bernauer Mulde, vom Westerbuchberg (Chatt) und Osterbuchberg (nach GANSS et al. Bausteinschichten).

Chatt (Proben 12–15) G, TASRez (4)
12. 0. 12. 0.4

Diese Proben wurden auf dem Westerbuchberg genommen, dessen grobe Konglomerate («Restquarze», Kalkalpin und Kristallin) und Sandsteine, die sich mit Mergeln verzahnen, nach GANSS et al. die Einmündung eines Alpenflusses in das Chattmeer anzeigen. Das Schwermineralbild zeigt weitgehende Übereinstimmung mit dem Chatt des Traungebietes. Charakteristisch ist auch hier ein leichter Epidotgehalt. Drei Proben sind karbonatfrei.

«Bausteinschichten» (Proben 16–18) G, RATSz (4)
11. 0. 21. 0,3

In dem kleinen Steinbruch am Westende des Osterbuchberges stehen gelbliche, stark tonige, dolomitarenitische Sandsteine mit reichlich Pflanzenhäcksel und Geröllagen an. Aus letzteren wurden einige graue Gneis-, Granit- und Quarzitgerölle gesammelt (nach Dr. KARL Altkristallin), welche als Schwerminerale hauptsächlich Granat und Apatit enthielten (s. Mineralliste «Geröllunterschungen»). Die Sandsteine gleichen makroskopisch und petrographisch den Bausteinschichten des Allgäus, doch reicht diese Feststellung nicht aus, ihre zeitliche Gleichsetzung mit diesen zu beweisen (s. hierzu PAULUS, 1963, S. 68/70). Gegenüber dem Chatt des Westerbuchberges unterscheiden sie sich durch das Fehlen des Epidots.

2.1.3. *Priengebiet*

Die tektonische Gliederung entspricht derjenigen des Chiemseegebietes. Die Proben 19–21 gehören nach GANSS et al. (1955) in den Nordflügel der Frasdorfer Mulde, 22–24 in den Nordflügel der Bernauer Mulde.

Chatt (Proben 19–21) G, A E T z s r (3)
21. 1. 40. 0,8

Die gelblich- bis grünlichgrauen, dolomitarenitischen Sandmergelsteine vom Waschhaus bei Wildenwart werden von HAGN & HÖLZL (1952) als «marine Äquivalente der Baustein-Zone des Westens» aufgefasst, während GANSS et al. (1955) sie ins darüberliegende Chatt stellen. Da sie wegen ihres hohen Epidotgehaltes zu einer Sonderausbildung gehören (s. Proben 25–27), lässt sich die genannte Alternative auf petrographischem Wege nicht sicher entscheiden.

Bausteinschichten (Proben 22–24) G, S R T A z (3)
12. 0. 29. 0,6. 60

Westlich von Bernau hingegen trifft man Schichten, welche den Bausteinschichten des westlicheren Molassebeckens petrographisch und auch makroskopisch (graue karbonatische Sandsteine mit Geröllschnüren) ähneln. Dabei gilt aber auch hier wieder der bereits beim Osterbuchberg (Chiemseegebiet) genannte Vorbehalt.

2.1.4. *Inngebiet*

Bei Höhenmoos, 6,6 km östlich des Inns, ist nach GANSS et al. (1955) nur die Frasdorfer Mulde ausgebildet. Von ihrem Nordflügel wurden aus dem Haselbachgraben die folgenden Proben untersucht.

Chatt (Proben 25–27) G, A E T s h z (3)
29. 0. 36. 0,1–3,6

Die grünlichgrauen, festen Sandmergelsteine des südlichen Grabenabschnittes sind wie die Aufschlüsse am Waschhaus bei Wildenwart (Proben 19–21) durch einen hohen Epidotgehalt gekennzeichnet. Wegen ihrer Nachbarschaft zum Inntal soll diese epidotreiche Sonderentwicklung als «Innschüttung» bezeichnet werden. Sie spielt in den Chattsanden des Alpenvorlandes eine wesentliche Rolle. Bemerkenswert ist hier ein schwacher Hornblendegehalt. In der Nachbarschaft von Probe 27 ist eine Gerölleinlagerung aufgeschlossen. Darin überwiegen Quarze (bis 3 cm Durchmesser), daneben wurden Gerölle von hellem Dolomit, Gneis und Glimmerschiefer gefunden. Von den letzteren wurde eines untersucht; es wies einen hohen Granatgehalt auf. Ausser dem Epidot und den genannten Geröllen spricht auch der z. T. hohe Feldspatgehalt, insbesondere die Tatsache, dass er in den Sandfraktionen mit wachsender Korngrösse kaum abnimmt, für ein vorwiegend kristallines Liefergebiet.

Rupel (Proben 28–30) G, A S E Z t h d (2)
34. 2. 52. 1,4

Aus dem nördlichsten, sich verflachenden Grabenteil wurden grüngraue, z. T. plastische, sandig-dolomitische Kalkmergel untersucht, die in ihrem Mineralinhalt im wesentlichen mit den Chatt-Proben übereinstimmen. Die in den beiden tiefsten Proben, 29 und 30, vorkommenden Hornblenden sind nach freundlicher Durch-

sicht von Herrn Dr. KARL grossenteils Barroisite, d. h. die typischen Hornblenden der Tauernkristallisation.

Die feinkörnigen Proben sind in diesem Profil kalkreicher, die deutlich sandigen dolomitreicher. Diese Regel, die darauf beruht, dass der Dolomit häufig in psammitischer, der Calcit aber meist in pelitischer Korngrösse zugeführt wurde, gilt nach den Dünnschliffbefunden für einen grossen Teil des untersuchten Molassematerials.

2.1.5. *Schliersee-Tegernseegebiet*

Die gefaltete Molasse setzt sich hier aus der Miesbacher und der südlich anschliessenden Marienstein-Haushamer Mulde zusammen. Aus dem Nordflügel der letzteren wurde im Sulzgraben östlich Miesbach eine Probenserie genommen (31–40). Die Proben 41–45 stammen von beiden Flügeln der gleichen Mulde aus dem Bergwerk Marienstein.

Chatt (Proben 31–38 und 41–43)	G,ASTrz (10) 13. 2. 57. 0,5

Die Serie umfasst die gesamten chattischen Cyrenenschichten, graue, feste, sandig-kalkige Dolomitmergelsteine. Vom Epidotgehalt der Innschüttung ist nichts mehr zu erkennen. Diese scheint demnach den Streifen der gefalteten Molasse ziemlich genau im Bereich des heutigen Inntales zu kreuzen. Die Mineralzusammensetzung der vorliegenden Proben zeigt das typische Bild der chattisch-aquitanen Alpenrandschüttungen.

Bausteinschichten (Proben 39–40 und 44–45)	G,TSArz (4) 11. 1. 34. 0,3

Diese sind wesentlich gröber und infolge des kleineren Karbonatgehaltes auch lockerer als die überlagernden Cyrenenschichten und enthalten Gerölle, und zwar überwiegend Quarze (bis 1 cm ⌀); daneben kommen dunkle Dolomite vor. Aus dem Südflügel der gleichen Mulde stammt eine Geröllauszählung von BODEN (1925). Er fand am Rohn-Bach 56% Dolomite, 24% «Gangquarze» und 15% Phyllite, Glimmerschiefer und Gneise. Im Schwermineralbild zeigt sich kein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Hangenden. Der höhere Granatgehalt sowie das Hervortreten des Turmalins auf Kosten des Apatits sind korngrössenbedingt. Zu erwähnen ist eine gelbliche Granatvarietät, die nur hier in nennenswerten Mengen auftritt.

2.1.6. *Isargebiet*

Hier gliedert sich die Gefaltete Molasse nach GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1959) von N nach S in die Nonnenwald- (oder auch «Rimselrainer») Mulde, die Penzberger und die Mariensteiner Mulde. Die Proben 46a–46b stammen aus beiden Flügeln der Nonnenwaldmulde, die Proben 65–70 vom Südflügel der Penzberger Mulde.

Aquitan und Promberger Schichten (Proben 50–53 und 57–60)	G,ZASRtea′ (7) 31. 1. 48. 2,6

Es handelt sich um meist feinkörnige Sand-Ton-Karbonatmischgesteine, in denen zum ersten Male der Calcit im Mittel stark überwiegt. Auffällig ist der recht

hohe Feldspat- und Zirkongehalt sowie das Vorhandensein von Epidot. Während der Zirkon möglicherweise mit den unten zu besprechenden Glassanden in Zusammenhang zu bringen ist, erscheint für Feldspat und Epidot eine Zufuhr aus beckenparallelen Transporten (von W) nicht ganz ausgeschlossen.

Glassande (Proben 46a–c, 48–49b, 54–56b, 61–62 und 64a–b)	g,ZTA″rsde (14) 11. 0. 2. –. 15

Im Liegenden der marinen Promberger Schichten finden sich im obersten Teil der brackischen Cyrenenschichten zwei 30 bzw. 40 m mächtige, nahezu karbonatfreie und dementsprechend nicht zementierte Sandhorizonte, die zur Glasherstellung verwendet wurden und daher «Glassande» genannt worden sind. Diese Glassande weichen mineralogisch so sehr von den umgebenden Molassegesteinen ab, dass ANDRÉE (1936), der ihnen einen grossen Teil seiner Arbeit widmete, sie von der Böhmischen Masse herleitete. Sie sind durch das Fehlen von Karbonat, einen geringen Feldspatgehalt, Grobkörnigkeit und schlechte Sortierung, sowie durch einen hohen Zirkongehalt gegenüber ihrer Umgebung charakterisiert. – Auf Grund dieser Eigenschaften lässt sich die von ZIMMERLE (1963) ausgesprochene Möglichkeit, dass es sich um litorale Aufarbeitungsprodukte alpinen Materials handelt, noch nicht stichhaltig widerlegen. – Jedoch die charakteristischen Merkmale, das Vorkommen von Andalusit, der in der Molasse nirgends ausser in Zufuhren von der Böhmischen Masse (z. B. in der «Graupensandrinne» des Helvet) auftritt, ein besonders geringer Anteil undulös auslöschender Quarze (Tab. 1) und abweichende Turmalinvarietäten (rotbraune herrschen vor, wie dies sonst nur in Sedimenten aus der Umrandung der Böhmischen Masse vorkommt) sprechen eindeutig für eine nichtalpine Zufuhr, und zwar, wie schon ANDRÉE (1936) postulierte, aus dem Bereich der Böhmischen Masse.

Tabelle 1. Undulös auslöschende Quarze in der Fraktion 0,09–0,15 mm, bezogen auf die Gesamtheit aller Quarzkörner. Die Probennummern und die Abkürzungen der Stufen entsprechen den Mineraltabellen.

Nr. 46a	UG	16%	Nr. 52	Prom	64%	Nr. 59	Prom	42%
Nr. 46b	UG	21%	Nr. 53	Prom	46%			
Nr. 46c	UG	10%				Nr. 61	OG	18%
Nr. 47	(Ch, Cyr)	16%	Nr. 54	OG	16%	Nr. 62	OG	18%
Nr. 48	UG	6%	Nr. 55	UG	12%			
Nr. 49a	UG	19%	Nr. 56a	UG	12%	Nr. 63	Ch, Cyr	50%
Nr. 49b	UG	12%	Nr. 56b	UG	14%			
						Nr. 64a	UG	22%
Nr. 51	A	32%	Nr. 58	Prom	49%	Nr. 64b	UG	7%

Glassande im Mittel 15; Molasse im Mittel 47%

Der untere und der obere Glassand sind mineralogisch kaum voneinander zu unterscheiden. Im Isargebiet scheint der untere etwas gröber zu sein; ausserdem ist sein Andalusitgehalt möglicherweise grösser (s. Proben 76–77b).

Das sandige Material der «Schwaiger Schichten» (= die Cyrenenschichten zwischen den Glassanden) und auch des Hangenden der Glassande besitzt zum Teil eine Glassandkomponente wie man an dem niedrigen Feldspat- und hohen

Zirkongehalt (Probe 60) oder an dem geringen Anteil undulöser Quarze (Probe 47) erkennt. Dabei liegt die erstere Probe 140 m über den Glassanden.

Bausteinschichten (Proben 65–70)	G, T A Srz (6) 11. 0. 42. 0,4

Die Bausteinschichten am Stallauer Weiher sind gut gebankt und von wechselnder Festigkeit. Die lockersten, durchlässigsten Bänke zeigen leuchtend gelbe und braune Verwitterungsfarben und besitzen eine vorwiegend dolomitische Karbonatkomponente, während in den festen und feinkörnigeren, grünlichgrauen Bänken (Proben 67 und 69) der Calcit überwiegt. Hiermit stimmt der Dünnschliffbefund der Proben 66 und 69 überein, dass der Calcit die feinkörnige Grundmasse, der Dolomit aber detritische Körner bildet, welche gleich gross, aber besser gerundet sind als die Quarze und deshalb in den gröberen Gesteinen angereichert sind. In den festen Bänken finden sich reichlich rotbraune Biotite, in der lockersten Probe fehlen sie. Diese Anfälligkeit gegen Oberflächenverwitterung lässt sich an den rotbraunen Biotiten auch sonst beobachten. Die Schwerminerale zeigen das Bild der Bausteinschichten. Die Proben 66, 68 und 70 könnten wegen ihrer abweichenden Calcit-Dolomitverhältnisse und ihres geringen Feldspatgehaltes bereits Einflüsse des westlich benachbarten «Nesselburgfächers» anzeigen (s. Abschn. 2. 2. 2. 2.).

2.1.7. *Ammergebiet*

Die Ammer schneidet von N nach S die Peissenberger, die Rottenbucher und die Murnauer Mulde. Die Proben 72–77b stammen aus dem N-Flügel der Peissenberger Mulde, vom Südhang des Hohen Peissenberges. Die Proben 78–86 wurden an der Echelsbacher Brücke aus dem Südflügel der Rottenbucher Mulde genommen, während die Proben 87–94 vom Südflügel der Murnauer Mulde stammen.

Burdigal-Helvet (Probe 71) der Vorlandmolasse	g, E a z s t (1) 26. 1. 34. 76

In dieser Probe, einem marinen, grünlichgrauen, absandenden, tonigen Kalksandstein, fällt das Fehlen von Dolomit und der hohe Epidotgehalt auf. Das Material wurde im Gegensatz zu den tieferen Schichten nicht unmittelbar vom Alpenrand, sondern vermutlich durch küstenparallelen Sandtransport von Osten zugeführt.

Aquitan (Proben 72–75 und 78)	G, S T A Z R d (5) 15. 1. 58. 1,4

In diesen gelbgrauen, fluviatilen (72–73 und 78) bis marinen (74–75), meist lockeren, dolomitarenitischen Sandkalken finden sich die Schwerminerale und der niedrige Feldspatgehalt der Alpenrandschüttungen. Die Probe 78 enthält bis 3 cm grosse Gerölle von schwarzem Dolomit und Quarz. Bemerkenswert ist in allen diesen Proben ein deutlicher Disthengehalt.

Glassand (Proben 76–77b)	g, Z T R s (3) 9. 0. 0. –. 24

Im Ortsteil «Schächen» am SW-Hang des Hohen Peissenberges sind karbonatfreie, unverfestigte, weisse Sande aufgeschlossen, die den Glassanden des Isargebietes auffallend ähneln, jedoch, wie schon ANDRÉE (1936) feststellte, frei von

Andalusit sind. An seine Stelle tritt in die Reihe der Hauptkomponenten der Rutil. Die neben dem Fehlen von Karbonat wesentlichsten Merkmale der Glassande, das Vorwiegen rotbrauner Turmalinvarietäten und der geringe Gehalt an undulös auslöschenden Quarzen, sind auch hier zu beobachten.

Probe	76	24%	undulöse Quarze
,,	77a	24%	,, ,,
,,	77b	23%	,, ,,

Die eingelagerten Geröllchen sind hauptsächlich Quarze. Nach KRAUS und PAULUS (1962) soll es sich hier um den oberen Glassand der Nonnenwaldmulde handeln. Hierzu würde das Fehlen von Andalusit besser passen als zu einer Einstufung als unterer Glassand.

Chatt (Proben 79–83) G, A T Srz (5)
5. 0. 54. 0,7

Probe 79 repräsentiert nach ZÖBELEIN (1952a) eine marine Einlagerung. Sie ist arm an Dolomit und enthält den rotbraunen, gegen terrestrisches Milieu empfindlichen Biotit (s. u.) in grösseren Mengen, während er in den tieferen, terrestrischen Proben schwach vertreten ist oder fehlt. Hier überwiegt als Karbonat der Dolomit. Probe 80 stammt von der Grenze der rötlichen zur grüngrauen Schichtenfolge (ZÖBELEIN, l. c.); die Proben 81–83 gehören in die «Konglomeratzone» (s. u.). Aus dieser wurden einige fragliche Flyschgerölle untersucht, quarzitische, schwach kalkige Mittelsandsteine. Sie sind feldspatfrei und enthalten als Schwerminerale Granat, Apatit und Zirkon.

Bausteinschichten (Proben 84a–88) G, T A Srz (5)
7. 3. 58. 0,4

Diese setzen sich aus grauen, gelblich verwitternden, stark sandigen, tonig-kalkigen Dolomitareniten zusammen. Die eingelagerten Geröllschnüre enthalten nach BODEN (1925) bis 2 cm grosse dunkle Dolomite und eine geringe Anzahl kleinerer Quarzgerölle. Granat und Staurolith treten in den feinkörnigen Proben 84a, 85 und 88 ganz zurück und erweisen sich damit als stark korngrössenabhängig. Demgegenüber enthalten die feinkörnigen Proben im Chatt (79 und 80) reichlich Staurolith. Der Karbonatgehalt ist gegenüber östlicheren Vorkommen stark erhöht.

Auf unserem Wege von Osten nach Westen finden wir in diesem Profil zum ersten Male die Bausteinschichten von nichtmarinen Schichten («Bunte Molasse») überlagert, wie es für den gesamten westlicheren Alpenrand zutrifft. Gleichzeitig stellen sich zwei neue Merkmale der Bausteinschichten gegenüber ihrem Hangenden ein, die ebenso für alle westlich anschliessenden Profile gelten (siehe auch Abschnitt 2.2.2.).

a) Der Anteil olivfarbener Turmaline, ausgedrückt durch den Quotienten olivfarbene/übrige Turmaline, ist in den Bausteinschichten wesentlich höher als in der Bunten Molasse.

b) Nur in den Bausteinschichten, nicht aber in der Bunten Molasse, finden sich rotbraune Biotite. Jedoch sind sie nur in den gut zementierten Proben 84b–86 erhalten; in der lockeren Probe 84a sind sie offensichtlich der Verwitterung zum Opfer gefallen.

Die Verknüpfung dieser beiden Varietäten mit brackisch-marinen Sedimenten und die Verwitterungsempfindlichkeit des rotbraunen Biotits sprechen dafür, dass

es sich hier um faziesanzeigende Mineralveränderungen handelt (FÜCHTBAUER, 1963).

In der «Konglomeratzone» vollzieht sich nach ZÖBELEIN (1952a) der Umschwung von mariner zu limnisch-fluviatiler Sedimentation. Die entsprechenden Proben (81–83) zeigen hinsichtlich ihrer Turmalinfarben (siehe oben) noch brackische Einschläge.

Von den hier beschriebenen Proben weichen die fraglichen Bausteinschichten der Bohrung Murnau 2 (FISCHER, 1960) durch ihren geringen Staurolith- und Feldspatgehalt merklich ab:

G, ATzrs (5)
1. 2. 52. 0,36

Sogar die gröbste Probe ist staurolithfrei. Sie ähneln darin den Bausteinschichten des Lechgebietes.

Tonmergelschichten (Probe 88, siehe oben)

Diese Probe, eine Sandmergelsteinbank, lässt sich nicht von den Bausteinschichten unterscheiden und wurde daher in obiger Formel mit diesen zusammengefasst.

Deutenhausener Schichten	G, ASTzr (5)
(Proben 89–94)	21. 0. 34. 1,4

Grünlichgraue, tonige, kalkig-dolomitarenitische Feinsandsteine mit Flyschmerkmalen auf der Unterseite der Sandsteinbänke : Kolkmarken (flute casts) und Schleifspuren (groove casts) (FISCHER, 1960, KUENEN, 1958, siehe auch Abschnitt 2.2.1.4.). Ausser durch diese Merkmale unterscheiden sie sich von den oben beschriebenen Bausteinschichten durch den hohen, fast korngrössenunabhängigen Feldspatgehalt und das Zurücktreten von Turmalin und Dolomit. All dies deutet auf die stärkere Beteiligung eines kristallinen Liefergebietes hin. In Übereinstimmung damit fand SCHIEMENZ (1960) 2,5 % Kristallingerölle (hauptsächlich Gneis) gegenüber 1 % in Chatt und Bausteinschichten. Die beherrschende Geröllkomponente aber sind nach ZEIL (1953) schwarze Lydite, welche grossenteils organogen sind. In Probe 89 wurden zahlreiche 1 mm grosse Lydit-(= Hornstein-)körner gefunden, welche aus einem feinkörnigen, undulösen Chalcedon-Quarz-Gemisch (n ca. 1,54) bestehen, dunkel pigmentiert sind und einzelne Dolomitkristalle enthalten. In den feineren Sandfraktionen, aber nach SCHIEMENZ (1960) auch in der Geröllfraktion 3–5 cm, treten diese Lydite nicht in Erscheinung und spielen demnach als Ursprungsmaterial der Sandsteine keine Rolle.

2.1.8. *Lechgebiet*

Die tektonische Gliederung der Gefalteten Molasse entspricht derjenigen im Ammergebiet. Die Proben 95–96 stammen vom Nordflügel der Murnauer Mulde, 97–98 vom Südflügel der Rottenbucher Mulde und 99–100 vom Südflügel der Murnauer Mulde.

Chatt (Proben 95–96)	G, SATRzd (2)
	0. 0. 72. 0,2

Das Fehlen von Feldspat und der extrem hohe Dolomitgehalt passen zu der Vorstellung, dass diese Proben im Zentrum des von der Loisach bis zur Iller

reichenden «Nesselburgfächers» liegen, welcher nach SCHIEMENZ (1960) durch das Überwiegen von Dolomitgeröllen gekennzeichnet ist. Der hohe Turmalinfarbquotient (fast 6) lässt vermuten, dass der Abstand von den Bausteinschichten geringer ist, als er nach den Profilen von GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1955) geschätzt wurde (s. Abschn. 2.1.7. und Mineralliste).

Bausteinschichten (Proben 97–98)	G, ATRZs (2) 0. 0. 62. 0,3

Während sich die Karbonate und Leichtminerale vom unteren Chatt nicht unterscheiden, fällt im Schwermineralbild das starke Zurücktreten des Stauroliths auf, wie es im Ammerprofil nur in den feinkörnigen Proben, in der Bohrung Murnau 2 aber auch in den Mittelsandsteinen beobachtet wurde. Auch hier sind gleichkörnige Proben des Chatt (s. o.) staurolithreich.

Deutenhausener Schichten (Proben 99–100)	G, ASTZr (2) 10. 0. 43. 0,8

Die Gesteine im Deutenhausener Steinbruch (heute im Lechstausee), mit ihren zahlreichen dunklen Lydit- und Dolomitgeröllen unterscheiden sich von den Bausteinschichten im gleichen Sinne wie für das Ammergebiet beschrieben wurde: Der Feldspatgehalt ist höher, der Dolomitgehalt niedriger.

Aus dem Hangenden der Probe 99 wurden zwei Flyschgerölle untersucht, rotbraune, feste, tonig-sandige, z. T. dolomitische Kalksteine, deren Mineralinhalt im Prinzip mit den Deutenhausener Schichten übereinstimmt. Dies gilt sogar für den Turmalinfarbquotienten. Da der Flysch-Anteil in den Konglomeraten der Deutenhausener Schichten dieses Gebietes nach SCHIEMENZ (1960) gering ist, kann die genannte Übereinstimmung hier aber trotzdem nicht als hinreichendes Kriterium für eine Flyschabkunft des Molassematerials gelten.

2.1.9. *Wertachgebiet*

Die Gefaltete Molasse gliedert sich hier von N nach S in die Auerbergmulde, (nach VOLLMAYR (1955) die ? Fortsetzung der Peissenberger Mulde), die Rottenbucher und die Murnauer Mulde. Die Proben 101–105 stammen aus dem Nordflügel der Auerbergmulde, 106–112 und 114 aus dem Nordflügel der Rottenbucher Mulde, 113 und 131 aus dem Nordflügel und 115–130 aus dem Südflügel der Murnauer Mulde.

Burdigal (Probe 101)	g, EAtz (1) 30. 0. 35. 3

Die Probe ist ein grüngrauer, lockerer, toniger Kalksandstein, dessen Material aus dem Becken zugeführt wurde, wie es schon für das marine Burdigal-Helvet vom Ammergebiet beschrieben wurde.

Aquitan (Proben 102–109)	G, STAZR (8) 10. 12 (Pr. 102-105) .53. 1,1

Die vier ersten Proben, dunkelgraugelbe, stark sandmergelige (Kalk- und) Dolomitarenite vom Nordflügel der südlichsten Mulde, vertreten den oberen Teil des Aquitans, während die vier übrigen, heller gefärbten Proben vom Nordflügel der mittleren Mulde das unterste Aquitan repräsentieren. Diese beiden Serien unterscheiden sich voneinander nur durch den starken Gehalt an Hornsteinkörnern

in den hangenden Proben. Wir werden diesen Gesteinspartikeln vor allem in den Kojenschichten zwischen Iller und Rhein begegnen. Es ist nicht ganz ausgeschlossen und wäre auch mit dem übrigen Mineralinhalt zu vereinbaren, wenn man diese Sedimente von dort herleiten würde, doch könnte es sich auch um den kleinen Mittelbergfächer (SCHIEMENZ 1960) handeln, der nur im Aquitan bestand und überwiegend Flyschgerölle führte. Das Schwermineralspektrum ist typisch für Alpenrandschüttungen. In den feinkörnigen Proben treten Granat und Staurolith zurück.

Chatt (Proben 110–112)	G, STAZr (3) 4. 9. 60. 0,8
(Proben 113–123, 125)	G, SATrz (11) 4. 2. 60. 0,8

In den Steigbachschichten (Proben 110–113), dem oberen Teil des Chatt, ändert sich nach SCHIEMENZ (1960) die Geröllführung des Nesselburgfächers gegenüber dem Liegenden: Der Anteil der Flyschgerölle steigt von etwa 1 auf über 25%. Hiermit könnte der Anstieg des Zirkon- und Hornsteingehaltes zusammenhängen.

Die Weissachschichten, der untere Teil des Chatt, führen in einigen Proben die nach SCHIEMENZ (1960) typischen schwarzen und (seltener) grauen Dolomitgerölle des Nesselburgfächers, daneben kleine Quarzgerölle, etwas kalkalpines Material (BODEN 1925), Eozängerölle und verwitterten Gneis. Die Farbe der Weissachschichten ist hier überwiegend rotbraun, in den untersten 100 m aber kündigen sich durch die graue Gesteinsfarbe schon die Bausteinschichten an. Auch der hohe Turmalinfarbquotient entspricht dort bereits diesen. Wir haben hier ähnliche Verhältnisse wie in der «Konglomeratzone» des Ammerprofils vor uns.

Bausteinschichten (Proben 124, 126–129 und 131)	G, SATrz (5) 5. 1. 60. 0,4

Die Proben 126–129 stammen aus hellgrauen, stark sandigen Dolomitarenit-Einlagerungen der etwa 250 m mächtigen Nagelfluhserie des «Senkelefächers» (KRAUS 1951) südlich von Seeg (Bahndurchbruch), welcher zum Nesselburgfächer gehört. Unter den Geröllen bilden demgemäss dunkle, bis etwa 3 cm grosse Dolomite die Hauptkomponente. Daneben fanden sich etwa 10% kleinere Quarzgerölle (< 1 cm) und einige Kalke.

Der Turmalinfarbquotient liegt in den Bausteinschichten dieses Aufschlusses besonders hoch (5–10). Im übrigen unterscheiden sich diese Proben mineralogisch nicht von den unteren Weissachschichten. Eine sehr feinkörnige Probe (Nr. 131) vom Fuss des Grünten ist staurolithfrei, wie dies auch im Ammerprofil gelegentlich beschrieben wurde.

Rupel, Tonmergelschichten (Probe 130)	G, SATz (1) 15. 2. 60. 0,9

Die Probe stammt aus der südlichsten Partie des oben genannten Bahndurchbruches. Gegenüber dem Hangenden fällt nur der höhere Feldspatgehalt auf.

2.1.10. *Gebiet westlich der Iller*

Südlich des aufgerichteten Südrandes der Vorlandsmolasse (Proben 133–139) folgt zunächst die Hauchenbergmulde (Proben 132 und 140–141), dann die Sal-

maser Mulde (Proben 142–147 vom Südflügel), weiter die Hornmulde (Proben 148–158 vom Nordflügel) und als vierte und südlichste die Steinebergmulde (Proben 159–167 vom Nordflügel). Es handelt sich hier nicht mehr um symmetrische Mulden, wie sie weiter im Osten vermutet werden, sondern entsprechend den Verhältnissen in der Schweiz um Schuppen (MÜLLER & TRÖGER, 1948; VOLLMAYR, 1954). (Ausnahme: Steinebergmulde.)

Burdigal (Probe 132)	g, SAtdz (1) 19. 10. 44. 1,2

Diese hellgraue Probe stammt aus dem geröllführenden Landburdigal des grossen Steinbruchs am Westende des Hauchenberges. Sie besitzt dementsprechend im Gegensatz zu den marinen Burdigalproben (s. o.) und zur Oberen Meeresmolasse des Schüttentobels (Vorlandsmolasse, LEMCKE & GRAUL, 1955) die unmittelbar von Süden herzuleitende Mineralfazies. Der Apatitgehalt stammt aus den reichlich eingelagerten Gneisgeröllen, in denen er massenhaft und als einziges Schwermineral auftritt, desgleichen der erhöhte Feldspatgehalt. Die Ursprungsgesteine des Stauroliths wurden als Gerölle nicht gefunden.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan) (Probe 133)	g, EAs (1) 39. 2. 34. 8,8
(Proben 134–136)	G, SATzr (3) 18. 7. 54. 1,4
(Proben 137–139)	G, ASZtr (3) 42. 2. 21. 0,3–23

Probe 133 wurde am südlichen Ausgang des Schüttentobels südlich Isny genommen, die übrigen Proben von dort aus gegen Süden ins Jugendachtal hinein. Das Aquitan ist hier nach VOLLMAYR (1954) in eine hangende Mergelzone und eine liegende Sandsteinzone gegliedert.

Probe 133, ein grüngrauer, schwach absandender Kalksandstein, ist charakterisiert durch hohen Feldspat- und Epidotgehalt. Sie repräsentiert damit einen kurzen Vorstoss der epidotreichen Granitischen Molasse aus der Schweiz. Dieser Begriff wurde von STUDER (1853) für Molassesandsteine eingeführt, die auf Grund ihres hohen Feldspat- und relativ geringen Karbonatgehaltes von granitischen Ursprungsgesteinen hergeleitet werden. Später wurde der Ausdruck auf die Vorkommen in der Unteren Süsswassermolasse beschränkt. In der Schweiz besteht die Granitische Molasse häufig aus einer oberen, epidotreichen und einer unteren, apatitreichen Abteilung.

Die Proben 134–136 sind demgegenüber mit ihrem relativ geringen Feldspatgehalt wieder unmittelbar von S oder SW geschüttet. Es sind feste, dolomitarenitische Sandmergelsteine und Sandkalke, sandige Einlagerungen der oben genannten Mergelzone. Das Schwermineralbild gleicht demjenigen der alpenrandnäheren, auf der nächsten Seite beschriebenen Kojenschichten, doch ist der Feldspatgehalt höher und der Hornsteingehalt niedriger als dort. Am einfachsten liesse sich die Mergelzone als Hangendes der Kojenschichten verstehen («Ob. Kojenschichten» in Fig. 13, rechts), da sich die Zunahme des Feldspatgehaltes auf Kosten des Hornsteins schon in den obersten Proben der letzteren erkennen lässt (s. u.).

Die Proben 137–139 endlich, rötlich gelbgraue, mürbe, kalkigdolomitische Grobmittelsandsteine, sind mit ihrem hohen Feldspat- und Apatitgehalt typische Abkömmlinge der apatitreichen Granitischen Molasse der Schweiz. Sie entsprechen der «liegenden Sandsteinzone» VOLLMAYRS (1954).

Wie schon diese wenigen Proben zeigen, unterscheidet sich die von der Schweiz herzuleitende Granitische Molasse von der am deutschen Alpenrand «autochthonen» Fazies vor allem durch ihren geringeren Karbonatgehalt und ihren hohen und weitgehend korngrössenunabhängigen Feldspatgehalt. Mit dem Landburdigal des Hauchenberges lässt sie sich nicht, wie es SCHIEMENZ (1960) vermutet, in Verbindung bringen (zu hoher Feldspatgehalt!).

Aquitan der gefalteten Molasse (Kojenschichten) Proben 140–144 und 148–149)	G, SATZr (7) 7. 34. 68. 1,5

Die von Süden geschütteten Kojenschichten der Gefalteten Molasse dürften, den Erläuterungen von Probe 134–136 zufolge, etwa gleichaltrig mit der apatitreichen Granitischen Molasse sein. Sie sind in den südlichen Schuppen überwiegend als Nagelfluh ausgebildet (Hochgratfächer). Die Hauptkomponenten derselben sind nach SCHIEMENZ (1960) Triasdolomite, Jurakalke und Flyschsandkalke. Dementsprechend zeigen die Dünnschliffe der Psammitbänke neben detritischem Dolomit auch Calcitkörner. Das Bindemittel ist stets überwiegend kalkig. Auf sedimentäre Liefergebiete deutet der geringe Feldspatgehalt und die Häufigkeit von Hornsteinkörnern hin. Wegen des hohen Hornsteingehaltes wurden die Proben 140–141 aus der Hauchenbergmulde N Oberstaufen zu den Kojenschichten gestellt, wie es auch VOLLMAYR (mündlich) vermutete.

Chatt, Steigbachschichten) (Proben 145–147 und 150–155)	G, STZRA (9) 5. *29*. 71. 1,1

In den Nagelfluhen, denen die hier untersuchten, stark sandigkalkigen Dolomitarenite eingelagert sind, ist nach SCHIEMENZ (1960) die Flyschkomponente gegenüber dem Hangenden wesentlich zurückgegangen. Auch der Hornsteingehalt in der Sandfraktion ist etwas geringer und nimmt zum Liegenden weiter ab:

Chatt, Weissachschichten (Proben 156–160 und 162)	G, STARż (6) 3. *16*. 67. 1,3

Gegenüber den Steigbachschichten ist ferner der Zirkongehalt verringert, ebenso der Feldspatgehalt. Der Turmalinfarbquotient steigt gegen unten langsam an und erreicht schon etwa 200 m über den Bausteinschichten den Wert 3. Das entspricht den bereits an der Ammer und an der Wertach gefundenen Verhältnissen, da das Chatt in der Hornmulde nach VOLLMAYR (1954) etwa 2700 m mächtig ist. In der Hornmulde wurde z. T. ein merklicher Picotitgehalt festgestellt.

Bausteinschichten (Proben 161 und 163–167)	G, TASrz (5) 11.8. 55. 1,8

Der Karbonatgehalt ist vor allem auf Kosten der Dolomitkomponente gegenüber dem Chatt zurückgegangen, ebenso der Hornstein. Dafür ist der Feldspatgehalt deutlich gestiegen. Dies mag damit zusammenhängen, dass hier im Gegensatz zum Chatt ein wenn auch kleiner Gneisgehalt in den Nagelfluhen festgestellt wurde (SCHIEMENZ 1960).

Die Probe 167, ein stark toniger Kalksandstein aus dem Rupel, bringt gegenüber den Bausteinschichten nichts Neues; infolge der geringen Korngrösse fehlt der Staurolith, und der Granat tritt zurück.

2.1.11. *Gebiet der Bregenzer Ache*

Die drei nördlichen Mulden reduzieren sich westlich der Bregenzer Ache nach VOLLMAYR (1954) zu der Zone von Inngrüne (= Rest der Hornschuppe), während die Steinebergmulde als «Mulde von Maltach» aushält. Die Proben 168–173 stammen vom Südrand der Vorlandsmolasse, 174–181 und 190 vom Nordflügel der Hornschuppe, 182–189 und 191–193 vom Nordflügel der Steinebergmulde und 194–203 aus verschiedenen Teilen der gleichen Mulde.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan)	
(Probe 168)	g, Ezat (1) 49. 0. 13. 0,7
(Proben 169–171)	G, ATzser (3) 52. 1. 16. 1,8
(Proben 172–173)	G, ZARST (2) 14. 11. 64. 1,0

Probe 168 vertritt wie Probe 133 den oberen, epidotführenden Teil der Granitischen Molasse und ist aus der Schweiz herzuleiten. Es ist ein hellblaugrauer, absandender, schwach kalkig-dolomitarenitischer Mittelsandstein. In diese oberste Partie gehören auch die epidothaltigen Proben C_2 und C_3 von RENZ (1939b). Die Molluskenfauna von der Kirche Kennelbach SE Bregenz, welche im höchsten Teil dieser Serie liegt, besitzt nach BAUMBERGER (1931) ein aquitanes Alter. Die Epidotschüttung beginnt demnach hier nicht erst im Burdigal, wie WOLETZ (1955) vermutete.

Die Proben 169–171, gelblichgraue, absandende, kalkige Mittelsandsteine, gehören zum unteren, apatitreichen Teil der Granitischen Molasse und entsprechen den Proben 137–139. Der hohe und korngrössenunabhängige Feldspatgehalt spricht wiederum für ein kristallines Liefergebiet.

Die Proben 172–173, feste, gelbgraue, tonig-kalkige, stark sandige Dolomitarenite, passen mineralogisch am besten zum Gäbris = Schuttfächer der Ostschweiz, und nach BÜCHI (1950), Fig. 9, reicht in der Tat ein Arm dieses Ur-Illsystems in das betrachtete Gebiet. Gegen die nähere Verbindung mit den Kojenschichten spricht der höhere Hornsteingehalt und der geringere Zirkon- und Rutilgehalt der letzteren.

Aquitan der gefalteten Molasse (Kojenschichten) Proben 174–176)	G, STAZr (3) 6. 50. 78. 3

Die Proben, gelbgraue, feste, sandige Dolomit- und Kalkkonglomerate, stammen vom Kojen bei Riefensberg. Hier sind die Kojenschichten nach MUHEIM (1934) und VOLLMAYR (1954) 600 m mächtig und bestehen in ihrer unteren Hälfte aus Nagelfluhen. Die häufigsten Komponenten derselben sind nach MUHEIM (1934) Juraradiolarite und Kieselkalke. Diese erreichen in den Kojenschichten ihre höchste prozentuale Beteiligung. Ebenso wird hier der höchste Hornsteingehalt in der Sandfraktion erreicht, und es ist wahrscheinlich, dass dieser sich z. T. von

den genannten Gesteinen herleitet. Bestimmtere Aussagen aber könnte man nur aus Geröllanalysen mehrerer Grössenfraktionen ableiten, welche weder von MUHEIM (1934) noch von SCHIEMENZ (1960) mitgeteilt wurden. Das Schwermineralbild schliesst sich eng an das Liegende an.

Chatt, Steigbachschichten	G, T S A Z R (5)
(Proben 177–181)	6. 13. 57. 2
Weissachschichten (Proben 182–187,	G, T S Z A R (10)
190–192 und 200)	7. 5. 52. 2,5

Die Mächtigkeit der Steigbach- und Weissachschichten, welche wegen ihrer mineralogischen Gleichartigkeit gemeinsam besprochen werden, beträgt nach MUHEIM (1934) und VOLLMAYR (1954) hier 3100 m. Die Dünnschliffe zeigen als Hauptbestandteile Quarz-, Kalk- und Dolomitkörner in einer calcitischen Grundmasse. Der Hornsteingehalt ist in den Steigbachschichten höher als in den Weissachschichten, im übrigen bestehen keine wesentlichen Unterschiede. Der Turmalinquotient erreicht mindestens 100 m über den Bausteinschichten schon den Wert 3.

Bausteinschichten nahe der	
Bregenzer Ache	G, T S A r z (7)
(Proben 188–189 und 194–198)	8. 19. 49. 0,9

Dieser östliche Teil der Proben schliesst sich mineralogisch an das Hangende an: Der Hornsteingehalt ist relativ hoch, der Staurolithgehalt mit Ausnahme der feinkörnigsten Proben ebenfalls. Während SCHIEMENZ (1960) diese Gesteine nach ihrem Geröllinhalt – Flyschsandkalke, daneben vorwiegend Kalke, Dolomite und Radiolarite – dem Hochgratfächer zurechnet, möchte VOLLMAYR (1954) ein lokales Schüttungszentrum östlich der Bregenzer Ache annehmen. Gelegentlich eingestreute Kristallingerölle erhöhen stellenweise den Feldspatgehalt. Bei Probe 198 wurden – entsprechend dem geringen Feldspatgehalt der Psammite – keine Kristallingerölle gefunden. Flyschsandkalkgerölle von diesem Fundpunkt stimmen in ihrem Schwermineralbild (mit Ausnahme des nahezu fehlenden Staurolithgehaltes) mit der umgebenden Molasse überein, auch bezüglich ihres hohen Hornsteingehaltes. Es ist daher nicht ganz ausgeschlossen, dass der Hornstein z. T. auch aus den Flyschgesteinen herzuleiten ist.

Bausteinschichten am rechten	
Hang des Rheintals	G, T R Z a s′ (4)
(Proben 199 und 201–203)	5. 3. 42. 2,3

Sie unterscheiden sich durch den niedrigen Hornsteingehalt, das Fehlen von Staurolith (auch in grobkörnigen Proben), den geringeren Apatitgehalt und den hohen Zirkongehalt von der östlicheren Probenserie (s. o.). Auch liegt der Turmalinfarbquotient etwas niedriger. Die Proben schliessen sich mit diesen Merkmalen an die schweizerische Entwicklung an.

Deutenhausener Schichten	G, Z T A r s (1)
(Probe 193)	12. 2. 50. 0,7

Diese Probe stammt ebenfalls vom Hang des Rheintals und ähnelt mineralogisch daher den zuletzt besprochenen Bausteinschichten, unterscheidet sich von diesen aber charakteristisch durch den höheren Feldspatgehalt.

2.1.12. *Rheingebiet*

Die Gefaltete Molasse besteht hier nach RENZ (1937b) aus zwei im Scheitel zerbrochenen und verschobenen Antiklinalzonen, welche durch eine Synklinal-Aufschiebung voneinander getrennt sind. Der Südflügel der nördlichen Antiklinale ist die «Gäbriszone», der Nordflügel geht stetig in die flache Vorlandsmolasse über und wird daher im folgenden zu dieser gerechnet. Aus der letzteren wurden die Proben 204–214 genommen; die Proben 215–216 stammen aus der Gäbriszone.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan)

(Probe 205)	G,EAZRts (1) 40. 2. 37. 0,7. 63
(Proben 206–211)	G,AZtsr (7) 43. 1. 27. 0,9. 72
(Proben 204 und 212–214)	G, AZRTs (4) 20. 6. 41. 1,3. 54

Probe 205, ein absandender, dunkelgrüner, kalkig-dolomitarenitischer Sandstein, verkörpert den epidothaltigen, oberen Teil der Granitischen Molasse, schwach verunreinigt durch Gäbrismaterial (s. u.). Hierher gehört auch eine epidothaltige Probe von der Burg Rheineck, etwa 200 m im Hangenden von Probe 205, welche RENZ (1937b) untersuchte.

Die gelblichgrau gefärbten Proben 206–211 stammen aus dem apatitreichen Teil der Granitischen Molasse, welcher in diesem und allen folgenden Profilen den epidothaltigen Teil unterlagert.

Die Proben 204 und 212–214 stellen nördliche Ausläufer des Gäbris-Schuttfächers dar, wie ein Vergleich ihrer Formel mit derjenigen sicherer Gäbrissedimente (im Goldach- und Sittergebiet) ergibt.

Die Proben 212–214 stammen aus der Sulzbachnagelfluh westlich von Berneck, welche nach RENZ (1937a) etwa die Basis des Aquitans der Vorlandsmolasse bildet und identisch ist mit den untersten Bänken der Gäbrisnagelfluh auf der anderen Seite (S) der trennenden Antiklinale: RENZ (1937a) zählte im Aquitan der Gäbriszone unten etwa 7% Kristallingerölle (Gneis, Glimmerschiefer, Granit), weiter oben bis 20%; der Gehalt an Grüngesteinen ist sehr gering (< 0,5%). In der Sulzbachnagelfluh fand er neben Kieselkalken, Sandkalken, Kalken und Dolomiten 5% Kristallin (Gneis, Glimmerschiefer), d.h. etwa ebenso viel wie im unteren Teil der Gäbriszone. Diesen Zusammenhang mit der Gäbrisschüttung zeigt auch der petrographische Befund des Nagelfluhbindemittels (Probe 214). Eine Untersuchung von 8 Kristallingeröllen (rote und graue Granite und Gneise, nach Herrn Dr. KARL vermutlich überwiegend Altkristallin) ergab als Hauptschwermineral Apatit und daneben etwas Zirkon und Granat. Probe 213, die Kalksandsteinauflage der Nagelfluh, stellt eine Mischung von Granitischer Molasse und Gäbrisschutt dar. Probe 212 dürfte ein reines Gäbrissediment sein.

Die Sulzbachnagelfluh wurde von RENZ (1937a) als Kronzeuge dafür angesehen, dass die Granitische Molasse z. T. den feineren Detritus der Gäbrisnagelfluh darstellt. Die sedimentpetrographische Untersuchung zeigt jedoch – wie auch HOFMANN (1957) fand –, dass es sich hier um Gesteine ganz verschiedener Provenienz handelt. Während die Granitische Molasse ausweislich ihres hohen Feldspatgehaltes von einem weitgehend aus Kristallin bestehenden Gesteinsschutt gebildet wird, überwiegt in der Gäbrisschüttung die sedimentäre Komponente (s. o.). Ihr Feldspatgehalt ist wesentlich niedriger, desgleichen ihr Gehalt an undulösen Quarzen; dazu kommt ein geringer, aber charakteristischer Hornstein-

gehalt. Das typische Schwermineral der Gäbrisschüttung ist der Rutil. Die Probe 204 von der Nordseite der Burg Rheineck, ein dunkelgrünlichgelber, fester, tonig-kalkiger, stark sandiger Dolomitarenit, stellt ebenfalls eine Einschaltung von Gäbrismaterial dar. Wir haben solche Einlagerungen demnach sowohl an der Basis als auch im höchsten Teil der Granitischen Molasse. Daraus ergibt sich bereits, dass diese beiden Schüttungen etwa gleich alt sind. Nachdem ZÖBELEIN (1963) den unteren Teil der apatitreichen Granitischen Molasse am Zürichsee («Hohrone-Schüttung», s. u.) ins Chatt einstufen konnte, folgt aus der genannten Verzahnung, dass auch die Gäbrisschüttung wahrscheinlich noch ins Chatt hinunterreicht (s. auch Fig. 13).

Es liegen von RENZ (1937b) Schwermineraluntersuchungen aus diesem und den benachbarten Gebieten vor. Da er seine Proben zur Entfernung der Karbonate mit Salzsäure behandelte und somit auf den Apatit verzichtete, liessen sich seine Ergebnisse nicht ohne weiteres benutzen, so dass auf eine Neubearbeitung nicht verzichtet werden konnte. Wenn man mit den Apatitgehalten der vorliegenden Arbeit rechnet und Granat und Erz aus seiner Statistik herausnimmt, dann lassen sich seine Resultate mit den hier vorgelegten in Einklang bringen. Dabei zeigt sich übrigens, dass sein Schwermineralprofil durch eine 7 m mächtige Bank im Hauptsteinbruch St. Margrethen, welches er als Beweis für die stratigraphische Unbrauchbarkeit der Schwermineralmethode anführt, ein recht normales Bild ergibt: Während er in den Proben 1–4 kaum Epidot fand, in der obersten Probe (Nr. 5) jedoch 49%, ergeben sich nach der obengenannten Umrechnung für Probe 3 8% und für Probe 5 14% Epidot. Dabei wurde angenommen, dass in der letzteren, welche als wesentlich feinkörniger bezeichnet wird, der Apatitgehalt höher ist, wie dies stets zu beobachten ist. Da auch der Epidotgehalt in feinkörnigen Proben höher zu sein pflegt, wird somit die von RENZ herausgestellte Diskrepanz innerhalb einer Kalksandsteinbank mühelos durch einen normalen Korngrösseneffekt und die Nichtbeachtung des Apatits erklärt. Solche schwachen Epidotgehalte, wie sie RENZ (1937b) hier aus der apatitreichen Region der Granitischen Molasse beschreibt, wurden auch in der vorliegenden Untersuchung häufiger festgestellt.

Nachfolgend sollen alle Bestimmungen des Gehaltes an undulös auslöschenden Quarzen aus dem westlichen Teil der Untersuchungsgebietes zusammengestellt werden, da hierauf in den nächsten Kapiteln häufiger Bezug genommen wird.

Tabelle 2. Undulös auslöschende Quarze in % aller Quarze (Fraktion 0,09–0,15 mm)
Abkürzungen: Aq = Aquitan; Bau = Bausteinschichten; Ch = Chatt (Stei = Steigbachschichten); GrMo = Granitische Molasse: N = epidotreiche Abteilung, Ho = apatitreiche Abteilung in der Ostschweiz (in der Westschweiz: Ap); G = Gäbrisschüttung; H = Hörnlischüttung; K = Kronbergschüttung.

Probe Nr.	Stufe	undulöse Quarze	Probe Nr.	Stufe	undulöse Quarze
179	Ch, Stei	39%	215	Ch	22%
189	Bau	40%	216	Ch	46%
204	Aq, G	39%	218	Aq, GrMo, N	34%
205	Aq, GrMo, N	63%	221	Aq, H	74%
206	Aq, GrMo, Ho	67%	222	Aq, G	40%
208	Aq, GrMo, Ho	70%	223	Aq, G	70%
210	Aq, GrMo, Ho	70%	224	Aq, G	48%
211	Aq, GrMo, Ho	80%	229	Aq, GrMo, H	58%
212	Aq, G	44%	230	Aq, GrMo, H	54%
213	Aq, G	52%	231	Aq, GrMo, H	42%
214	Aq, G	80%	233	Aq, GrMo, N	50%

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Probe Nr.	Stufe	undulöse uarze	Probe Nr.	Stufe	undulöse uarze
234	Aq, GrMo, N	52%	265	Aq, GrMo, N	42%
235	Aq, GrMo, Ho	74%	266	Aq, GrMo, N	62%
238	Aq, GrMo, Ho	70%	268	Aq, GrMo, Ho	70%
239	Ch	58%	283	Aq, H	44%
241	Aq, G	46%	284	Aq, GrMo, N	42%
242	Aq, G	48%	294	Aq, H	36%
243	Aq, G	42%	295	Aq, GrMo, N	46%
244	Aq, G	56%	297	Aq, GrMo, Ho	64%
245	Aq, G	48%	302	Aq, GrMo, Ho	64%
246	Aq, G	44%	336	Aq, GrMo, N	44%
247	Aq, G	42%	339	Aq, GrMo, N	40%
248	Aq, G	58%	342	Aq, GrMo, N	42%
249	Aq, GrMo, Ho	62%	343	Aq, GrMo, N	40%
250	Aq, G	66%	347	Aq, GrMo, Ap	40%
258	Aq, K	44%	349	Aq, GrMo, Ap	44%
263	Ch	36%			

Chatt (Proben 215–216) G.RZSAt (2)
11. 6. 52. ~10. 34

Diese Proben stammen aus der «Appenzeller Sandstein»-Zone (RENZ, 1937b). Es sind graue bis gelbgraue, feste Kalksandsteine bis Sandkalke, die sich von den Sandsteineinschaltungen der überlagernden Gäbrisnagelfluh fast nur durch den geringeren Feldspat- und Apatitgehalt unterscheiden. In ihren Ursprungsgesteinen scheint demnach die Kristallinkomponente zu fehlen, welche sich in den Gäbrisgeröllen (bei den Proben 214, 223 und 241/247) als extrem feldspat- und apatitreich erwies.

2.1.13. *Goldachgebiet*

Der tektonische Aufbau entspricht demjenigen des Rheingebietes. Die Proben 217–220 stammen aus der Vorlandsmolasse, 221–224 aus der Gäbriszone.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan)

(Probe 217) G,AZter (1)
29. 8. 59. 1,1

(Probe 218) G,EZA (1)
63. 3. 11. 1,1. 34

(Proben 219–220) G,AZtrs (2)
62. 1. 6. 1,8

Probe 217, ein hellgrüngrauer, fester, tonig-dolomitischer Sandkalk, gehört dem gleichen nördlichen Ausläufer der Gäbrisschüttung an, wie er uns schon in Probe 204 im obersten Teil der Granitischen Molasse des Rheinprofils begegnete.

Probe 218, ein grüngrauer, lockerer, dolomitisch-kalkiger Mittelsandstein, vertritt die epidothaltige Granitische Molasse; die Proben 219–220, gelbgraue, sehr lockere, schwach kalkige Mittelsandsteine, entsprechen der apatitreichen Granitischen Molasse.

Gefaltete Molasse:

Hörnlischüttung:	(Probe 221)	g,Eaz (1) 26. 4. 34. 0,7. 74
Gäbrisschüttung:	(Proben 222 bis 224)	G,AZRts (3) 24. 4. 50. 1,3. 53

Die Proben 222–224 sind Vertreter der Gäbrisschüttung, die von Büchi (1950) als Ur-Illschüttung bezeichnet wurde, und zwar stammt Nr. 222 aus einer dunkelgrünlichgelben, plattigen, tonigkalkigen, stark sandigen Dolomitarenitbank, während die beiden übrigen Proben Nagelfluh-Bindemittel sind. Die Nagelfluh bei Probe 223 ist besonders reich an kristallinen Geröllen, wodurch vermutlich der hohe Gehalt an Feldspat und undulösen Quarzen im Bindemittel verursacht ist. 18 graue Granit- und Gneisgerölle von dieser Stelle (nach Herrn Dr. Karl vermutlich Altkristallin) zeigten einen hohen Feldspatgehalt und als Schwermineral fast nur Apatit. Demgegenüber enthielten 5 rote Granitgerölle bei Probe 224 überwiegend Zirkon. Die typischen Merkmale der Gäbrisschüttung (Fig. 12): Mittlerer Feldspat-, Chalcedon- und Karbonatgehalt und unter den Schwermineralien vor allem Rutil neben Granat, Apatit und Zirkon, sind in allen drei Proben zu erkennen. Demgegenüber ist Probe 221, ein grauer, schwach absandender, dünnplattiger kalkig-dolomitarenitischer Sandstein, durch die Kombination von hohem Epidotgehalt mit nur mässigem Feldspatgehalt charakterisiert, wie sie im Sittergebiet die Hörnlischüttung kennzeichnet. Die nördlich von Altstätten/Rhein genommene Probe 221 zeigt, dass die Gäbrisschüttung hier von der Hörnlischüttung überlagert wird. Diese «Urrheinschüttung» (Büchi, 1950) setzte im Oberaquitan ein und war bis ins Obermiozän hinein tätig.

2.1.14. *Sittergebiet*

Die Gefaltete Molasse ist hier ebenso gegliedert wie es für das Rheingebiet beschrieben wurde. Die Proben 225–238 und 240 stammen aus dem aufgerichteten Südrand der Vorlandsmolasse, 239 und 241–250 aus der Gäbriszone, also aus dem Südschenkel der gleichen Antiklinale.

Burdigal (Proben 225–227)	g,Eza (3) 23. 11. 56. 0,9

Dunkelgrüngraue (225–226) und braungraue (227), z. T. absandende, tonige Sandkalke bis Sanddolomite, welche durch mässigen Feldspatgehalt und Epidot als beherrschendes Schwermineral charakterisiert sind und demnach zur Hörnlischüttung gehören (Fig. 12). Einige Kristallingerölle, welche bei Probe 225 gesammelt wurden, enthalten Zirkon, Apatit und Epidot.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan)

(Proben 228–232)	g,EAz (5) 25. 5. 45. 0,9. 51
(Proben 233–234)	g,EZAt (2) 52. 0. 35. 2,1. 51
(Proben 235–238 und 240)	G,AZTs (5) 49. 0. 17. 1,8. 72

Proben 228–232. Die Geröllschüttung des Hörnli, welche erst an der Aquitan-Burdigalgrenze zu voller Stärke anschwillt, kündigt sich nach Büchi (1950)

schon in der «Oberaquitanen Mergelzone» durch gelegentliche Nagelfluheinschaltungen an. Eine der ersten ist die Nagelfluh der Fröhlichsegg oberhalb Teufen. Sie unterscheidet sich durch ihren höheren Gehalt an Grüngesteinen (5%) und Dolomitgeröllen (37%) von den Gäbrisnagelfluhen (1 bzw. 10%) (Büchi 1950). Die Untersuchung von 11 Kristallingeröllen – graue Granite und Gneise – ergab als Schwerminerale Granat, Epidot und Apatit. Das sandige Bindemittel derselben (Probe 230) ist durch ein extremes Überwiegen von Epidot bei mässigem Feldspatgehalt (25%) gekennzeichnet. Diese Kombination wurde nur in Sedimenten gefunden, in deren Herkunftsgebiet Grüngesteine abgetragen wurden, was im vorliegenden Fall zutrifft.

Mit diesem Kriterium erkennt man, dass hier die gesamte Oberaquitane Mergelzone bereits zur Hörnlischüttung gehört, welche demnach mit vorwiegend feinkörnigen Sedimenten die Granitischen Sandsteine überlagert. Die Proben 228–232, gelb- bis grüngraue, mässig feste, tonige, relativ feinkörnige Sandkalke bis Sanddolomite, zeichnen sich durch einen im Mittel etwas höheren Dolomitgehalt gegenüber ihrem Liegenden aus, was dem obengenannten relativ hohen Gehalt an Dolomitgeröllen in den Hörnli-Nagelfluhen entspricht. Die undulösen Quarze sind mit 51% nicht sehr stark vertreten.

Der obere Teil der Granitischen Molasse, zu welchem die Proben 233–234 gehören, ist stets durch hohen Feldspat- und Epidotgehalt charakterisiert. Diese Kombination entsteht bei der Aufarbeitung saussuritisierter Granite, wie die Untersuchung von Geröllen aus solchen Sedimenten lehrte. Der Prozentsatz undulöser Quarze ist hier ebenso niedrig wie in der Hörnlischüttung (~ 50%).

Der grössere, untere Teil der Granitischen Molasse (Proben 235–238 und 240), grünlich- bis bräunlichgraue, absandende, tonigkalkig-dolomitische Mittelsandsteine, ist durch Granat- und Apatitreichtum ausgezeichnet. Hier ist der Gehalt an undulösen Quarzen immer hoch. Diese beiden Abteilungen bilden die Zone des Granitischen Sandsteins sensu stricto in der Ostschweiz (Büchi). Für ihn ist auch in den anderen Profilen ein hoher Glimmergehalt typisch.

Gefaltete Molasse (Gäbrisschuttfächer, vorwiegend Aquitan)	(Proben 241–248 und 250)	G, A Z R St (9) 21. 12. 44. 1,2. 50
	(Probe 249)	G, A Z E st (1) 44. 3. 21. 1,5. 62

Das Profil durch die Gäbriszone an der Strasse Bühler–Gais ist nahe am Schüttungszentrum der Gäbrisnagelfluh vorbeigeführt. Für diese ist, wie schon weiter oben erwähnt wurde, ein relativ hoher Kristallingehalt (nach Büchi im Mittel 14%) bei fast völligem Fehlen von Grüngesteinen typisch. Dementsprechend findet sich in den Sandsteineinlagerungen Epidot nur sporadisch. Auch die 34 Kristallingerölle, die in den Aufschlüssen 241–247 gesammelt wurden, sind epidotfrei und führen als überwiegendes Schwermineral Apatit. (Nach Herrn Dr. Karl handelt es sich dabei um Altkristallin.) Der Apatit- und der relativ hohe Feldspatgehalt lassen sich also von den Kristallingeröllen herleiten.

Ein Teil der Granate und Staurolithe mag aus wenig transportresistenten Metamorphitgeröllen stammen, welche den Ablagerungsort nicht erreichten. Den Rest der Schwerminerale aber, Zirkon, Rutil, Turmalin und auch etwas Granat, Staurolith und Apatit, wird man aus umgelagertem Sedimentmaterial herleiten müssen. Nach den Tabellen von Renz kommen unter den Geröll-

len der Gäbrisnagelfluh als Schwermineralliefer anten ausser den Kristallingeröllen praktisch nur die «Sandsteine, Sandkalke und Kalkschiefer» in Betracht, welche im Mittel mit 16% beteiligt sind und möglicherweise den Flyschsandkalken der westlich und östlich angrenzenden Gebiete gleichzusetzen sind. Sie enthalten denn auch fast überall, wo sie im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden, die genannten Schwerminerale.

Besonders interessant ist eine auch von HOFMANN (1957) beschriebene Einlagerung von typischer Granitischer Molasse im untersten Teil der Gäbris-Nagelfluh (Probe 249), ein hellgrauer, stark absandender kalkig-toniger Mittelsandstein, welcher durch seinen hohen Gehalt an Apatit, Feldspat und undulösen Quarzen bei geringem Hornstein- und Rutilgehalt als untere Abteilung des Granitischen Sandsteins gekennzeichnet ist. Es ist dies das Gegenstück zu den Gäbris-Einschwemmungen in der Granitischen Molasse, wie wir sie unter anderem in der Sulzbachnagelfluh (Rheingebiet) und an der Bregenzer Ache kennengelernt haben (s. Fig. 13).

Chatt (Probe 239)	G,ZRTasa′ (1) 1. 10. 60. 1,6. 58

Aus dem tiefsten Teil des an der Strasse Teufen–Bühler aufgeschlossenen Chatts wurde ein fester, plattiger, gelbgrauer, tonig-dolomitarenitischer Sandkalk untersucht: Ebenso wie die Proben 215 und 216 von Berneck (Rheingebiet) unterscheidet er sich von den Kalksandsteinen der Gäbrisschüttung durch seinen niedrigen Feldspat- und Apatitgehalt: Im (? tieferen) Chatt war praktisch noch kein Kristallin von der Erosion angeschnitten.

2.1.15. *Urnäschgebiet*

Die beiden Antiklinalzonen, im First durch die Gäbris- (= N) bzw. Kronberg-Aufschiebung (= S) zerteilt, sind auch hier ausgebildet, doch ist der Nordflügel der südlichen Antiklinale zugunsten ihres Südflügels unterdrückt, welcher durch die mächtige aquitane Nagelfluhserie der Kronbergschüttung (HABICHT 1945b) aufgebläht ist. Südlich davon schiebt sich hier, zunächst noch schuppenartig komprimiert, die Speerzone ein. Die Proben 251–253 stammen aus dem Südrand der Vorlandsmolasse, die Proben 254–263 aus der Kronbergzone.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan)	g,Eaz (1)
(Probe 251)	51. 0. 24. 1,5
(Proben 252–253)	G,AZStr (2) 52. 0. 8. 0,7

Probe 251, ein stark absandender, gelbgrauer, kalkig-dolomitarenitischer Feinsandstein, gehört zur oberen, epidotreichen Abteilung der Granitischen Molasse, die Proben 252–253, absandende, dunkelgelblichgraue, tonige Mittelsandsteine, vertreten deren untere, granat-apatitreiche Abteilung.

Aquitan der Gefalteten Molasse (Kronbergfächer)	g,EAzt (3)
(Proben 254–256)	15. 20. 70. 2,7
(Proben 257–258)	g,ATsze (2) 17. 25. 59. 1,8. 44
(Probe 259)	G,TRZAes′s (1) 4. 55. 64. 1,2

Die drei obersten Proben, rötlichgraue, dolomitische Sandkalke, wurden aus dem Bindemittel der Nagelfluhen der «Pfingstboden-» und «Hochfläschlischichten» entnommen, welche nach HA-

BICHT im Schüttungszentrum des Kronbergfächers mit 900 m nahezu die Hälfte des ganzen Aquitans bestreiten und durch einen besonders hohen Ophiolithgehalt (bis 2%) neben 2–13% anderen Kristallingeröllen (Granit, Gneis, Quarzporphyr) und etwa 90% Flyschsandkalk-, Kieselkalk-, Kalk- und Dolomitgeröllen gekennzeichnet sind.

Vier grüne Gerölle wurden untersucht, und zwar 3 in Dünnschliffen und eines in Körnerpräparaten der Leicht- und Schwermineralfraktion:

1. Ein Hornblendegranit (Bestandteile: Calcitisierte Hornblende > Plagioklas, z.T. verglimmert > Chlorit, z.T. calcitdurchsetzt > Epidot.)
2. Ein saussuritisierter Porphyr (Bestandteile: Feinstkörnige Grundmasse > leicht verglimmerte Plagioklasidioblasten > Quarzeinsprenglinge, z.T. korrodiert, > Epidot, meist den Feldspat durchschwärmend, > Chlorit > Calcit.)
3. Ein Epidot-Glaukophanschiefer (Bestandteile: Kristallisationsschiefriges Gefüge von Quarz und Feldspat > Epidotkörner (posttektonisch gewachsen) > Glaukophan > etwas Chlorit und Karbonat.)
4. Ein Grüngestein (Bestandteile: 50% Feldspat, 22% Quarz, 22% Epidot, 5% Chlorit, 1% Apatit.)

Von der gleichen Stelle (bei Probe 254) wurden einige Flyschgerölle untersucht. Es sind schwach quarzitische Sandkalke, deren Sandkomponente einen geringen Feldspat- und Hornsteingehalt aufweist. Die Schwermineralfraktion zeigt das für den Flysch typische Bild: Granat, Zirkon, Apatit, Turmalin, Staurolith und Rutil sind – der Häufigkeit nach – die Hauptminerale. Die von HABICHT (1945 b) untersuchten Flyschsandkalkgerölle enthielten im Säureunlöslichen fast ebensoviel Hornstein wie Quarz. Nach HABICHT (1945 b, S. 52) führt die Molasse in der südlichen Kronbergzone bis 4 m grosse Flyschblöcke, welche nur sehr kurz transportiert sein können.

Das starke Überwiegen der Sedimentgesteinskomponenten und speziell der Flyschsandkalke in dieser Nagelfluh erklärt den geringen Feldspatgehalt und den hohen Hornsteingehalt ihrer Sandeinlagerungen. Die charakteristische Beteiligung sehr epidotreicher Grüngesteine (s.o.) erklärt den hohen Epidotgehalt. Von den Schwermineraluntersuchungen HABICHTS gehört die Probe «Urnäsch 11» hierher.

BÜCHI (1950) brachte die Kronbergnagelfluh mit der Hörnlischüttung wegen der gemeinsamen Grüngesteinskomponente in Verbindung. Diese Verwandtschaft zeigte sich auch bei der sedimentpetrographischen Bearbeitung, und zwar vor allem in der für Grüngesteine führende Nagelfluhen typischen Kombination von wenig Feldspat mit viel Epodit in den begleitenden Sandsteinen beider Schüttungen (s. auch unter Sittergebiet, Proben 228–232). Jedoch unterscheidet sich der obere Teil der Kronbergschüttung recht deutlich von der Hörnlischüttung durch seinen geringeren Feldspatgehalt, seinen höheren Hornsteingehalt und seinen wesentlich höheren Kalkgehalt. Dieser Unterschied lässt sich weitgehend durch die Verschiebung des Beteiligungsverhältnisses der beiden für die Sandfraktion massgebenden Geröllkomponenten erklären (nach BÜCHI 1950, HABICHT 1945b und TANNER 1944):

	Kristallingerölle	Flyschsandkalke
Basis der Hörnlischüttung (Oberaquitan)	15%	11%
Oberer Teil der Kronbergschüttung	5,5%	28%

Ausserdem ist auch der Gehalt an Kalkgeröllen in der Kronbergschüttung höher.

Wenn man mit BÜCHI (1950) die oberste Kronbergschüttung für gleichaltrig mit dem aquitanen Teil der Hörnlischüttung halten möchte, muss man nach dem Vorangehenden eine Verschiebung des Geröllspektrums in der Schüttungsrichtung annehmen, etwa derart, dass die grösseren Flyschgerölle in dieser Richtung zu-

gunsten der kleineren Kristallingerölle allmählich zurücktraten. Für die begleitenden Sandsteine jedoch bereitet dieses Modell Schwierigkeiten. Wahrscheinlicher ist deshalb die andere Möglichkeit, dass die Hörnlischüttung die Kronbergschüttung zeitlich abgelöst hat. Hierzu würde auch passen (s. u.), dass die Hörnlischüttung gleichsam das Endglied der innerhalb der Kronbergschüttung erkennbaren Entwicklung darstellt.

Die Proben 257–258 gehören zu den etwa 900 m mächtigen «Ennetbühler-» und «Hochalpschichten» HABICHTS (1945 b). Sie unterscheiden sich vom Hangenden vor allem durch das Fehlen von Grüngesteingeröllen. Dementsprechend tritt im Schwermineralbild der eingelagerten Kalksandsteine der Epidot zugunsten von Apatit und Turmalin zurück. Die Farbe wird im unteren Teil der Hochalpschichten grau. Der Kristallingehalt beträgt gelegentlich noch 4%. Dem entspricht der nahezu unveränderte Feldspatgehalt. Auch der Hornsteingehalt ist gleich hoch wie in der hangenden Abteilung. Undulöse Quarze finden sich auch hier wie im Gäbrisfächer nicht allzu reichlich, entsprechend dem Überwiegen sedimentären Ursprungsmaterials.

Hierher gehören auch die Proben «Urnäsch 6–9» von HABICHT (l.c.). Ein unmittelbarer Vergleich derselben mit den vorliegenden Untersuchungen ist nicht möglich, da HABICHT den Apatit nicht berücksichtigt hat. Dadurch entstehen in dieser apatitreichen Serie seine hohen Staurolithgehalte.

Probe 259. Die untersten 170 m des Aquitans, die «Krummenauer Schichten», lassen sich mineralogisch nicht vom Chatt unterscheiden. Für den tiefsten Teil gilt dies nach HABICHT auch makroskopisch, während weiter oben die Nagelfluhbänke mit ihrer geringeren Verkittung und ihren Gneisgeröllen noch typisches Kronberg-Aquitan sind.

Chatt (Proben 260–262)	G, ZTSAR (3) 4. 25. 74. 0,9
(Probe 263)	G, ZArs (1) 46. 1. 41. 0,9. 36

Die Proben 260–262, blaugraue, feste, sandige Kalk-Dolomitarenite, gehören den «Wintersbergschichten» des obersten Chatt an, welche nur im höheren Teil noch als Nagelfluh ausgebildet sind. Diese ist kristallinfrei und führt als Hauptkomponente Flyschsandkalke. Dementsprechend ist der Feldspatgehalt sehr gering und der Hornsteingehalt besonders hoch, mit Ausnahme der untersten Probe, welche aus der nagelfluhfreien Zone stammt. Das Schwermineralbild entspricht demjenigen der anderen Chattvorkommen. Insgesamt lässt sich die mineralogische Zusammensetzung dieser Molassegesteine aus den Flyschsandkalken und aus Kalk- und vor allem Dolomitgesteinen herleiten. (Die Flyschsandkalke sind fast immer nahezu frei von Dolomit.) Solche Gesteine bilden denn auch die überwiegenden Geröllkomponenten des unteren Aquitans und des oberen Chatts der Kronbergzone.

Eine Ausnahme macht die Probe 263, ein dunkelgrüngelber, lockerer, kalkig-dolomitarenitischer Sandstein. Sie stammt aus einem der Granitischen Sandsteine, wie sie den «*Ebnater Schichten*» nach HABICHT (1945b) verschiedentlich in mehrere Meter mächtigen Bänken eingelagert sind. Wenn auch der hohe Zirkongehalt und die geringe Anzahl undulöser Quarze eine Verwechslung mit den vorwiegend aquitanen Granitischen Sandsteinen s. str. ausschliesst, so erinnert doch das makroskopische Bild sehr daran. Der hohe Feldspat- und Apatitgehalt macht auch hier die wesentliche Beteiligung kristalliner Ursprungsgesteine wahrscheinlich. Diese dürften in gelegentlichen Kristallingerölleinschaltungen des Speerfächers zu suchen sein, welche zu dieser lokalen Entwicklung Anlass gaben.

2.1.16. *Thurgebiet*

Hier sind die Kronbergzone und die südlich eingeschobene Speerzone auf Kosten der Gäbriszone verbreitert. Da die Südgrenze der Vorlandsmolasse hier wie auch im Urnäsch- und Sittergebiet eine tektonische ist («Randunterschiebung

der Molasse»), wurde als Bezugsfläche für die Proben 264–272 aus dem Aquitan der Vorlandsmolasse wieder die Aquitan-Burdigal-Grenze angegeben. Die Proben 273–277 stammen aus den südfallenden, chattischen Nagelfluhen des Speerfächers (HABICHT 1945b), die Proben 278–279 aus den Horwer Platten, den Äquivalenten der Bausteinschichten (BUXTORF & KOPP 1943) im Liegenden der genannten Chatt-Nagelfluhen.

Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan (Probe 264)	g,EAzts (1) 26. 13. 60. 1,2
(Proben 265–266)	g,Ezat′ (2) 44. 0. 21. 2,1. 52
(Proben 267–272)	G,AZter (6) 47. 0. 13. 1,4. 70

Probe 264, ein gelbgrauer, fester, sandig-toniger, dolomitarenitischer Kalkstein, gehört mit ihrem hohen Epidot- und relativ geringen Feldspatgehalt zur Hörnlischüttung.

Die Proben 265–266, gelbgraue, absandende, kalkige Tonsandsteine, repräsentieren den oberen, epidotreichen Teil der Granitischen Molasse. Er ist hier feinkörnig wie im Sittergebiet. Die untere Abteilung wird durch die Proben 267–272, gelblich- bis grünlichgraue, lockere, kalkig-dolomitarenitische Mittelsandsteine, vertreten. Die unterste Probe ist bereits durch aufgearbeitetes Chatt verunreinigt, wie der (in die obige Formel nicht mit aufgenommene) hohe Karbonat- und niedrige Feldspatgehalt zeigt.

Chatt (Proben 273–277)	G,ZTRAs′s (5) 0. 25. 57. 1,7

Die Nagelfluh der Speerzone gleicht nach HABICHT (1945b) weitgehend den chattischen «Wintersbergnagelfluhen» der Kronbergzone. Flyschgerölle sind auch hier die bei weitem überwiegende Komponente. Daher sind die begleitenden gelblich- bis rötlichgrauen, dolomitarenitischen Sandkalke nahezu feldspat- und glimmerfrei, jedoch reich an Hornsteinkörnern. Auch bezüglich der Schwerminerale stimmen diese Proben mit den weiter oben behandelten Chattproben überein.

Horwer Platten (Proben 278–279)	g,TAzr(2) 5. 6. 54. 2,0

Diese Proben, graue, tonige, stark sandige Kalk-Dolomitarenite, sind wie die vorigen Proben an der Strasse Stein–Nesslau genommen. Gegenüber dem Chatt fällt der höhere Feldspat- und Glimmergehalt, der niedrigere Hornsteingehalt und das Zurücktreten von Zirkon und Rutil zugunsten des Apatits und vor allem des Turmalins auf. Letzteres stellte auch HABICHT (1945b) an dem von ihm untersuchten Material fest. Diese Veränderungen erklären sich mühelos durch den höheren Kristallingehalt der Nagelfluhschnüre, die gelegentlich eingestreut sind. Nur für den höheren Turmalingehalt bieten die Geröllzählungen keine Erklärung.

2.1.17. *Zürichseegebiet*

Hier wurde fast nur der nördliche Aquitanstreifen untersucht, und zwar im Bereich des Goldinger Tobels sowie an der Hohen Rone. Während die Granitische Molasse in dem erstgenannten Gebiet wie meist auch weiter im Osten den auf-

gerichteten Südrand der Vorlandsmolasse, d. h. den Nordflügel der nördlichsten Antiklinale der Subalpinen Molasse, bildet, bestreitet sie in der westlichen Fortsetzung, in der Hohen Rone, auch den Südflügel dieser Antiklinale, wobei der schmächtige Nordflügel unter dem angeschobenen, mächtig aufgeblähten, geröllführenden Südflügel überkippt ist.

Burdigal (Probe 280)		g, E a s (1) 29. 3. 55. 1,6

Diese Probe, ein braungrauer, schwach absandender, dolomitarenitischer Sandkalk, gehört nach dem mineralogischen Befund eindeutig zur Hörnlischüttung. (Sie wurde, ebenso wie die folgende Serie, unter der freundlichen Führung von Herrn Dr. Büchi genommen.)

Vorlandsmolasse a) Bereich des Goldingertobels und des Buchberges (Aquitan und Chatt)	(Proben 281 u. 283)	G, E A Z t r t′ (2) 30. 5. 50. 1,7. 44
	(Proben 282 u. 284)	g, E a (2) 54. 1. 11. 4,1. 42
	(Proben 285 u. 293)	G, A Z t (10) 48. 1. 17. 1,3

Die Proben 281 und 283, graue, tonig-dolomitarenitische Sandkalke, stammen aus der Hörnli-Nagelfluh, die letztere aus der Basisbank derselben. Dem entspricht die mineralogische Zusammensetzung. Bei Probe 283 wurden fünf Grüngesteinsgerölle untersucht, wie sie für diese Schüttung typisch sind. Als häufigstes Schwermineral wurde darin Titanit gefunden, daneben etwas Apatit, Epidot und Zirkon. Titanit wird in den Molassesandsteinen fast nur mit Epidot zusammen gefunden. 16 rote Granitgerölle von der gleichen Stelle enthielten überwiegend Apatit und daneben etwas Zirkon, Granat und sehr wenig Epidot.

Die Proben 282 und 284, gelb- bis grüngraue, stark absandende, kalkige Mittelsandsteine, wurden westlich bzw. im Liegenden der Hörnli-Basisnagelfluh genommen. Sie gehören auch nach ihrer petrographischen Zusammensetzung nicht zur Hörnlischüttung, sondern in den oberen, epidotreichen Teil der Granitischen Molasse. Es sei besonders auf den geringen Dolomitgehalt hingewiesen. Die eingestreuten Gerölle, von denen 19 hellgraue und rote Granite sowie hellgraue Porphyre untersucht wurden, sind nahezu frei von Epidot. Als Schwerminerale figurieren Zirkon und Apatit. Diese Gerölle, nach Herrn Dr. Büchi typisches Hohrone-Kristallin, haben, wie später gezeigt wird, nichts mit den umgebenden Sandsteinen zu tun.

Die übrigen 10 Proben stellen den unteren, granat- und apatitreichen Teil der Granitischen Molasse dar. Ein auffälliges Merkmal dieser Zone ist der stark schwankende Zirkongehalt. Nach Zöbelein (1957 und 1963) ist damit zu rechnen, dass der untere Teil dieser Granitischen Molasse bereits ins Chatt gehört.

b) Hohe Rone (Aquitan und Chatt)	(Probe 294)	g, E Z a (1) 22. 18. 62. 0,8. 36
	(Proben 295–296 b)	G, Z A E t s (3) 60. 1. 16. 2,2. 46
	(Proben 297–307)	G, A Z t r (11) 46. 0. 12. 1,7. 64

Die Proben 294–296 b stammen aus dem Nordflügel, die übrigen aus dem aufgeschobenen Südflügel der Hohen Rone. Probe 294, ein hellgelbgrauer, fester, tonig-sandig-kalkiger Dolomitarenit, gehört zur Hörnlischüttung. Nach der von Büchi (1950) gegebenen Darstellung dürfte sie im westlichsten Ausläufer derselben liegen.

Nach KLEIBER (1937) enthalten die nordfallenden Schichten nur vereinzelte Gerölle. Sie bestehen im wesentlichen aus einer «monotonen Serie von glimmerigen Sandsteinen und Mergeln». In ihnen stellte schon KLEIBER einen hohen Gehalt an Epidot fest. Das konnte mit den Proben 295–296b, grünlichgrauen, lockeren, kalkigen Mittelsandsteinen, bestätigt werden. Diese gehören in den oberen, epidotreichen Teil der Granitischen Molasse, sind jedoch offensichtlich durch Material aus dem unteren, granat- und apatitreichen Teil verdünnt. Bei Probe 296a wurden 13 rote und grüne Granitgerölle gesammelt. Ihre Untersuchung ergab neben einem ausserordentlich hohen Feldspatgehalt als Schwerminerale fast ausschliesslich Apatite. Epidot, das charakteristische Schwermineral der umgebenden Sandsteine fehlt in ihnen. Es entsteht hier ebenso wie im Goldingertobel der Eindruck, dass diese Gerölle eine andere Herkunft haben als die umschliessenden Sandsteine.

Die Proben 297–307, grün- und gelbgraue, häufig absandende, z. T. kalkigtonige Sandsteine aus dem geröllführenden Schüttungszentrum des Hohrone-Fächers, stammen aus der unteren, granat- und apatitreichen Partie der Granitischen Molasse. Wir stehen hier gewissermassen am Ausgangspunkt dieser Schüttung, worauf auch HOFMANN (1957) hinweist. Das beweisen die folgenden Beobachtungen:

1. Nur in diesem Gebiet finden sich in der Granitischen Molasse die dazugehörigen Gerölle. 10 rote und grüne Granite von Probe 297, welche makroskopisch mit den aus dem Nordflügel untersuchten übereinstimmen, enthalten die gleichen Schwerminerale wie der umgebende Sandstein: Zirkon, Granat, Apatit und etwas Epidot.
2. Nur hier finden sich die Geröllbänke, deren Kristallingehalt (im Mittel 58%) genügend hoch ist, um den hohen Feldspatgehalt des Granitischen Sandsteins s. str. zu erklären.
3. KLEIBER (1937) weist sehr mit Recht auf den Unterschied gegenüber den typischen Nagelfluh-Schuttfächern hin. In der Hohen Rone fehlen die schlecht sortierten, kompakten Nagelfluhbänke, welche an grossen Teilen des Alpenrandes auftreten und ihre Entstehung offensichtlich einem sehr plötzlichen Abebben der Transportkraft verdanken. Demgegenüber finden sich in der Hohen Rone nur Geröllschnüre, die insgesamt nicht mehr als 5–10% dieser Serie ausmachen. Man hat den Eindruck, dass dieses Gebiet, welches auf Grund der heutigen tektonischen Aufschlussverhältnisse als Ausgangspunkt der Granitischen Sandsteinschüttung erscheint, keine sedimentologisch besondere Stelle jenes Flusses war, dass der Materialtransport vielmehr noch wesentlich weiter ging. Dementsprechend wurde am Goldingertobel (s. o.) noch die gleiche Fazies (mit Geröllschnüren) angetroffen.

Die epidothaltige Granitische Molasse des Nordflügels aber kann nicht von der Hohen Rone hergeleitet werden, mit Ausnahme der obengenannten Verunreinigungen und der eingestreuten Gerölle. Nach den Beobachtungen in den weiter im Osten untersuchten Gebieten ist sie jünger als die Hohroneschüttung. Zur Ermittlung der aufgeschlossenen Gesamtmächtigkeit der Granitischen Molasse wurde sie daher zu der letzteren hinzugerechnet. So ergibt sich die hier verwendete grössere

Mächtigkeit von 2000 m gegenüber 1500 m bei KLEIBER (1937), welcher von der Annahme ausging, dass die Schichten des Nordflügels eine feinere Abschlämmung des Südflügels darstellen, mit diesem also gleichaltrig sind.

Chatt (Proben ohne Nummern)	G, ZRTSas' (2) 5. 20. 75. —

Von dem Höhenrücken südlich der Hohen Rone stammen zwei sehr karbonatreiche Proben, welche auch in ihrem geringen Feldspat- und Apatitgehalt und ihrem hohen Hornstein- und Rutilgehalt mit den östlicheren Chattvorkommen übereinstimmen. (Sie konnten nicht mehr in die Zählisten aufgenommen werden). Alle diese Vorkommen von (? älterem) Chatt deuten auf ein fast ausschliesslich sedimentäres Herkunftsgebiet hin.

? Flysch (Probe ohne Nummer)	g, ZATra' 22. 1. ~20. ~10

Der kalkige, neuerdings fragliche Flyschsandstein von Matt im Sernftal bei Glarus ähnelt petrographisch, vor allem hinsichtlich des geringen Dolomitgehaltes, den anderen Flyschvorkommen (s. auch Abschnitt 2.2.1.3.)

2.1.18. *Vierwaldstätterseegebiet*

Die Granitische Molasse ist hier in zwei z. T. gestörte Falten gelegt. Gegen sie wurde von Süden die mächtige, südfallende chattische Nagelfluh der Rigi mit den Horwer Platten und Grisiger Mergeln an der Basis geschoben, welche ihrerseits im Süden an den Flysch grenzt. Die Proben 309–312 stammen aus der Granitischen Molasse, 313–323 aus dem Chatt der Rigischuppe, 324–327 A aus den Horwer Platten bei Grisigen, 327 B-C aus den dortigen Grisiger Mergeln und a–c aus dem autochthonen Flysch des Altdorfer Sandsteins.

Burdigal (Probe 308)	g, EAtz (1) 35. 0. 24. 1,8

Die Probe, ein graugrüner, fester, kalkig-toniger Feinsandstein, stammt aus dem untersten Teil des Luzerner Sandsteins. Sie stimmt mineralogisch mit dem darunterliegenden Aquitan überein, ist jedoch etwas feldspatärmer.

Granitische Molasse (Proben 309–312) (Aquitan)	g, EAzt (4) 48. 0. 19. 2,3

Die obere, epidotreiche Abteilung der Granitischen Molasse ist südlich von Luzern mindestens 1500 m mächtig. Ob darunter auch die untere, epidotfreie Abteilung vom Hohrone-Typ ausgebildet ist, liess sich hier infolge der Aufschlussverhältnisse m. E. nicht feststellen. Während die drei tieferen Proben, grünlich- bis gelbgraue, kalkige Grobsandsteine, neben Epidot und Apatit auch Granat führen, fehlt dieser in der ersten Probe, einem tonig-kalkigen, extrem epidotreichen Feinsandstein.

Ähnlich wie in der granat- und *apatit*reichen Granitischen Molasse der Hohen Rone finden sich nun hier extrem kristallinreiche Geröllagen in der *epidot*reichen Granitischen Molasse eingestreut; man befindet sich daher nicht sehr weit vom Liefergebiet entfernt.

Chatt (Proben 313–321)	G, AZTss′ (9) 10. 6. 52. 3,3
(Proben 322–323)	g, TZAr (2) 1. 3. 74. 0,5

Aus der obersten Abteilung, der etwa 500m mächtigen Kalknagelfluh der Scheidegg, wurden keine Proben untersucht.

Die Proben 313–317, dunkelgrüngelbe, feste, tonig-dolomitarenitische Sandkalke und (oben) Kalksandsteine, wurden an der Strasse Schwyz-Rapperswil genommen; die Proben 318–321, hellbraune bis violettgraue, dolomitarenitische Sandkalke, bilden das Bindemittel der Nagelfluh am Rigisüdfuss. Die gesamte Probenserie umfasst etwa den Bereich der ungefähr 1500 m mächtigen «polygenen» Riginagelfluh, welche im Mittel 8% Kristallingerölle (überwiegend Granit) enthält. Diese spiegeln sich in einem sehr wechselnden Feldspatgehalt der Sandeinlagerungen, welcher jedoch 27% nicht übersteigt und daher niemals zu einer Verwechslung mit der Granitischen Molasse Anlass geben könnte, zumal er im Mittel nur 10% beträgt. Trotz des «polygenen» Charakters ist die Riginagelfluh eben doch insgesamt von Sedimentkomponenten geprägt. Nach SPECK (1953) bilden Flyschgerölle den Hauptanteil. Darauf deuten auch das Schwermineralbild und ein geringer, aber deutlicher Hornsteingehalt hin. In diesem Zusammenhang sei auf den rotbraunen Spinell hingewiesen, der als accessorischer Gemengteil vor allem in sedimentogenen Molassegesteinen gefunden wurde (s. Tab. 12). Der Zirkongehalt steigt vom Liegenden zum Hangenden ziemlich stark an. Von den östlicheren Chattvorkommen weichen diese Proben durch ihren höheren Feldspat- und Apatitgehalt – verursacht durch die Kristallingerölle – und das Zurücktreten des Dolomits ab.

Die Proben 322–323, gelbbraune, mässig feste, sandig-kalkige Dolomitarenite, gehören zur Kalknagelfluh von Weggis, welche in einer Mächtigkeit von 800 m die Basis der Riginagelfluh bildet. Dem Fehlen von Kristallingeröllen entspricht der äusserst niedrige Feldspatgehalt, das Zurücktreten des Apatits und der hohe Karbonatgehalt. In dem letzteren fällt vor allem die hohe Dolomitbeteiligung auf. Probe 323 besitzt schon den hohen Turmalinfarbquotienten der Bausteinschichten bzw. Horwer Platten. Sie liegt noch etwa 300 m über den letzteren.

Horwer Platten (Proben 324–327 A)	g, ATZr (6) 11. 1. 26. 4,5

In einem kleinen Steinbruch oberhalb der Tongrube Grisigen SW Horw wurden diese dunkelgrauen, tonigen, meist feinkörnigen Kalksandsteinproben genommen. Ihr Feldspat- und Glimmergehalt ist höher als derjenige vor allem des unteren Chatts, desgleichen der Apatitgehalt. Vermutlich spielte hier ein kristallines Liefergebiet eine gewisse Rolle, wie das auch andernorts in dieser Stufe zu beobachten ist (z. B. im Thurgebiet); darauf deutet ebenso der relativ niedrige Karbonatgehalt hin, der in seiner Dolomitarmut dem «polygenen» Teil der Riginagelfluh ähnelt. Typisch ist der hohe Turmalinfarbquotient und die Häufigkeit rotbrauner Biotite, auffällig darüber hinaus der abnorm stark korngrössenabhängige Granatgehalt.

Grisiger Mergel (Proben 327 B–C)	g, ATZA′r (2) 6. 1. 32. 6,8

Aus dieser z. T. tektonisch verfältelten Mergelserie wurden zwei Kalksandsteinbänke (darunter die hangendste) untersucht. Sie unterscheiden sich petrographisch nicht wesentlich von den überlagernden Horwer Platten.

Altdorfer Sandstein (Proben a–c) (Eozän-Flysch)	g, ARTz (3) 23. 0. 20. ~10

Seine Zusammensetzung unterscheidet sich wohl vor allem durch den relativ hohen Feldspatgehalt und den niedrigeren Dolomitgehalt von derjenigen der Horwer Platten, zeigt aber im ganzen einen ähnlichen Gesteinstyp. Dieses und die anderen Flyschvorkommen wurden überschlägig untersucht, nachdem sich der grosse Anteil umgelagerten Flyschmaterials an den Molassesandsteinen herausstellte.

2.1.19. *Entlebuch*

Das Aquitan am Südrand der mittelländischen Molasse zeigt auf Blatt Escholzmatt nach FRÖHLICHER (1933) einen antiklinalen Bau (Proben 335–349). Die Verhältnisse ähneln damit denjenigen an der Hohrone. Nördlich dieses morphologisch als Längstal kenntlichen Streifens weicher Granitischer Molasse erhebt sich das aus Nagelfluhen des Burdigal, Helvet und Torton zusammengesetzte Napfmassiv (Proben 328–334). Im Süden folgt die gegen das Aquitan aufgeschobene Bäuchlenzone, welche aus südfallendem Chatt und etwas Rupel an der Basis besteht (Proben 350–365). Auf diese wiederum ist die aus Rupel (Grisiger Mergel ≃ Tonmergelschichten) zusammengesetzte Hilfernzone geschoben (Proben 366–366 D), welche im Süden vom Alpennordrand begrenzt wird.

Helvet (Proben 328–329)	g, E A z (2) 29. 0. 22. 21

Es wurden zwei Proben aus der untersten, nagelfluhärmeren Partie untersucht, rötlich-gelbgraue, lockere, kalkig-tonige Mittelsandsteine. Schwerminerale und Feldspatgehalt stimmen mit denjenigen der Hörnlischüttung und auch des westlichen deutschen Alpenvorlandes überein. Letzteres ging bereits aus der VON MOOSschen (1935) Bearbeitung der schweizerischen Molasse hervor. FÜCHTBAUER (1954, Abb. 2d–e) leitete daraus ab, dass sich das süddeutsche Becken der Oberen Meeresmolasse mit dem Material der Napfschüttung und einer ostbayerischen bis österreichischen, hornblendeführenden Schüttung gefüllt hat. Später wurde auf Grund der Arbeit von TANNER (1944) noch die Hörnlischüttung hinzugenommen (FÜCHTBAUER, 1955, Abb. 1d–e). Es wäre jetzt darüber hinaus möglich, den Einfluss von Hörnli- und Napfschüttung im Alpenvorland gegeneinander abzugrenzen: die erstere unterscheidet sich nämlich von der letzteren durch ihren Hornsteingehalt und ihren wesentlich höheren Karbonatgehalt (vor allem Dolomit).

Eine Geröllzählung von FRÖHLICHER (1933) etwa im Niveau der beiden untersuchten Proben ergab 28% Kristallin, darin weisse und rote Granite, grüne Granite mit saussuritisierten Feldspäten, Gneise, Gabbros, Diorite, Ophiolithe, Porphyrite und Aplite; daneben Quarzite, Kalke, Sandsteine und Radiolarite. Einige zum Teil grüne Granitgerölle bei Probe 328 ergaben als Hauptschwerminerale Epidot und Hornblende, daneben etwas Apatit. Es ist merkwürdig, dass in den untersuchten Proben der Molasse dieses Gebietes und auch in ihren Derivaten im deutschen Alpenvorland nur sporadisch Hornblende gefunden wurde, obwohl sie in den untersuchten Geröllen reichlich enthalten ist. Im Dünnschliff eines Hornblendegneises bei Probe 328 liess sich erkennen, dass die (braunen und grünen) Hornblenden schon im Geröll meist stark angegriffen und stellenweise in Chlorit übergegangen sind. Vielleicht ist dies die Erklärung für ihr Fehlen in den begleitenden Molassegesteinen.

Burdigal (Proben 330–334)	g, E A z (5) 34. 0. 24. 3,0

Die Proben 330 und 331, gelblichgraue, kalkig-tonige Feinsandsteine, stammen aus dem oberen, nach FRÖHLICHER (1933) nahezu limnischen Teil des Burdigals; die Proben 332–334, dunkelgrüngraue, gelbgrau verwitternde, tonig-kalkige Feinsandsteine, kommen aus dem unteren Teil, dem Luzerner Sandstein, in welchem der Napffluss vermutlich noch nicht so wasserreich war, so dass sich hier ein brackisch-marines Milieu halten konnte (RUTSCH 1957). Der Feldspatgehalt nimmt nach unten mit Annäherung an die Granitische Molasse zu; das Schwermineralbild gleicht demjenigen des Helvets, der Dolomitgehalt scheint etwas grösser zu sein als dort. Der Schwermineralgehalt ist hier abnorm hoch (bis 8% transparente Schwerminerale in der untersuchten Sandfraktion); die schwermineralreichsten Proben führen fast nur Epidot. Es ist nicht ausgeschlossen,

dass hier und auch im obersten Teil des Aquitans (Proben 335–337) der hohe Epidotgehalt nicht nur aus saussuritisierten Graniten, sondern darüber hinaus auch aus Grüngesteinen stammt. Die eingestreuten Gerölle sind polygen, doch sind helle Quarzite hier wie auch im Helvet die überwiegende Komponente.

Granitische Molasse (vorwiegend Aquitan)

(Proben 335–344)	g, E A z (10) 50. 0. 20. 5,2. 42
(Proben 345–349)	G, A Z t (5) 54. 1. 17. 4,2. 42

Wegen des gestörten Schichtverbandes musste hier von einer Angabe der relativen Höhenlage der Proben abgesehen werden; in der Tabelle ist lediglich die horizontale, senkrecht zum Streichen gemessene Entfernung vom Nordrand des Aquitanstreifens angegeben. Im folgenden werden zunächst die petrographischen Befunde besprochen und daraus dann die Konsequenzen für die tektonische Deutung des Profils gezogen.

Die Proben 335–344, gelblich grüngraue, meist stark absandende, kalkige Fein- bis Grobsandsteine, repräsentieren den oberen, epidotreichen Teil der Granitischen Molasse, welcher hier mit etwa 1600 m die grösste gemessene Mächtigkeit erreicht. Die drei ersten Proben, welche etwa den obersten 100 m des Aquitans entsprechen, sind durch ein enormes Überwiegen des Epidots gekennzeichnet, wie es ähnlich am Vierwaldstätter See beobachtet wurde. Geröllschnüre, welche denjenigen der Hohen Rone ähneln, finden sich in der ganzen Serie häufig eingestreut. Einige rote und grüne, nach Herrn Dr. Karl zum Teil sicher alpidisch metamorphe Granite, welche bei Probe 340 untersucht wurden, enthalten die Schwerminerale Apatit, Granat und Epidot, stimmen also mit dem umgebenden Sediment im Prinzip überein.

Als Ausgangspunkt der unteren, granat- und apatitreichen Granitischen Molasse konnte weiter oben die Hohe Rone ermittelt werden, und zwar auf Grund der folgenden Kriterien: 1. In den Sedimenten finden sich die bezüglich des Schwermineralinhaltes dazugehörigen Gerölle. 2. Die Beteiligung kristalliner Gerölle ist gross genug, um den hohen Feldspatgehalt der Molasse zu erklären. 3. Es fehlen die mächtigen Nagelfluhkomplexe mit feinkörnigem Bindemittel, wie sie in Gewässern mit grosser, aber schnell abnehmender Transportkraft entstehen; statt dessen findet man Geröllschnüre und Sande wie in Flüssen mit gleichmässigem Gefälle.

Alle diese Merkmale gelten in gleicher Weise für die obere, epidotreiche Granitische Molasse des Entlebuchs, die hier auch weitaus die grösste Mächtigkeit am Alpenrand besitzt. Demnach werden diese Sedimente, wo auch immer sie gefunden werden – ob im Nordflügel der Hohen Rone, wo sie etwa 150 m mächtig sind, oder am ostschweizerischen Alpenrand, wo sie Mächtigkeiten von maximal 300 m erreichen – aus der aquitanen Napfschüttung herzuleiten sein. Hierfür spricht auch der für die Ostschweiz ungewöhnliche, für die Napfschüttung aber ganz allgemein charakteristische, niedrige Gehalt an Dolomit und an undulösen Quarzen in den zuletzt genannten Vorkommen.

Die Proben 345–349, bräunlichgraue, gelegentlich schwach absandende, kalkige Fein- bis Grobsandsteine, gehören in die granat-apatitreiche Fazies der Granitischen Molasse. Sie ähneln damit zwar der Hohroneschüttung der Ostschweiz, unterscheiden sich jedoch von dieser durch ihren geringeren Gehalt an undulösen Quarzen (im Mittel 42 (2 Proben) gegenüber 69 (10 Proben))

und das völlige Zurücktreten des Dolomits so sehr, dass an einen genetischen Zusammenhang nicht zu denken ist. Es finden sich auch hier Geröllschnüre eingelagert. In einer solchen zählte FRÖHLICHER (1933) «S ob dem Gehöft Stohlen» bis 60% Kristallingerölle, darunter etwa 25% rote Granite. Einige rote und grüne Granite, welche bei Probe 346 aufgesammelt wurden, enthielten als Schwerminerale Granat, Epidot, Apatit und Zirkon. Epidothaltige Gerölle scheinen jedoch insgesamt hier noch so selten zu sein, dass sie das Schwermineralbild der Molasse nicht beeinflussen.

Obwohl diese Schüttung ähnliche fazielle Merkmale aufweist wie die darüberliegende, epidotreiche Napfschüttung, dürfte sie eine wesentlich geringere Ausstrahlung gehabt haben. Falls sie überhaupt bis dorthin reichte, ging sie anscheinend spätestens in der (stärkeren) Hohroneschüttung auf. Nur diese nämlich war an der Sedimentation der apatitreichen granitischen Molasse im deutschen Alpenvorland beteiligt, wie der geringe Calcit/Dolomit-Quotient dort zeigt (Fig. 14d).

Die Aquitanzone besitzt nach FRÖHLICHER (1933) einen antiklinalen Bau («Hauptantiklinale»), «doch fehlt ein Gewölbescheitel; die Schenkel neigen giebelförmig gegeneinander, und der innerste Kern zeigt bei steiler Schichtstellung starke Zusammenpressung». Die makroskopisch gleichartige Fazies zu beiden Seiten der Antiklinale unterstützt den Eindruck einer symmetrischen Falte. Um so überraschender war der mikroskopische Befund: Alle Proben des SE-Flügels gehören zur Granat-Apatitfazies, alle Proben des NW-Flügels aber zur Epidotfazies. Da der Hangendkontakt der letzteren gegen das Burdigal normal ist, muss sie die jüngere von beiden sein, wie es ja auch weiter im Osten die Regel ist. So ergibt sich das Bild einer steilen Aufschiebung des Südflügels von mindestens 2000 m. Es ist gut möglich, dass diese intensive Tektonik mechanisch mit dem nördlich vorgelagerten Nagelfluhklotz des Napf zusammenhängt, wie es FRÖHLICHER (l. c.) annimmt. Die Verwerfung dürfte im Gelände etwa mit dem Lauf der Wissemme bis zum Knick kurz vor der Einmündung in die Waldemme zusammenfallen. Die Proben wurden an der schmalsten Stelle des Aquitangürtels genommen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass am Südrand desselben weiter westlich auch noch die Epidotfazies des aufgeschobenen Flügels in einem schmalen Streifen aufgeschlossen ist, zumal die südlichste der untersuchten Proben bereits etwas Epidot und fast keinen Zirkon mehr enthält.

Chatt (Proben 350–355)	G, ATZrs′ (6) 12. 5. 36. 3,1

Die Proben, dunkelgrüngraue, feste, tonige Kalksandsteine und stark sandige Kalkarenite, welche nach unten zu dolomitisch werden, stammen aus der Waldemmeschlucht. Diese durchquert die überwiegend aus Chatt aufgebaute Bäuchlenzone, welche nach FRÖHLICHER (l. c.) etwa zu einem Drittel aus Nagelfluhen besteht. Sie führen an der Basis etwa 3% Kristallin (Granite, Gneise, Porphyre, Diorite usw.) und nahe der Oberkante sogar 10–20%, während sie im Hauptteil der Schuppe kristallinfrei sind. Dem entsprechen die Feldspatgehalte der genommenen Proben, welche in der Mitte sehr niedrig, oben und unten aber deutlich erhöht sind. Kalke, Dolomite und Flyschsandkalke bestreiten die Hauptmasse der Gerölle. Dementsprechend finden sich Hornstein und die für den Flysch charakteristische Mineralgruppe Granat, Turmalin, Zirkon, Apatit und Rutil in den begleitenden Sandsteinen. Der gegenüber den anderen Chattvorkommen erhöhte Apatit- und Feldspatgehalt erklärt sich durch die Beteiligung von Kristallingeröllen. Mindestens 100 m oberhalb der Horwer Platten erreicht der Turmalinfarbquotient den Wert 3, wie dies auch in den anderen Profilen stets beobachtet wurde.

Horwer Platten (Proben 356–363) G, ATZrs′ (8)
16. 1. 30. 1,6

Südlich Klusboden sind die Horwer Platten als dunkelgraue, z. T. grünstichige, tonige kalkdolomitarenitische Fein- und Mittelsandsteine aufgeschlossen. Sie enthalten im oberen Teil einige Geröllschnüre mit hellen Kalken und Dolomiten, Quarzen und schwarzen Radiolariten. Die Schwermineralfraktion unterscheidet sich nicht von derjenigen des Chatt, mit Ausnahme des Turmalinfarbquotienten, der in den Horwer Platten im Mittel etwas über 3 liegt. In der Leichtmineralfraktion fällt der höhere Feldspatgehalt und das Zurücktreten von Hornstein auf. Ausserdem erscheinen in grossen Mengen die rotbraunen Biotite, welche auch andernorts in den Bausteinschichten und Horwer Platten beobachtet wurden. Beiläufig sei auf den geringen, jedoch regelmässigen Gehalt an rotbraunen Spinellen hingewiesen.

Grisiger Mergel (Proben 364–365) G, ATZr (2)
32. 1. 24. 1,2

Die beiden Proben stammen von der Basis der Bäuchlenserie. Ihr Schwermineralbild gleicht dem der Horwer Platten, ihr Feldspatgehalt ist höher (s. den folgenden Absatz).

Hilfernserie (Proben 366–366D) G, AZTR (5)
28. 1. 16. 1,9

Die im Steinibach aufgeschlossenen, kalkigen Sandsteine der Hilfernzone wurden von Fröhlicher (1933) zu den Grisiger Mergeln gestellt, während Holliger (1955) vermutet, dass sie zumindest zum Teil älter als diese sind. Im Steinibachprofil konnten auf der Unterseite von Sandsteinbänken verschiedentlich eingeregelte Schleifspuren (groove casts) und Kolkmarken (flute casts) beobachtet werden, Texturmerkmale, welche nach Kuenen (1958) auf eine Ablagerung aus Trübungsströmen hinweisen. Möglicherweise handelt es sich hier um eine Parallelentwicklung zu den Deutenhausener Schichten, für die jene flyschartigen Merkmale ebenfalls typisch sind. Dort vollzieht sich der Übergang vom Sedimentationstyp des Flysch zu demjenigen der Molasse in den Tonmergelschichten, hier vermutlich in den Grisiger Mergeln, deren Sandsteinbänke bei Grisigen die genannten Schleifmarken nicht mehr aufweisen. Eine weitere Übereinstimmung mit den Deutenhausener Schichten zeigt sich in der Verringerung des Karbonatgehaltes und der Erhöhung des Feldspatgehaltes gegenüber den Horwer Platten bzw. den Bausteinschichten. Die Ursache liegt hier wie dort in einer stärkeren Kristallinkomponente: Während die Geröllagen der Horwer Platten bei Klusboden kaum Kristallin führen, beträgt dessen Anteil in der Flühlinagelfluh (Hilfernserie) nach Holliger (1955) 20–30%; auch beschreibt dieser Autor «polygene Sandsteine mit andesitischen Komponenten», welche den Taveyannazsandsteinen ähnlich seien. Die übrigen Gerölle sind nach Holliger (l. c.) grossenteils aus dem südhelvetischen Flysch herzuleiten. Hierzu passt der Schwermineralinhalt der umschliessenden Sandsteine.

Ultrahelvetischer Flysch (Proben d–f) G, ZTAa′r (3)
15. 0. 36. ~20

An der Strasse SE Flühli wurden einige Flyschproben gesammelt, Kalksandsteine, welche bezüglich ihrer Schwerminerale und des Vorkommens rotbrauner Biotite mit den übrigen Flyschvor-

kommen im Prinzip übereinstimmen und sich von der Molasse durch den äusserst geringen Dolomitgehalt unterscheiden.

2.1.20. *Emmegebiet*

Aus der Granitischen Molasse, die hier nach HAUS (1937) sehr gestört ist und gelegentlich Geröllbänke enthält, wurden wegen der schlechten Aufschlussverhältnisse keine Proben genommen. Südlich schliessen sich, jeweils von südfallenden Störungen begrenzt und auch aus südfallenden Schichten aufgebaut, die Schangnauschuppe (Unteraquitan), die Bäuchlen-Honeggschuppe (im Hauptteil Chatt, daraus die Proben 367–370) und die Hilfernschuppe an (Horwer Platten + Grisiger Mergel; aus dieser Serie stammen die Proben 371–372).

Chatt (Proben 367–368)	G, A t z e (2) 26. 8. 34. 5,6
(Proben 369–370)	G, A T Z r (2) 10. 0. 20. 14

Die beiden ersten Proben, graue, feste, tonige Kalkarenit-Sandsteine stammen aus dem Bereich der bunten, d.h. relativ kristallinreichen Honegg-Nagelfluh (HAUS 1937) und weisen dementsprechend einen recht hohen Feldspat- und Apatitgehalt auf. Erwähnenswert ist ferner ein schwacher Epidotgehalt sowie das Zurücktreten des Dolomits. Einige der typischen, roten, porphyrartigen Granitgerölle (bei Probe 367) enthielten als Schwerminerale Zirkon, Apatit und etwas Granat. Die Proben 369 und 370, bräunlich-graue, feste, kalkig-tonige Mittelsandsteine, stammen aus der Bäuchlenserie, in welche nach HAUS (l.c.) gelegentlich Kalknagelfluhbänke mit nur vereinzelten Kristallingeröllen (graue Gneise und Granite) eingelagert sind. In Übereinstimmung damit zeigen die Proben einen geringeren Feldspatgehalt und das für aufgearbeitete Flyschsedimente typische Schwermineralbild, welches uns aus den übrigen Chattvorkommen bereits geläufig ist.

Horwer Schichten (Proben 371–372)	G, A T z r s′ (2) 13. 2. 35. 14

Da es nicht zu entscheiden war, ob die Proben aus den Horwer Platten oder von sandigen Einlagerungen aus den Grisiger Mergeln stammten, wurde der nach BUXTORF & KOPP (1943) umfassende Begriff der «Horwer Schichten» angewandt. Es handelt sich um dunkelgraue, zum Teil feinplattige, tonige Kalksandsteine mit Pflanzenhäcksel, welche sich mineralogisch kaum von den letztbesprochenen beiden Chattproben unterscheiden. Charakteristisch aber für die Horwer Schichten ist auch hier der hohe Turmalinfarbquotient und das reichliche Vorkommen rotbrauner Biotite. Wiederum ist das fast völlige Fehlen des Dolomits bemerkenswert.

2.1.21. *Aaregebiet*

Die im Gurnigelgebiet (W der Aare) untersuchten Proben sind nach freundlichen, brieflichen Angaben von Herrn cand. geol. R. V. BLAU ins Helvet der Giebeleggschuppe (vgl. RUTSCH 1933, 1947; TERCIER & BIERI 1961) (Proben 377 und 378) bzw. ins Aquitan der Seftigschwandschuppe (Proben 373–376) zu stellen; für die Proben 378 A + B von der Blumen E Thun ist es noch unentschieden, ob sie ins Chatt oder Aquitan gehören.

Helvet (Proben 377–378)	g, E A z t s (2) 32. 0. 38. 11

Der Zusammensetzung nach ähneln die Proben weitgehend dem Helvet im Entlebuch. Bei Probe 377 wurden sowohl einige Flyschgerölle als auch rote und

grüne Granitgerölle, nach Herrn Dr. KARL alpidisch metamorphes Kristallin, untersucht. Während erstere die am ganzen Alpenrand typische Schwermineralkombination der Flyschsandkalke aufweisen und sich lediglich durch einen etwas erhöhten Feldspatgehalt auszeichnen, enthalten die Granitgerölle als Schwerminerale fast nur Epidote. Es scheint demnach nicht notwendig zu sein, für den Epidotgehalt der Molasse nur penninische Grüngesteine heranzuziehen, wie v. MOOS (1935) und FRASSON (1947) es tun. Beiläufig sei erwähnt, dass eine Probe des zentralen Aaregranits aus dem Haslital ebenfalls als überwiegendes Schwermineral Epidot führte.

Aquitan bis Chatt (Proben 373–376 und 378 A + B)	g, E a z (6) 34. 0. 22. 14

Die Proben 378 A + B, sandiges Nagelfluhbindemittel, stammen von der Blumen E Thun, welche nach CADISCH (1928) aus einer mehrere 1000 m mächtigen Nagelfluhserie mit grünen und roten, unterostalpinen Granitgeröllen besteht. Bemerkenswert ist das Erscheinen von Epidot bereits im Chatt, wie es weiter oben auch für den Innschuttfächer festgestellt wurde. Es ergibt sich hiernach eine grosse Ähnlichkeit mit der aquitanen Granitischen Molasse des Entlebuchs, doch erwies ein STUDENT-t-Test einen zu 99% gesicherten Unterschied von dieser auf Grund des niedrigeren Feldspatgehaltes in der Blumen und den nachfolgend aufgeführten Proben.

Diese, die Proben 373–376 aus dem Gurnigelgebiet, graue, lockere, kalkig-kalkarenitische Mittelsandsteine, stimmen mit den Proben aus der Blumen mineralogisch so gut überein, dass ein Zusammenhang vermutet werden kann. Zwar wurden ähnlich zusammengesetzte Proben auch im Chatt–Aquitan des Saanegebietes (MORNOD, 1949) und in der Bohrung Chapelle 1 (LEMCKE, 1959) bekannt, doch sprechen die im Gurnigelgebiet eingelagerten, mit der umgebenden Molasse mineralogisch harmonierenden Geröllbänder eher für eine Herleitung von der näheren Blumen. Auch die von FRASSON (1947) etwas weiter nordwestlich, im Sensetal bei Schwarzenburg, untersuchten Proben aus dem obersten Aquitan zeigen als Hauptschwerminerale Epidot und Granat.

«Goldeggsandstein» (Probe 379)	g, A Z t e (1) 23. 0. 20. 2,5

Diese Probe, ein dunkelolivgrüner, fester, kalkig-toniger Mittelsandstein, wurde nicht aus dem Anstehenden, sondern aus dem Bachbett am NE-Fuss der Goldegg entnommen, in welchem so grosse Blöcke dieses Gesteins liegen, dass nahezu mit Ortsständigkeit gerechnet werden kann.

Nach Herrn R. V. BLAU sind die Goldeggsandsteine sehr wahrscheinlich – allerdings atypische – Flyschgesteine. Petrographisch neigt die Probe mit ihrem niedrigen Calcit/Dolomitquotienten eher zur Molasse; insgesamt vermittelt sie demnach ähnlich wie die Deutenhausener Schichten und die Sandsteine am Steinibach (2.1.19) zwischen Flysch und Molasse. Eine weitere Abklärung ist jedoch auch in petrographischer Hinsicht notwendig.

Flysch des Gurnigel (Proben g–l)	g, T Z A r a′ (6) 9. 1. 49. 30

Dieses Flyschvorkommen ist kalkreicher als die übrigen, in der vorliegenden Arbeit untersuchten. Ausserdem deutet sich in ihm die Gesetzmässigkeit an, dass Turmalin in den feinkörnigen, Zirkon aber in den grobkörnigen Proben angereichert ist.

2.1.22. *Saanegebiet*

Zwischen den überschobenen Subalpinen Flysch im S und die burdigale Vorlandsmolasse im N schalten sich nach MORNOD (1949) mehrere Schuppen mit südlich einfallenden Schichten ein. Die breiteste, nördlichste ist die Schuppe von Gérignoz, bestehend aus den limnofluviatilen, chattisch-?aquitanen «Schichten von Gérignoz» (Proben 380–385). In der nächsten, der Schuppe von Vaulruz, werden die limnofluviatilen, unterchattischen «Schichten von Chaffa» (Proben 386 und 389A–C) unterlagert von den brackischen «Schichten von Vaulruz» mit den 20–25 m mächtigen «Sandsteinen von Vaulruz» (Proben 387–389 und 389 D–H), welche nach MORNOD (l. c.) den Horwer Platten gleichzusetzen, nach RUTSCH (1961) aber ins Rupel zu stellen sind (s. Ende des Abschnitts 2.2.2.2.). Es folgen gegen Süden noch die Schuppen von Champotey und Pattaz. Da die Molasse im grössten Teil des Gebietes durch würmeiszeitliche Moränen verdeckt ist, konnten nur wenige Proben genommen werden.

Oberes Chatt-?Aquitan (Proben 380–382)	g,Atss'z (3) 8. 13. 52. 3,3
(Proben 383–385)	g,EAzts (3) 42. 0. 27. 6,9

Die drei Proben aus dem oberen Teil der hier etwa 2000 m mächtigen Schichten von Gérignoz, gelbliche bis grünlichgraue, feste, sandig-dolomitarenitische Kalkmergelsteine und Sandkalke aus der Gegend von Maules NW Bulle, weisen mit ihrem Hornsteingehalt, der Feldspatarmut, dem Kalkgehalt und ihrem Schwermineralinhalt auf ein sedimentäres, alpines Liefergebiet hin. Der niedrige Granatgehalt ist hier, wie auch in den folgenden Proben, korngrössenbedingt.

Die Proben 383–385, graue bis blaugrüne, sandige Tonmergelsteine und ein absandender Kalksandstein, stammen aus dem Tal des Gérignoz und gehören in den mittleren Teil der oberchattischen Schichten von Gérignoz. Diese epidotreichen Proben stimmen weitgehend mit denen des Aaregebietes überein, nur der Feldspatgehalt ist am Gérignoz etwas höher. Es ist wahrscheinlich, dass dieses Material einer von SW kommenden Schüttung zuzuordnen ist, zumal von VERNET auch südwestlich des Genfer Sees epidotführendes Chatt gefunden wurde (freundliche mündliche Mitteilung).

Unteres Chatt (Proben 386 und 389A–C)	G,ATZSS'ra' (4) 8. 10. 44. 3,9

Diese Proben stammen aus den etwa 400 m mächtigen Schichten von Chaffa («Molasse rouge»). Der niedrige Feldspatgehalt, der relativ hohe Hornstein- und Kalkgehalt sowie das Schwermineralbild zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit dem oberen Teil der Schichten von Gérignoz und deuten daher ebenfalls auf ein sedimentäres Liefergebiet. Dies wird auch durch gelegentlich eingelagerte Konglomerate bestätigt, welche nach MORNOD (1949) überwiegend Dolomitgerölle und daneben in den feineren Fraktionen Radiolarite, Sandkalke und Kalke führen. Hierher gehören die mächtigen Nagelfluhen des Mt. Pélerin am Genfer See, welche sich nach TRÜMPY & BERSIER (1954) aus Kalk-, Flyschsandkalk- und Dolomitgeröllen zusammensetzen; nur ganz vereinzelt wurden Kristallingerölle gefunden.

Das Nagelfluh-Bindemittel des Mt. Pélerin zeigt nach einer eigenen Untersuchung die Formel

g,AZRSs't
1. 38. —. —

Flyschgerölle von der gleichen Lokalität:

G,ATZS'rsb
0. 10. —. —

Demnach lassen sich die den Chaffaschichten eingeschalteten Sandsteine im wesentlichen aus aufgearbeitetem Flysch herleiten.

Sandstein von Vaulruz (Proben 387–389 und 389 D–H)	G,AZTr (8) 29. 2. 29. 1,5

Bei Vuippens stehen an der Sionge dunkelgrünlichgraue, gelblich verwitternde, feste, tonige, kalkdolomitarenitische Sandsteine («Grès de Vaulruz») mit einer Glanzkohlenschmitze an (387–389). Die gleichen Schichten wurden auch am Ruisseau du Ruz (389 D–H) und N Corbière untersucht. Sie stimmen mineralogisch mit den Bausteinschichten des übrigen Alpenrandes überein. Charakteristisch ist auch hier neben dem erhöhten Turmalinfarbquotienten und dem Gehalt an rotbraunem Biotit der gegenüber dem Hangenden verstärkte Feldspatgehalt. In Übereinstimmung damit fand MORNOD (1949) unter den gelegentlich eingelagerten Geröllen neben Dolomiten, Radiolariten, Kalken und Quarziten auch rote Porphyre. Weiterhin scheint ein Zurücktreten von Staurolith und Spinell sowie von Hornstein und Calcit gegenüber dem Hangenden typisch zu sein.

2.1.23. *Aare am Jurarand*

Bei Aarwangen, Wynau und Murgenthal an der Aare wurden aus der Vorlandsmolasse 26 Proben untersucht.

Obere Bunte Molasse (Aquitan) (Proben 396–399)	G,AT'EZta' (4) 45. 1. 23. 3,2

Diese Serie, welche hier nach ERNI & KELTERBORN (1948) etwa 500 m mächtig ist, gibt sich durch ihren Epidot- und hohen Feldspatgehalt als Granitische Molasse zu erkennen, fällt jedoch durch ihren hohen Titanitgehalt aus dem Rahmen aller bisher am Alpenrand untersuchten Gesteine. Lediglich in der Bohrung Chapelle 1 (LEMCKE 1959) fanden sich ähnliche Verhältnisse, so dass für die Obere Bunte Molasse mit einem beckenparallelen Materialtransport aus dem Genfersee-Gebiet gerechnet werden muss.

Untere Bunte Molasse (Oberes Chatt) (Proben 400–410)	G,EAszt't (11) 32. 1. 21. 2,0

Sie ist nach ERNI & KELTERBORN (1948) NE von Aarwangen etwa 300 m mächtig. Ihr Material liesse sich weitgehend von der Blumen herleiten (Thunersee-Schüttung), doch ähnelt es noch mehr einigen Serien des Genfersee-Gebietes (z. B. in Chapelle 1), vor allem bezüglich des hohen Granat- und Titanitgehaltes sowie wegen des Calcit–Dolomitverhältnisses, welches niedriger ist als in der Thunersee-Schüttung. Es könnte sich auch um eine Mischung von Material der Thunersee- und der Genfersee-Schüttung handeln.

Obere Aarwanger Molasse (Unteres Chatt)

(Proben 417–421) G,EAstt'z (5)
23. 2. 24. 0,5

Im Steinbruch Mühlebühl bei Aarwangen stehen lockere, dolomitarenitische Mittelsandsteine (Proben 417, 418, 421) an, welche lagenweise konkretionär kalkig zementiert sind (Proben 419, 420). Sie dürften zu der von ERNI & KELTERBORN (1948) ausgegliederten oberen Aarwanger Molasse gehören. Petrographisch unterscheiden sie sich kaum vom Hangenden, wenn man von dem etwas niedrigeren Feldspatgehalt und dem höheren Dolomitgehalt absieht.

Vorwiegend untere Aarwanger Molasse
(Unteres Chatt) G,AZTsg't'ebr (6)
(Proben 411–416) 28. 3. 35. 3,1

Die am Aareufer ober- und unterhalb von Wynau genommenen Proben unterscheiden sich deutlich von dem Gestein im Steinbruch Mühlebühl (s. o.). Epidot tritt ganz zurück, Zirkon und Turmalin nehmen zu; Glaukophan kommt hinzu. Dieses Schwermineralbild und die grosse Zahl von Nebengemengteilen erinnern so stark an die in der Bohrung Chapelle 1 erstmalig ausgeschiedenen «Glaukophanschichten», dass ein Zusammenhang vermutet werden kann. Eine Zufuhr aus dem Genfersee-Gebiet ist demnach wahrscheinlich.

2.2. Zeitlicher Ablauf und Charakterisierung der Schüttungen

(unter Mitberücksichtigung der Tiefbohrungen im Vorland).

2.2.1. *Prämolasse* (Cenoman, Priabon, Lattorf, Rupel z. T.)

Diese Formationen werden nur kurz gestreift; sie kommen als mögliche Liefergesteine für die Molasse-Sedimente in Betracht.

2.2.1.1. Das Süd-Helvetikum am Alpenrand

Aus der durch v. STACKELBERG (1960) beschriebenen, schmalen Helvetikum-Zone bei Unterenzenau W von Bad Tölz wurde eine Reihe von Proben aus dem Untercampan bis Mitteleozän untersucht.

(g),ZTRa's (7)
3. 0. 0–80. 16

Sie zeigen trotz starker makroskopischer Unterschiede die folgenden, gemeinsamen Merkmale, die sie deutlich von der Molasse unterscheiden:

a. Die Karbonatkomponente ist fast nur Calcit, zum Teil in der Form von Schalendetritus. Einige Proben sind karbonatfrei.
b. Petrographisch handelt es sich um Quarzsandsteine hoher Maturität; Feldspäte und Gesteinsbruchstücke treten gegenüber der Molasse stark zurück.
c. Das Schwermineralspektrum ist durch die stabilen Minerale Zirkon, Turmalin und Rutil gekennzeichnet. In den stärker karbonathaltigen Proben ist darüber hinaus noch etwas Granat, Staurolith und auch Feldspat vor der «intrastratal solution» bewahrt worden.
d. Unter den Turmalinen überwiegen rötlich-braune Typen, ausserdem fällt die Häufigkeit mehrfarbig-fleckiger Varietäten auf: Von 417 Körnern waren:
   11% bläulich-grün (Farben 17-24-1 der Ostwald-Farbskala)
   37% grünlich-braun (Farbe 2)
   38% rötlich-braun (Farbe 3)
   4% braunrot (Farbe 4)
   10% mehrfarbig

2.2.1.2. Das «autochthone Helvetikum» (HAGN, 1960) im Alpenvorland

Im mittleren und oberen *Cenoman* wurden östlich von München grobe, glaukonitische Sandsteine abgelagert, welche dem Regensburger Grünsandstein (s. OSCHMANN, 1958) zeitlich und, wie Vergleichsuntersuchungen zeigten (Pr. 390–392), auch petrographisch entsprechen:

g,ZTra′ (24)	(Ampfing 26, Attel 1, Hohenlinden 1,
15. 0. 17 (nur Calcit)	Kastl 2a, Moosach 3, Moosach 1)

Charakteristisch ist ein hoher Anteil rötlichbrauner Turmaline sowie verschiedenfarbiger Quarzgerölle (farblos, grün, grau, rosa). Ein Teil der dunkelgrauen Gerölle besteht aus Orthoklas, wie es von TRUSHEIM (1936) aus dem nördlichen Verbreitungsgebiet beschrieben wurde. Dementsprechend besteht auch der Feldspatanteil der Sandsteine aus Orthoklas. In Kastl 2a ist der Feldspatgehalt infolge starker Kaolinisierung reduziert.

Die den *Turon*mergeln eingelagerten Sandsteine haben ein etwas anderes Liefergebiet: Bläulichgrüne Turmaline sind stark vertreten; der Feldspatgehalt liegt bei 1%.

Stark kalkige Grobsandsteine des *Priabons* wurden in Hohenlinden 1 und Moosach 2 untersucht, feinere Sandsteine in Ampfing 5 und 6. Sie alle sind mineralogisch nicht vom Ampfinger Sandstein (s. u.) zu unterscheiden. Möglicherweise sind die Grobsandsteine von Hohenlinden und Moosach sowie an der Lattorf-Basis von Unterbrunn 1 vom Cenoman herzuleiten, welches nach freundlicher Mitteilung der Herren Dr. LANG und Dr. LEMCKE im Raum von München unter dem Tertiär ausstreicht.

Die stark kalkigen Grobsandsteine des Lattorf, die in Oberösterreich (ABERER, 1957) ins Priabon gestellt werden, nach dem ersten in ihnen gefundenen Ölfeld «Ampfinger Sandstein» genannt, sind auf das Gebiet um das Landshut-Neuöttinger Hochgebiet (s. Fig. 14) beschränkt und auch nach der Korngrössenabnahme von diesem herzuleiten. Sie ähneln weitgehend, auch bezüglich des Orthoklasgehaltes und der rötlichbraunen Turmalin-Varietäten, dem Cenoman-Sandstein:

g,ZT (26)
15. 0. 32. 4,6

Die Kalkkomponente besteht grösstenteils aus umkristallisierten Schalenresten. Übersteigt sie 40% des Gesteins, so sinken Porosität und Durchlässigkeit unter 10% bzw. 1 md. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 50 m.

Darüber legt sich das maximal 30 m mächtige Riff des *Lithothamnienkalkes*, welches $\geq$ 170 km lang (in EW-Richtung) und 30 km breit ist. Es wird in beckenwärts (gegen S) bis auf 30 m zunehmender Mächtigkeit von einem Vorriff-Schuttkalk (Lithothamnien, Foraminiferen, Bryozoen, Echinodermen) unterlagert. Hieraus ergibt sich das Bild eines beckenwärtigen Übergreifens über den eigenen Schutt. Daraus ergibt sich, dass die Beckenabsenkung zu dieser Zeit langsamer war als das vertikale Wachstum des Riffs. Um nicht aufzutauchen, musste es sich daher in beckenwärtiger Richtung Platz suchen.

Das Wachstum der bis etwa 5 cm grossen Algenknöllchen und -ästchen wurde von Zeit zu Zeit durch Toneinschwemmungen unterbrochen, welche gegen NE

zunehmen und vorwiegend aus Kaolinit bestehen. Von diesen Lagen ausgehend, ist das Gestein schwach dolomitisiert (Ca-Dolomit mit etwa 6 Mol-% $CaCO_3$-Überschuss im Gitter). Sandeinschaltungen, die ebenfalls gegen das nordöstlich gelegene Landshut-Neuöttinger Hoch zunehmen, gleichen mineralogisch dem Ampfinger Sandstein.

Diese Regression wurde von der Transgression des *Lattorf-Fischschiefers* beendet (s. 2.2.1.3).

2.2.1.3. Der Flysch am Alpenrand

An vier Stellen wurde der Flysch im Anstehenden untersucht. (Von Osten nach Westen:)

Probe «Matt»: (Einstufung unbekannt)	g, ZATra′ (1) 22. 1. ~20. ~10

Der ?Flyschsandstein von Matt im Sernftal bei Glarus ist ein kieselig-kalkig zementierter, kalkarenitischer, feldspathaltiger Mittelsandstein (Median ca. 0,3 mm).

Proben a–c Eozänflysch («Altdorfer Sandstein», bei Altdorf)	g, ARTz (3) 23. 0. 20. ~10
Proben d–f Ultrahelvetischer Flysch (Typus Schlieren-Gurnigel) von der Strasse SE Flühli (Entlebuch).	G, ZTAa′r (3) 15. 0. 36. ~20
Proben g–l Flysch des Gurnigel S Bern	g, TZAra′ (6) 9. 1. 49. 30

Hier sind die Strömungsmarken auf der Unterseite der Sandsteinbänke besonders schön ausgebildet.

Ferner wurden aus verschiedenen Molasseaufschlüssen Flyschgerölle untersucht, und zwar aus der Molasse östlich des Rheins bei den Proben 81, 87, 99 und 198:

G, TZARs (5)
4. 9. 65. 15

und aus der Molasse W des Rheins bei den Proben 254, 355 und 377:

G, ZTArsa′ (3)
8. 5. 63. 30.

Die untersuchten Flyschgerölle sind demnach Sandkalke, während aus dem Anstehenden Kalksandsteine analysiert wurden. In ihnen ist der Feldspatgehalt des Lösungsrückstandes höher als in den Geröllen. Beiden gemeinsam ist der auch von Wieseneder (1962) festgestellte, sehr geringe Dolomitgehalt sowie die Schwermineralgesellschaft Granat, Zirkon, Turmalin, Apatit und Rutil. Bemerkenswert ist das Fehlen von Staurolith. Woletz (1962) fand im Wienerwald

die gleichen Schwerminerale; dabei wiegt im Oberkreide-Flysch der Granat und im Alttertiär-Flysch der Zirkon vor.

Mit dem *Lattorf-Fischschiefer* beginnt in den ostbayerischen Bohrungen die alpine Schüttung: An der Basis desselben finden sich gelegentlich Sandsteinlagerungen, die durch ihren hohen Glimmergehalt auffallen und in den Bohrungen Ampfing 1, Hohenlinden 1 und Schnaupping 1 untersucht wurden. Bezüglich ihrer Zusammensetzung

g, ZTAr (3)
25. 1. 60. 15

ähneln dieselben dem Flysch, und zwar nach WOLETZ (1962) dem Eozänflysch. Dieser Befund lässt folgende Deutung zu: Die Flyschtröge im Süden waren aufgefüllt, so dass nun für kurze Zeit vorwiegend feinklastisches Material von S über dieselben hinweg ins nördliche Vorland gelangte.

Weiter im Westen war dies offenbar nicht möglich. Die Zusammensetzung einer Probe von der Tertiärbasis in Legau 1 (s. auch VOLZ & WAGNER, 1960)

g, ZTra'
0. 1. 78. 34

weist auf eine nördliche Materialherkunft hin. Die Probe ist frei von Glimmer. Als Ursprungsgesteine der Sandkomponente kommen hier wegen des niedrigen Feldspatgehalts Doggersandsteine in Frage.

2.2.1.4. Die Deutenhausener Schichten (RICHTER, 1948)

Die Deutenhausener Schichten der westlichen deutschen Subalpinen Molasse, welche nach ZEIL (1953) und FISCHER (1960) im Lattorf beginnen und evtl. noch ins Rupel hinaufreichen (ZÖBELEIN, 1957), sind vorwiegend marin (FISCHER, 1960) und ähneln hinsichtlich ihrer Schichtenmerkmale dem Flysch: Die Sandsteinbänke halten in gleichbleibender Dicke über längere Entfernung aus und zeigen auf der Unterseite «Kolkmarken» (flute casts) und «Schleifspuren» (groove gasts) (KÜPPER 1962), wie sie nach KUENEN (1958) für eine Sedimentation aus Suspensionsströmen in einem vorgeformten Trog charakteristisch sind. Petrographisch aber gehören sie schon zur Molasse:

G, AST zr (8)
18. 0. 36. 1,2

Dolomit und Kalk halten sich in ihnen etwa die Waage, während der Flysch praktisch frei von Dolomit ist (s. o.). Dem entspricht das Auftreten kleiner, schwarzer Dolomitgerölle in den Deutenhausener Schichten. In allen anderen Merkmalen (Schwer- und Leichtminerale) besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen Flysch und Molasse.

In der Schweiz zeigen die (z. T. schwach ölimprägnierten) Sandsteine am Steinibach (Entlebuch) (HOLLIGER 1955), welche von FRÖHLICHER & WEILER (1952) ins Rupel eingestuft werden konnten, die gleichen Flyschmerkmale auf den Schichtflächen und Molassemerkmale der petrographischen Zusammensetzung (Dolomitgehalt!) wie die Deutenhausener Schichten, mit denen sie daher genetisch verwandt sind.

In diesen Schichten vollzog sich somit offenbar der Übergang vom Flysch in die Molasse: Während das Ablagerungsgebiet wohl noch die Form eines schmalen, ± tiefen Troges besass, dessen heutige Verbreitung vermutlich etwa mit der gefalteten Molasse zusammenfällt, hatte sich das Abtragungsgebiet gegenüber der Flyschepoche schon gewandelt und entsprach petrographisch bereits dem Zustand zur Molassezeit. Dementsprechend stimmt auch die spärliche Geröllführung nach SCHIEMENZ (1960) qualitativ mit derjenigen der Bausteinschichten überein. Aus der Verbreitung der Gerölle schloss SCHIEMENZ (1960, S. 34) zwar – nicht sehr überzeugend – auf einen Transport derselben aus westlicher Richtung, doch schliesst die Tatsache, dass seine Deutenhausener Probe schon den für die Nesselburgschüttung der Bausteinschichten typischen Reichtum an Dolomitgeröllen besitzt, obwohl sie an der westlichen Verbreitungsgrenze dieses Schuttfächers (beim 2. Buchstaben von «Nesselburg» auf Fig. 5) liegt, einen weiten Gerölltransport aus westlicher Richtung aus.

Andererseits zeigen die Kolkmarken (flute casts) in den Sandsteinen nach KUENEN (1958, S. 1019) einen Transport von W nach E an. Desgleichen passen der niedrige Dolomitgehalt und der hohe Feldspatgehalt der Sandsteine (Pr. 89–94, 99–100) besser zu einem westlicheren als zum Nesselburgfächer der Bausteinschichten.

Wie dieser scheinbare Widerspruch zu lösen ist, ob etwa die Gerölle von Süden, die Hauptmenge des Sandes aber trogparallel geschüttet wurden, kann anhand der wenigen Proben nicht entschieden werden. Die Mächtigkeit nimmt gegen Osten bis auf 800 m zu (FISCHER, 1960).

Die im vorletzten Absatz genannten petrographischen Merkmale könnten lokal eine Unterscheidung der Deutenhausener von den Bausteinschichten ermöglichen; regional gültige Unterscheidungsmerkmale lassen sich nicht angeben.

Die Deutenhausener Schichten schliessen nach FISCHER (1960) mit Sandsteinen und Konglomeraten ab und werden an scharfer Grenze von der monotonen Folge der maximal über 1000 m mächtigen *Tonmergelschichten* des Rupel überlagert. Diese enthalten nach WÄCHTER (1959) im Mittel 20% Calcit und 15% Dolomit. Ihnen entsprechen in der Schweiz die Grisiger Mergel. Die Tonmergelschichten besitzen, ähnlich wie die Deutenhausener Schichten, ihre grösste Mächtigkeit in einer schmalen Zone längs des Alpenrandes. Nach FISCHER (1960) zeigen die spärlich eingelagerten Sandsteine nur im unteren Teil der Folge noch Flyschmerkmale auf den Schichtunterseiten.

2.2.2. *Untere Meeresmolasse (Rupel z. T. und Bausteinschichten)*

2.2.2.1. Rupel in Ostbayern

Hier fehlte am Alpenrand der Deutenhausener Trog, bezeichnenderweise also dort, wo unter der Molasse mächtiges «Helvetikum» bekannt ist. Das Meer reichte weit nach Norden und bedeckte das Alpenvorland mit einer viele hundert Meter mächtigen Folge von Tonmergelgesteinen, welcher einzelne Feinsandsteine eingeschaltet sind, so z. B. der «*Isener Gassand*»,

G, TSAzs′ (4)
30. 3. 49. 2,1

welcher auf Grund dieser Zusammensetzung eindeutig von den Alpen herzuleiten

ist. Im Inngebiet zeigen sich bereits im Rupel die ersten Vorläufer der durch Epidot und Hornblende charakterisierten Innschüttung bei Höhenmoos SE Rosenheim. Sie dürfte schon zu dieser Zeit ins Vorland ausgetreten sein (Fig. 4).

Nach Westen nehmen Mächtigkeit und Nordausdehnung der tonmergeligen Rupelschichten beträchtlich ab; die Hauptmenge der Sedimente wurde dort vielleicht abgefangen von dem Trog der Deutenhausener und Tonmergel-Schichten in der Gefalteten Molasse.

Im marinen Chatt der Ostmolasse (s. Abschn. 2.2.4.) müssen die zeitlichen Äquivalente der Bausteinschichten enthalten sein, die sich nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. LEMCKE auch tatsächlich mit Hilfe von Diagrammvergleichen bis ca. 40 km ostwärts München verfolgen lassen. Es gibt jedoch bisher keine Kriterien, die geeignet wären, sie petrographisch von den überlagernden Chattsanden zu unterscheiden. Da diese Partien nur selten gekernt wurden, ist auch das zur Verfügung stehende Material gering.

2.2.2.2. Untere Meeresmolasse im Westen

Der Begriff «Untere Meeresmolasse» stammt aus dem Gebiet westlich und südwestlich von München, in welchem diese von der mächtigen limnisch-fluviatilen Serie der Unteren Süsswassermolasse überlagert wird. Ihr oberer, bereits brackischer Teil ist als Sandstein ausgebildet und unter dem Namen «*Bausteinschichten*» (in Anlehnung an RICHTER, 1948) bekannt. Diese wurden in der Gefalteten Molasse geologisch zuletzt von ZÖBELEIN eingehend untersucht. Seiner kurzen, vorläufigen Zusammenfassung (1962) ist zu entnehmen, dass sich die Bausteinschichten durch allmähliche Kornvergröberung aus den liegenden Tonmergelschichten des Rupel entwickeln. So enthalten im Ammergebiet die 78 m mächtigen «tieferen Bausteinschichten» erst in ihrem oberen Teil nennenswerte Sandeinlagerungen. Diese «tieferen Bausteinschichten» wurden von HÖLZL (zit. in ZÖBELEIN, 1962) auf Grund der Molluskenfauna noch ins Rupel gestellt. In den «höheren Bausteinschichten», welche an der Ammer 67 m mächtig sind und nach HÖLZL (l. c.) chattisches Alter besitzen, geht die Kornvergröberung weiter; sie schliessen mit einer Konglomeratbank ab.

Dieser als «Dachbanktyp» (BRINKMANN 1929) bezeichnete Grosszyklus (FIEGE 1952) einer allmählichen Kornvergröberung nach oben von den Tonmergelschichten bis zur Oberkante der Bausteinschichten lässt sich in den Bohrungen bis an den Beckennordrand verfolgen (Fig. 6). Ähnliche Zyklen wurden auch aus Epikontinentalmeeren (z. B. Valendissandstein, FÜCHTBAUER (1955c): 30 m) und aus dem terrestrisch-ästuarinen Bereich beschrieben (Buntsandstein Norddeutschlands, WOLBURG (1961): ca. 100 m).

Unter den «Bausteinschichten im engeren Sinn» gliederten VOLZ und WAGNER (1960) eine «tonmergelreiche Serie» und unter dieser noch eine «sandmergelreiche Serie» aus, welche sie in die «Bausteinschichten im weiteren Sinn» einbezogen. Da eine faunistische Einstufung jener beiden Serien nicht möglich war, stellten sie dieselben vorläufig in den Grenzbereich Rupel/Chatt und nahmen über dem darunter folgenden Lattorf + Unter-Rupel eine Schichtlücke an. Sie konnten jedoch die andere, von ihnen genannte Möglichkeit, eine Verknüpfung der «sandmergelreichen Serie» mit den Deutenhausener Schichten, sowie der «tonmergelreichen Serie» mit den rupelischen Tonmergelschichten der Subalpinen Molasse nicht sicher ausschliessen. Bei einer solchen Ver-

knüpfung ergäbe sich im Vorland ein ähnliches Korngrössenprofil wie in der Gefalteten Molasse, wo die Deutenhausener Schichten oben mit einer Kornvergröberung abschliessen (FISCHER, 1960) und von dem ebenfalls nach oben gröber werdenden «Grosszyklus» Tonmergelschichten + Bausteinschichten überlagert werden. Auch würde die schwer zu erklärende Mächtigkeitszunahme von der gefalteten Molasse nach Legau 1 auf diese Weise wegfallen. Demgegenüber dürfte das von VOLZ und WAGNER (1960) seinerzeit auf Anregung des Verfassers herangezogene Gegenargument, der unterschiedliche Sedimentationstyp der Deutenhauserner Schichten und der «sandmergelreichen Serie», ein geringeres Gewicht beanspruchen.

Petrographisch jedoch lässt sich diese Alternative nicht entscheiden.

In den Figuren 4 und 5 wurde so verfahren, dass – entsprechend der auf neueren Stand gebrachten Abb. 2 in LEMCKE (1957) – in Fig. 5 nur die «Bausteinschichten i. e. S.» berücksichtigt wurden, während die Mächtigkeit der sandmergelreichen + tonmergelreichen Serie auf der Karte «Rupel» (Fig. 4) dargestellt wurde. Da, wie oben erwähnt, die Zugehörigkeit dieser Pakete zum Rupel faunistisch nicht gesichert ist, wurde für das Rupel in der Westmolasse möglicherweise eine zu hohe Mächtigkeit angenommen. (Das sehr geringmächtige Lattorf + Unter-Rupel von VOLZ & WAGNER (1960) wurde hierbei nicht berücksichtigt.) Deshalb wurden die Verbindungen mit den Mächtigkeitslinien des Rupel in den ostbayerischen Bohrungen nur gestrichelt gezeichnet. Sicher ist, dass dort die Rupelmächtigkeit im Vorland wesentlich grösser ist als in der Westmolasse. Für Isen 1 («Is» in Fig. 4) wurden von HEERMANN (1954, Fig. 5) etwa 270 m Rupel angegeben. Doch wurde die Unsicherheit der Rupel/Chatt-Grenze kürzlich von PAULUS (1963,

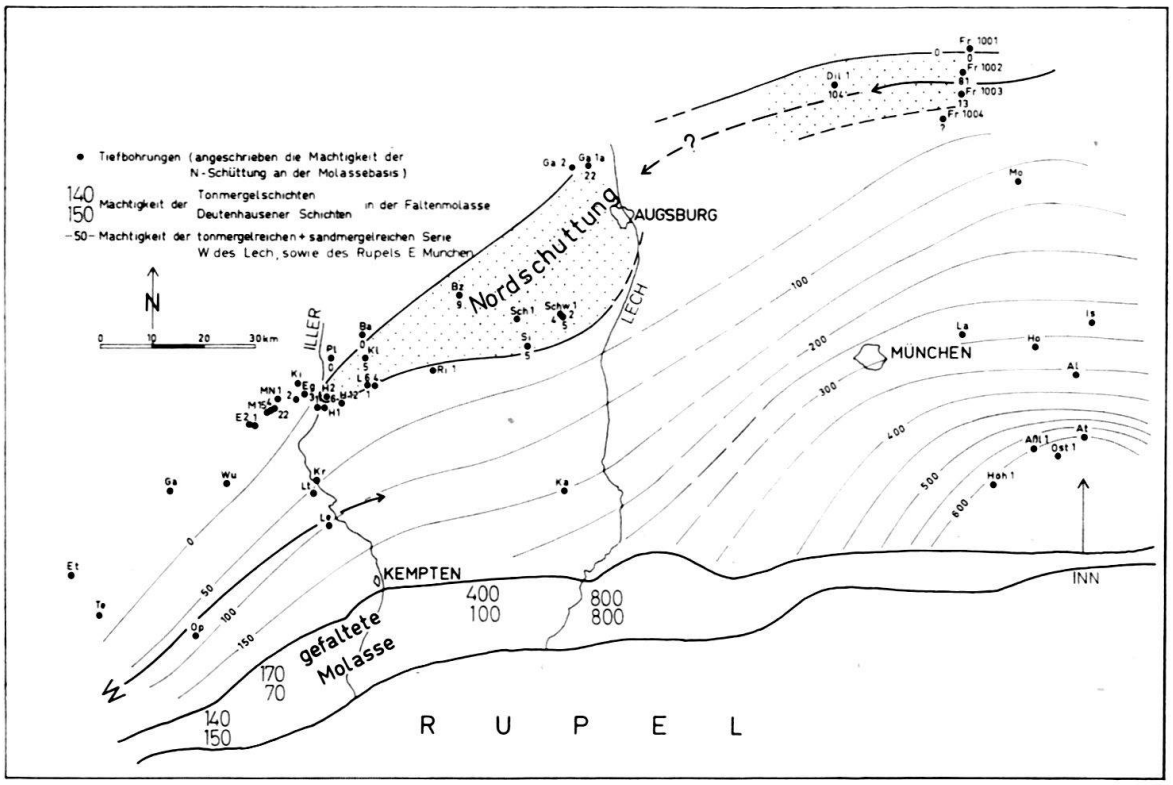

Fig. 4. *Mächtigkeit des Rupel.* Bohrungsnamen s. Fig. 1, darüber hinaus: Assl(ing) 1, Dil(lingen) 1, Fr(eising) 1001–1004, Höh(enrain) 1, Ki(rchdorf) 1, Ost(ermünchen) 1. Rupel W des Lech fraglich (s. Text).

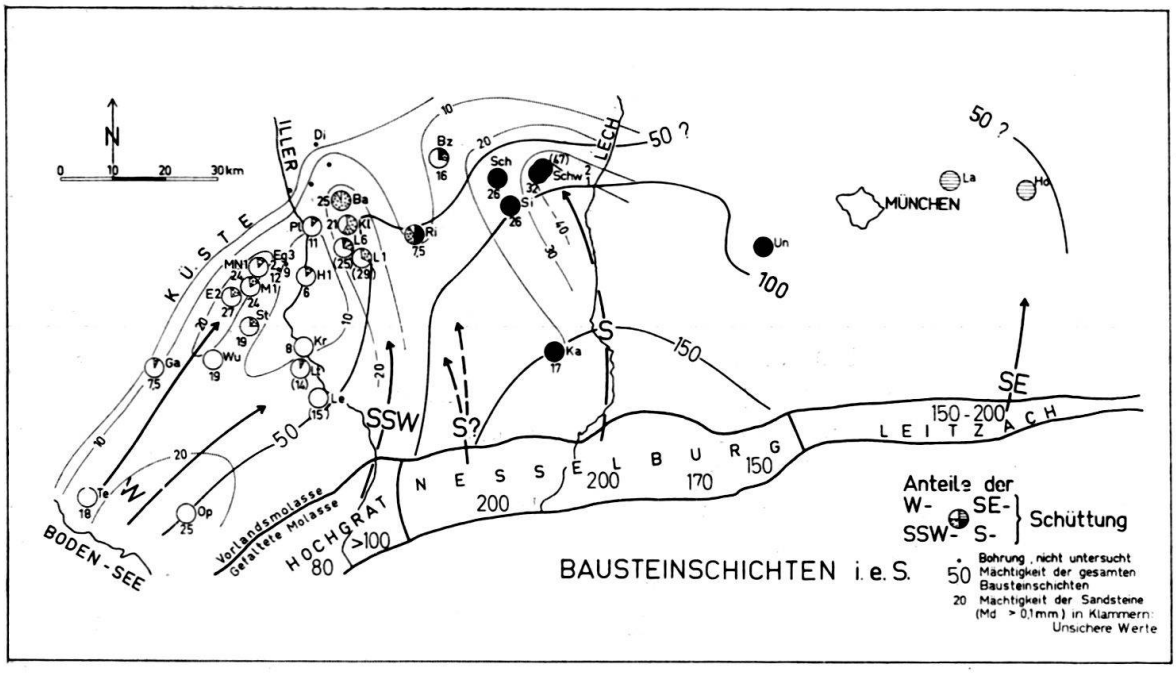

Fig. 5. *Mächtigkeit der Bausteinschichten im engeren Sinn* (s. Text). Pfeile = Schüttungen (Di = Dietershofen 1 aus VOLZ & WAGNER, 1960, Abb. 6)

S. 70) demonstriert). Das zur Zeit nördlichste, gesicherte Rupelvorkommen in der Westmolasse («Lattorf + Unter-Rupel») liegt in der Bohrung Balzhausen 1 (Bearbeiter: HÖRAUF, KÖWING, WECHSLER), unmittelbar unterhalb der nachfolgend besprochenen Sandsteine.

In den Bohrungen Klosterbeuren 1, Heimertingen 2 und Lauben 4 wird die sandmergelreiche Serie von Sandsteinen abweichender Zusammensetzung unterlagert, die nach NE an Mächtigkeit zunehmen und in Gablingen 1 A bei Augsburg die gesamte Untere Meeresmolasse vertreten; unmittelbar westlich davon, in Gablingen 2, fehlen sie aber bereits. Diese Verbreiterung lässt an ein scharf begrenztes Flussdelta denken. Hierzu passt auch das Vorkommen scharfkantiger, bis 20 mm grosser Bruchstücke von Hornsteinen und vererzten Staubsandsteinen, die offensichtlich keinen marinen Transport erlitten haben, in Schwabmünchen 2. Die mineralogische Zusammensetzung dieser Schüttung lautet:

g, TZ ra′
8.0.0.–.

Es handelt sich um feinkörnige Quarzsandsteine, die gelegentlich (in Siebnach 1, Heimertingen 2, Klosterbeuren 1 und Lauben 6) calcitisch zementiert sind. Dieser Kalkgehalt lässt sich aus dem Malm herleiten, wie die eingelagerten Gerölle von aufgearbeitetem Malmkalk in Siebnach 1 und Rieden 1 (GRIMM, 1957) zeigen. Die unterschiedlichen Feldspatgehalte (0–30%) und Turmalin-Farbvarietäten sowie die hohe Maturität deuten auf ein komplexes, vermutlich sedimentäres Liefergebiet hin. Aus der Mächtigkeitsverteilung sowie aus dem Fehlen von Dolomit und z. T. von Karbonat überhaupt, dem Fehlen von Gesteinsbruchstücken im Sandstein, den Schwermineralen (wenig Granat und Apatit) und den abweichenden Turmalin-Farbvarietäten ergibt sich eine nichtalpine, *nördliche Herkunft*. Da sie im SW-Teil ihres Verbreitungsgebietes von möglichen Äquivalenten zumindest der Tonmergel-Schichten überlagert wird, ist für diese Schüttung ein rupelisches Alter nicht auszuschliessen.

Ein ähnliches Sand-Transportband am Nordufer des Meeres wurde in den Bohrungen Dillingen 1 und Freising 1002 und 1003 angetroffen (Fig. 4). Es unterscheidet sich von dem Vorkommen von Gablingen 1A durch seinen Apatitgehalt, einen sehr hohen Zirkongehalt sowie etwas Andalusit. Vor allem das letztere Mineral weist auf die Böhmische Masse als Liefergebiet hin.

Über diese Schichten legen sich die *Bausteinschichten* i. e. S. Sie beginnen häufig mit feinen Wechsellagerungen von schmalen, schräggeschichteten Siltmergelsteinen mit Tonmergelsteinen und gehen nach oben in zunehmend gröbere, dolomitarenitische Sandsteine über (Fig. 6, z. B. Balzhausen 1 (Bearbeiter: WECHSLER, HÖRAUF), Schwabmünchen 1 (Bearbeiter: GRIMM, KLINGLER, HAGENMEYER, ZÖBELEIN), Pless 1 (Bearbeiter: WAGNER), Wurzach 1 (Bearbeiter: LEMCKE, WITTMANN) u. v. a.). Die sich darin andeutende Verflachung des Meeres findet ihren Höhepunkt in Gerölleinlagerungen nahe der Obergrenze. Darauf wurde das Meer im Westen endgültig, im Osten nur stellenweise kurzzeitig trockengelegt (Kieselkruste in Siebnach 1 nach GRIMM 1957). Es folgen im westlichen deutschen Molassebecken die Unteren Cyrenenschichten mit einer Folge von maximal 10 Transgressions-Regressions-Kleinzyklen (GRIMM), welche ihrerseits von der Unteren Süsswassermolasse abgelöst wurden. In der Schweiz konnten diese Cyrenenschichten bisher noch nicht nachgewiesen werden. Die überlagernden Sandsteine der Unteren Süsswassermolasse (USM) sind makroskopisch oft nicht von den Bausteinschichten zu unterscheiden. In solchen Fällen bewährten sich zwei mineralogische Kriterien, welche bei Untersuchungen in der gefalteten Molasse gefunden wurden. (Abschnitt 2.1.7.) Sie sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tabelle 3. Mineraländerungen beim Übergang brackisch-fluviatil

	Farbe der Biotite	olivgrüne Turmaline / andersfarbige Turmaline
USM	grünlich und bräunlichgrün	ca. 1
Baustein-Schichten	häufig rotbraun	ca. 3

Diese Farbänderungen sind von München bis an den Genfersee zu verfolgen und lassen sich daher nur schwer durch einen Schüttungswechsel erklären. Nur in Ostbayern, wo die Bausteinschichten von marinem Chatt überlagert werden, bleibt der genannte Wechsel aus. Man gewinnt daraus den Eindruck, dass das Ablagerungsmedium eine wesentliche Rolle dabei spielte. Wie an anderer Stelle ausgeführt wurde (FÜCHTBAUER 1963), finden sich in der Literatur Hinweise dafür, dass rotbraune Biotite und in geringerem Masse auch olivgrüne Turmaline dem sauerstoffreichen Milieu der terrestrischen Sedimentation auf die Dauer nicht gewachsen sind. Diese beiden Varietäten sind demnach hier Faziesindikatoren für nicht-fluviatile Sedimentation. Nur mit ihrer Hilfe lassen sich die Bausteinschichten petrographisch von der Unteren Süsswassermolasse abgrenzen.

Nachdem nun die Ober- und Untergrenze der Bausteinschichten petrographisch definiert sind, sollen die horizontalen Veränderungen ihrer Zusammensetzung betrachtet werden. Hieraus ergibt sich dann der Schüttungsmechanismus im einzelnen.

Die Bausteinschichten sind mehr oder weniger kalkig zementierte Sandsteine mit einer anorganisch-arenitischen Dolomitkomponente. Da sie sich auf Grund

ihrer Zusammensetzung aus den Alpen herleiten, sind die verschiedenen Schüttungen in der Gefalteten Molasse (am Alpenrand) noch am wenigsten vermischt.

In der folgenden Tabelle sind deshalb die wesentlichsten Merkmale der voneinander abgrenzbaren Schüttungen in der Gefalteten Molasse einander gegenübergestellt (s. auch Fig. 5 und 8).

Tabelle 4. Bausteinschichten am Alpenrand

	Chiemsee, Prien	Schliersee, Isar	Ammer, Lech	W der Iller	Bregenzer Ache (W), Thur	Entlebuch
Calcit	8	14	15	35,5	31,5	18,5
Dolomit	15	23	41	19	14,5	11,5
Feldspat	11	14	3	11	5	16
Hornstein	0	1	2	8	4	1
Zirkon	6	4	7	3	14	20
Rutil	25	6	9	6	16	6
Turmalin	22	37	33	37	50	22
Apatit	19	27	40	28	16	47
Staurolith	25	23	10	27	0	0
Spinell	0	0,5	0	0	3	3
(Probenzahl)	(7)	(7)	(11)	(5)	(6)	(8)
Benennung der Schüttung	–	Leitzach- (SE-)	Nesselburg- (S-)	Hochgrat- (SSW-)	Ostschweiz- (W-)	Emme-
			Schüttung			

Diesen Schüttungszentren lassen sich die Ablagerungen der Vorlandsmolasse in der folgenden Weise zuordnen:

Die Bausteinschichten des *Chiemsee-Prien*-Gebietes, welche sich durch ihren hohen Rutilgehalt mit 99%iger Sicherheit (STUDENT-t-Test) von den Nachbarvorkommen unterscheiden, sind noch nicht als selbständige Schüttung in der Vorlandsmolasse nachgewiesen worden.

Die *Leitzach*schüttung («SE»)

G,ASTZs'r (8)[2])
22. 3. 48. 1,3

unterscheidet sich von der nächstwestlichen Schüttung (s. u.) hauptsächlich durch ihren hohen Staurolithgehalt und ihren niedrigeren Dolomitgehalt. Der Leitzachfächer bildet nach den Profilen von GANSS & SCHMIDT-THOMÉ (1955) eine der stärksten Anschwellungen der Bausteinschichten in der Gefalteten Molasse. Seine

[2]) Diese und die folgenden Formeln wurden nur aus denjenigen Profilteilen der Bohrungen ermittelt, in welchen die betreffende Schüttung vermutlich rein vorliegt.

Fig. 6a–e. *Einzelprofile der Bausteinschichten* (rechts: Teufe in m; Schwerminerale ohne Granat; N = Nordschüttung)

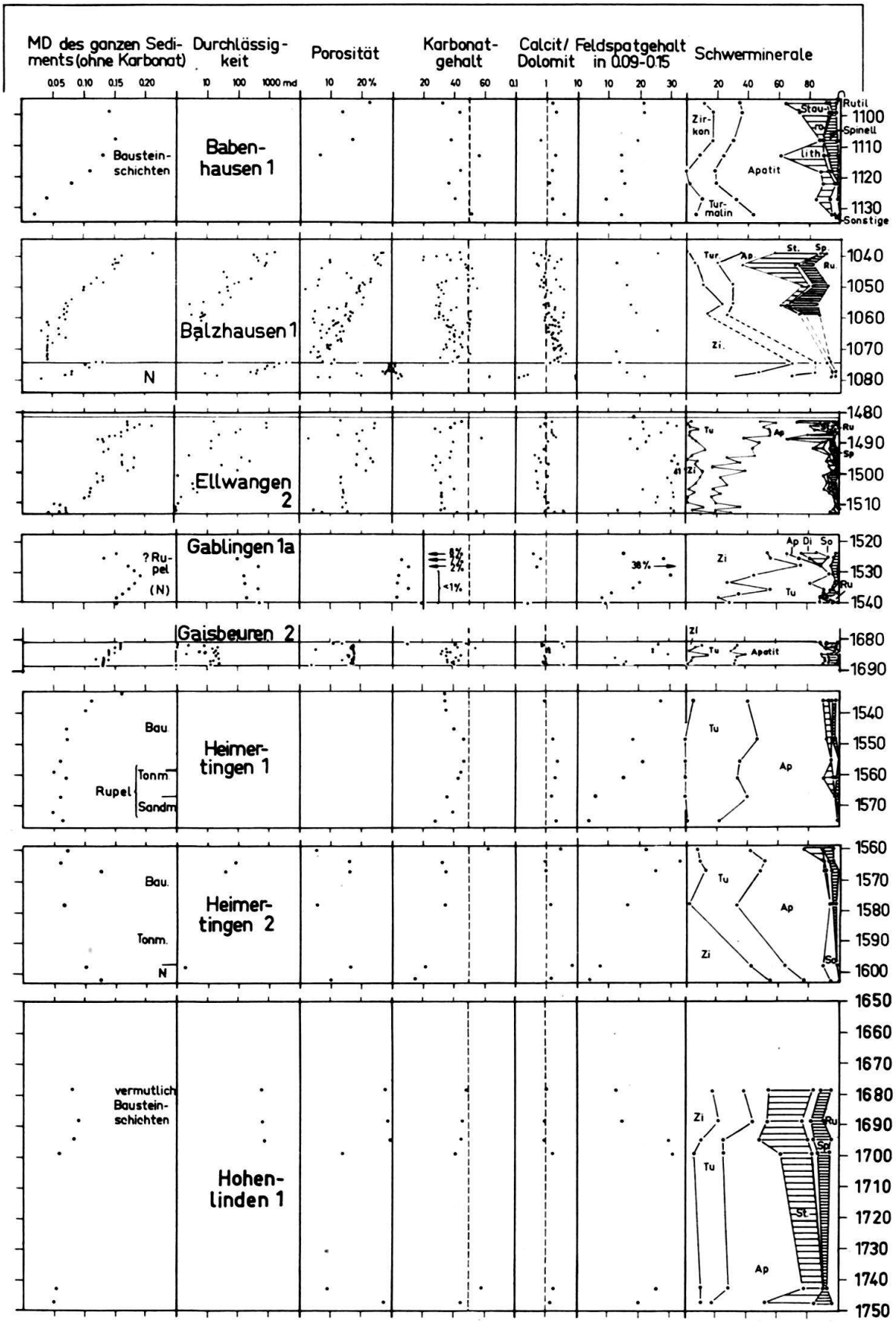
MD des ganzen Sediments (ohne Karbonat)
Durchlässigkeit
Porosität
Karbonatgehalt
Calcit/ Dolomit
Feldspatgehalt in 0.09-0.15
Schwerminerale
Baben-hausen 1
Bausteinschichten
Balzhausen 1
N
Ellwangen 2
Gablingen 1a
?Rupel
(N)
Gaisbeuren 2
Heimertingen 1
Bau.
Rupel
Tonm.
Sandm.
Heimertingen 2
Bau.
Tonm.
N
Hohenlinden 1
vermutlich Bausteinschichten
Zirkon
Turmalin
Apatit
Rutil
Spinell
Sonstige
Tu
Ap
Zi
Ru
Sp
St.
Di
So

Fig. 6a

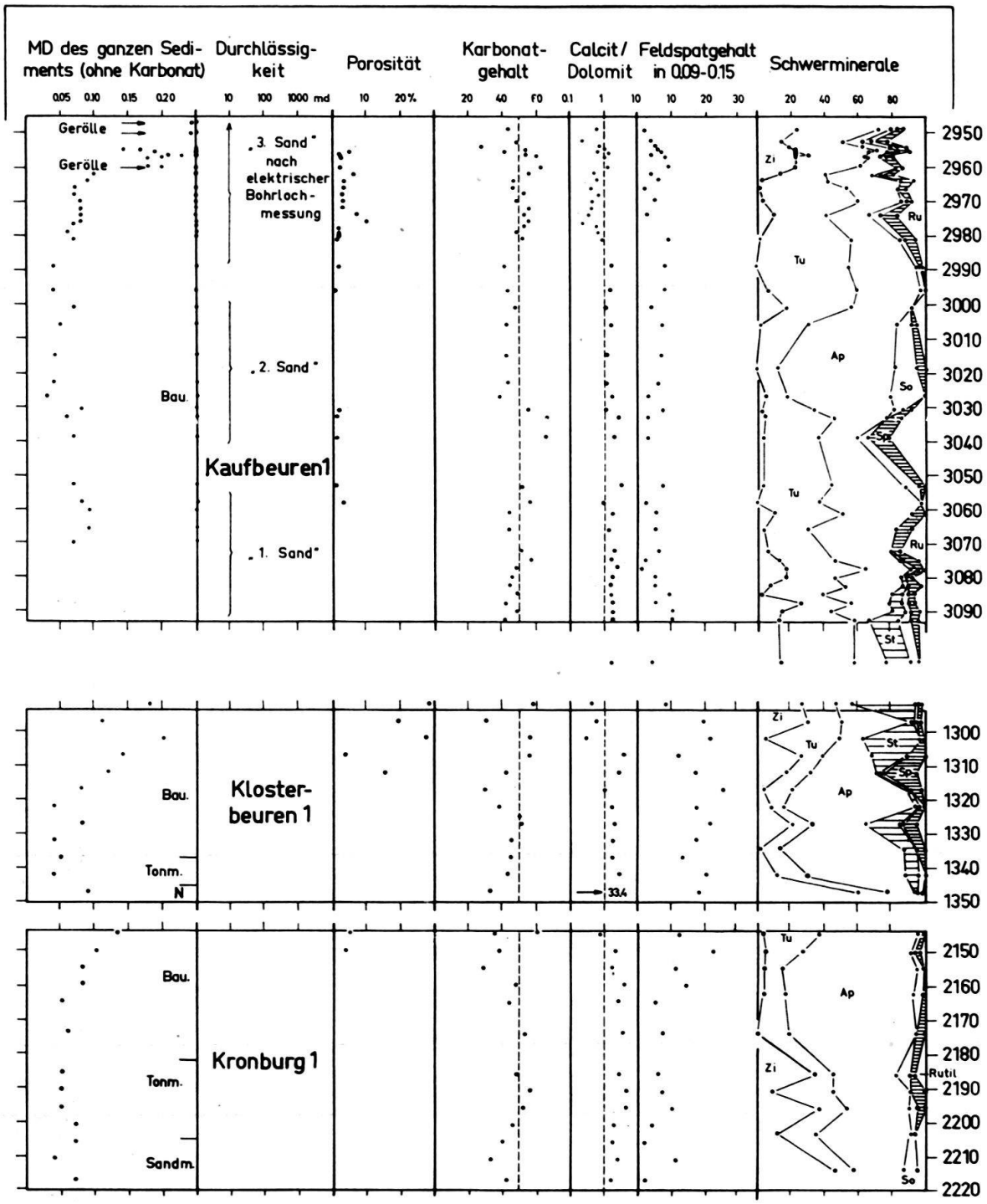

Fig. 6b

Ausstrahlungen reichen bis zu den Bohrungen Hohenlinden 1 (Fig. 5 und 6) und Landsham 1. Da diese Bohrungen bereits zur Ostmolasse mit durchgehend mariner Entwicklung des Chatt gehören, sind die Bausteinschichten in ihnen sedimentpetrographisch nicht von den Chattsandsteinen zu unterscheiden. Die Verknüpfung der elektrischen Bohrlochdiagramme mit Unterbrunn 1 macht jedoch nach Herrn Dr. LEMCKE (mündliche Mitteilung) eine Zuordnung zu den Bausteinschichten wahrscheinlich.

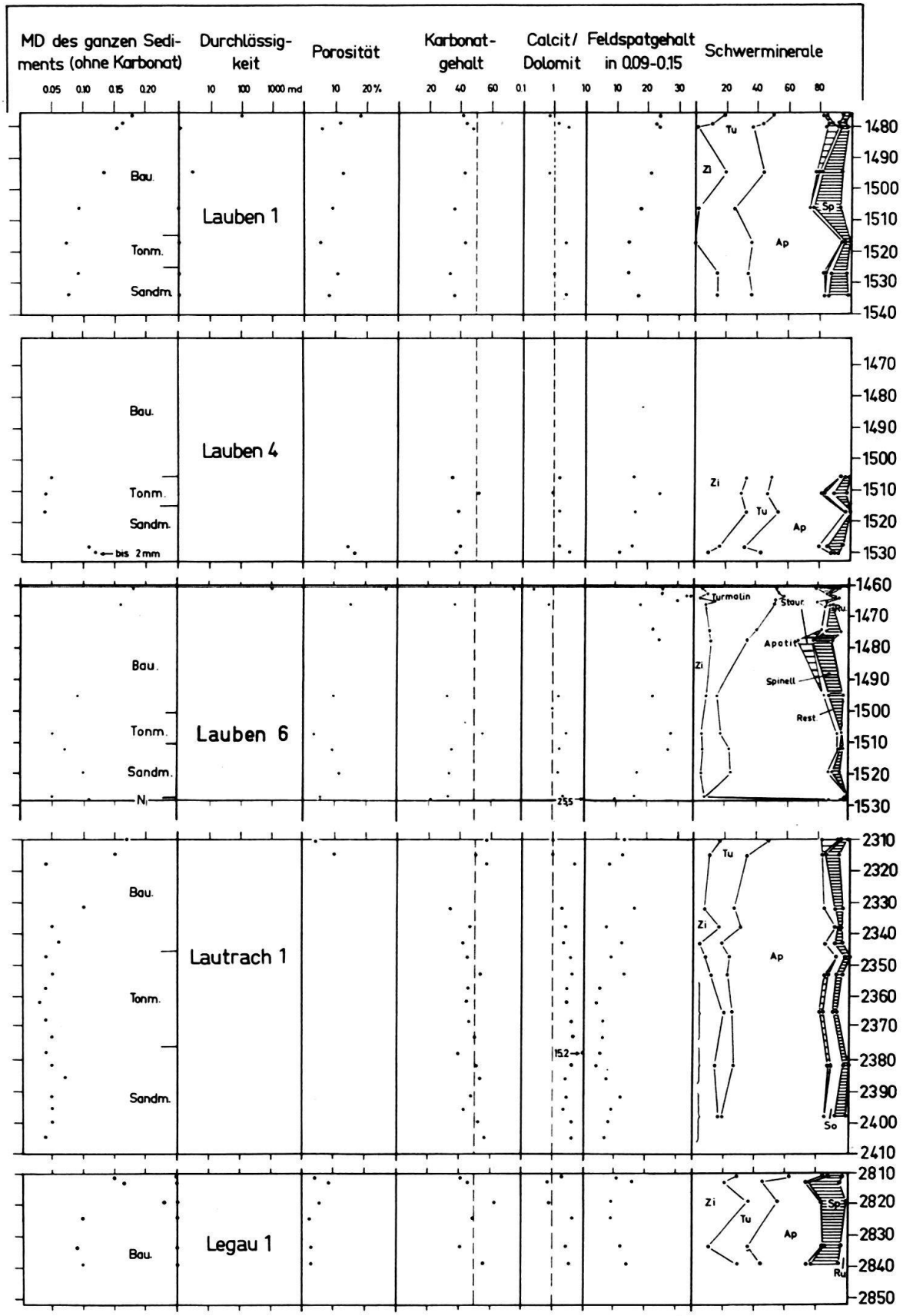
MD des ganzen Sediments (ohne Karbonat)
Durchlässigkeit
Porosität
Karbonatgehalt
Calcit/ Dolomit
Feldspatgehalt in 0.09-0.15
Schwerminerale
Lauben 1
Lauben 4
Lauben 6
Lautrach 1
Legau 1
Bau.
Tonm.
Sandm.
Tu
Zi
Ap
Sp
Ru
So
Turmalin
Staur.
Apatit
Spinell
Rest
bis 2mm

Fig. 6c

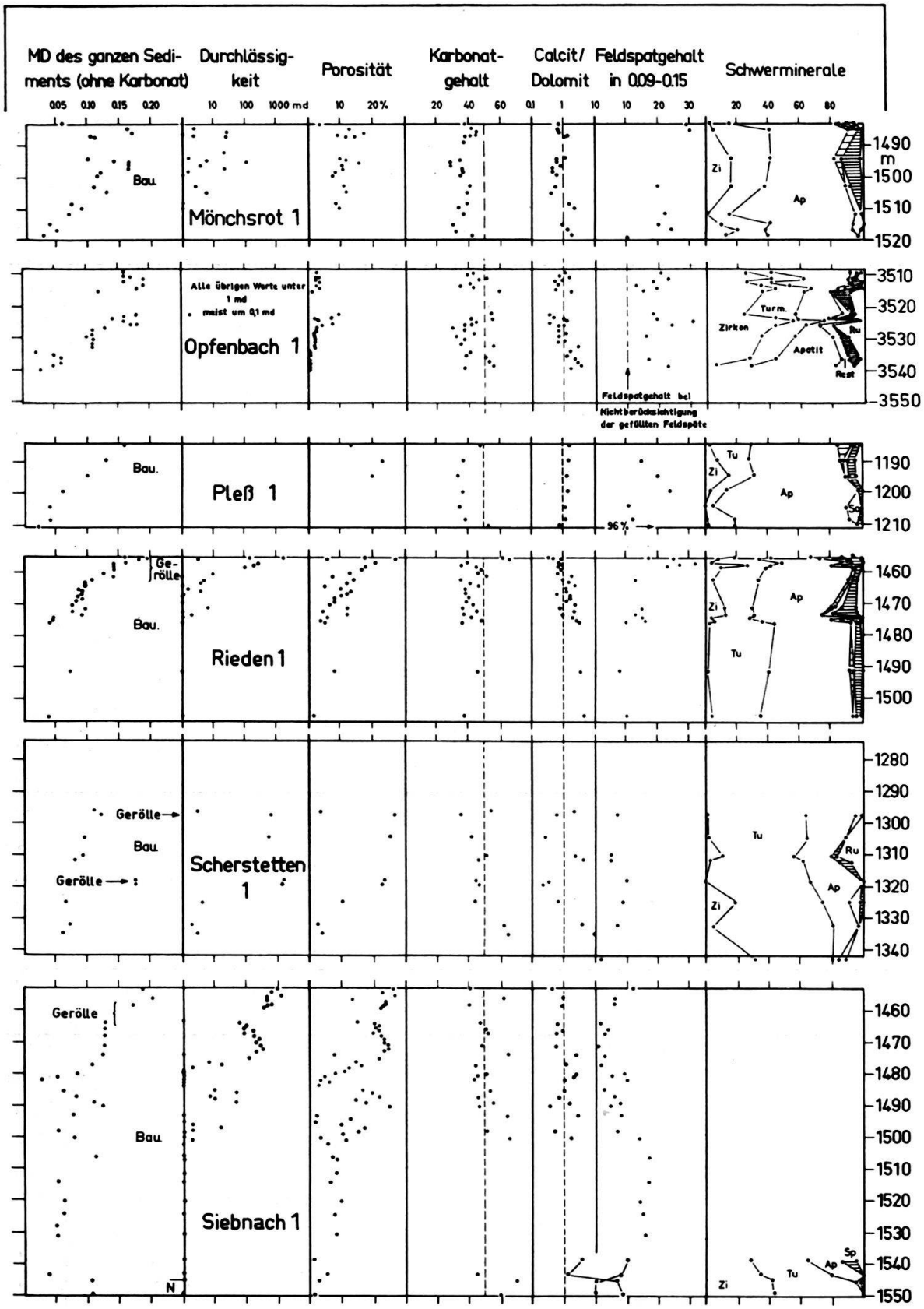
MD des ganzen Sediments (ohne Karbonat)
Durchlässigkeit
Porosität
Karbonatgehalt
Calcit/ Dolomit
Feldspatgehalt in 0,09-0,15
Schwerminerale
Mönchsrot 1
Opfenbach 1
Alle übrigen Werte unter 1 md
meist um 0,1 md
Feldspatgehalt bei Nichtberücksichtigung der gefüllten Feldspäte
Pleß 1
Rieden 1
Scherstetten 1
Siebnach 1
Bau.
Gerölle
Zi
Ap
Tu
Turm.
Zirkon
Apatit
Ru
Rest
Sp
N

Fig. 6d

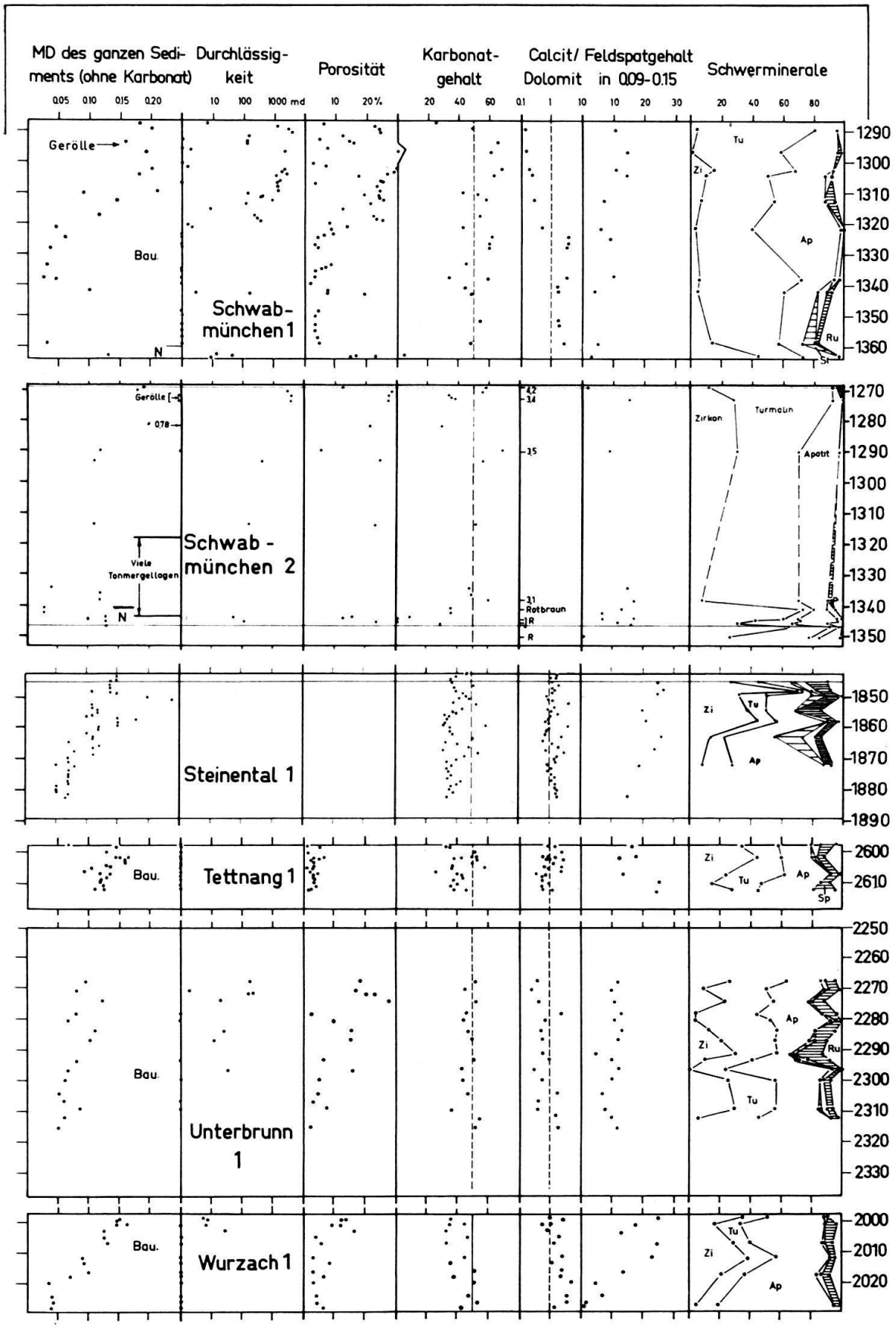
MD des ganzen Sedi-ments (ohne Karbonat)
Durchlässig-keit
Porosität
Karbonat-gehalt
Calcit/ Dolomit
Feldspatgehalt in 0.09-0.15
Schwerminerale
Gerölle
Bau.
N
Schwab-münchen 1
Schwab-münchen 2
Viele Tonmergellagen
Rotbraun
Zirkon
Turmalin
Apatit
Steinental 1
Tettnang 1
Unterbrunn 1
Wurzach 1
Zi
Tu
Ap
Ru
Sp

Fig. 6e

Die Nesselburgschüttung («S»)

G, TAzrs′ (81)
8. 0. 55. 0,6 (grob)
50. 1,4 (fein)

ist nach den Untersuchungen von SCHIEMENZ (1960) durch den hohen Anteil von Dolomitgeröllen charakterisiert, die nach diesem Autor zumindest teilweise aus der Trias der Nördlichen Kalkalpen herzuleiten sind. In der Sandfraktion fällt der geringe Feldspatgehalt und der relativ niedrige (s. Tab. 4) Staurolithgehalt auf. – In den Bohrungen Scherstetten 1, Schwabmünchen 1, Siebnach 1, Unterbrunn 1, Kaufbeuren 1 sowie Teilen von Rieden 1 und Balzhausen 1 (Fig. 5)

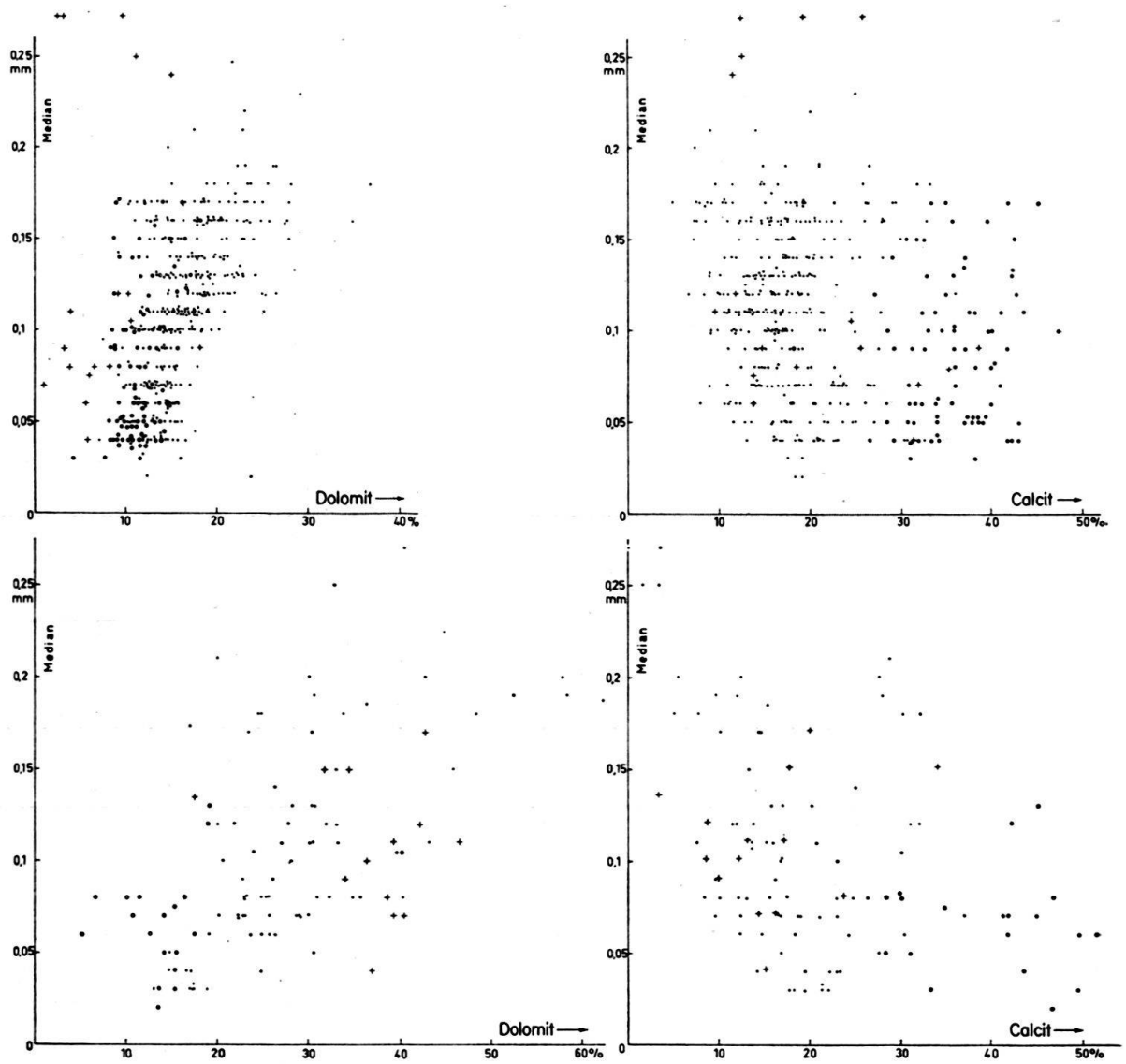

Fig. 7. *Bausteinschichten.* Beziehung zwischen Calcit- bzw. Dolomitgehalt und Mediandurchmesser der von Karbonat befreiten Proben.
Obere Reihe: Westschüttung, untere Reihe: Südschüttung.
Punkte: Vorlandsmolasse, Kreuze: Gefaltete Molasse; Kreise: Kalksandsteine (Calcit: Dolomit > 2).

wurde die Nesselburgschüttung vor allem an dem hohen Dolomitgehalt und seiner kräftigen Zunahme mit wachsender Korngrösse erkannt (Fig. 7, unten links).

Das «Senkele» südöstlich Seeg in der Gefalteten Molasse besteht zu etwa 90% aus Dolomitgeröllen bis 3 cm ∅, und zu 10% aus «Quarzgeröllen» bis 1 cm ∅. In den genannten Bohrungen hingegen halten sich die meist dunkelgrauen Dolomitgerölle und die «Quarzgerölle» (genauer: Quarz, Quarzit, Kieselschiefer und Kristallin) im ganzen etwa die Waage. Dabei sind die «Quarzgerölle» etwas gröber als die Dolomitgerölle. Letzteres dürfte sich nicht so sehr durch das geringere spezifische Gewicht der Quarzgerölle, als durch ihre grössere Kugelähnlichkeit erklären. Die Dolomitgerölle besitzen demgegenüber in der Vorlandsmolasse häufig die Form abgeplatteter Ellipsoide, welche sich rollend nur schwer transportieren lassen und folglich liegenbleiben, während die gleichgrossen Quarzgerölle noch weiterbewegt werden.

Während in den meisten Bohrungen die Gerölle einzeln wie Rosinen in den Sandstein eingestreut sind und z. B. in Schwabmünchen 1 (Bearbeiter: GRIMM, KLINGLER, HAGENMEYER, ZÖBELEIN) nur über 0,2 m Mächtigkeit kompaktere Geröllschnüre eingelagert sind, fanden sich in der nur 700 m weit entfernten Bohrung Schwabmünchen 2 (Bearbeiter: ZIMDARS) solche Geröllschnüre über eine Mächtigkeit von 9,1 m und darüber hinaus 1,4 m Konglomerate. (Diese Zahlen stellen Mindestwerte dar, weil in der geröllführenden Partie ein Kernverlust von 7,1 m eintrat (in Schwabmünchen 1: 2,8 m)). Die mittlere Geröllgrösse liegt meist bei 3 mm, steigt aber in einzelnen Lagen auf 10–20 mm an. Diese alpine Geröllschüttung nahe dem Nordrand des Bausteinschichten-Meeres vermittelt einen Eindruck davon, wie flach das Meer dort zu dieser Zeit gewesen sein muss. Die die Gerölle begleitenden Sandsteine zeigen häufig eine ebenflächige Schrägschichtung 5–10 cm dicker Pakete mit Winkeln bis zu 30°. Eine gradierte Schichtung wurde nie beobachtet. All dies würde zu dem Bild eines nur wenige Meter tiefen Meeres passen.

Das Fehlen von Staurolith in den Bohrungen kann dazu benutzt werden, am Alpenrand nach dem Austrittsbereich der zugehörigen Schüttung zu suchen. Dabei stellt sich heraus, dass nicht die so eindrucksvolle Geröllmassierung des «Senkele» (s. o.) – ihre Schwermineralfraktion ist reich an Staurolith! – sondern das Gebiet vom heutigen Lechaustritt nach Osten bis Murnau (Bohrung Murnau 1) die Wurzel jener mächtigen Schüttung bildet. Hierzu passt auch das Fehlen grösserer Geröllbänke in der alpennahen Bohrung Kaufbeuren 1 (Bearbeiter: LEMCKE, HADNAGY, KÖWING): Die Spülproben in den obersten 10 m der Bausteinschichten enthielten nur wenig Kies, die darunter folgenden Kerne über 5 m sporadisch Gerölle. Die Nesselburgschüttung (SCHIEMENZ, 1960) ist demnach nicht über ihre ganze Breite in der Subalpinen Molasse (75 km) homogen, sondern setzt sich aus mineralogisch unterschiedlichen Teilschüttungen zusammen. Jedoch soll die in die Vorlandmolasse hinausreichende Teilschüttung mit keinem neuen Namen belegt werden. (Andere Deutungsversuche, wie «intrastratal solution» oder Sortierungseffekte, führten nicht zum Ziel.)

Für die *Hochgrat*schüttung («SSW»)

G, ASTZs′ (12)
17. 6. 45. 2

ist nach SCHIEMENZ (1960) die Häufigkeit von Flyschgeröllen typisch. Dem entspricht ein deutliches Zurücktreten des Dolomits in der Sandfraktion gegenüber

der Nesselburgschüttung. (Die Karbonatverteilung ähnelt im Prinzip derjenigen der Westschüttung, s. u.; auf ihre Darstellung in Fig. 7 wurde daher verzichtet.) Der Feldspat- und Staurolithgehalt sind deutlich erhöht. – Die reinsten Ablagerungen dieser Schüttung wurden in den Bohrungen Babenhausen und Klosterbeuren festgestellt.

In Lauben 6 ergab ein Vergleich der Sandpetrographie mit der Zusammensetzung der eingeschlossenen Gerölle interessanterweise, dass der Sand grösstenteils zur Westschüttung gehört (s. u.), während die hier einzeln eingestreuten Gerölle in manchen Proben (Dolomit- und Quarzgerölle) der Nesselburgschüttung, in anderen (Dolomit-, Kalksandstein- und Quarzgerölle) der Hochgratschüttung zuzuordnen sind. Nur in einer Probe stammen Gerölle und Sand aus der Hochgratschüttung. Etwas Ähnliches wurde in Balzhausen beobachtet: Während die Sandkomponente überwiegend zur Westschüttung und zur Hochgratschüttung gehört, wurden die Gerölle vom Nesselburgfächer beigesteuert. Vielleicht handelt es sich hier um die Wirkung eines unterschiedlich starken Ebb- und Flutstromes. Eine verschiedene Herkunft von Geröll- und Sandkomponente wurde weiter oben (Abschnitt 2.1.17: Hohrone) auch aus der fluviatilen USM beschrieben.

Als *West*schüttung («W«)

G, AZTs′r (51)
22. 7. 40. 1,5

wurden die Schüttungen aus der Schweiz zusammengefasst, welche vom Entlebuch («Emmeschüttung») sowie von der Ostschweiz herzuleiten sind. Sie unterscheiden sich von der Hochgratschüttung durch das Fehlen von Staurolith, von der Nesselburgschüttung durch das Überwiegen von Apatit über Turmalin und durch höheren Feldspatgehalt. Dieser ist besonders im nördlichen Teil der Vorlandsmolasse angereichert, wodurch sich der stärkere Einfluss der Emmeschüttung zu erkennen gibt. Unklar ist noch, warum der Feldspatgehalt im Beckenbereich höher ist (20–30%) als in der Subalpinen Molasse (16%). Vermutlich aber reicht die Probenzahl in der letzteren für eine verlässliche Mittelwertbildung nicht aus. Der niedrigere Feldspatgehalt und der höhere Karbonatgehalt im Südteil des Vorlandes deuten auf den Einfluss der Ostschweizschüttung hin (Tab. 4).

In Fig. 5 wurde ausser der Gesamtmächtigkeit der Bausteinschichten i. e. S. noch die Mächtigkeit der gröberen Sandsteine dargestellt, da diese im allgemeinen empfindlicher auf Strömungsunterschiede reagieren als feinere.

Die meisten Profile der Bausteinschichten (Fig. 6) gliedern sich, wie erwähnt, in einen gröberen oberen und einen feineren unteren Teil, welche sich am besten beim Median 0,1 mm voneinander abgrenzen lassen.

Für jede Bohrung wurde ausserdem der nach mineralogischen Kriterien abgeschätzte, prozentuale Anteil der einzelnen Schüttungen durch Kreissektoren dargestellt (Fig. 5).

Die Mächtigkeitslinien der Sandsteine $< 0{,}1$ mm lassen die Bereiche intensivsten Materialtransportes erkennen, welche mit den aus der Mineralverteilung ermittelten Transportstreifen gut übereinstimmen. Hiernach bildete die Westschüttung im Gebiet von Mönchsrot anscheinend eine der Nordküste parallele Sandbarre. Die SSW-Schüttung zeichnete die schon im Lattorf (Volz & Wagner, 1960, Abb. 3) vorhandene «Iller-Depression» nach und zum Teil den heutigen Illerlauf vor, die S-Schüttung aber fällt erstaunlich genau mit dem heutigen Lechlauf zusammen. Bezeichnend ist, dass noch in der Bohrung Balzhausen 1 («Bz»)

die Westschüttung überwiegt, die hier offenbar von der Nesselburgschüttung weit nach N gedrängt wird.

Zum zeitlichen Ablauf ist festzustellen, dass die Westschüttung zuerst erlahmte, so dass gegen Ende der Bausteinschichten Material der SSW-Schüttung längs der Nordküste gegen W bis nach Gaisbeuren 2 («Ga») verdriftet werden konnte. Zu dieser Zeit scheint auch die S-Schüttung noch aktiv gewesen zu sein, wie die Gerölleinstreuungen z. B. in Balzhausen 1 (s. o.) zeigen.

Die zuletzt durch Rutsch (1961) hervorgehobene Diskrepanz der Alterseinstufung der Unteren Meeresmolasse in Bayern (Chatt) und in der Schweiz (Rupel) wird vielleicht durch die folgenden Überlegungen gemildert:

1. Nach Zöbelein (1962, s. o.) besitzt nur der höhere, besonders sandreiche Teil der bayerischen subalpinen Bausteinschichten chattisches Alter, während der tiefere, tonigere Teil noch ins Rupel zu stellen ist.
2. Nach Rutsch (1961) wurde in der Schweiz sicheres Rupel nur von Vaulruz bei Bulle und vom Steinibach im Entlebuch beschrieben.

   Das letztere Vorkommen aber wurde im vorigen Kapitel auf Grund seiner Flyschmerkmale mit den Deutenhausener Schichten verglichen. In den Horwer Platten am Ausgang der Waldemmeschlucht hingegen, welche mit der Westschüttung im deutschen Alpenvorland in Verbindung zu bringen sind, fehlen die typischen Flyschmerkmale (Schleifspuren, Kolkmarken) fast ganz. Sie sind daher nicht ohne weiteres mit den Schichten vom Steinibach gleichzusetzen, so dass für sie ein rupelisches Alter nicht gesichert ist.

Das oben erwähnte, etwas frühere Erlahmen der Westschüttung östlich des Bodensees entspricht wegen der im allgemeinen schnellen Sedimentation gröberer Sande einem nur unbedeutenden Zeitunterschied. Dort sind West- und Südschüttung folglich etwa zeitgleich. Nicht ganz auszuschliessen ist eine langsame, regressionsartig von W nach E fortschreitende Verflachung des Meeres, bei der die Sande aus dem Emmegebiet im Küstenstreifen mitwanderten. Dieses Modell besitzt jedoch keine grosse Wahrscheinlichkeit, zumal die Bausteinschichten östlich des Bodensees gegen N transgredieren.

Für die feinkörnigeren und tonigeren Schichten von Vaulruz hingegen, welche in keinem Schüttungszusammenhang mit den Horwer Platten des Emmegebietes stehen, bereitet eine zeitliche Sonderstellung keine Schwierigkeiten. Aus einer ungefähren Gleichzeitigkeit dieses molasseartigen Rupels mit den flyschartig abgelagerten Schichten vom Steinibach würden sich jedoch interessante paläogeographische Konsequenten ergeben.

Hiernach ist ein chattisches Alter zumindest der oberen, groben Partie der Bausteinschichten von der Emme bis zum Inn zur Zeit am besten mit allen Beobachtungen zu vereinbaren.

Eine überraschend umfassende petrographische Übereinstimmung mit den rupelischen «Bunten Niederröderner Schichten» in Stockstadt 7 bei Darmstadt (s. Mineraltabellen) wirft die Frage nach einer möglichen Verbindung des subalpinen Rupelmeeres mit demjenigen des zu dieser Zeit bereits einsinkenden Rheintalgrabens erneut auf. Eine solche Verbindung wurde von Buxtorf & Fröhlicher (1933) auf Grund übereinstimmender Fischfaunen angenommen, später aber von Rutsch (1961/62) und auch von Fröhlicher & Weiler (1952)

vor allem auf Grund «unterschiedlicher Fisch-, Ostrakoden- und Molluskenfaunen» abgelehnt. Zur Abklärung dieses Problems sind noch detaillierte sedimentpetrographische Untersuchungen notwendig.

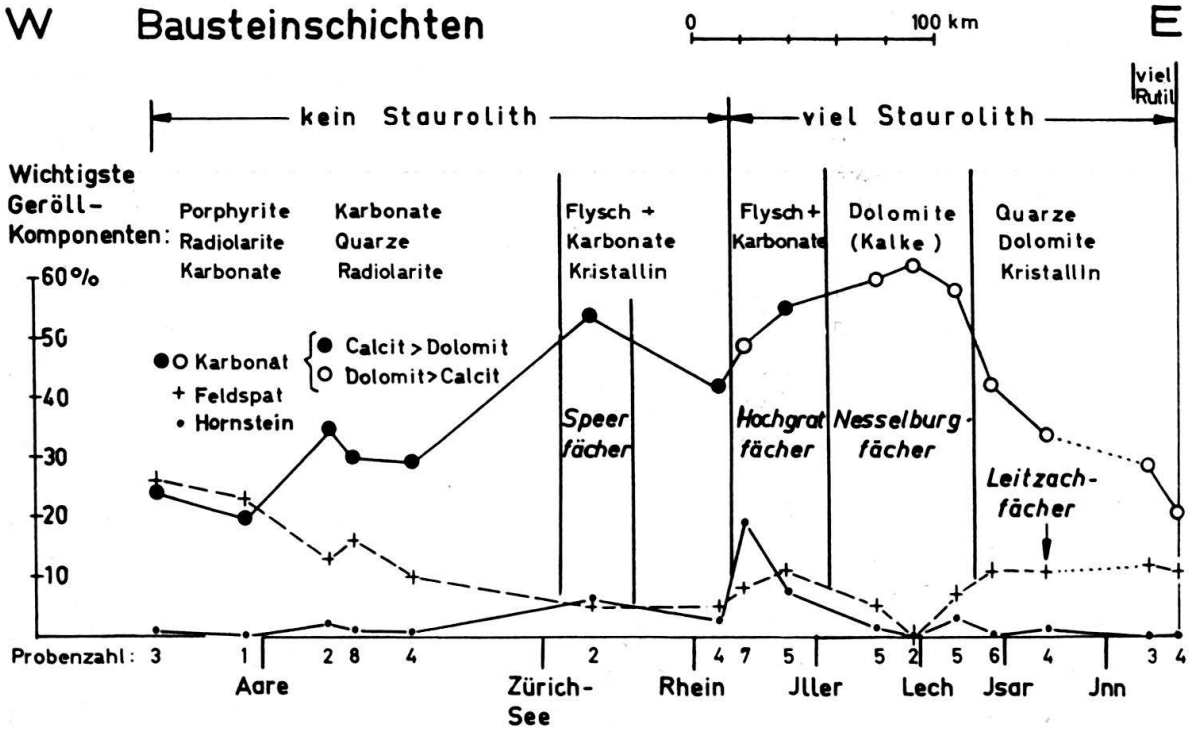

Fig. 8

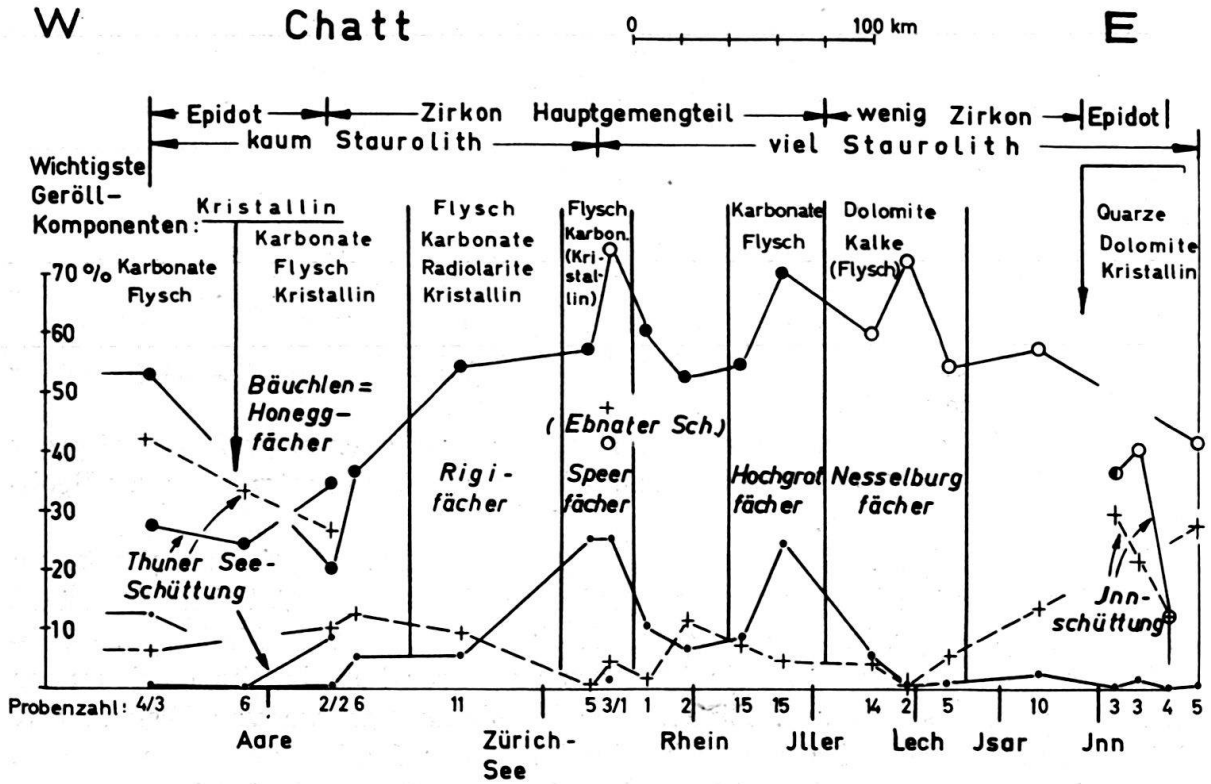

Fig. 9

2.2.3. *Terrestrisches Chatt und Aquitan* («Untere Süsswassermolasse = USM»)

2.2.3.1. Mechanismus und Charakteristik der Schüttungen

Die Untere Süsswassermolasse bestreitet in ihrem Verbreitungsgebiet W von München etwa $^2/_3$ der Molassemächtigkeit. Es lässt sich abschätzen, dass zu dieser Zeit eine Gesteinsschicht von etwa 1300 m Mächtigkeit von den Alpen abgetragen worden sein muss. Die zur Zeit der Bausteinschichten in der Subalpinen Molasse angelegten Schuttfächer erfuhren im Chatt und Aquitan ihren stärksten Zuwachs (maximal 4000 m). Sie sind weitgehend aus schlecht sortierten Konglomeraten mit sandmergeligem Bindemittel zusammengesetzt. Die geringe Ausdehnung dieser Fächer in der Schüttungsrichtung deutet auf ein sehr rasches Absinken der Transportkraft hin.

Von manchen Autoren (u. a. SCHIEMENZ, 1960) wurde daraus gefolgert, dass die Schuttfächer auf kurze, reissende Flüsse zurückgehen, welche in einen Süsswassersee mündeten. Jedoch können ähnliche Sedimente auch in terrestrisch-fluviatilen Gebieten an einem starken Gefälleknick entstehen, wie Beobachtungen von E. KOCH (Gew. Elwerath) in Ostperu zeigten (mündliche Mitteilung): Die von den Anden kommenden Flüsse verlieren dort ihren Geröllinhalt vollständig und auch ihre Sandfracht zum grossen Teil, sobald sie in die Ebene eintreten. An dieser Stelle finden sich daher die gleichen, schlecht sortierten und von Mergelbändern unterbrochenen Schuttfächer wie in der Subalpinen Molasse. Das weiter draussen sedimentierte Material aber, Sande, Tonmergel und vor allem Sandmergel, stammt zum grössten Teil nicht von diesen Geröll-Schuttfächern, sondern vom beckenparallelen Transport des Ucayaliflusses, eines der Hauptquellflüsse des Amazonas.

In der Unteren Süsswassermolasse («USM») lassen sich durch ein terrestrisches Becken hindurch mineralogisch definierte Materialströme bis in marine Deltaschüttungen verfolgen (s. besonders Fig. 14b und e). Hieraus kann man in Übereinstimmung mit HOFMANN (1960) einen *fluviatilen Transport* ableiten. Es ergibt sich das Bild einer Ebene, die von einem Flechtwerk von Flussadern durchzogen war («braided river»), welches sich häufig verlagerte und dabei kleinere und grössere Totwasserarme und -seen bildete. In ihnen und bei kurzfristigen Überflutungen kam die feine Trübe zum Absatz.

Die USM besteht zu etwa 80% aus rötlich- und grünlichbunten Silt- und *Tonmergelsteinen*. Diese scheinen, wie die Untersuchung der daraus abgeschlämm-

---

Fig. 8. *Bausteinschichten*. Petrographisches Westostprofil längs der Gefalteten Molasse. Aus den Proben wurden gebietsweise Mittelwerte gebildet. Zur Orientierung wurden unten die grösseren Flüsse in maßstäblichem Abstand eingezeichnet. Die Ordinate gilt für Karbonatgehalt, sowie für Feldspat- und Hornsteingehalt der von Karbonat befreiten Fraktion 0,09–0,15 mm. Der höhere Karbonat- und niedrigere Feldspatgehalt zwischen Zürichsee und Isar sowie das Überwiegen von Calcit in der Schweiz und Dolomit in Deutschland treten deutlich in Erscheinung.

Fig. 9. *Chatt*. Petrographisches Westostprofil längs der Gefalteten Molasse. Einteilung und Signaturen wie Fig. 8. Ganz links bzw. ganz rechts sind die Kristallin führende Thunersee- und Innschüttung mit eingezeichnet. Auf diese beziehen sich der Epidot (oberste Zeile) und die mit Pfeilen versehenen Geröllkomponenten. Die kleine, Kristallin führende Schüttung der Ebnater Schichten (Mitte des Diagramms) ist durch 1 Probe, der linke Punkt der Thunersee-Schüttung durch 3 Proben belegt, welche übrigens nur materialmässig der Thunersee-Schüttung ähneln, jedoch von SW geschüttet wurden (Saanegebiet). Beachte die prinzipielle Übereinstimmung mit Fig. 8.

ten Sandkomponente zeigte (s. u.), zu einem wesentlichen Teil feinste Abschlämmungen der grossen Schuttfächer in der deutschen Subalpinen Molasse zu sein. Daher nimmt auch die aus elektrischen Bohrlochmessungen ermittelte Gesamtmächtigkeit dieser Mergelsteine radial von den Schuttfächern gegen Norden ab (Fig. 14).

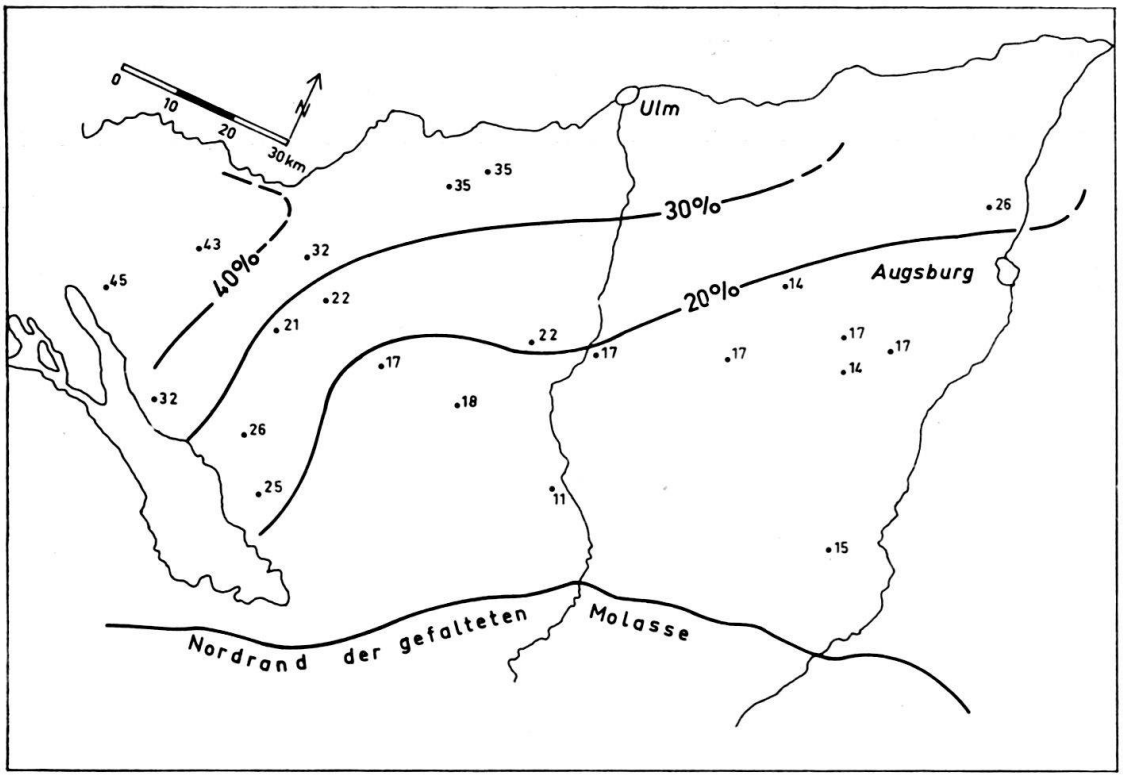

Fig. 10. *Geschätzter Anteil von Sandsteinen in der USM.* Nach Kernen, Spülproben und Diagrammen.

Sandsteine sind nach elektrischen Bohrlochmessungen und Spülprobenauszählungen im Durchschnitt zu etwa 20% an der chattisch-aquitanen Vorlandsmolasse beteiligt. Sie sind stets kalkig zementiert und führen eine arenitische Dolomitkomponente. Eine kartenmässige Darstellung der Sandbeteiligung (Fig. 10) zeigt, dass die Sandsteine nur zum kleineren Teil aus den grossen Schuttfächern des deutschen Alpenrandes stammen können: Da man die Transportrichtung hier etwa mit der Richtung abnehmender Sandbeteiligung gleichsetzen kann und ein Transport von N nach S natürlich nicht in Frage kommt, ergibt sich schon aus dieser Abbildung eine westliche Herkunft der sandreicheren und – ähnlich wie in Ostperu – wohl auch wasserreicheren Zuflüsse.

Dies wird durch die mineralogischen Untersuchungen bestätigt (s. u.). Die USM lässt sich hiernach in mehrere Abschnitte unterteilen (Fig. 11), welche im einzelnen

Fig. 11. *Schüttungseinheiten der USM.* Die Bohrprofile sind willkürlich angeordnet. Zahlen über den Bohrungssäulen = Teufe der Oberkante USM. Zahlen in Klammern: Hier ist ein Teil der USM präglazial abgetragen worden. Die einzelnen Proben sind durch Querstriche bezeichnet. Rechts unten: Sedimentpetrographische Formeln (s. Abschn. 1) der Schüttungseinheiten; dahinter in Klammern die Anzahl der gemittelten Proben.

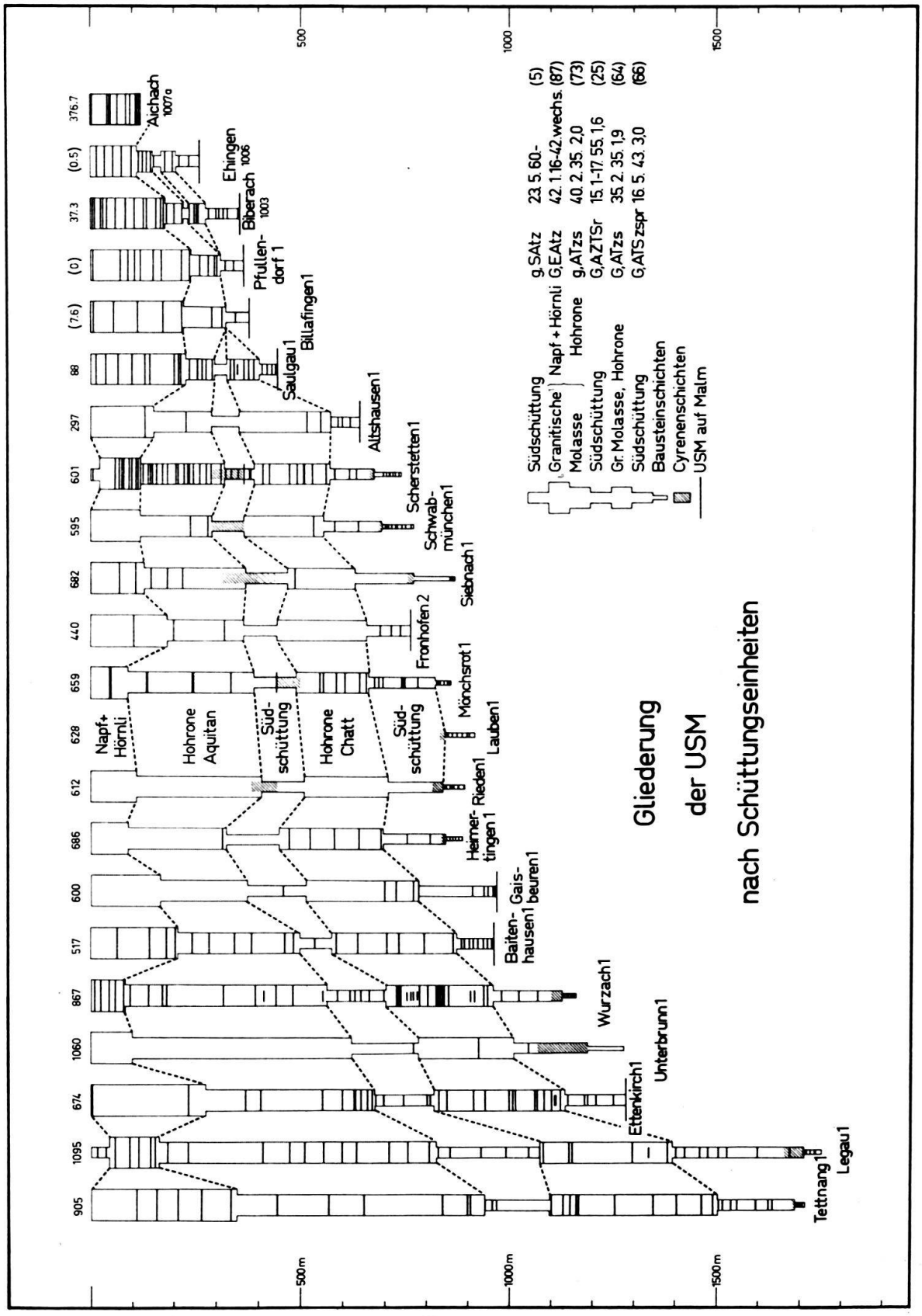
Gliederung
der USM
nach Schüttungseinheiten
Napf+ Hörnli
Hohrone Aquitan
Süd-schüttung
Hohrone Chatt
Süd-schüttung
Aichach 1007a
Ehingen 1006
Biberach 1003
Pfullen-dorf 1
Billafingen 1
Saulgau 1
Altshausen 1
Scherstetten 1
Schwab-münchen 1
Siebnach 1
Fronhofen 2
Mönchsrot 1
Lauben 1
Rieden 1
Herner-tingen 1
Gais-beuren 1
Baiten-hausen 1
Wurzach 1
Unterbrunn 1
Ettenkirch 1
Legau 1
Tettnang 1
Südschüttung
Granitische Molasse
Napf + Hörnli
Hohrone
Südschüttung
Gr. Molasse, Hohrone
Südschüttung
Bausteinschichten
Cyrenenschichten
USM auf Malm
g,SAtz 23.5.60.- (5)
G,EAtz 42.1.16-42.wechs. (87)
g,ATzs 40.2.35.2,0 (73)
G,AZTSr 15.1-17.55.1,6 (25)
G,ATzs 35.2.35.1,9 (64)
G,ATSzspr 16.5.43.3,0 (66)
500
1000
1500
500m
1000m
1500m

Fig. 11

auf den Schüttungskärtchen Fig. 14a–e dargestellt sind. Die Sedimente der Abschnitte a (der unterste) und c sind relativ arm an sandigen Einlagerungen. Diese erweisen sich durch ihren geringen Feldspatgehalt, ihren hohen Karbonatgehalt und das Vorkommen von Hornsteinkörnern und Staurolith als Abkömmlinge der grossen Schuttfächer des deutschen Alpenrandes mit vorwiegend sedimentären Liefergesteinen.

Demgegenüber lassen sich die Sandsteine der sandreicheren Abschnitte (Fig. 14b, d und e) nur von den wenig prononcierten Austrittsstellen der feldspatreichen «Granitischen Molasse» (STUDER 1853) in der Schweiz (LEMCKE & Mitarb. 1953, S. 20), und zwar von der Hohrone südlich des Zürichsees und aus dem Napf-Hinterland zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee, herleiten. Diese Sandsteine sind durch hohen Feldspatgehalt, geringen Karbonat- und Hornsteingehalt sowie Anreicherungen von Apatit bzw. Epidot gekennzeichnet und deuten auf ein vorwiegend kristallines Liefergebiet hin. Sicher stammt auch ein Teil der begleitenden Mergelsteine von dort.

Die Verknüpfungen zwischen den Beckensedimenten und den Schuttfächern der Subalpinen Molasse beruhen auf den Verschiedenheiten der letzteren, welche auf Fig. 9 zusammengestellt sind. Ein Vergleich mit Fig. 8 zeigt übrigens, dass sich diese Schuttfächer seit den Bausteinschichten in ihrer Zusammensetzung

Tabelle 5. Mittelwerte der Schuttfächer der USM

a) Zusammenstellung der sedimentpetrographischen Formeln:

	Schwer-minerale	Proben-zahl	Feld-spat	Chalce-don	Karbo-nat	Ca/Dol.	Undulöse Quarze
1. Napf	g, EAzt	(28)	50	0	20	3,0	(46)
2. Hohrone	G, AZtsr	(47)	47	0	16	1,5	(69)
3. Hörnli	g, EAzt	(14)	25	8	50	1,0	(51)
4. Kronberg, oben	g, EAzts	(3)	15	20	70	2,7	
5. Kronberg, unten	g, ATsze	(2)	17	25	59	1,8	(44)
6. Gäbris	G, AZRSt	(19)	21	9	47	1,2	(51)
7. Kojen	G, SATZr	(13)	9	32	67	1,7	

b) Mittlere Schwermineralgehalte (Fig. 12):

	Zirkon	Rutil	Turma-lin	Apatit	Stauro-lith	Epidot	Sonstige	Granat
1. Napf	9	1	3	15	1	69	1 Chloritoid 1 Titanit	32
2. Hohrone	23	3	8	59	4	2	1 Chloritoid	70
3. Hörnli	7	2	3	23	2	62	1 Titanit	25
4. Kronberg, oben	6	1	5	31	3	54		26
5. Kronberg, unten	6	2	11	67	7	6	1 Anatas	27
6. Gäbris	23	15	9	39	11	0	1 Anatas 2 Spinell	62
7. Kojen	13	8	18	22	37	0	1 Disthen 1 Spinell	60

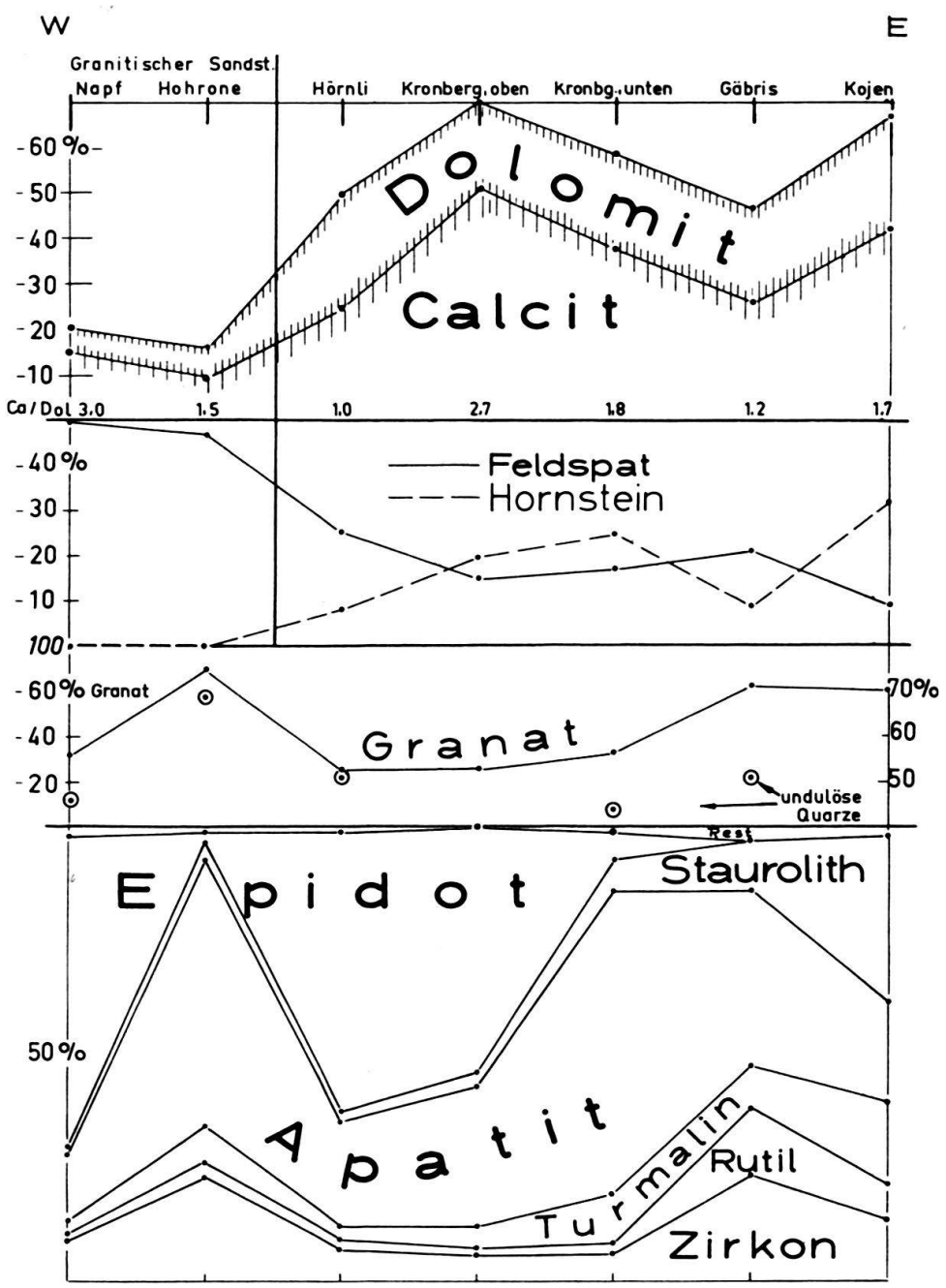

Fig. 12. *Petrographische Unterscheidung* der Schüttungen in der Subalpinen Molasse der Ostschweiz. (Mitte rechts: 50–60–70% undulöse Quarze; links: Granat in % aller Schwerminerale; unten: Schwerminerale ohne Granat).

kaum geändert haben. Die wesentlichen Merkmale, die unterschiedliche Höhe des Karbonatgehaltes und das Überwiegen von Calcit am schweizerischen und von Dolomit am deutschen Alpenrand, blieben bestehen. Da sich vor allem in der Ostschweiz die verschiedenen Schüttungen vielfach miteinander verzahnen (Fig. 13), ist zu prüfen, ob die in Tabelle 5 erkennbaren Unterschiede statistisch genug gesichert sind, um als Unterscheidungsmerkmale zwischen diesen Schüttungen gelten zu können. Hierzu dient der STUDENT-t-Test (s. z. B. MARSAL 1949):

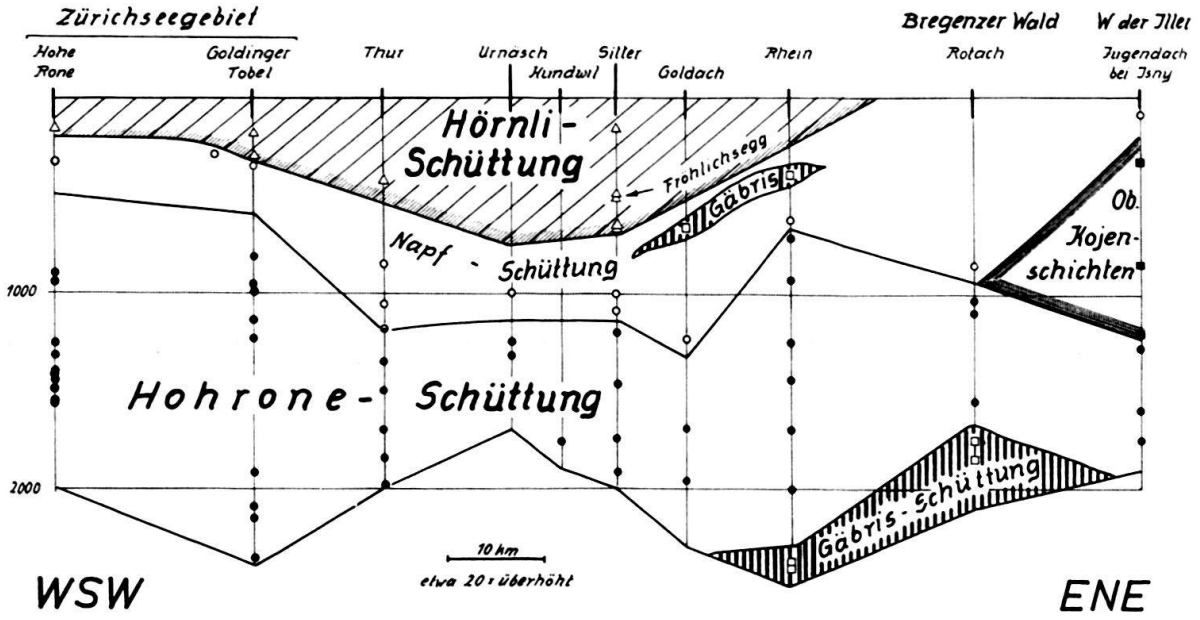

Fig. 13. *Längsprofil durch die Schüttungen* am aufgerichteten Südrand der Vorlandsmolasse (vorwiegend Aquitan) in der Ostschweiz. Es zeigt die Verzahnung der Granitischen Molassen (Punkte und Kreise) mit den südlichen Schuttfächern des Hörnli (Dreiecke), Gäbris (offene Quadrate) und Kojen (gefüllte Quadrate). Jedes Zeichen entspricht einer Probe.

Nach der Formel

$$T = t \cdot \sqrt{\frac{(v_1^2 + v_2^2 + \cdots v_n^2)}{n\,(n-1)}}$$

worin n = Probenzahl des betr. Kollektivs
v = Abweichung der Einzelmessung vom gefundenen Mittelwert
t (s. nachfolgende Tabelle!)

Tabelle 6. t-Tafel (aus MARSAL 1949)

$n-1$	Sicherheit 95%	99%	$n-1$	Sicherheit 95%	99%	$n-1$	Sicherheit 95%	99%
1	12,71	63,66	11	2,21	3,12	21	2,08	2,82
2	4,30	9,92	12	2,18	3,07	22	2,07	2,80
3	3,18	5,84	13	2,16	3,02	23	2,07	2,79
4	2,78	4,60	14	2,15	2,98	24	2,06	2,77
5	2,57	4,03	15	2,13	2,95	25	2,05	2,77
6	2,45	3,71	16	2,12	2,92	26	2,05	2,76
7	2,37	3,51	17	2,11	2,89	27	2,05	2,75
8	2,31	3,36	18	2,10	2,87	28	2,04	2,75
9	2,26	3,25	19	2,09	2,85	29	2,04	2,75
10	2,23	3,17	20	2,09	2,84	30	2,04	2,75

wurde berechnet, wie gross der Streubereich T um den *gefundenen* Mittelwert ist, in welchem der gesuchte, *wahre* Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 bzw. 99% liegt. In vielen Fällen jedoch waren die Unterschiede so evident, dass auf diesen Test verzichtet werden konnte. Es sind im folgenden nun alle diejenigen Eigenschaften genannt, durch welche sich die Schüttungen unterscheiden. In Klammern dahinter ist die obere bzw. untere Grenze des Streubereiches der Mittelwerte angegeben.

Napf unterscheidet sich von

Hohrone	durch	Granat (Evidenz)
		Epidot (Evidenz)
		undulöse Quarze (99% Sicherheit: Napf < 54; Hohrone > 64,3%)
Hörnli	durch	Feldspat (99% Sicherheit: Napf > 45,8; Hörnli < 30,4%)
		Hornstein (99% Sicherheit: Napf < 1; Hörnli > 3%)
		Karbonat (99% Sicherheit: Napf < 27,7; Hörnli > 42,2%)
		Calcit/Dolomit (Evidenz)
		Apatit/Zirkon (Evidenz)
Kronberg		Feldspat (99% Sicherheit: Napf > 45,8; Kronberg < 18,5%)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
Kronberg-U	durch	Epidot (Evidenz)
Gäbris	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		Granat (99% Sicherheit: Napf < 45,6; Gäbris > 54,2%)
Kojen	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		Granat (Evidenz, s. Napf/Gäbris)
		Epidot (Evidenz)
		Staurolith (Evidenz)

Hohrone unterscheidet sich von

Hörnli	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		undulöse Quarze (mit nicht ganz 95% Sicherheit: Hohrone > 64,3; Hörnli < 65,7%) (zu wenig Messungen!)
		Granat (Evidenz)
		Epidot (Evidenz)
Kronberg	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		Granat (Evidenz)
Kronberg-O	durch	Epidot (Evidenz)
Gäbris	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		undulöse Quarze (99% Sicherheit: Hohrone > 64,3; Gäbris < 59,7%)
		Rutil und Staurolith (99% Sicherheit: Hohrone < 9,5; Gäbris > 19,8%)
Kojen	durch	Feldspat (Evidenz)
		Hornstein (Evidenz)
		Karbonat (Evidenz)
		Staurolith (Evidenz)

Hörnli unterscheidet sich von

Kronberg	durch	Feldspat (99% Sicherheit: Hörnli > 19,6; Kronberg < 18,5%)
		Hornstein (95% Sicherheit: Hörnli < 11,1; Kronberg > 13,7%)
		Calcit (mit < 95% Sicherheit, d.h. unsicher)
Kronberg-U	durch	Epidot (Evidenz)
Gäbris	durch	Granat (99% Sicherheit: Hörnli < 36,6; Gäbris > 54,2%)
		Epidot (Evidenz)

Kojen durch Feldspat (99% Sicherheit: Hörnli > 19,6; Kojen < 14,2%)
Hornstein (99% Sicherheit: Hörnli < 12,4; Kojen > 15%)
Granat (Evidenz)
Epidot (Evidenz)
Staurolith (Evidenz)

Kronberg[4]) *unterscheidet sich von*

Gäbris durch Hornstein (95% Sicherheit: Kronberg > 13,7; Gäbris < 11,2%)
Granat (99% Sicherheit: Kronberg < 47,6; Gäbris > 54,5%)
Zirkon + Rutil + Turmalin (99% Sicherheit: Kronberg < 25; Gäbris > 36%)

Kojen durch Granat (99% Sicherheit: Kronberg < 47,6; Kojen > 50,6%)
Zirkon + Rutil + Turmalin (99% Sicherheit: Kronberg < 25; Kojen > 25,2%)
Staurolith (99% Sicherheit: Kronberg < 12,4; Kojen > 25,8%)

Gäbris unterscheidet sich von

Kojen durch Feldspat (99% Sicherheit: Gäbris > 14,2; Kojen < 14,6%, d.h. knapp)
Hornstein (99% Sicherheit: Gäbris < 12; Kojen > 14,7%)
Karbonat (99% Sicherheit: Gäbris < 55,5; Kojen > 57,2%)
Staurolith (99% Sicherheit: Gäbris < 18,9; Kojen > 25,8%)

Alle Merkmale, für welche in dieser Aufstellung Evidenz oder 99%ige Sicherheit angegeben ist, dürfen als statistisch gesicherte Unterschiede gelten; für die Kronbergschüttung ist allerdings einschränkend zu bemerken, dass die Probenzahl wahrscheinlich doch zu gering ist.

Auf fast allen Schüttungskärtchen ist der Calcit/Dolomit-Quotient im Vorland höher als in der Gefalteten Molasse. Dies beruht auf einem Sortierungseffekt, welcher schon in den Bausteinschichten festgestellt wurde (Fig. 7): Der Dolomit wurde vorwiegend in Sandkorngrösse, der Calcit auch pelitisch zugeführt. Daher wurde mit den feineren Sandsteinen des Beckenbereiches relativ mehr Calcit abgelagert als in den grossen Nagelfluhfächern am Alpenrand.

2.2.3.2. Chatt

Die Bausteinschichten werden von sehr fossilreichen, grauen, teilweise auch gelblichen, grünlichen oder bräunlichen Mergelsteinen überlagert, den «*Unteren Cyrenenschichten*» (s. z. B. Lemcke 1955, S. 18), deren maximale Ausdehnung in Fig. 14a dargestellt ist. Nach Grimm (1957) sind sie in Rieden 1 aus mehreren Zyklen (von unten nach oben) «marin-brackischer Mergelstein / limnisch-brakkischer Kalkstein / limnischer Stinkkalk / kohledurchstäubter Kalk» aufgebaut. Ihre Mächtigkeit beträgt im Norden 10 m, im Süden 50 m und nimmt gegen München vermutlich weiter zu. Sie entsprechen einem Rückzugsstadium des brackischen Bausteinschichten-Meeres, welches schon im obersten Teil der Bausteinschichten mit einem Erlahmen der Westschüttung begann (Abschn. 2.2.2.2.)

[4]) Es wurden nur die Proben 254–258 betrachtet.

Fig. 14. *Die Schüttungen der Unteren Süsswassermolasse.* Die Einordnung der Schüttungen in stratigraphische Einheiten ist im einzelnen hypothetisch (s. Abschn. 2.2.3.2. bezüglich Fig. 14c). Wo nichts anderes vermerkt ist, bedeuten dünne, durchgezogene Linien = Gesamtmächtigkeiten, dicke, durchgezogene Linien = Sandsteinmächtigkeiten, unterbrochene Linien = Mergelsteinmächtigkeiten. Punktierte Pfeile und Bänder = Schüttungen. Dicke Punkte = Bohrungen (s. Fig. 1). Die NE-Schüttung auf Fig. 14b bezeichnet die «Glassande»; die Formel gehört nicht zu diesen.

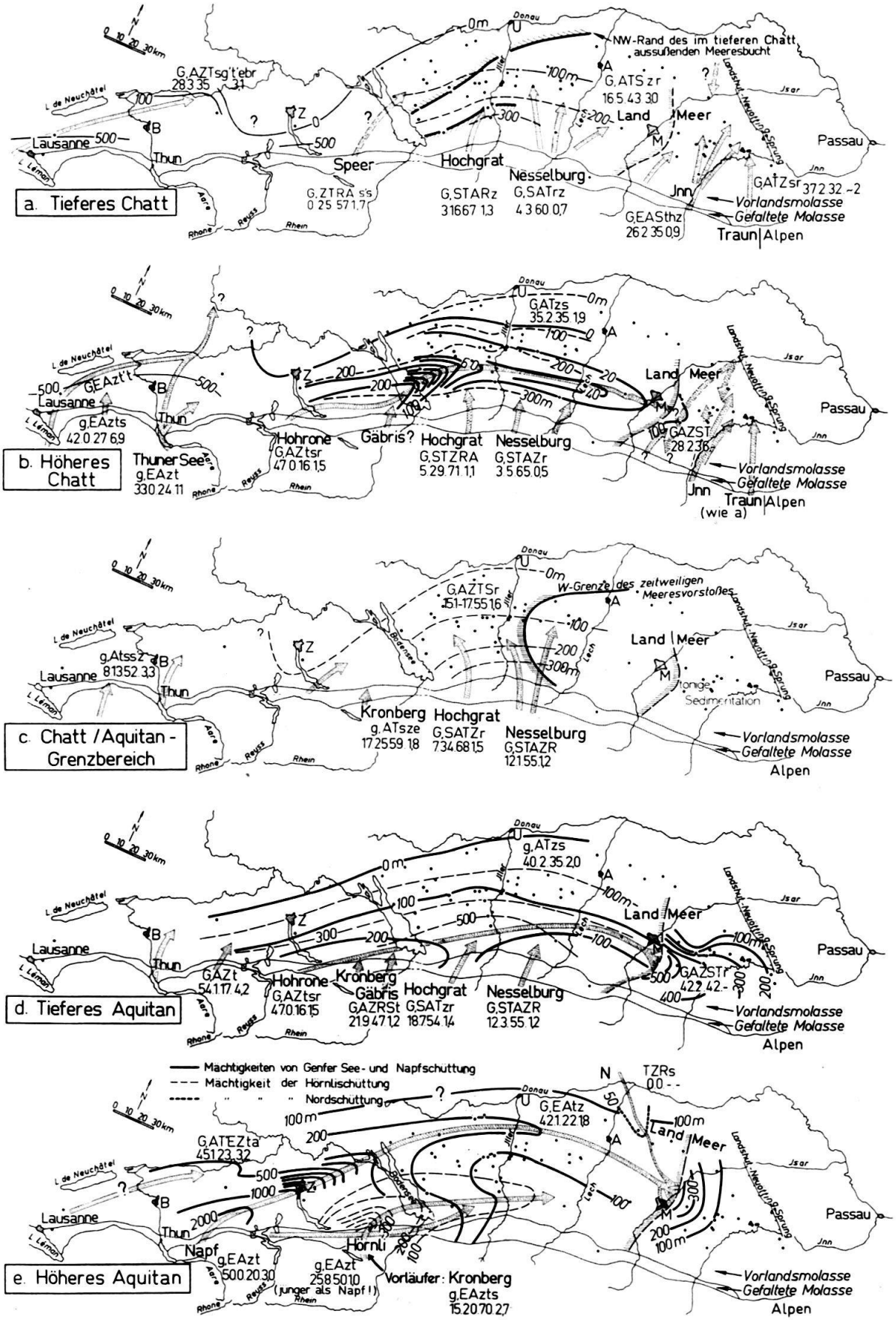
a. Tieferes Chatt
b. Höheres Chatt
c. Chatt / Aquitan - Grenzbereich
d. Tieferes Aquitan
e. Höheres Aquitan
Mächtigkeiten von Genfer See- und Napfschuttung
Mächtigkeit der Hörnlischuttung
Nordschuttung
NW-Rand des im tieferen Chatt aussußenden Meeresbucht
W-Grenze des zeitweiligen Meeresvorstoßes
Land
Meer
Lausanne
Thun
Speer
Hochgrat
Nesselburg
Passau
Hohrone
Gäbris
Kronberg
Napf
Hörnli
Vorläufer: Kronberg
Vorlandsmolasse
Gefaltete Molasse
Alpen
Traun
Donau
Rhein
Rhone
Jnn
Jsar
L. Léman
L. de Neuchâtel

Fig. 14 a-e

und stellenweise zur Entstehung kleiner Pechkohlenflöze (Echelsbacher Flöz, Scherstetten 1 (LEMCKE, 1955), Rieden 1, Schwabmünchen 1), in Siebnach 1 sogar zu einer Emersion mit Entstehung einer Kieselkruste auf den Bausteinschichten Anlass gab (GRIMM).

Der genannte Meeresarm erhielt damals Zufuhren von meist feinem Detritus aus dem dolomitreichen Nesselburgfächer und dem durch Staurolith und Hornstein charakterisierten Hochgratfächer. Diese Schuttfächer lieferten auch das Material der untersten, vorwiegend mergeligen, 50–250 m mächtigen Abteilung der Unteren Süsswassermolasse, welche sich durch höheren Staurolithgehalt und geringeren Zirkon- und Feldspatgehalt vom Hangenden unterscheidet. Der Sedimentationsraum erreichte zu dieser Zeit erstmals die Donau.

Im schweizerischen Alpenvorland wird das unterste Chatt durch die glaukophanführende, untere Aarwanger Molasse vertreten, welche nur mit den tiefsten Molasseschichten der Bohrung Chapelle 1 (LEMCKE, 1959) zu verbinden ist und sich demnach wahrscheinlich aus dem Genfersee-Gebiet herleitet (Fig. 14a). Östlich von Olten (VONDERSCHMITT & TSCHOPP, 1953) und südöstlich von Zürich (Bohrung Küsnacht 1, BÜCHI u. a. 1961) wurde zu dieser Zeit wahrscheinlich nicht sedimentiert, da die hier an der Molassebasis liegende Hohroneschüttung (Chatt/Aquitan) zeitlich etwa der Thunersee-Schüttung (s. u.) entspricht, welche jünger als die Aarwanger Molasse ist. Dieses Hochgebiet im Raum von Zürich legte sich den von Westen kommenden Schüttungen hemmend in den Weg: Möglicherweise bildete sich jetzt im Gebiet der Aarwanger Molasse ein Süsswassersee – das Vorkommen rotbrauner Biotite deutet auf nichtfluviatile Sedimentation hin. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass die untere Aarwanger Molasse, welche wahrscheinlich den Basisschichten der Molasse in Chapelle 1 und damit möglicherweise dem Hangenden der rupelischen ? Grès de Vaulruz in Savigny 1 (LEMCKE, 1963) entspricht, ein zeitliches Äquivalent der Bausteinschichten zumindest östlich des Bodensees ist.

Noch deutlicher tritt die Wasserscheide in der Mittelschweiz auf dem Kärtchen 14b hervor. Zu dieser Zeit erreichte erstmals zentralalpiner Schutt an mehreren Stellen das Mittelland: Solche vor allem durch Epidot gekennzeichneten Schüttungen erscheinen am Rhoneaustritt (titanitführend), bei Bulle (staurolithführend) und am Aareaustritt (Thunersee-Schüttung). Es ist nicht ausgeschlossen, dass sie den Rahmen jenes hypothetischen Süsswassersees (s. o.) sprengten und einen Weg in den Rheintalgraben fanden, welcher nach VONDERSCHMITT & TSCHOPP (1953) seit dem Unteroligozän einsank. Auf die Möglichkeit einer derartigen Verbindung deuten auffallende petrographische Übereinstimmungen mit den chattischen «Bunten Niederröderner Schichten» der Bohrung Stockstadt 7 bei Darmstadt hin (s. auch Ende des Abschnittes 2.2.2.2.). Bis nach Delsberg ist diese Epidotfazies schon durch v. MOOS (1935) nachgewiesen.

Aus dem Gebiet des Zürichsees bahnte sich indessen das Flußsystem der Granitischen Molasse seinen Weg nach Osten (HABICHT 1945b). Die Sandsteine dieser sogenannten Hohroneschüttung (HOFMANN, 1957) sind durch hohen Apatit- und Feldspatgehalt sowie geringen Karbonatgehalt charakterisiert. Der untere Teil derselben wurde von ZÖBELEIN (1963) anhand von Landschnecken neuerdings ins Chatt eingestuft.

Die Schüttungen aus sedimentären Liefergebieten hatten demgegenüber im Chatt und Aquitan nur eine geringe Reichweite, wie man z. B. aus den Einlagerungen von Granitischer Molasse unmittelbar im Zentrum des Gäbrisfächers an der Strasse Bühler–Gais erkennt (Abschn. 2.1.14. und Fig. 13). Nur die Mergelsteine scheinen zumindest teilweise von jenen Schüttungen zu stammen, wie man aus ihrer Mächtigkeitsverteilung (s. voriger Abschnitt) und dem geringen Feldspatgehalt ihres (unter 1% liegenden) Sandanteils entnehmen kann (durch 9 Proben aus Scherstetten 1 belegt).

Fig. 14c zeigt eine vorübergehende Einschränkung der Hohroneschüttung: Zu dieser Zeit ist die Schüttung zwar in der Bohrung Küsnacht 1 bei Zürich nachzuweisen (Büchi u. Mitarb., 1961), gelangte aber nicht über den Bodensee hinaus nach Osten (s. auch Fig. 11).

Da die Beckensenkung jedoch andauerte, ermöglichte diese unzureichende Schuttzufuhr dem ostbayerischen Meer eine vorübergehende Transgression bis über die Iller hinaus. Nach Lemcke (1961, S. 280) erlahmten auch im marinen Bereich E München an der Chatt/Aquitangrenze die Sandzufuhren. Als mögliche Erklärung nennt Lemcke (l. c.) eine Umgestaltung des alpinen Gewässernetzes im Zusammenhang mit nachgewiesenen tektonischen Bewegungen. Die vorwiegend feinkörnigen Ablagerungen dieses Meeresvorstosses, die *Oberen Cyrenenschichten*, liegen nach Fahrion & Straub (1955) in Scherstetten 1 nahe der Grenze Chatt/Aquitan. Man wird sie daher stratigraphisch etwa gleichsetzen dürfen mit der in Ostbayern auf die Chattsande folgenden Tonmergelserie, in welcher die Chatt/Aquitangrenze mikropaläontologisch gut erkennbar ist. Oberhalb der Oberen Cyrenenschichten setzte die Hohroneschüttung wieder ein (s. u.). In Übereinstimmung hiermit wurde die Chatt/Aquitan-Grenze auch südlich des Zürichsees innerhalb der Hohroneschüttung festgestellt (Zöbelein 1963). Die gleichen Schüttungsverhältnisse blieben nach dem Zurückweichen des «Cyrenen»-Meeres noch für einige Zeit bestehen. Auch aus dem Gebiet des Genfersees ist brackisches oberes Chatt bekannt (Lit. bei Rigassi, 1957).

Hochgrat- und Nesselburgschüttung zeigen durch den stetig ansteigenden Feldspatgehalt (Fig. 14a–d) eine Veränderung im Liefergebiet an (s. hierzu Schiemenz, 1960). Im Nesselburgfächer nimmt auch das Calcit/Dolomitverhältnis zu, etwa gleichzeitig mit dem Auftreten der fast stets dolomitfreien Flyschsandkalkgerölle (Fig. 14c).

2.2.3.3. Aquitan

Im unteren Aquitan gewann die Hohroneschüttung ihre ursprüngliche Reichweite zurück, ja dieser Abschnitt zeigt sie auf dem Höhepunkt ihrer Ausstrahlung (Fig. 14d). Dabei begann sich eine Umgestaltung anzudeuten, welche schliesslich zu der Gefälleumkehr im oberen Miozän führte: Das im Chatt nur schwach abgesenkte Schweizer Mittelland nahm jetzt grosse Sedimentmächtigkeiten auf, z. B. in Küsnacht 1 ca. 1285 m Aquitan und ca. 300 m Chatt (Büchi u. Mitarb. 1961, S. 15) gegenüber ca. 325 m Aquitan und ca. 415 m Chatt in Scherstetten 1 (Fahrion & Straub, 1955). Das Gebiet östlich von Olten wurde dabei erstmalig in den Ablagerungsraum einbezogen. Demgegenüber wurde die Absenkung des westlichen deutschen Alpenvorlandes, in welchem zur Zeit der Bausteinschichten

und des Chatt kräftig sedimentiert worden war, nunmehr relativ schwächer. Die im vorigen Abschnitt erwähnte Einschränkung der Hohroneschüttung im obersten Chatt mag als erste Ankündigung jener Umgestaltung aufzufassen sein, deren Höhepunkt nach ELBERSKICH & LEMCKE (1953, S. 320) im Burdigal und später erreicht wurde.

In den beiden südlichen Bohrungen Tettnang 1 und Legau 1 finden sich in diesem Abschnitt einzelne Sandeinschaltungen, welche aus den südlichen, sedimentären Schuttfächern herzuleiten sind.

Im oberen Teil des Aquitan (Fig. 14e) blieb die Hohroneschüttung ohne erkennbare Ursache aus. Dafür häuften sich im Schweizer Mittelland die mächtigen Ablagerungen der epidotreichen Granitischen Molasse, der «Napfschüttung» (s. Abschn. 2.1.19) an. Diese wurde auf ihrem Weg nach Osten weniger als andere Schüttungen durch südliche Zuflüsse verdünnt, vermutlich deshalb, weil sie sich in einen nördlichen und einen südlichen Ast aufspaltete, deren letzterer die wohl schwachen Südzuflüsse abfing. Ein solches Bild ergibt sich aus der Mächtigkeitsverteilung am Alpenrand (Fig. 13).

Zu ganz ähnlichen Vorstellungen gelangte auch HOFMANN (1960, Fig. 2b). Er möchte allerdings den Austritt unserer «Napfschüttung» weiter nach Westen ins Thunersee-Gebiet verlegen. Auf Grund mangelnder Aufschlüsse westlich der grossen Emme kann diese Alternative noch nicht endgültig entschieden werden; die bei Schüpfheim gefundene Geröllführung scheint sich nach den Angaben von HAUS (1937) gegen W zumindest bis Schangnau nicht zu verstärken, so dass sich hieraus keine Argumente für eine weiter westliche Lage der Austrittsstelle gewinnen lassen. Als «Ur-Aare» aber lässt sich diese Schüttung auf jeden Fall auffassen (FÜCHTBAUER, 1954, HOFMANN, 1960). Sie ist möglicherweise die direkte Nachfolgerin der Thunersee-Schüttung.

Im Gebiet von Augsburg wurde dem Flußsystem Material von Norden zugeführt, welches durch Fehlen von Feldspat sowie durch die stabilen Schwerminerale Turmalin, Zirkon und Rutil charakterisiert ist. Die Mächtigkeit dieser *Nordschüttung* erreicht allerdings maximal nur 60 m (Aichach 1004).

In der Ostschweiz wird die Napfschüttung an scharfer Grenze von der zur Hörnlischüttung gehörenden «Oberaquitanen Mergelzone» (BÜCHI 1950) überlagert, welche sich durch einen höheren Karbonatgehalt und einen geringeren Feldspatgehalt von der Napfschüttung unterscheidet, entsprechend einer stärkeren Beteiligung von Dolomitgeröllen auf Kosten von Kristallingeröllen. Das Schwermineralbild ist infolge einer bemerkenswerten Konvergenz das gleiche: Das Hauptmineral Epidot geht nach Geröllunterschungen in der Napfschüttung auf saussuritisierte Granite, die Hauptkomponente der Geröllschnüre, in der Hörnlischüttung aber auf extrem epidotreiche Grüngesteine zurück, welche in nur geringer Zahl an den Nagelfluhen beteiligt sind. Gegen Osten zu verwischt sich der Unterschied zwischen Napf- und Hörnlischüttung allmählich, weshalb sie in der mittleren petrographischen Formel der Beckensedimente nicht getrennt wurden.

Der unterschiedliche Schwermineralgehalt der im übrigen recht ähnlichen «granitischen» Schüttungen des Napf und der Hohrone beruht fast nur auf

einer stärkeren Saussuritisierung der (jungkristallinen!) Granitkomponenten des Napf (s. Abschn. 2.1.19.) (Hohrone: Altkristallin?) und nicht, wie HOFMANN (1960) auf Grund des auffälligen Unterschiedes verständlicherweise vermutet, auf nichtgranitischen Gesteinen (kristallinen Schiefern) im Liefergebiet.

Den Abschluss der USM bildet in einigen Bohrungen (Siebnach 1 (GRIMM 1957, Beilage 5), Scherstetten 1 und Legau 1) ein 10–50 m mächtiges Paket von Sandsteinen, welche durch einen relativ geringen Feldspatgehalt und viel Staurolith und Apatit als Ausläufer südlicher Schüttungen charakterisiert werden. Eine besonders grosse Ähnlichkeit besteht zu dem Landburdigal des Hauchenberges (Pr. 132), etwa 20 km S Legau 1. Das weite Vordringen dieser Hochgratschüttung setzt eine Unterbrechung der bis dahin beherrschenden Westschüttungen voraus, die am einfachsten durch das Vordringen des «Burdigal»-Meeres von W bis zum Bodensee zu erklären wäre. Dann würde dieses oberste Paket der USM bereits ins «Burdigal» gehören.

2.2.4. *Marines Chatt und Aquitan in Ostbayern*

Östlich von München herrschte vom Beginn des Tertiärs bis ins Helvet hinein eine marine Sedimentation. Nach den Tagesaufschlüssen E von Rosenheim zu urteilen (Nr. 25–30), setzte hier schon im Rupel eine epidotführende Schüttung ein. Sie wurde im Chatt vieler Bohrungen als eine Folge von Fein- und Mittelsandsteinen angetroffen, welche sich von der epidotführenden Napfschüttung des Aquitan, aber auch von den z. T. chattischen Epidotschüttungen des Rhone- bis Thunersee-Gebietes sehr deutlich durch einen niedrigeren Feldspat- und höheren Karbonatgehalt, einen hohen Staurolithgehalt und vor allem das Vorkommen von Hornblende unterscheiden. Diese Schüttung kam ihrer Verbreitung nach aus der Gegend des heutigen Inntals und, wie Herr Dr. OSCHMANN (Mobil Oil, Celle) richtig vermutete (mündlich), auch des Prientals (Fig. 14a–b). Sie scheint im wesentlichen auf das Chatt beschränkt gewesen zu sein.

Im Gebiet von München erreichte der USM-Fluss das Meer. Seine marinen Deltasedimente (Fig. 14b, d und e) wurden im Chatt und Aquitan vieler Bohrungen (z. B. Landsham 1) mineralogisch nachgewiesen. Die Sandsteine entsprechen denjenigen der Unteren Süsswassermolasse, enthalten jedoch im Gegensatz zu dieser rotbraunen Biotit. In der USM wurden die Biotite gebleicht, vermutlich weil sie das häufige Trockenfallen im fluviatilen Bereich nicht vertrugen (FÜCHTBAUER, 1963). Daraus ergibt sich, dass ein beträchtlicher Teil des Sandes das Meer ohne subaerische Ruhepausen erreichte. Andererseits finden sich nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. LANG in diesem Deltagebiet östlich München ähnlich buntgefleckte Mergelsteine, wie sie für die USM typisch sind. Da die bunten Farben vermutlich erst beim Trockenfallen im Überflutungsbereich entstehen, dürfte ein wesentlicher Teil der Mergelsteine des marinen Deltas aus aufgearbeiteten Überflutungssedimenten des fluviatilen Bereiches stammen.

Östlich der Innschüttung, vor allem in den Ampfinger Bohrungen, sind im Chatt Feinsandsteine eingeschaltet, welche denjenigen des USM-Deltas ähneln, ihrer Verbreitung nach aber wohl nicht von dort hergeleitet werden können (Fig. 14a). Wahrscheinlicher ist eine Zufuhr von Süden.

Im obersten Teil der Chattsande finden sich in vielen Bohrungen Sandlagen, die sich durch gröbere Körnung (ca. 0,17 mm), geringeren Gehalt an Karbonat, Feldspat und undulösen Quarzen (um 33%) sowie hohen Zirkongehalt und Beimengungen von Sillimanit, Monazit oder Andalusit von ihrer Umgebung unterscheiden. Sie ähneln den «Glassanden» der Gefalteten Molasse des Isar- und Ammergebietes (Abschn. 2.1.6. und 2.1.7.).

Die *Glassande* der Gefalteten Molasse wurden sedimentpetrographisch zuerst von ANDRÉE (1936) bearbeitet. Ihm fiel auf, dass der Schwermineralinhalt dieser Schichten von demjenigen der umgebenden Molassesedimente abweicht. Dabei konnte ein westliches, durch sehr hohen Zirkongehalt charakterisiertes Vorkommen (2.1.7.) von einem östlichen, durch Andalusit gekennzeichneten (2.1.6.) unterschieden werden. Da Andalusit in der alpinen Molasse fehlt, nahm ANDRÉE eine zumindest teilweise nördliche Herkunft dieser Sande an.

Inzwischen ergaben sich weitere Argumente für die Richtigkeit dieser Auffassung: Nach ZÖBELEIN (1940) ist Andalusit typisch für die sarmatischen Feldspatsande moldanubischer Herkunft in Ostbayern. Auch die Andalusit führende Graupensandrinne des Helvet wird ihren Ursprung im nordöstlichsten Teil Ostbayerns, vermutlich im Moldanubikum, gehabt haben (LEMCKE u. Mitarb., 1953).

Mögen auch manche Eigenheiten der Glassande, wie das Fehlen von Karbonat, der geringe Feldspatgehalt und der Reichtum an Schwermineralen, zum Teil mit der von ZIMMERLE (1963) auf Grund sedimentologischer Beobachtungen postulierten, intensiven Aufbereitung im Brandungssaum zu erklären sein, so erfordern doch drei Charakteristika die Annahme einer ausseralpinen Zufuhr: Das Vorkommen von Andalusit, die abweichenden Turmalinvarietäten (FÜCHTBAUER, 1958, Fig. 1) und der ungewöhnlich geringe Anteil undulös auslöschender Quarze (2.1.6./7.). Vor allem der letztere, aber auch der fehlende Karbonatgehalt zeigen, dass eine Vermischung mit alpinem Material kaum stattgefunden hat. Wie diese Glassand-Schüttung aus dem Bayerischen Wald das von den Alpen her belieferte, ostbayerische Meeresbecken unvermischt durchquerte, dafür gibt es im geologischen Schrifttum noch keine Hinweise.

Auch in den Ablagerungen jenes Meeresbeckens findet man, wie erwähnt, Einlagerungen von Glassanden, welche allerdings mit alpinem Material vermischt sind[5]). Zu dieser Zeit dürfte der «Glassandfluss» am Nordostufer des ostbayerischen Meeres gemündet haben.

Bei der weiteren Diskussion der Glassandverbreitung in der Ostmolasse empfiehlt es sich, den Ausdruck «Glassande» auf solche Sandsteine zu beschränken, die sich durch geringen (in Bohrungen) bzw. fehlenden (in Tagesaufschlüssen) Karbonatgehalt und durch die Zusammensetzung der Leicht- und Schwermineralfraktion von den umgebenden Sandsteinen auf die oben dargestellte Art unterscheiden. Wie weit es sich bei den von KRAUS & PAULUS (1962) als Glassande beschriebenen Kalksandsteinen nach diesen Einschränkungen wirklich um Glassande handelt, kann aus der genannten Arbeit nicht mit Sicherheit entnommen werden.

---

[5]) Solche Glassandlagen fanden sich im oberen Teil der Chattsande von Albaching 1, Ampfing 24 und C 27, Hohenlinden 1, Isen 1, Moosach 2 und 3 und Taufkirchen 1 (ANDRÉE 1937; hier in zwei 50 m auseinanderliegenden Schichten).

2.2.5. *Kurzer Abriss der jüngeren Molasse*

2.2.5.1. Obere Meeresmolasse («OMM»)

In der OMM blieb das schon von der USM bekannte Prinzip weiter wirksam, nach dem die sandige Sedimentation im Molassebecken von wenigen grossen Schüttungen aus kristallinen Liefergebieten bestritten wurde, während die Schüttungen aus sedimentären Liefergebieten nur örtliche Geröllschuttfächer aufbauten und eventuell Feindetritus ins Becken abgaben. Allerdings verwischten sich mit der Zeit die Unterschiede etwas:

In den sedimentären Schuttfächern mehrten sich Kristallingerölle, z. B. im «Landburdigal» am Hauchenberg (Hochgratfächer; (Pr. 132) nach SCHIEMENZ (1960) und – bereits seit dem Aquitan – im Kronbergfächer und dem ihn ablösenden Hörnlifacher. Dieser erreicht gleichzeitig mit seiner grössten Ausstrahlung in der OMM seinen höchsten Kristallingehalt (BÜCHI 1950, Fig. 1) und illustriert auf diese Weise das obengenannte Prinzip besonders gut. Zugleich erreicht der Feldspatgehalt in der Sandfraktion seine Höchstwerte.

Andererseits weist die kristalline Napfschüttung der OMM prozentual weniger Kristallingerölle (FRÖHLICHER 1933) und dementsprechend einen niedrigeren Feldspat- und höheren Karbonatgehalt auf (Pr. 328–334) als ihre Vorgängerin im Aquitan. Gleichzeitig aber zeigt sie, ebenso die Kronberg- und Hörnlischüttung, eine relative Zunahme von Grüngesteinsgeröllen.

Wie im einzelnen den von FÜCHTBAUER (1954, 1955) und HOFMANN (1957, 1960) gegebenen Schüttungskärtchen zu entnehmen ist, wurde im OMM-Becken sandiger Detritus sowohl von Westen als auch von Osten über weite Entfernungen transportiert. Diese Schüttungen – Napf- und Hörnlischüttung im Westen, eine aus Österreich kommende Schüttung im Osten – sind durch die Schwerminerale Epidot und Granat charakterisiert und unterscheiden sich durch das Auftreten von Hornblende in der Ostschüttung. Die von HOFMANN (1957) auf Grund des Glaukonitgehaltes für diese Sedimente angenommene Ablagerungstiefe von ca. 200 m erscheint angesichts der relativ groben Körnung (um 0,2 mm) zu gross, wenn man nicht ein kompliziertes System von Bodenströmungen annehmen will.

Nahe dem Südufer lässt sich sehr schön die Verzahnung dieser epidothaltigen Beckensedimente mit den epidotfreien, lokalen Südschüttungen (Bodensee- und Hochgratschüttung) studieren. So fand RENZ (1937b) im Bregenzer Wald und östlich von St. Gallen in den marinen Lagen stets einen starken Epidotgehalt, während die brackisch-limnofluviatilen Zwischenlagen epidotfrei waren. Auch im Schüttentobel bei Isny sind die lokalen Geröllschüttungen epidotfrei, die eingelagerten bräunlichen Sandsteine aber epidotreich (LEMCKE & GRAUL, 1955). Nach HOFMANN (1957) zeigen die Plattensandsteine der lokalen Südschüttungen in der aufgerichteten Molasse der Ostschweiz eine schlechtere Verrundung als die epidotführenden, meist grobkörnigeren Glaukonitsandsteine der weit transportierten Beckensedimente. Es wäre zu prüfen, ob dies nicht z. T. auf die Korngrössenunterschiede zurückzuführen ist, da gröbere Sandkörner im allgemeinen besser verrundet sind als feinere aus der gleichen Schüttung.

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

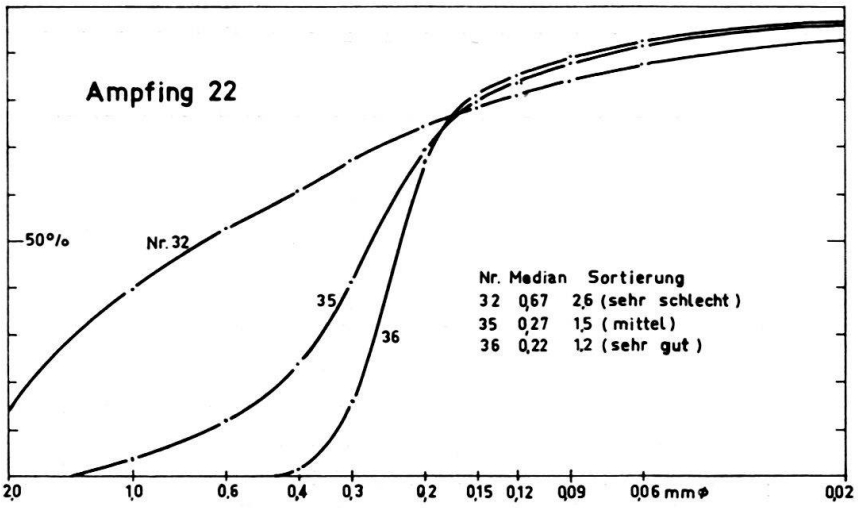

Fig. 15. *Ampfinger Sandstein;* drei Summenlinien. Die feineren Proben lassen sich aus der gröberen durch Transportauslese ableiten.

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, 1961b).

Die Fossiltrümmer (Lithothamnien, 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. *Ampfinger Sandstein.* DS 2813. Hell = Quarz und Feldspat; grau = Calcitzement 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-

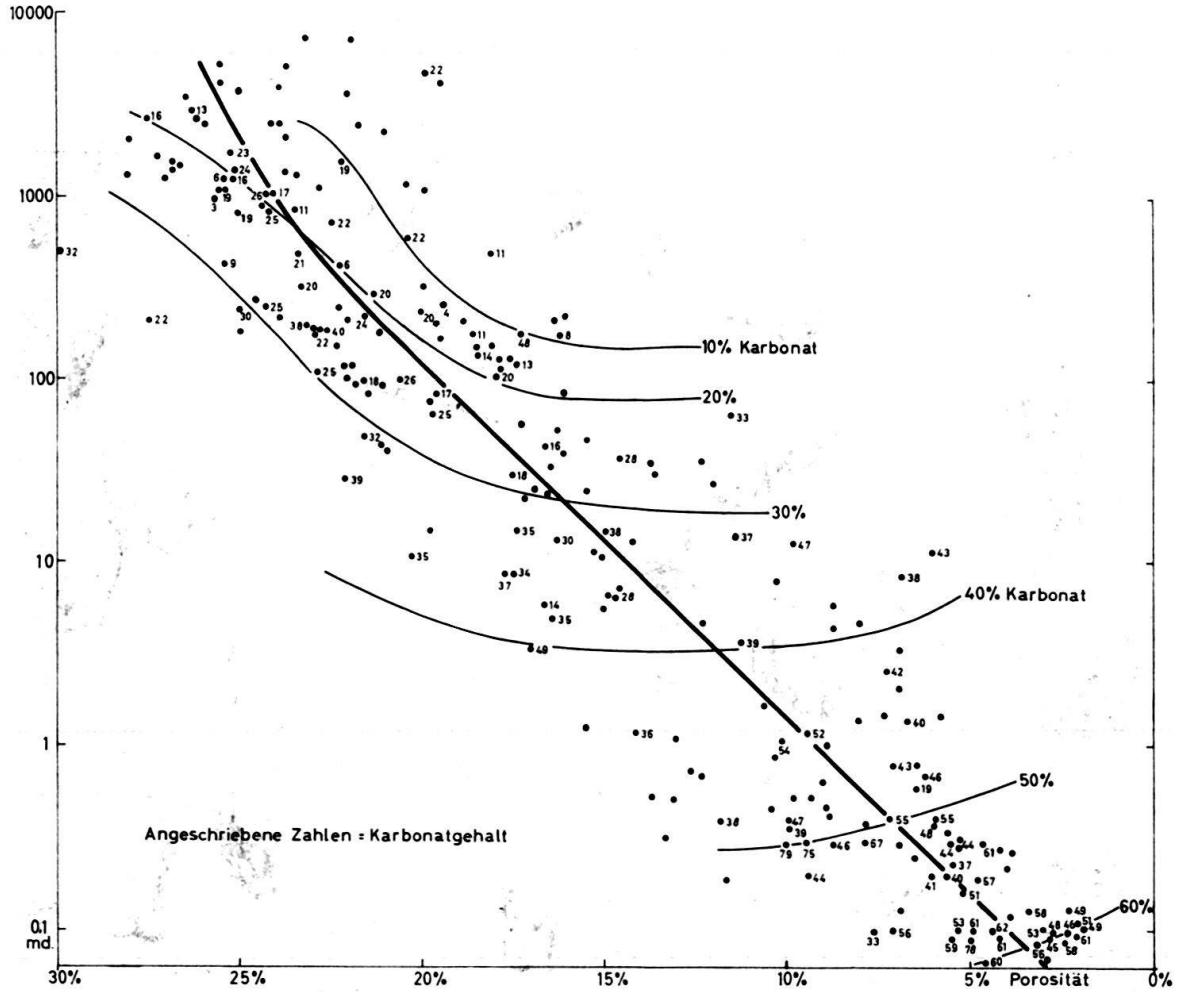

Fig. 17. *Ampfinger Sandstein.* Zusammenhang zwischen Porosität (Abszisse), Durchlässigkeit (Ordinate) und Karbonatgehalt.

Fig. 18. *Bausteinschichten*, Dünnschliffbilder. Von oben:

a) *Zeichnung:* Kaufbeuren 1, DS 842 (Südschüttung = Nesselburgfächer),

b) *links:* Probe 78 (Nesselburgfächer). Stark sandiger Dolomitarenit, calcitisch zementiert; unten grosses Dolomitkorn; schwarz = kryptokristalline Dolomitkörner (Schmalseite = 2,6 mm),

c) *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).

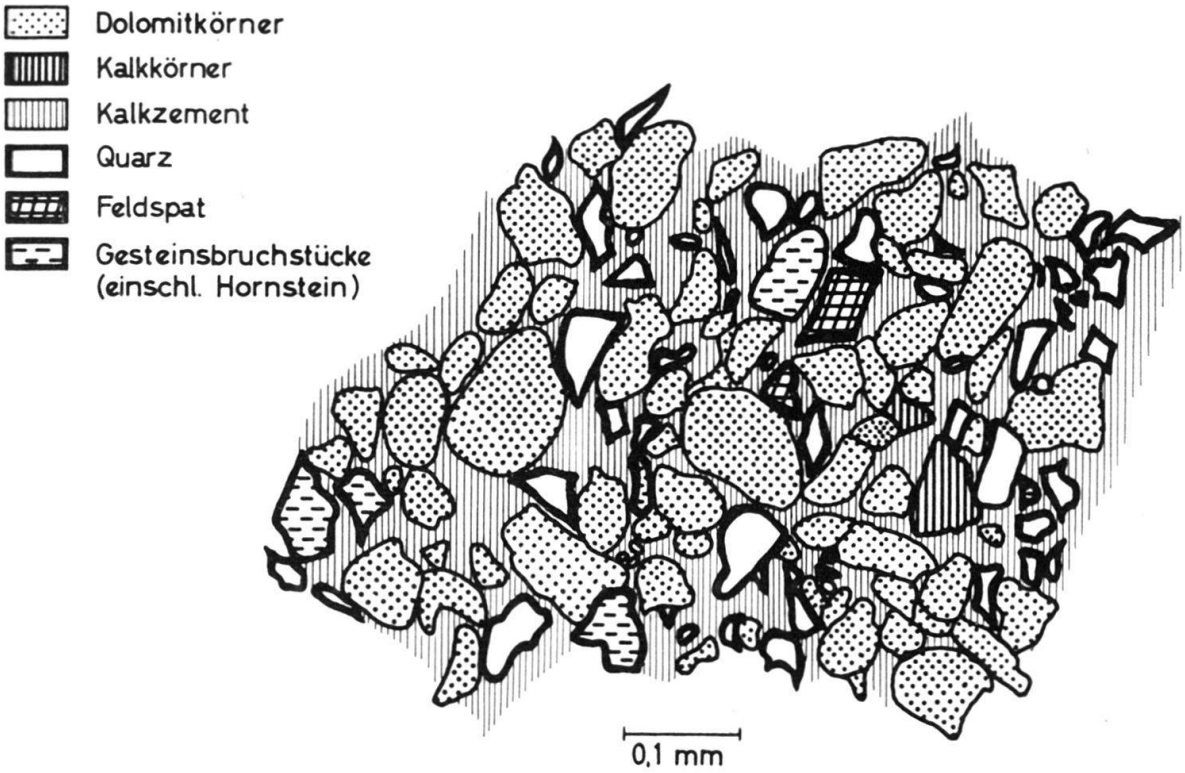

Fig. 18a

Fig. 18b

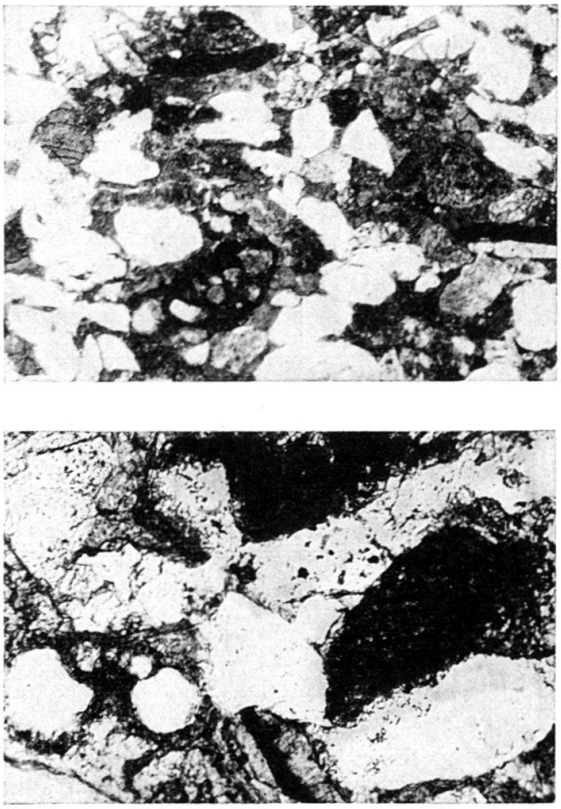

Fig. 18c

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,

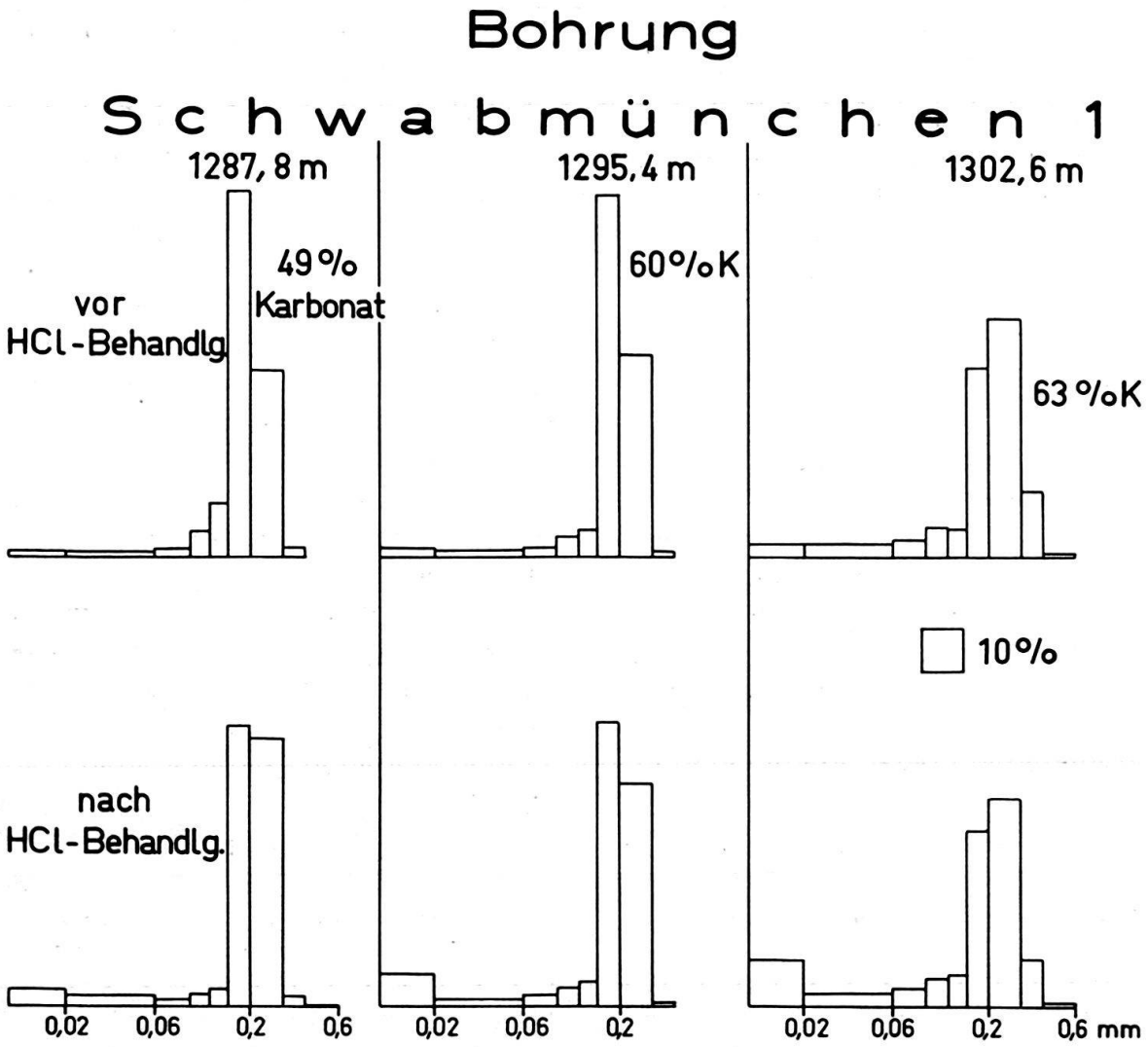

Fig. 19. *Bausteinschichten* (Südschüttung). Korngrössenverteilung von 3 Proben vor und nach Salzsäurebehandlung, zur Demonstration der Korngrössengleichheit von Sand- und Dolomitkörnern. (Das scheinbare Maximum in der Tonfraktion beruht darauf, dass dieselbe nur über der Basis 0,01–0,02 mm anstatt über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

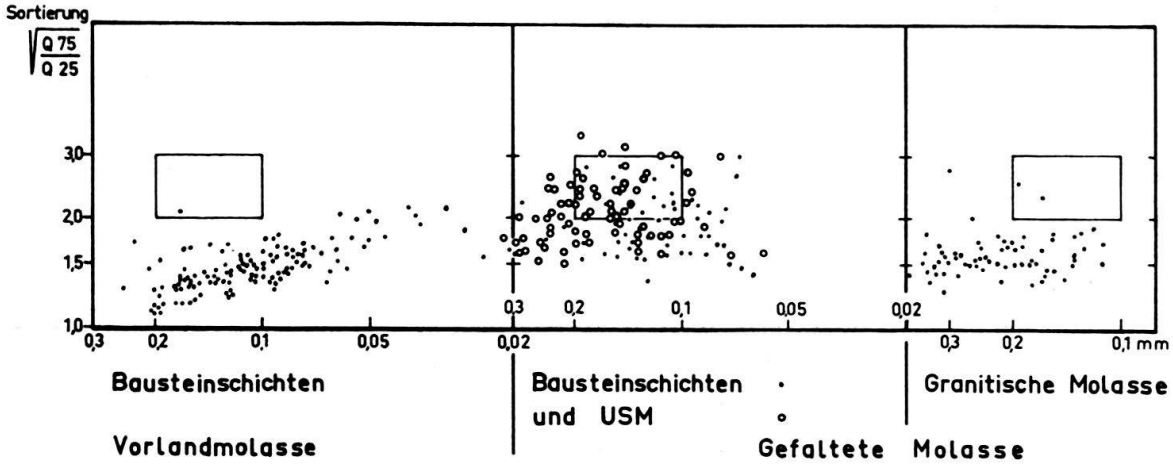

Fig. 20. Die *Sortierung* verschiedener Molassesandsteine, aufgetragen gegen die Mediankorngrösse der von Karbonat befreiten Proben. (Das Rechteck, welches immer an der gleichen Stelle eingezeichnet wurde, dient dem Vergleich der drei Diagramme).

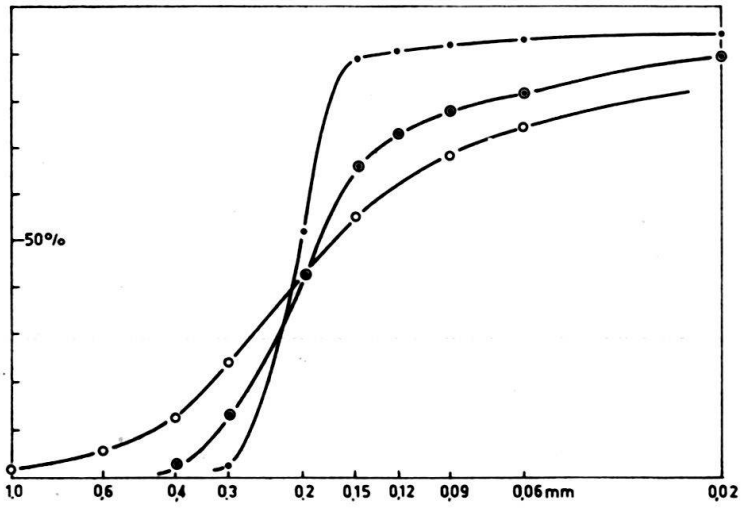

Fig. 21. *Bausteinschichten.* 3 typische Summenlinien aus der Nesselburgschüttung (= Südschüttung).

	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 ($\sqrt{Q75/Q25}$) 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 Dolomitkörnern ausgemessen und in Summenlinien dargestellt. Dabei ergab sich, dass die «Medianwerte» für Quarz- und Dolomitkörner in den Proben von Schwabmünchen und Kaufbeuren übereinstimmen (in beiden Proben 0,22 mm), während in Probe 84b aus der gefalteten Molasse die Dolomitkörner im Mittel etwas gröber sind (Md = 0,34 mm) als die Quarzkörner (0,29 mm) (s. Abschnitt 2.2.2.2., Kleindruck «Senkele»).

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 $= Q25 \cdot Q75/Md^2$) 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).

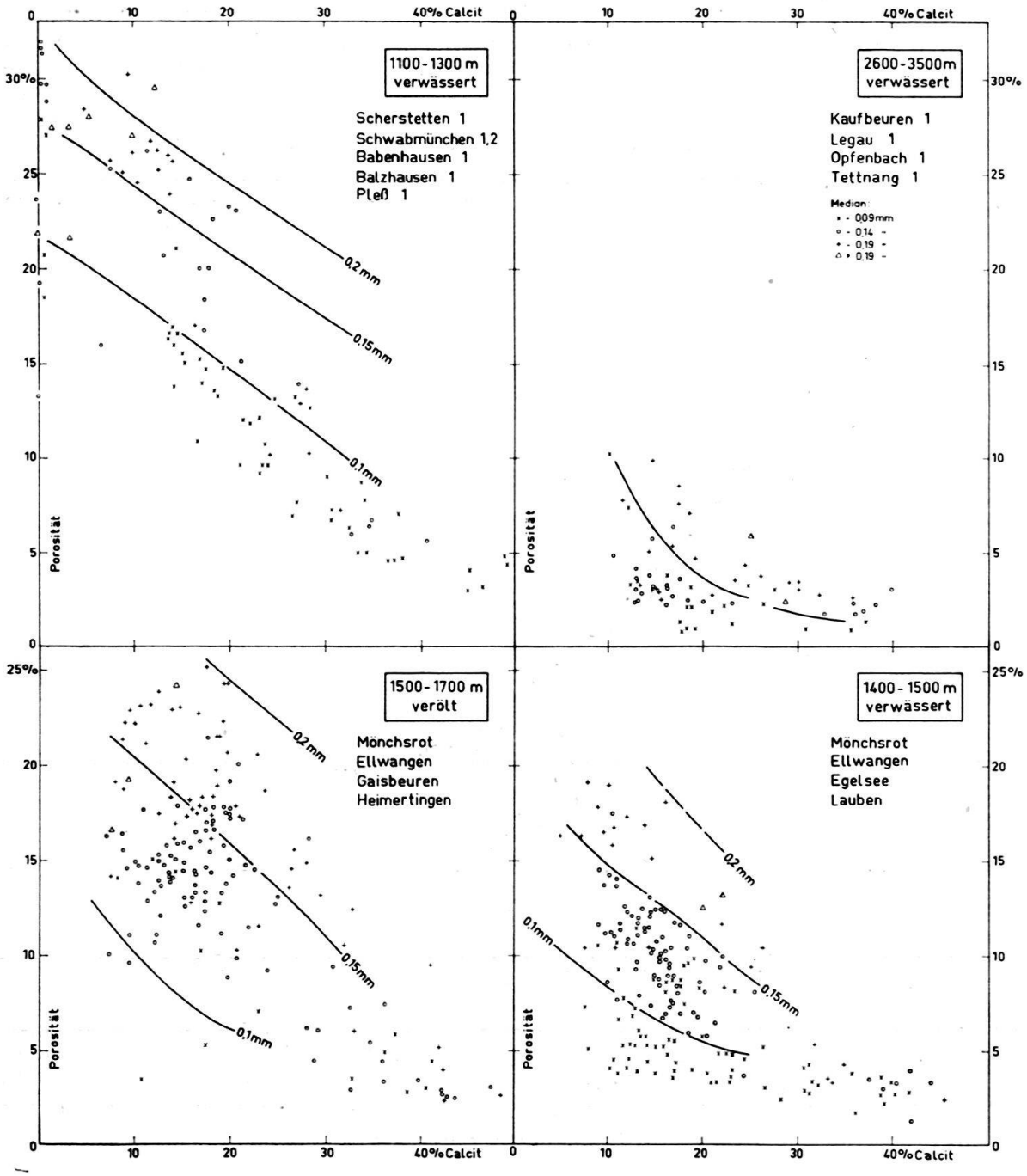

Fig. 22. *Bausteinschichten der Vorlandsmolasse.* Beziehungen zwischen Porosität, Calcitgehalt und Korngrösse in Abhängigkeit von der Versenkungstiefe (obere Reihe) und vom Poreninhalt (untere Reihe). Signaturen rechts oben.

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.

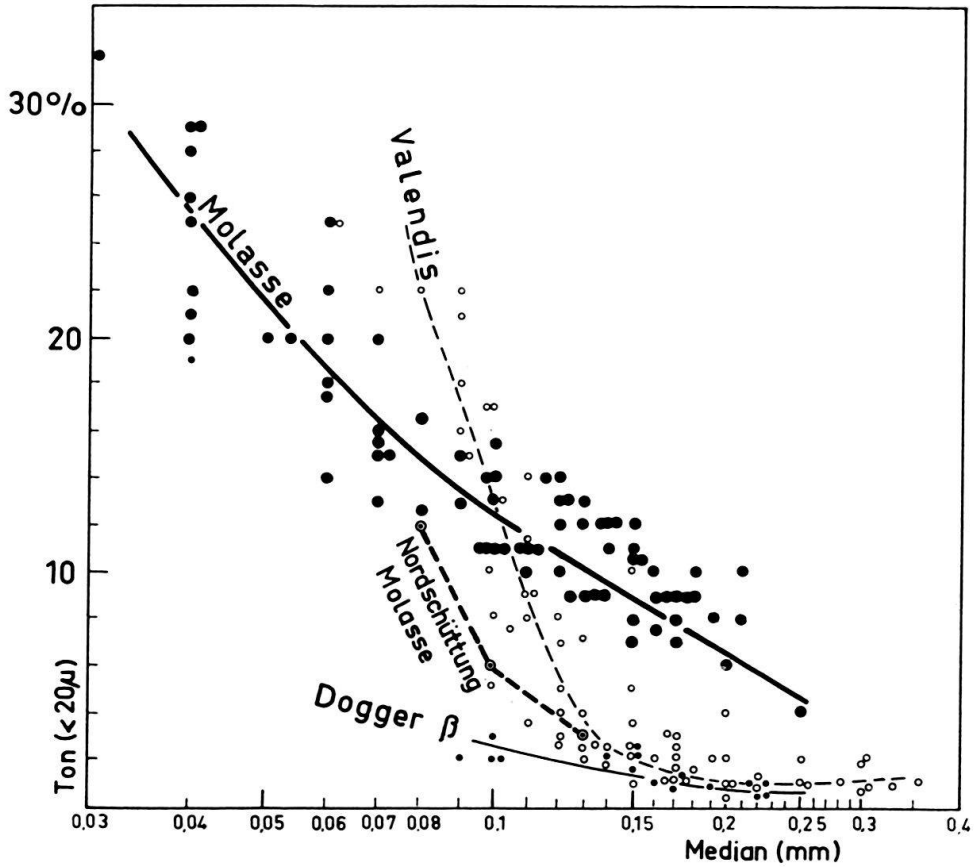

Fig. 23. *Bausteinschichten* (dicke Punkte). Tongehalt in Abhängigkeit vom Mediandurchmesser (beide bezogen auf das karbonatfreie Gestein). Zum Vergleich: Feldspathaltige Sandsteine des Valendis und Quarzsandsteine des Dogger beta in Norddeutschland, sowie Quarzsandsteine der Nordschüttung des Rupel. 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 Ton*mergelsteinen*, 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 Hohroneschüttung 18% Kalkgerölle. In den Bohrungen des Vorlandes ist ihr Karbonatgehalt – vermutlich durch seitliche Zuflüsse – höher und setzt sich nach Dünnschliffbefunden und chemischen Analysen im Mittel zu etwa gleichen Teilen aus Kalkzement und arenitischen Dolomitkörnern 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 Mächtigkeitsabnahme 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.

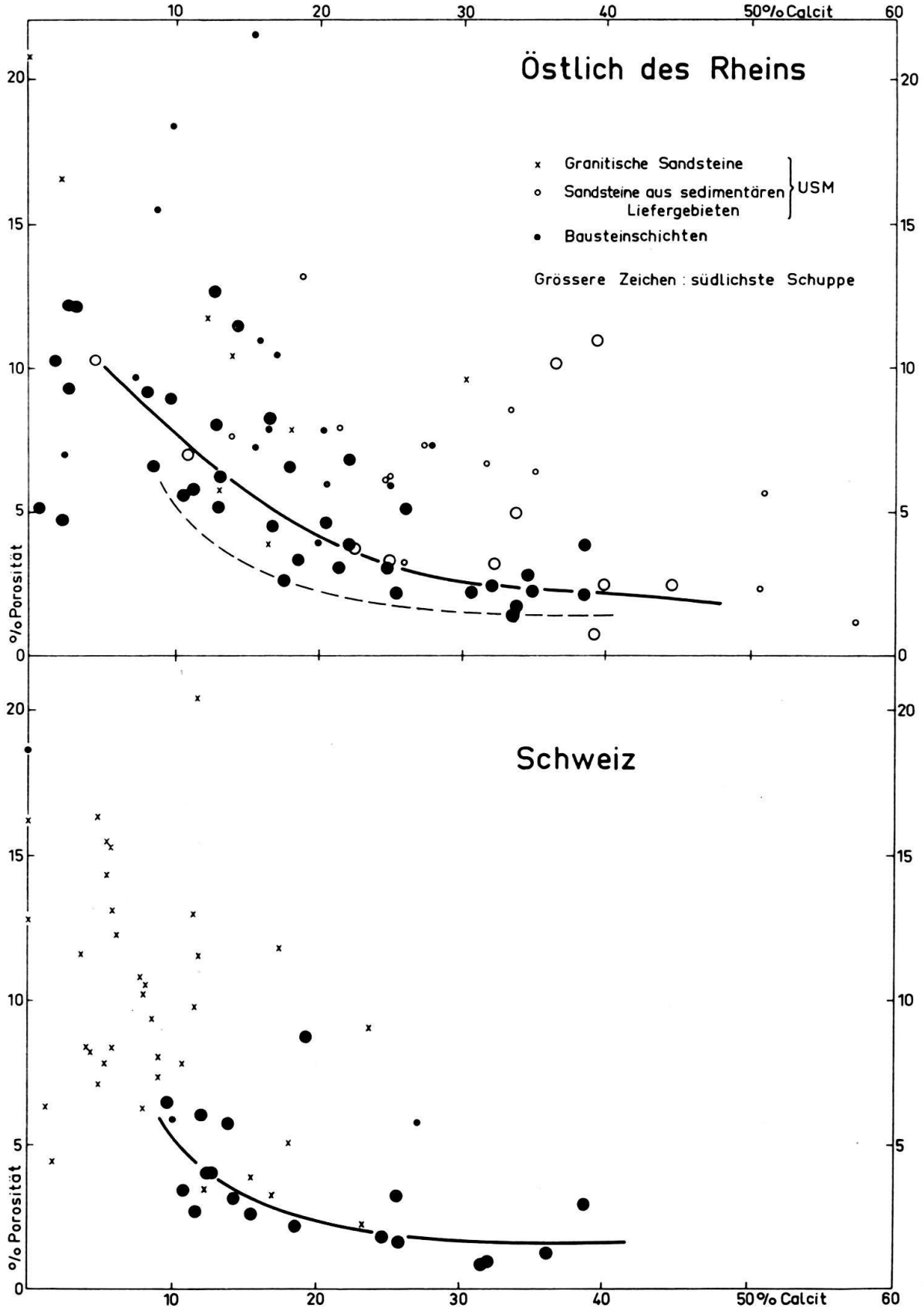
Östlich des Rheins
Granitische Sandsteine
Sandsteine aus sedimentären Liefergebieten
USM
Bausteinschichten
Grössere Zeichen : südlichste Schuppe
Schweiz
% Porosität
50% Calcit
0
5
10
15
20
30
40
60

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,

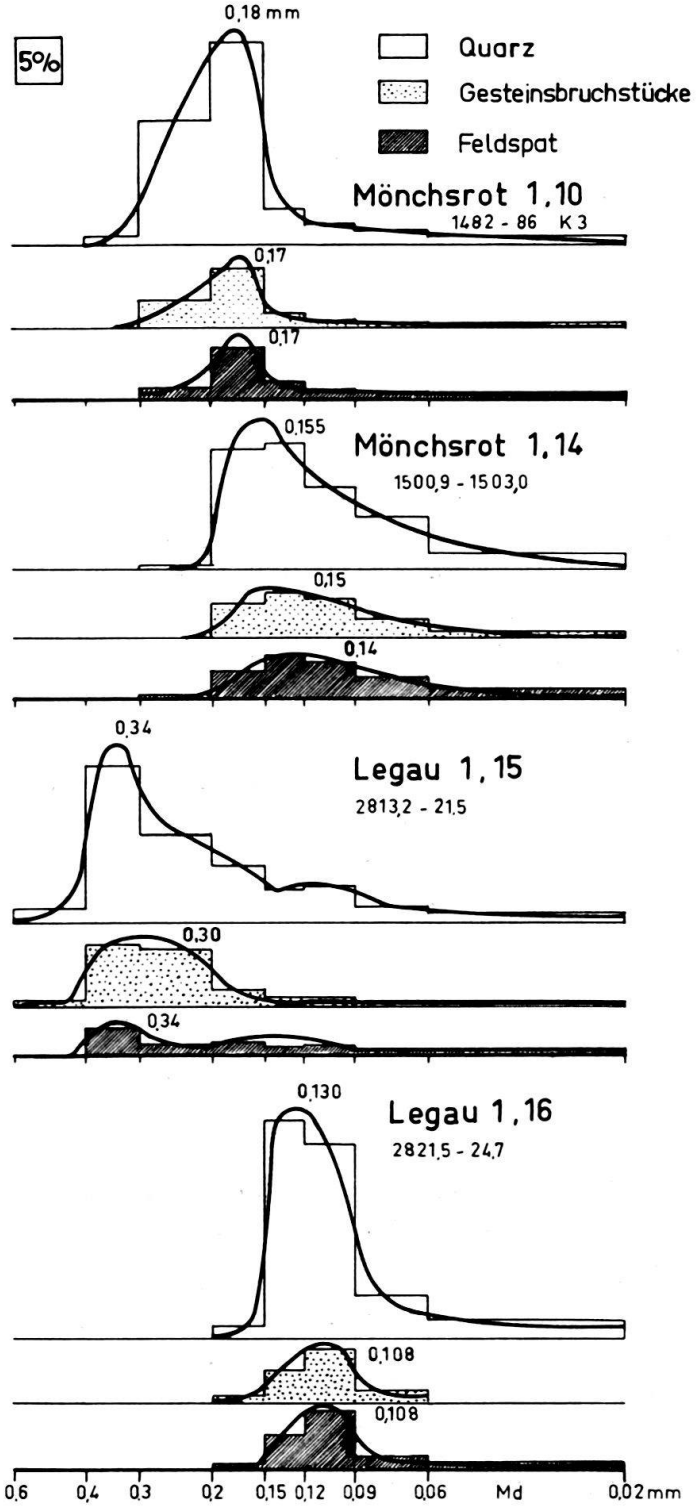

Fig. 25

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. «Geröllunterschungen» 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 (α = 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 Plagioklase 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 Plagioklase festzustellen, wenn auch schwächer als in der feineren Fraktion.
3. Der mittlere Anorthitgehalt der Plagioklase 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_γ 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_α = 57–70 (Mittel 64°), 6 Mikro-

kline 2 V_α = 72–87 (Mittel 81°) und 7 Albite 2 V_γ = 74–86 (Mittel 76°). 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 (> 25%) weiter aufgeschlüsselt. Ein Gestein mit 13% Ton (< 20 μ), 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 μ.

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.

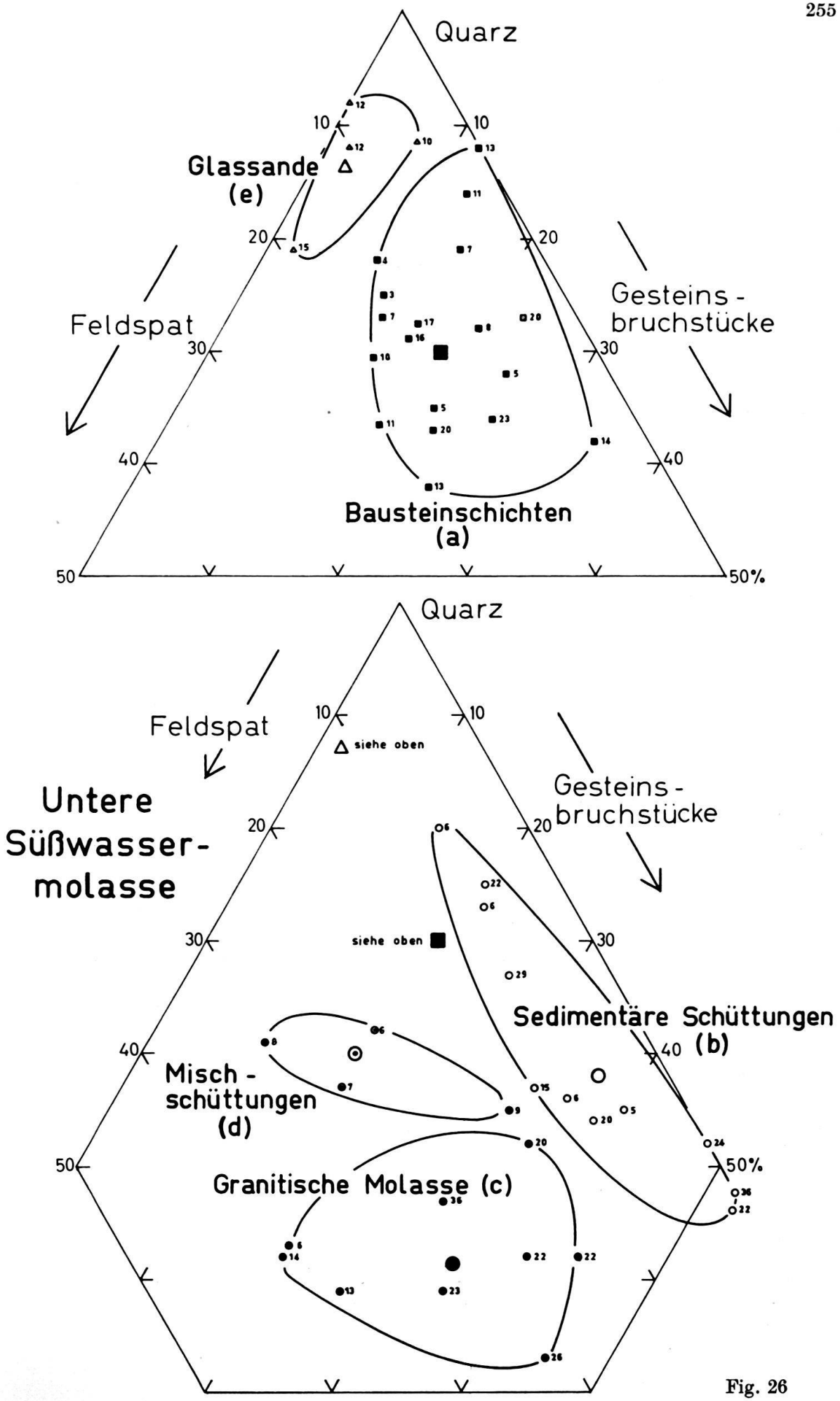
Quarz
Glassande
(e)
Feldspat
Gesteins-
bruchstücke
Bausteinschichten
(a)
50%
Quarz
Feldspat
Untere
Süßwasser-
molasse
siehe oben
Gesteins-
bruchstücke
Sedimentäre Schüttungen
(b)
Misch-
schüttungen
(d)
Granitische Molasse (c)
50%

Fig. 26

Tabelle 9. Mineralogische Zusammensetzung von Molassesandsteinen

a. Bausteinschichten

Probe	Legau 1 Nr. 15	Schwaben 1 1300,8 m	387	Mönchsr. 1 Nr. 10	Mö. 1 1482–86 m	66 K2	82
Median (mm)	0,23	0,20	0,20	0,17	0,16	0,14	0,13
Quarz	23	19	32	34	37	35	42
Feldspat	4	1	8 pk	6	7 pk	2	0
«chert»	1	0	1	1	0	0	1
Gesteinsbruchst.	8	6	9	6	8	19	5
Glimmer + Chlorit	1	0	0	1	1	3	1
Ton (< 0,02 mm)	9	4	11 cocg.	11	7 g	13	8
Kalkkörner	5	0	16	4	3	0	0
Dolomitkörner	28	58	16	23	24	26	27
Kalkzement	20	12	7	14	13	2	16
Dolomitzement	1	0	0	0	0	0	0

Probe	89	Mönchsr. 1 Nr. 14 128	Legau 1 Nr. 16 279	164	Tettnang 1 2598 m 67	17a	88	86
Median	0,13	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,05	0,05	0,04
Quarz	36	38	31	32	33	26	37	29	22	17	18
Feldspat	12	12	1	8	6	3	3	6 pk	5	2 kp	3
«chert»	1	2	0	1	3	3	4	4	0	2	0
Gest.-Bruchst.	13	8	5	5	2	4	3	1	7	4	2
Glimmer + Chlorit	3	1	1	2	1	4	5	3	10	6	3
Ton	10	10	10	9	11	10	15	14 gc	43	13 mgk	22
Kalkkörner	0	3	0	4	13	10	4	0	0	0	0
Dolomitkörner	8	17	37	8	18	15	14	18	11	36	37
Kalkzement	17	8	13	31	13	25	15	25	2	20	15
Dolomitzement	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0

b. USM, sedimentäre Schüttungen

Probe	273	117	275	186	123	257	135	115	254	262	259
Median	0,36	0,29	0,24	0,23	0,22	0,20	0,15	0,06	0,06	0,06	0,05
Quarz	12	41	14	27	31	22,5	20	11	18	12	17,5
Feldspat	0	5	0	2	1	3,5	4	1 pk	3	1	1,5
«chert»	10	2	11	3	3	14	3	3	9	1	10
Gest.-Bruchst.	3	13	2	4	33	2	8	0	2	1	3
Glimmer + Chlorit	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Ton	6	6	6	5	11	10	6	7 mgc	19	8	10
Kalkkörner	20	0	25	12	0	7	8	0	10	14	10
Dolomitkörner	39	18	25	27	16	11	24	32	14	33	26
Kalkzement	10	11	17	20	5	30	26	45	25	30	21
Dolomitzement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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
Dolomitzement	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 K 8	977–82 m, g				1484,2–85,9 m	
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
Dolomitzement	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
Dolomitzement	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-

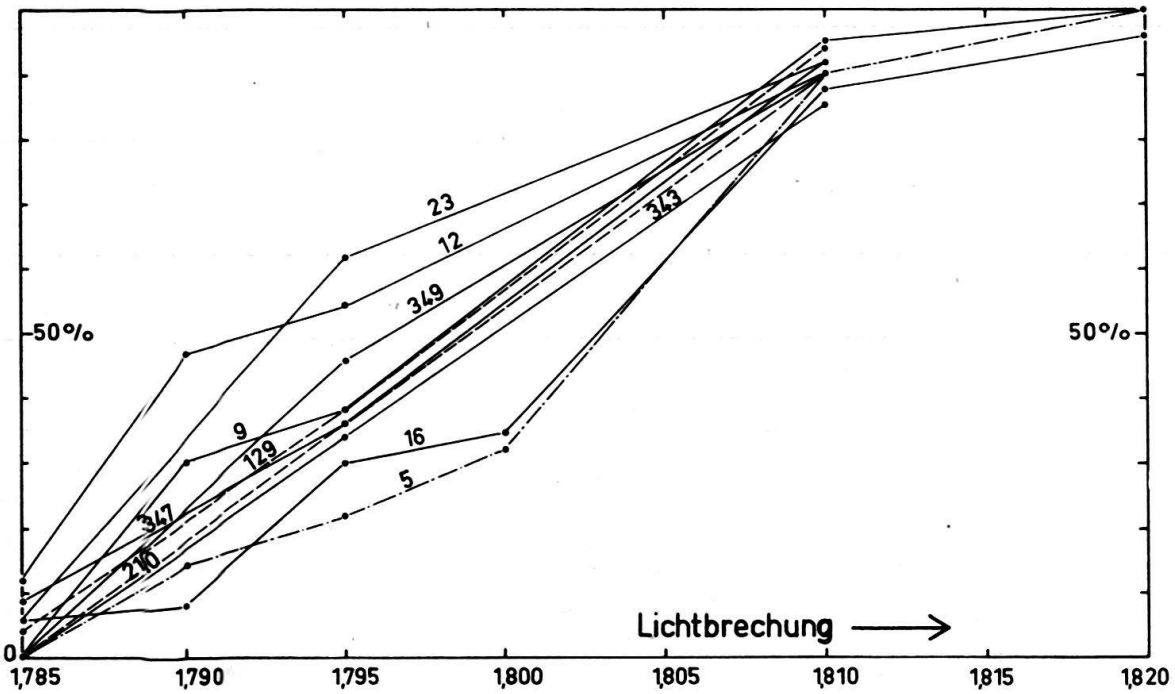

Fig. 27. *Lichtbrechung der Granate.* Von 10 Proben (Nr. angeschrieben) aus der Subalpinen Molasse wurde in jeder Einbettung (Punkte) an 50 Granaten der prozentuale Anteil höher bzw. niedriger lichtbrechender Granate ausgezählt.

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 ϑ = 34,7–34,8° (Proben 67–69 und 321).

Zum Vergleich sind in der folgenden Tabelle für die reinen Endglieder die 2 ϑ-Werte (CuKα) der Hauptlinie (420) aus den Gitterabständen a (SKINNER 1956) errechnet und den Brechungsindices (KENNEDY 1947) gegenübergestellt.

Tabelle 10. Optische und Röntgendaten der Granate

	a	2ϑ(420)	n
Pyrop	11.459 Å	35,05°	1,714
Almandin	11.526 Å	34,7 °	1,830
Spessartin	11.621 Å	34,5 °	1,800
Grossular	11.851 Å	33,8 °	1,734
Andradit	12.048 Å	33,25°	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 Ötztales (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 zentralalpinen Kristallinen Schiefer in Betracht. Wie die Mineraltabelle «Geröllluntersuchungen» 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 nichtalpinen 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 Geröllluntersuchungen (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 Entlebuchs),

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 Hornblenden aus Amphiboliten, welche vorwiegend in ostalpinem Altkristallin stecken. Eine Ausnahme machen die blaugrünen Hornblenden (Barroisite), welche nach KARL (1959) typisch für die alpidische *Tauern*kristallisation 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; Ennsschüttung). Sie lassen sich nicht nur durch ihre charakteristische Färbung, sondern auch durch den Achsenwinkel sicher von den gras- bis graugrünen oder blassgrünen Hornblenden der Molasse unterscheiden: Während $2V_\alpha$ in den letzteren meist 77–78° beträgt, fand Herr Dr. KARL in den Barroisiten der Molasse $2V_\alpha = 70–75°$. 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, muschelig 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 verbunden, tritt jedoch nur sporadisch auf, mit starken Häufungen in der Genfersee-Schüttung (T′ in Fig. 14a, b, c).

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. STUMPFL vom Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg hat sich jedoch in einem Gutachten der Mühe unterzogen, in 15 aus-

gewählten Proben[6]) 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*»

WIESENEDER (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-

[6]) 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, Tettnang 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 WIESENEDER & 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-

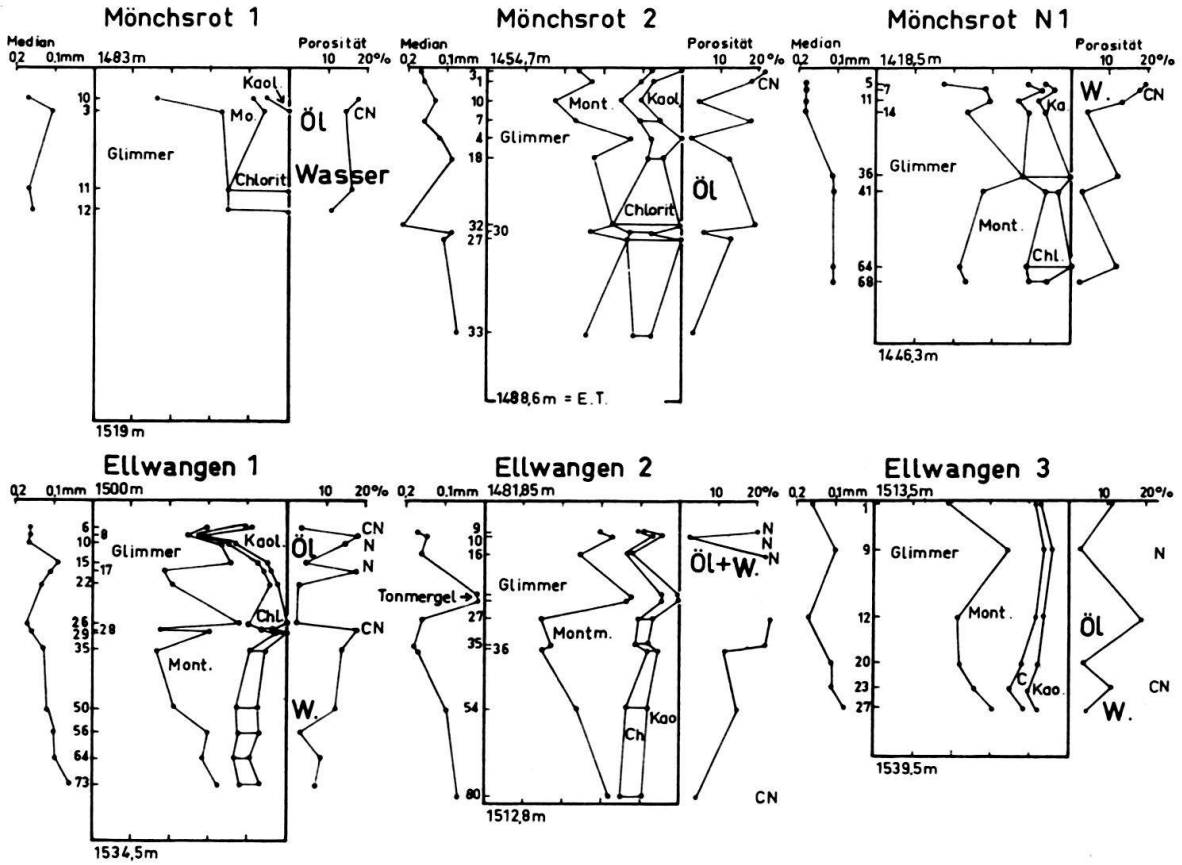

Fig. 28. *Tonminerale* in der Fraktion < 0,02 mm von Sandsteinen der Bausteinschichten. Im Chloritfeld sind die Proben mit Chlorit + *Corrensit* durch horizontale Striche gekennzeichnet. Rechts sind jeweils Na-Montmorillonite (N) und Ca-Na-Montmorillonite (CN) vermerkt. In den übrigen Proben liegt Ca-Montm. 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.

	Illit	Montmor.	Chlorit	Kaolinit	
Von 68 Molasseproben aus Tagesaufschlüssen ist					
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					
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 Å 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	~ 14,1	~ 7,1	~ 4,7	~ 3,5 Å
Chlorit, Fe-frei	001 ≪	002 =	003 =	004
Chlorit, Fe-reich	001 ≪	002 >	003 <	004
Vermiculit	002 ≫	004 ~	006 <	008

Vermiculit fand sich nicht. In einigen Proben (Nr. 183, Es. 1 Nr. 1–14) trat bei 7,2 Å die Hauptlinie des Serpentins 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 Schuttfächern 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; Mönchsr. 2 Nr. 10 und Mönchsr. 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 montmorillonit*reicher 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

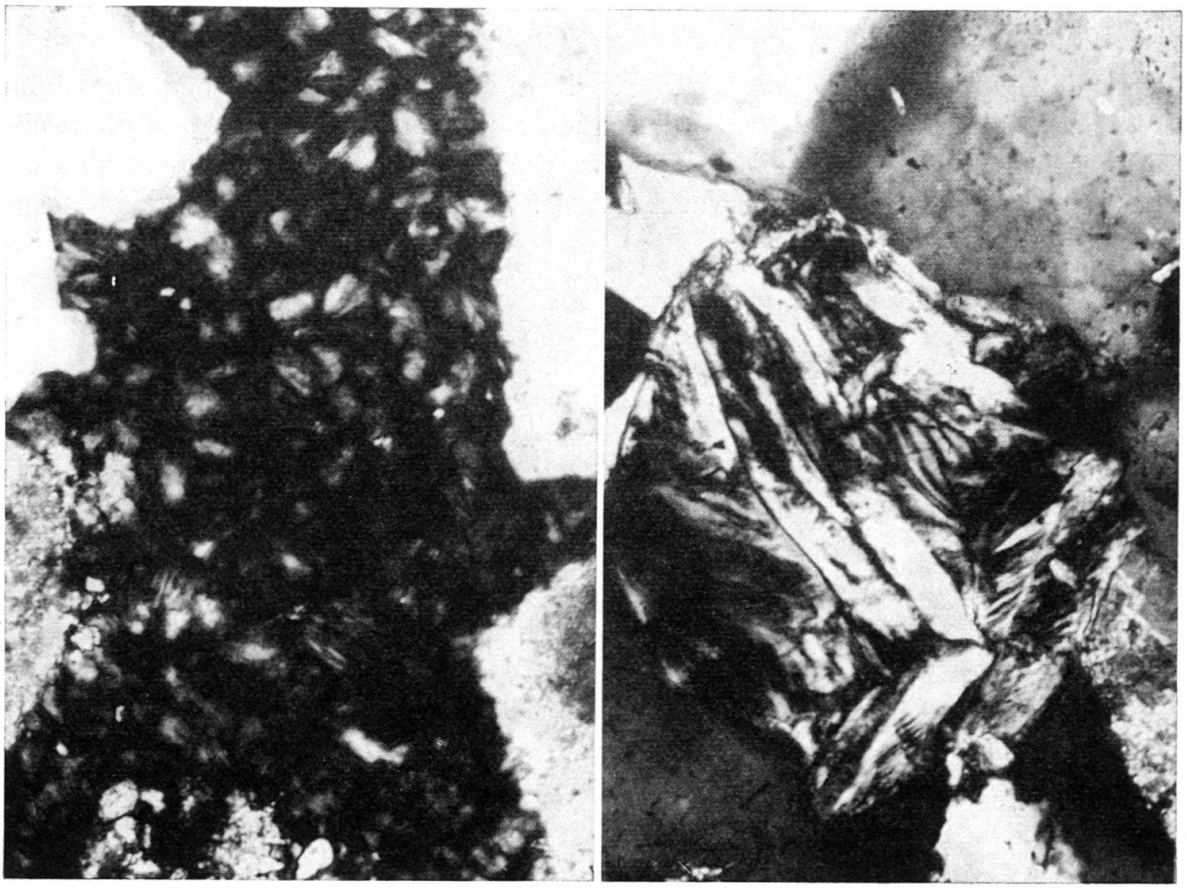

Fig. 29. *Tonminerale* in Sandsteinen der Bausteinschichten.
links: Schwabmünchen 1, DS 147. Kaolinitneubildungen zwischen Dolomitkörnern (Gekreuzte Nikols; lange Bildkante = 0,32 mm),
rechts: Ellwangen 2,36. Grosses Ca-Montmorillonitkorn, wohl Neubildung (Unter Öl geschliffen; gekreuzte Nikols; lange 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-armer, 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 *kaolinit*reicher Sandsteine (Nr. 110, 171; Ellwangen 1 Nr. 10) findet man sehr kleine Kaolinitgraupen in den Kornzwickeln (in Ellw. 1 Nr. 10:0,003 mm Durchmesser, nach Röntgenanalyse fireclay), jedoch keine kaolinisierten Feldspäte. In solchen durchlässigen Sandsteinen müssen sich die diagenetischen Neubildungen nicht unbedingt als Pseudomorphosen an der Stelle des zerfallenden Alumosilikates bilden, wie es in kaolinisierten 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	= Weissachschichten (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-Aquitan)
G	= Glassand (M)	(Chatt-Aquitan)
Cyr	= Cyrenenschichten (B)	(Chatt-Aquitan)
UCS	= Untere Cyrenenschichten (B)	
Bau	= Bausteinschichten (B)	

Ru	= Rupel,	Tonm	= Tonmergelserie (M)
		Sand	= Sandmergelserie (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 Tèrtiärstufen 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 beigefügt.

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 μ. Da die Schwerminerale von der Fraktion > 60 μ 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 mm ⌀) enthält.

9 Fraktion < 60 μ 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 × 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 Kornzahlprozente der Schwermineralfraktion ⩾ 60 μ, 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 Schwermineralkörner 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.

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Traungebiet																											
Traunprofil zwischen Traunstein und Siegsdorf. Bezugsproben: Nr.3 und 4 bzw. Ob.Aq-Grenze. Proben 1-5: Bl.769 (Traunstein), 6-11: Bl.793 (Bergen).																											
1	Bau	454869	530213	+ 70	49	2,38	0,09	40,4	20	1	5	(+)	2	1	4	19	4	0	50	16	0	2T	33		128		
2	"	4873	0210	+ 50	44	2,80	0,10	41,5	25	1	+ 3	(+)	2	1	6	14	4	1	55	15	1	1T	23	0,9	144	49	
3	"	4884	0206	0	46	2,73	0,10	45,1	26c	0	1	(+)	2	3	3	14	5	0	52	21	0	+	23		118		
4	Aq	4799	0080	0	37	0,18	0,12	35,7	26c	1	13	++	2	1	7	20	31	2	33	3	0	1C	68		127		
5+	"	4808	0066	- 40	44	1,46	0,12	36,2	20	0	15	++	3	3	13	3	44	6	24	3	0	1A	75	4	119	15	0,1
6	Ch	4833	0007	- 40	43	0,34	0,08	96,7	31	0	13																
7	"	4847	529988		41	1,0	0,08	83,6	44	0	70	++	4	8	11	34	38	1	1	0	0	1T 2T	69		97		0,03
8	"	4860	9961		34	0,71	0,09	78,7	26b	0	40	++	2	7	22	47	16	2	2	0	1	1A	67	1,8	159	35	
9	"	4854	9934		34	1,44	0,13	40,1	19	0	41	++	3	22	11	17	30	5	11	0	0	1T	83	3,0	138	28	0,9
10	Ru	4878	9912		57	0,57	0,07	98,5	23c	3	2	++	9	8	26	35	9	0	1	0	0	4B 4T 4A	67		54		
11	"	4932	9900		58	0,70	0,13	29,4	16	0	9		3	16	21	39	14	2	1	1	0	3T	76	4,1	105	46	
Chiemseegebiet																											
Westerbuchberg bei Übersee. Nordflügel der Bernauer Mulde (GANSS). Bezugsprobe: Nr.15. Bl.792 (Übersee).																											
12	Ch	453510	529689		0	-	0,32+	19,3	12	0	6		0	10	32	20	22	1	12	0	0	1A 1C	82	5,2	116	37	
13	"	3484	9698		0	-	0,16	33,1	17c	0	46		6	11	39	30	8	0	5	0	0	1A	64	4,1	85	33	
14	"	3557	9696	+ 30	0	-	0,32+	23,1	9e	0	8		6	18	31	0	35	2	3	0	0	2D 2C	81	3,8	62	19	
15	"	3562	9701	0	48	0,37	0,70+	60,1	15	2	7		5	11	25	41	17	0	2	0	0	1T	83	4,1	117	38	
Osterbuchberg. Nordflügel der Bernauer Mulde (GANSS). Bezugsprobe:Nr.17a. Bl.792 (Übersee).																											
16+	Bau	453756	529717	+ 5	27	0,78	0,18+	34,6	11	0	17		12	31	14	10	32	0	0	0	0	1C	92	7	87	12	2,0
17a	"	3756	9717	0	21	0,17	0,15	59,1	14d	0	18	(+)	4	20	36	37	12	0	0	0	1		76	5,3	139	50	
17b	"	3756	9717	0	19	0,33	0,12	41,6	10	0	10		7	35	21	20	15	0	1	0	0	1C	81	10	136	28	0,5
18	"	3756	9717	- 4	19	0,21	0,23+	29,0	8	0	11		3	31	18	26	20	0	0	0	0	2C	92	7	91	20	2,0
Priengebiet																											
Waschhaus bei Bl.Benkart in der Prien. Nordflügel der Frasdorfer Mulde (GANSS). Bezugsprobe: Nr.21. Bl.791 (Niederaschau).																											
19	Ch	452765	529858	+ 12	40	1,27	0,08	57,5	39	2	20		10	14	21	21	5	1	21	0	0	1C 1A 1B	62	2,1	101	79	
20	"	2362	9853	+ 2	46+	0,78	0,08	64,1	20b	2	30x	+	8	4	12	38	9	0	27	0	0	1T	63	4,4	125	68	
21	"	2362	9853	0	39	0,4	0,08	66,7	4d	0	0	+	9	3	5	39	7	0	32	0	0	2T 1B 1C	60	2,4	129	59	
Bei Bernau. Nordflügel der Bernauer Mulde (GANSS). Bezugsprobe: Nr.22. Bl.791 (Niederaschau).																											
22	Bau	452668	529683	0	39	0,64	0,11	58,0	18	+0	5	+	6	26	17	15	32	0	0	0	0	3C 1C	86	6,6	99	19	0,7
23	"	2668	529683	- 10	13	0,32	0,17	32,6	9	0	15	+	0	18	19	8	41	0	4	0	0		92		27		0,07
24	"	2668	9683	- 17	26	0,95	0,12	44,8	10	1	14	+	12	21	28	15	21	0	0	0	0	1A 2C	89	25,0	94	26	0,5
Inngebiet																											
Haselbachgraben bei Höhenmoos. Nordflügel der Frasdorfer Mulde (GANSS). Bezugsfläche: Unterste Kalksandsteinbank. Bl.790 (Rohrdorf).																											
25	Ch	451616	529647	+250	43	3,65	0,08	74,4	49	0	4	+	3	0	11	60	6	0	14	2	0	2B 2C	35		62		0,1
26	"	1620	9658	+160	37	0,12	0,09	57,6	13	1	12	+	3	3	17	30	10	1	22	12	0	2Z	66	4,6	149	56	8,4
27+	"	1622	9664	+100	29+	0,65	0,10	47,5	26b	0	10x	+	1	1	24	21	12	1	31	4	0	5Z	68	2,9	169	64	2,6
28	Ru/Tonm	1622	9673	0	54	1,72	0,08	76,0	24	2	8	+	14	5	12	34	13	1	16	1	2	1B 1T	53		129		0,3
29	"	1588	9694	-300	47	1,07	0,07	98,5	24	3	0	]	6	0	0	29	35	6	18	6	0		74		17		0,3
30	"	1566	9725	-600	56	1,66	0,07	94,3	55	1	8	+]															Sp.

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Schlier- Tegernseegebiet																											
Sulzgraben bei Parsberg, Nordflügel der Haushamer Mulde. Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschichten (GANSS). Bl.787 (Miesbach).																											
31	Aq/Ch	449037	529228	+650	62+	0,59	0,13	38,0	15c	1	8x	(+)	1	1	19	21	50	7	0	0	0	1T	78	4,0	136	35	
32	"	9052	9233	+610	64	0,76	0,08	71,5	27	1	37		1	2	18	46	30	1	0	0	1	1T	45	2,6	157	73	
33	Ch,Cyr	9051	9252	+480	60	0,90	0,10	44,2	12	1	15		2	5	13	23	53	3	0	0	0	1Af	64	2,0	95	46	
34	"	9053	9267	+380	50	0,60	0,13	36,8	13	0	11	+	9	26	18	22	22	1	0	0	0	1A 1B	87	3,7	109	46	
35	"	9042	9273	+350	57+	0,23	0,11	46,5	11c	1	6x		2	5	10	37	45	0	0	0	0	1A	79	2,6	89	25	
36	"	9028	9276	+350	49	0,38	0,16	25,1	12	3	2		2	6	13	12	61	2	0	4	0		76	2,2	119	60	
37	"	9022	9291	+220	35	2,75	0,10	54,6	12	4	11	+	1	10	33	46	6	4	0	0	0		65	2,1	153	51	
38	"	9022	9306	+110	53	0,85	0,08	62,1	16	5	90	+	1	4	36	47	11	0	0	0	0	1A	75	2,3	92	33	
39	Bau	9025	9221	0	37	0,94	0,26+	18,7	11	2	7		5	15	30	25	18	7	0	0	0	1Af	89	2,2	102	46	
40	"	9038	9245	-180	30	0,73	0,27+	20,5	6d	3	4x		6	4	43	21	26	0	0	0	0		87	5,0	77	33	
Bergwerk Marienstein, 6.Sohle (580 m tief), etwa 4477/5292. Marienseiner Mulde (=südlichste Mulde) (SCHMIDT-THOMÉ). Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschichten. 41-43=Hauptquerschlag, 44-45=Querschlag zum Gesenke 1.																											
41	Ch,Cyr	"1800m"	Muldenmit	+380	70	0,37	0,08	92,4	8	1	16x		0	4	21	55	20	0	0	0	0		23		56		
42	"	"1650m"	"	+380	71	0,27	0,09	51,7	5	1	7		0	2	20	40	37	0	1	0	0		49	3,7	95	19	0,16
43	"	"2000m"	Nordflügel	+270	62	0,86	0,07	96,1	12	3	80	+															
44	Bau		Südflügel	- 10	32+	0,08	0,28+	28,4	11e	0	2	+	7	1	41	13	37	0	0	1	0		91	2,9	100	36	
45	"		"	- 50	37	0,07	0,25	30,6	15	0	0	+	2	11	43	13	20	0	0	0	0	1A	86	6,3	83	44	
Isargebiet																											
Bei Rimslrain. Nordflügel der Rimslrainer (=Nonnenwald-) Mulde. (ZÖBELEIN, mdl.). Bl.785 (Tölz Nord).																											
46a	UG	446586	529600		0	-	0,20	29,0	8	+0	0		11	6	39	0	11	11	0	0	0	2Zat	33	R	18	7	0,01
46b	"	6586	9600		0	-	0,19	31,7	16	+0	0		37	6	29	0	5	8	2	1	0	12At +	23	R	97	28	0,03
46c	"	6586	9600		0	-	0,24	29,0	15	+0	0	+	32	12	20	1	6	9	7	0	0	10At 3A	32	R	141	20	0,02
Südflügel der Rimslrainer (=Nonnenwald-) Mulde (ZÖBELEIN,mdl.). Bezugsprobe: Nr.49a. Bl.784 (Königsdorf).																											
47	Ch,Cyr	446572	529555	+ 10	16	0,81	0,15	27,4	35	+2	7	++	17	13	19	0	41	5	4	0	1		85	G	110	32	0,6
48	UG	6572	9555	+ 5	9	6,20	0,44	20,2	12	+1	3	++	48	5	26	5	3	2	6	0	0	2T 3At +	44	R	62	16	0,02
49a	"	6572	9555		0	-	0,19	26,9	17	+0	0		18	4	32	2	6	5	4	0	0	5A 1? 32At	60	R	102	33	
49b	"	6572	9555		0	-	0,25	21,0	12	+0	1		26	2	33	1	3	7	7	0	0	1A 3B 17At+	24	R	89	29	0,04
Bei Promberg. Nordflügel der Nonnenwald-Mulde. Die Proben wurden mit Dr.Zöbelein an den folgenden in ZÖBELEIN (1957) S.52 genannten Fundpunkten entnommen (von oben nach unten); 44, 10, 17e, 11a, 42, 9, 8, 8. Relative Lage etwa nach Zöbelein (1957). Bl.783 (Seeshaupt).																											
50	Aq	445457	529400	0	48	7,13	0,10	44,4	39	2	3	+	13	6	20	25	20	3	10	0	1	2A	64	G	69	14	0,05
51	"	5594	9416	- 40	72	1,93	0,12	42,8	11	+5	1		24	21	4	13	34	1	1	0	0	2C +	64]	G	109]	10	0,14
52	Prom	5466	9423	- 75	37	0,88	0,15	34,7	30	+1	2	+	12	7	3	42	18	0	14	0	1	1A 2C	71]	G	139]		0,1
53	"	5599	9440	-210	47	17,20	0,08	87,4	54	+0	4	+													7		
54	OG	5423	9502	-465	0	-	0,17	26,1	8	+0	0		40	12	18	0	14	6	1	0	0	1C 1A 7At	43	R	100	18	0,05
55	UG	5533	9530	-740	0	-	0,44	19,1	11	+0	0		57	7	17	0	5	3	1	0	0	1A 9At	27	R	82	14	0,03
56a	"	5490	9520	-765	6	0,67	0,17	38,2	12	+0	+0	+	47	8	15	1	7	7	3	0	0	2A 10At	29	R	91	14	0,03
56b	"	5490	9520	-765	0	-	0,17	32,2	5	+0	0x	+	41	11	15	3	6	0	4	0	0	2? 5A 13At	30	R	111	17	

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. v. 60 µ	9 Korngröße Median der Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Hauptquerschlag 1.Sohle N des Nonnenwaldschachtes N Penzberg (Bl.783 (Seeshaupt) R.: 445330, H.: 529306). Beide Flügel der Nonnenwaldmulde. Unter "Koordinaten" ist in Klammern die Probennumerierung nach v.Avanzini und Zöbelein eingetragen. (Der Abstand zwischen den vollen Nummern beträgt im Stollen jeweils 25 m; Nr.0 liegt am nördl.Umbruch zum Hauptschacht; Nr.0-31 liegen im Südflügel, Nr.34-65 im Nordflügel der Mulde.) Bezugsfläche: Oberkante des unteren Glassandes.																											
57	Prom		(39,5)	+407	36	0,89	0,10	58,1	25	2	3	++	48	9	9	12	11	0	5	0	1	1A 3B 1T	32		77		0,04
58	"		(47)	+383	43	1,42	0,08	58,6	39	+1	1	++	20	14	23	24	15	0	0	0	0	3A 1B	50	G	66	26	0,02
59	"		(16,5)	+364	48	4,77	0,09	59,2	29	+1	3	++	33	9	4	33	9	0	4	0	0	8A	44		24		0,01
60	"		(54)	+336	49	1,91	0,11	52,9	20	0	2	++	68	5	4	5	13	1	3	0	0	1A	36		77		0,02
61	OG		(64,4)	+200	2	0	0,20	30,3	12	+0	0		73	2	10	1	9	1	2	0	0	1A 1Z	37	R	93	9	0,03
62	"		(65)	+192	8	0	0,16	35,0	10	+0	0	++	63	3	18	0	6	5	0	0	0	1A 3At	54	R	133	34	0,2
63	Ch,Cyr		(8,3)	+191	62	2,21	0,06	98,8	26	+6	2														4		
64a	UG		(0)	- 5	2	4,83	0,31	25,4	8	+0	0	+	48	6	27	1	2	2	1	0	0	1B 12At	28	R	87	23	0,01
64b	"		(0*)	- 5	0	-	0,33	27,2	7	+0	0	++	70	3	16	2	1	1	1	0	2	1A 3At +	16	R	113	19	0,02
Stallauer Weiher. Südflügel der Penzberger Mulde. Bezugsfläche: Obergrenze der Bausteinschichten nach GANSS. Bl.810 (Bad Heilbrunn).																												
65	Bau	446261	529065	0	37	0,27	0,10	51,0	14	0	4	+	4	5	34	43	14	0	0	0	0		51	4,1	142	48	0,5
66	"	6261	9062	- 15	32+	0,09	0,17	26,5	4d	0	4		3	16	44	23	14	0	0	0	0		86	3,6	109	48	1,2
67	"	6261	9059	- 30	43	1,38	0,10	44,6	23b	1	2x	++	1	4	37	41	14	0	0	0	2	1A	44	4,2	85	31	0,2
68	"	6262	9056	- 50	45	0,53	0,09	54,8	4	0	1	+	0	2	49	44	5	0	0	0	0		21	3,4	65	31	0,5
69	"	6262	9054	- 65	42+	1,32	0,11	52,9	15	1	2	++	2	5	32	30	30	0	0	0	1		54	3,1	122	39	0,2
70	"	6262	9052	- 80	51	0,36	0,17	25,7	4	1	2	+	4	2	50	22	22	0	0	0	0		81	4,5	82	41	0,8
Ammergebiet																												
Am Peißenberg. Nordflügel der Peißenberger Mulde nach SCHMIDT-THOMÉ. Bezugsprobe: Nr.72. Bl.780 (Hohenpeißenberg).																												
71	Bu-He	442547	529615		34	76,0	0,22	33,6	26c	1	1	(+)	6	1	2	6	4	1	79	0	0	1T	44		106		0,3
72	Aq,OBM	2785	9386	0	63	1,74	0,09	90,6	17	0	0x			11		45	33		11				69		9		Sp.
73	"	2581	9480	-600	35	1,41	0,12	79,6	10	0	0	+	13	8	13	21	35	4	4	0	0	1B 1G	62	1,2	158	41	0,4
74	Aq,Prom	2581	9500	-760	67+	1,70	0,15	31,0	9	6	0x		11	15	17	13	33	2	1	7	1		73	2,3	136	23	0,3
75	"	2599	9530	-980	62	1,03	0,20	26,6	20c	0	0		21	13	15	15	31	5	0	0	0		68		39		0,1
76	G	2562	9569		0	-	0,25	16,3	9	+0	1		38	22	29	0	11	0	0	0	0		14	R	63	18	0,01
77a	"	2553	9571		0	-	0,24	17,8	9	+0	1		56	19	18	0	4	3	0	0	0		15	R	116	47	0,02
77b	"	2553	9571		2	-	0,34+	15,2	8	+0	1		63	14	14	0	5	0	2	0	0	2A	19		56		0,01
Ammerprofil, Echelsbacher Brücke. Südflügel der Rottenbucher Mulde. Bezugsfläche: Grenze Bausteinschichten/Konglomeratzone (nach ZÖBELEIN) 1952. Bl.806 (Bayersoien).																												
78	Aq	442338	528898	+2300	60+	1,3	0,26+	23,8	19d	1	0	+	5	9	14	5	45	22	0	0	0		45		56		
79	Aq/Ch	2357	8862	+2000	39+	1,9	0,10	38,4	10	0	+0x	++	6	5	28	32	28	0	0	0	1		49	1,7	172	124	
80	Ch	2295	8740	+950	70	0,8	0,08	83,4	6	0	0x	+	0	1	15	56	28	0	0	0	0		33	1,9	134	48	
81*	"	2331	8650	+180	54	0,5	0,10	45,0	1	0	12	(+)	2	5	30	50	11	0	0	0	0	1A 1B	21	3,6	199	92	
82	"	2326	8628	+ 80	46	0,59	0,15	23,4	3d	1	4		3	9	50	32	6	0	0	0	0		41	2,1	118	84	
83	"	2323	8619	+ 50	62	0,48	0,19+	19,4	6	0	2	(+)	5	12	40	11	31	0	0	0	0	1A	84	5,3	110	44	
84a	Bau	2260	8605		43	0,29	0,10	32,8	2	0	3		0	7	47	46	0	0	0	0	0		35	4,3	159	113	
84b	"	2260	8605		62+	0,47+	0,23+	25,2	11	11	1	+	8	3	31	21	35	0	0	0	1	1C	81	4,1	138	43	
85	"	2256	8604		60+	0,41	0,09	44,7	2	0	9x	+	3	1	49	44	3	0	0	0	0		10	7,7	72	35	0,1
86	"	2253	8605		55	0,41	0,07	78,5				+															

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. v. 60 µ	9 Korngröße Median der Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Südlicher Ortsausgang von Murnau. Südflügel der Murnauer Mulde (GANSS, SCHMIDT-THOMÉ). Bezugsfläche: Basis der Bausteinschichten. Bl.836 (Eschenlohe).																											
87*	Bau	444003	528171	+ 70	71+	0,24	0,15	31,0	6d	5	3		2	3	21	11	59	3	0	0	0		68	5,7	143	30	
88	Ru,Tonm	3996	8154	- 70	60+	0,58	0,08	60,7	12d	2	40x	+	0	6	51	32	10	1	0	0	0		29	4,9	140	88	
Westlich Altenau. Südflügel der Murnauer Mulde. Bezugsfläche: Tiefstes Anstehendes der Deutenhausener Schichten im Lähnbach nach ZEIL (1953). Proben 90 und 92 von Dr.Zeil. Bl.834 (Unterammergau).																											
89	La,Deut	442480	527984		24	2,14	0,17	24,0	24a	0	9	++	7	1	11	54	23	0	1	0	2	1C	57	7,0	158	51	0,8
90	"	2492	7976	+250	28	2,50	0,17	32,6	27	0	17	++	4	2	17	56	20	0	0	0	0	1B	68	5,0	141	39	0,3
91	"	1935	7971	+200	46	0,93	0,13	34,0	15	0	5	++	1	5	21	32	38	0	2	0	0	1A	48	8,0	154	54	0,5
92	"	1929	7951	+ 10	44	0,86	0,08	92,3	14	0	11	++															
93	"	1928	7950	0	33+	0,76	0,12	36,2	24	0	4x	++	5	2	14	68	10	0	0	0	0	1A	47	2,7	136	30	0,3
Ostsüdöstlich Bad Kohlgrub. Südflügel der Murnauer Mulde. Probe von Dr.Zeil. Bl.835 (Oberammergau).																											
94	La,Deut	433238	528024		31	2,42	0,08	72,5	23	0	13	++	6	2	20	53	13	0	2	0	1	1T 2A	64	3,8	118	24	0,07
Lechgebiet																											
Bei Lechbruck. Südflügel der Rottenbucher (Nr.97 u.98) bzw. Nordflügel der Murnauer Mulde (Nr.95 u.96). Bezugsfläche: Obergrenze der Bausteinschichten (ungefähr!) nach SCHMIDT-THOMÉ. Nr.96: Bl.805 (Steingaden), 95, 97 und 98: Bl.804 (Lechbruck).																											
95	Ch,Weis	440920	528303	+730	70	0,25	0,12	43,8	1	0	16		4	9	15	21	48	1	0	1	0	1C	75	5,7	124	27	0,6
96	"	0973	8372	+350	73	0,21	0,14	36,4	0	0	4		6	16	10	6	58	4	0	0	0		80	6,1	123	32	0,9
97	Bau	0957	8453	-150	69+	0,37	0,12	26,6	0	0	1	(+)	10	16	29	42	3	0	0	0	0	+	82	3,9	128	37	0,5
98	"	0957	8452	-160	56	0,21	0,13	20,3	1	1	4		21	37	24	17	1	0	0	0	0		84	4,2	128	31	0,4
Nordzipfel des Forggensees (Lechstausee). Südflügel der Murnauer Mulde (SCHMIDT-THOMÉ). Proben von Dr.Zeil. Bl.832 (Roßhaupten).																											
99**	La,Deut	440586	527839		47	0,53	0,12	32,6	8	0	5	++	16	6	17	43	15	0	0	0	0	1A 1C 1?	79	4,8	130	46	0,7
100	"	0559	7819		40	1,22	0,20	25,8	13	0	4	++	5	4	9	40	42	0	0	0	0		70	11,7	172	38	0,9
Wertachgebiet																											
Wertachufer bei Görisried. Nordflügel der Auerbergmulde außer Nr.103, welche nach VOLLMAYR im Gegensatz zur Karte 1:300.000 schon zur Vorlandsmolasse gehört. Bezugsfläche: Aquitan/Burdigalgrenze. VOLLMAYR (1955). Bl.802 (Görisried).																											
101	Bu	361488	528682	+120	35	2,98	0,15	19,7	30	0	+2x		2	1	2	11	1	0	83	0	0		12		108		0,7
102	Aq,OBM	1425	8713	- 70	54+	3,09	0,07	91,4	8	4	4x	(+)	0	0	36	49	13	0	0	2	0		14	1,6	47	17	0,03
103	"	1497	8941	-500	76+	0,71	0,16	35,7	7	19	+1		7	18	12	23	38	0	0	0	1	1C	75	2,0	199	36	Sp.
104	"	1465	8782	-600	55+	1,60	0,26	21,7	10	20	1		18	12	16	17	32	3	2	0	0		65		60		Sp.
105	"	1490	8840	-1200	52	1,44	0,24	22,0	12	5	+0		11	20	26	13	26	0	1	1	0	2C	86	1,5	80	21	Sp.
Wertachufer nördlich von Nesselwang, Nr.113: Nordflügel der Murnauer Mulde; alle übrigen: Nordflügel der Rottenbucher Mulde. Bezugsfläche: Chatt/Aquitangrenze (VOLLMAYR,1954). Bl.830 (Nesselwang).																											
106	Aq	361320	528088	+330	51	1,03	0,30+	21,3	11	0	2		22	5	19	19	31	4	0	0	0		52	1,9	91	31	
107	"	1316	8089	+320	44+	0,62	0,20+	22,7	12c	0	0x		16	19	15	7	40	2	0	0	1		73	1,0	87	36	
108	"	1300	8119	+150	54	0,39	0,26+	20,3	10	0	0		11	9	16	9	55	0	0	0	0		50	1,2	139	22	
109	"	1304	8125	+110	39+	1,72	0,11	42,7	6	3	2	(+)	18	6	20	21	33	0	0	0	0	2A	33	1,6	127	26	
110	Ch,Stei	1318	8167	-130	34+	0,98	0,21	21,3	2e	4	0	+	5	7	32	14	42	0	0	0	0		64	1,1	113	36	
111	"	1302	8197	-270	71	0,81	0,15	41,6	5	8	0		22	11	17	10	38	0	0	0	2		76		91		
112	"	1300	8224	-400	74+	0,58	0,16	39,1	5	13	0x		31	10	16	9	34	0	0	0	0		75	0,7	163	26	
113	"	1095	7802		68	1,40	0,08	86,1	5	4	29	(+)	0	3	37	20	40	0	0	0	0		44	2,0	40	15	
114	Ch,Weis	439003	8540		74+	0,55	0,13	36,4	3	13	0	(+)	0	0	35	12	40	0	0	0	3		74	1,6	162	57	

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Median der < 60 µ	9 Korngröße Fraktion %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Reibrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Schloß-Büchel, südlich von Nesselwang, Südflügel der Murnauer Mulde. Bezugsfläche: Obergrenze der Bausteinschichten (VOLLMAYR, mündlich). Bl.830 (Nesselwang).																												
115	Ch,W/St	361311	527630	600	74+	1,4	0,11	52,5	9e	11	1x			3	3	36	21	35	2	0	0	0		32	1,7	144	70	
116	Ch,Weis	1298	7611	+470	63	1,2	0,11	59,2	4	2	6			4	8	25	28	34	1	0	0	0		11	2,9	223	76	
117	"	1300	7602	+380	29+	1,7	0,32+	13,2	4	1	1			9	7	27	27	27	0	2	0	0	1?	54	1,8	127	51	
118	"	1300	7591	+310	63	0,6	0,15	32,0	4	0	4			3	4	17	23	44	6	3	0	0		20	2,7	180	93	
119	"	1300	7585	+270	64	0,74	0,07	91,4																				
120	"	1300	7571	+140	70	0,8	0,10	62,5	3	4	4x			2	6	31	18	39	4	0	0	0		4	4,3	163	87	
121	"	1300	7564	+ 60	58+	0,62	0,11	52,9	4	5	3			4	4	23	30	39	0	0	0	0		62	2,9	238	98	
122	"	1300	7561	+ 40	56	9,4	0,19+	31,7	4	2	3			4	4	10	23	57	2	0	0	0		73	3,1	210	47	
123	"	1302	7559	+ 20	23	0,3	0,30+	22,4	2e	2	1			6	4	14	45	31	0	0	0	0		64	3,3	171	28	
124	Bau	1301	7554		69	1,1	0,17	23,3	7	1	13x	++		0	0	27	18	55	2	0	0	0		60	6,3	210	74	
Südlich Seeg. Südflügel der Murnauer Mulde. Bezugsfläche: Basis der Bausteinschichten nach SCHMIDT-THOMÉ. Bl.831 (Seeg).																												
125	Ch,Weis	439503	527823	+320	74+	0,31	0,09	63,6	0	0	1x	(+)		7	7	20	32	34	0	0	0	0		2	5,9	191	38	0,1
126	Bau	9490	7798	+ 73	56	0,52	0,17	22,9	2	0	1			3	3	40	17	37	0	0	0	0		76	5,0	30	12	0,7
127	"	9489	7796	+ 59	58	0,37	0,09	41,7	2	1	6		+	5	8	7	54	25	0	0	0	0	1A	77		81		Sp.
128	"	9488	7792	+ 18	62	0,33	0,14	31,1	3	1	2			7	4	17	24	47	0	0	0	1		75	10,0	155	27	1,1
129+	"	9488	7791	+ 11	53+	0,23	0,13	34,4	5	1	3x			2	0	23	26	48	1	0	0	0		66	9,0	109	25	0,3
130	Ru,Tonm	9488	7790	- 1	60	0,86	0,12	35,9	15	2	0			3	2	14	37	42	0	0	0	0	1G 1T	56	3,2	135	55	0,8
Grunten-Nordfuß. Steinbruch Vien (Kranzegg). Nordflügel der Murnauer Mulde. Bl.857 (Hindelang).																												
131	Bau	359897	527200		37-	1,8	0,09	33,0	11d	2	6	++		0	0	39	60	0	0	0	0	0	1B	30	4,1	99	56	
Gebiet westlich der Iller																												
Hauchenberg bei Missen. Hauchenbergmulde. Burdigal (VOLLMAYR,1954). Bl.8326 (Isny).																												
132+	Bu	358385	527436		44	1,17	0,25	22,3	19	10	0			2	0	4	25	66	3	0	0	0		30		112		1,0
Umgebung des Schuttentobels und der Jugendach südlich Isny. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (1900 m Aquitan nach VOLLMAYR,1954). Bl.8326 (Isny).																												
133	Aq,GrMo	357860	527697	- 80	34	8,79	0,19	13,3	39	2	7x			2	0	1	10	3	1	82	0	0	1Z	16		122		0,4
134	Aq	7870	7659	-320	63	0,99	0,11	50,6	18	4	1			2	1	10	45	40	0	0	0	1	1C	29	1,4	175	45	0,4
135	"	7922	7595	-850	58	1,41	0,19	28,7	16c	8	2			2	3	7	23	63	1	1	0	0		49		103		0,4
136	"	7973	7564	-1200	41	2,00	0,20	25,4	19	10	2			14	11	18	33	21	0	1	0	1	1C	60		82		0,2
137	Aq,GrMo	7980	7554	-1270	11	0,33	0,29	16,9	47b	3	2x			12	2	6	58	10	0	6	2	0	4A	81		50		0,4
138	"	8163	7649	-1600	30	23,5	0,36	12,5	38	3	2			20	9	7	39	23	2	0	0	0		80		44		0,4
139	"	8183	7638	-1750	22	4,90	0,26	12,6	40	1	6			12	6	5	57	17	0	2	0	1		61		88		0,2
2 km nördlich Oberstaufen. Vermutlich Nordflügel der Hauchenbergmulde. Bl.854 (Oberstaufen).																												
140	Aq,Koj	357686	527123		63	3,16	0,18	31,2	14	40	3			9	4	8	12	62	3	0	0	0	1G 1C	63		86		
141	"	7674	7121		54	2,59	0,20	29,8	12d	30	2			14	7	12	38	25	3	0	0	1		58		108		
Salmaser Bach, 4 km östlich Oberstaufen. Probe Nr.142: Nordflügel, die übrigen: Südflügel der Salmaser Mulde. Bezugsfläche: Chatt/Aquitangrenze (VOLLMAYR, mündlich). Bl.855 (Rindalphorn).																												
142	Aq,Koj	358084	526961	+140	64+	1,21	0,13	42,5	11c	15	3x			12	17	19	8	40	0	1	0	2	1A	68	1,1	128	25	
143	"	8085	6954	+ 80	71+	0,46	0,24	33,9	3	60	2			32	13	9	6	38	0	0	0	0	1C	85		47		
144	"	8084	6948	+ 30	66	0,72	0,13	61,2	3	50	2			27	4	23	13	33	0	0	0	0		82	1,4	75	17	
145	Aq/Ch	8084	6945	+ 5	72	0,84	0,19	35,4	7	50	2			7	9	21	10	49	3	0	1	1		83	2,5	102	21	

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Median der < 60 µ	9 Korngröße Fraktion %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Reibrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
146	Ch,Stei	358084	526939	- 50	75	0,96	0,12	57,1	2	50	5			11	9	34	19	23	0	0	1	2	1C	75	1,1	119	40	
147	"	8084	6930	-130	69+	0,69	0,18	26,6	12c	30	3x			20	13	25	4	32	6	0	0	0		76	1,5	108	27	
Weißachtal, südlich Oberstaufen. Nordflügel der Hornmulde. Bezugsfläche: Obergrenze der Bausteinschichten (VOLLMAYR, mündlich). Bl.854 (Oberstaufen).																												
148	Aq,Koj	357945	526408	+3400	79+	1,1	0,10	71,4	1	30	0x			11	3	22	27	35	0	0	0	1	1A	44	0,9	81	18	
149	"	7895	6452	+2840	76	3,27	0,25+	54,0	8	15	2			10	10	22	25	30	3	0	0	0		57		40		
150	Ch,Stei	7885	6478	+2630	71	2,1	0,20	36,9	10	13	0x			25	11	16	10	36	2	0	0	0		73		83		
151	"	7915	6560	+2120	78+	2,49	0,15	40,4	7d	10	1			20	12	22	11	32	1	2	0	0		71	1,9	134	30	
152	"	7910	6623	+1710	54+	0,6	0,37	15,7	4	36	0x			33	28	16	0	21	0	2	0	0		86		63		
153	"	7828	6612	+1580					2	32	1																	
154	"	7812	6638	+1430					2	26	0																	
155	"	7795	6652	+1260	76	0,8	0,12	47,6	3e	14	1			10	15	25	22	22	0	0	0	4	2A	48	2,2	81	56	
156	Ch,Weis	7765	6692	+ 780	67+	1,67	0,15	41,7	5	15	1x			3	6	43	6	39	0	0	0	3		53	2,6	79	34	
157	"	7750	6720	+ 590	74	3,62	0,11	39,0	2	7	1			9	12	33	6	25	0	0	1	11	1B 1C	44	1,8	128	43	
158	"	7725	6735	+ 310	59+	0,8	0,23	20,6	0e	38	1			15	17	22	34	8	0	0	0	2	2A	50		72		
Eibeletobel am Hochgrat-Nordhang. Nordflügel der Steinebergmulde. Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschichten (VOLLMAYR, mündlich). Bl.855 (Rindalphorn).																												
159	Ch,Weis	358050	526365	+ 160	69+	0,69	0,23	26,5	1e	14	0	(+)		8	13	21	1	56	0	0	0	1		93	4,1	158	31	
160	"	8048	6374	+ 40	71	1,7	0,33	20,3	4	7	3	+		7	12	21	3	53	1	0	0	0	1B 1C 1G	74	3,0	119	25	
161	Bau	8047	6381	- 30	61+	1,5	0,16	23,4	14	2	2x	+		5	8	40	15	32	0	0	0	0		70	5,8	67	44	
Nordhang der Nagelfluhkette. Nordflügel der Steinebergmulde. Proben von Dr.Vollmayr gesammelt. Bezugspunkt: Probe 163. Bl.855 (Rindalphorn).																												
162	Ch,Weis	358864	526665	+ 50	59	0,73	0,34+	18,8	7	17	3			4	10	25	25	36	0	0	0	0		81	3,9	66	27	
163	Bau	8864	6665		57	1,3	0,20	24,7	11	6	3	(+)		4	8	33	10	45	0	0	0	0		67	13,7	57	22	
164	"	8241	6454		51	2,3	0,10	40,1	10c	10	2	+		0	4	35	35	26	0	0	0	0		67	10,6	89	52	
165	"	8283	6474		47	3,7	0,08	46,4	4d	7	7	+		2	1	49	45	3	0	0	0	0	+	33	3,3	96	63	
166	"	8418	6520		57	1,2	0,34	13,4	15	16	7	+		2	7	27	34	30	0	0	0	0		71	30,0	72	31	
167	Ru,Tonm	8416	6522		47	1,72	0,08	57,4	9	0	13	+		2	0	43	55	0	0	0	0	0		17	7,7	78	48	
Gebiet der Bregenzer Ache)Anm.																												
Südlich des Rotachtales. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Basis der Granitischen Molasse nach VOLLMAYR (sie ist nach VOLLMAYR 2100 m mächtig). Bl.95# (Bregenzer Wald, 1:50.000).																												
168	Aq,GrMo	44' 8"	30'41"	+1250	13+	0,72	0,26	13,5	49b	0	5x			4	0	3	3	0	0	87	1	0	1C	44		75		
169	"	43 34	30 32	+1070	24	1,34	0,17	19,7	48	1	9			10	7	18	59	4	0	1	0	0	1B	65	1,6	118	21	0,2
170	"	44 24	30 7	+1000	0	-	0,32	10,0	57	1	2			11	2	9	62	5	0	11	0	0		75		44		0,1
171	"	45 0	29 21	+ 550	23+	2,41	0,20	19,1	52b	0	10x			6	0	11	72	11	0	0	0	0		86		83		
172	Aq	45 15	29 8	+ 350	62	1,00	0,14	42,5	23	7	2			12	25	5	29	20	0	1	0	5	2B 1A	78		122		1,0
173	"	45 8	29 5	+ 250	66+	0,96	0,14	38,3	5d	15	2x			33	17	19	14	17	0	0	0	0		75	1,3	120	23	
Am Kojen bei Riefensberg. Nordflügel der Hornmulde. Bezugsfläche: Grenze Chatt-Aquitan (nach MUHEIM 1934). Die Proben wurden in der folgenden Meereshöhe genommen (von oben nach unten): 1220, 1260, 1210, 1150, 1030, 890, 810, 750 m. Bl.95# (Bregenzer Wald, 1:50.000).																												
174	Aq,Koj	37'12"	29'42"	+ 170	76	1,34	0,20+	37,0	5d	50	2			6	7	37	7	38	5	0	0	0		50	1,3	89	33	
175	"	37 7	29 49	+ 120	83	10,4	0,18+	37,5	4	60	1			11	7	11	32	28	0	0	11	0		58		28		
176	"	37 11	29 53	+ 20	75+	1,23	0,14	50,5	8	40	2x			22	9	32	12	25	0	0	0	0		76	2,7	81	26	

) Anm. 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 Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
177	Ch,Stei	37'17"	29'57"	- 130	77	1,66	0,15	40,0	5d	10	2			9	10	27	13	32	7	0	1	1		67	1,1	114	31	
178	"	37 22	30 7	- 450	43+	45,6	0,28+	31,9	7	25	2			24	5	21	28	20	0	0	0	0	2B	69		61		
179	"	37 43	30 17	- 910	35	5,5	0,14	29,3	8	0	0		(+)	22	21	36	9	12	0	0	0	0		66	0,8	125	46	
180	"	37 59	30 18	-1130	71	0,93	0,20	26,4	6	15	0x			5	4	50	10	27	4	0	0	0		63	1,0	73	36	
181	"	38 11	30 26	-1460	60	1,36	0,12	49,0	4d	16	0			12	12	45	17	9	2	0	0	3		57	1,2	104	47	
(Grenze Steigbachschichten/Weißachschichten bei -1800)																												
Bregenzer Ache zwischen Subersach und Weißach. Nordflügel der Steinebergmulde. Bezugsfläche: Oberkante der Bausteinschichten (MUHEIM 1934 und VOLLMAYR 1954). Bl.95W (Bregenzer 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	3	2A	60	1,4	150	64	
184	"	43 10	27 42	+ 650	53	5,95	0,19	24,7	13b	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	5	31	0	0	0	1	2A 2M	83	1,2	96	29	
186	"	43 53	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	Bau	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 Bregenzer Ache. Außer Probe 190 ("Zone von Inngrüne") Nordflügel der Steinebergmulde, nördliche Schuppe (MUHEIM 1934, VOLLMAYR 1954) Bl.95W (Bregenzer Wald, 1:50.000).																												
190	Ch,w/St	49'40"	26'45"		32	3,69	0,10	52,2	3e	2	1x			17	14	37	23	8	0	0	0	0	1A	55	1,1	130	76	
191	Ch,Weis	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	7d	3	+0	+		21	19	22	3	33	0	0	0	0	1C 1G	88	1,8	150	59	
193	Lm,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	
Bregenzer Wald. Steinebergmulde. Proben von Herrn Dr.Vollmayr in verschiedenen Gegenden genommen. Bl.95W (Bregenzer Wald, 1:50.000).																												
194	Bau	40' 0"	28'48"		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	1x	++		4	7	43	26	18	0	2	0	0		76	4,8	98	67	
197	"	45 18	27 50		55+	0,57	0,28	18,4	8c	10	1	+		3	2	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	3	+		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	5	3	2	+		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	6	6	4	+		42	27	27	2	0	0	0	0	2		78	1,9	93	58	
203	"	50 15	25 39		39	3,3	0,12	26,7	4	3	+1	++		8	31	48	13	0	0	0	0	0		38	2,9	106	66	
Rheingebiet																												
Südöstlich Rheineck. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (ca.2.500 m GrMo) (RENZ). Bl.82 (Rheineck).																												
204	Aq,GrMo	762,12	259,44	- 390	58	0,23	0,10	49,2	22	+ 3	3			39	12	4	42	1	0	0	0	2		47		222		0,2
205	"	762,35	259,00	- 620	37+	0,73	0,22	15,8	40b	+ 2	7x			22	11	6	26	4	0	30	0	0	1B	68		96		0,2
206	"	762,14	258,40	- 710	56+	0,86	0,10	57,4	31	+ 2	4			3	2	12	72	4	0	1	1	2	2A 1C	37	0,9	136	24	0,1
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	36		118		0,1
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	79		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	22	0,62	0,16	21,4	52	1	4			26	0	4	88	0	0	0	0	0	2C	72		118		0,2
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	1C	91		109		0,3
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
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		77		33		0,06
214+	"	762,04	254,91	-2400	55	2,24	0,16+	37,8	22	+9	5		(+)	30	13	5	34	16	0	0	0	2		68		56		0,06
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		0,06
Goldachgebiet																												
Bei Speicher. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (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	1			12	0	2	10	2	0	74	0	0		63		85		0,05
219	"	751,63	252,09	-1690	2	0	0,29	14,5	53	2	7			27	2	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	0	1B	75		85		0,1
Nordwestlich Altstätten. Gäbriszone. Bezugsfläche: Chatt-Aquitangrenze (rd.2000 m Gäbris-Aquitan). 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	0	86	0	1		24		116		0,3
222	"	756,34	250,99	+ 690	52	0,96	0,12	40,4	11	+1	4			35	11	4	40	8	0	0	0	0	2C	56		113		0,35
223+	"	756,49	251,40	+ 550	48	1,34	0,12+	37,0	33	+1	5			12	15	5	59	4	0	3	0	2		66		113		0,1
224+	"	755,37	251,61	+ 150	49	1,68	0,20+	27,8	28	+10	2			22	11	9	54	1	0	0	0	0	3A	59		81		0,05
Sittergebiet																												
Südlich St.Gallen. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (rd.2000 m GrMo nach BÜCHI, z.T.mündlich, und Geol.Atlas 1:25.000, Bl. 23). Bl.222 (Teufen).																												
225+	Bu	743,95	251,79	+ 135	56	0,61	0,09	65,8	29	6	7			1	0	2	8	0	0	88	0	1		5		104		0,2
226	"	743,97	251,70	+ 90	56	0,81	0,12	43,5	23	13	0			8	3	2	9	3	0	74	0	0	1A	28		102		0,15
227	"	743,95	251,58	+ 70	55	1,39	0,18	17,5	17	14	3			19	1	0	9	0	0	70	0	1		26		100		0,3
228	Aq,GrMo	745,21	251,53	- 150	43+	0,54	0,16	26,1	25b	10	10x			3	1	0	6	0	0	90	0	0		9		100		
229	"	744,66	250,76	- 490	48	1,32	0,14	27,4	28	+3	6			3	3	2	31	7	0	55	0	1	1A 1T	51		98		0,2
230+	"	746,54	251,32	- 500	40	0,82	0,14	41,4	25	+7	9			1	0	1	7	0	0	91	0	0	1?	13		112		0,8
231	"	744,13	250,26	- 650	51	1,12	0,09	61,7	13	+3	8			1	1	6	73	1	0	17	0	0	1A	12		119		0,1
232	"	747,16	251,34	- 650	42	0,77	0,14	32,3	32	4	7			15	5	0	24	1	0	51	0	3	1C	47		119		0,2
233	"	746,77	250,64	-1000	65	2,14	0,11	36,5	55	+1	8			15	0	4	13	0	0	67	1	0		52		125		0,2
234	"	748,21	251,15	-1080	5	(0)	0,10	61,0	50	+0	7			8	0	3	9	0	0	79	0	0		2		119		0,04
235	"	747,55	250,19	-1200	20	0,76	0,17	25,4	45	+0	7			18	0	3	70	6	0	0	0	0	3C	84		33		0,08
236	"	747,83	249,93	-1470	7+	4,58	0,30	10,3	43b	0	10x			7	2	16	68	4	0	0	0	1	1C	67	1,3	134	21	
237	"	747,84	249,54	-1740	19	2,74	0,19	23,1	41	0	10			7	2	12	69	3	0	5	3	0	1G	74		99		0,1
238	"	748,05	249,47	-1910	21	0,98	0,20	14,9	52	+0	2			9	0	18	60	9	0	2	0	0	1C 1P	85		68		0,2
239	Ch	748,16	249,40		60	1,61	0,11	40,8	1	+10	0			37	28	17	7	6	0	1	0	1	3A	55	0,7	115	20	0,04
Bei Hundwil. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze. (rd.1900 m GrMo). Bl.1095 (Gais).																												
240	Aq,GrMo	742,57	247,50	-1760	17	1,99	0,33	11,3	63	0	9			21	7	7	65	0	0	0	0	0		96		14		0,2

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Median der < 60 μ in %	9 Korngröße Fraktion	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Straße Bühler-Gais. Gäbriszone. Bezugsfläche: Chatt-Aquitangrenze (rd.1100 m Gäbris-Aquitan 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		49		0,06
243	"	751,25	247,53	+ 780	62	1,05	0,09	75,1	12	+12	8			42	12	8	23	6	0	0	0	4	2A 1T 2C	68		111		0,04
244	"	750,94	247,70	+ 630	47	1,31	0,18+	23,4	37	+ 7	+8			34	11	5	27	14	0	5	1	1	1A 1T	68		130		0,4
245 +	"	750,94	247,70	+ 630	26	0,68	0,28	15,2	40	+ 9	11			5	15	2	63	10	0	2	1	0	2B	45		95		0,02
246	"	750,65	247,82	+ 460	47	1,61	0,29+	21,1	19	+12	4			20	8	12	44	11	0	1	0	2	2B	63		130		0,13
247	"	750,66	247,86	+ 460	30	1,41	0,27	15,1	20	+15	1			3	22	11	50	8	0	3	0	3		46		36		0,005
248	"	750,55	248,35	+ 175	52	1,38	0,12+	34,9	15	+ 8	2			14	13	8	48	14	0	0	0	0	3A	43		92		0,03
249	"	750,55	248,38	+ 160	21	1,50	0,31	25,9	44	+ 3	4			14	0	4	62	7	0	10	0	0	3Z +	83		29		0,08
250	"	750,49	248,66	+ 16	43	1,50	0,24	25,8	15	+15	1			3	10	6	28	53	0	0	0	0		59		103		0,1
Urnaschgebiet. Nördlich Urnäsch. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. 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	84	0	0	1A	33		103		0,05
252	"	738,27	245,34	-1230	0	-	0,20	16,6	48	1	4x			11	3	12	57	14	0	3	0	0		88		35		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	1C +	93		76		0,5
Kronbergzone. 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	1A	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		
257	"	739,88	237,61	+ 750	51	3,41	0,27+	26,3	17c	30	0			8	1	8	78	2	0	3	0	0		77	1,5	126	16	
258	"	739,12	238,38	+ 180	67+	0,93	0,11	57,5	16	20	+2			5	2	14	57	11	0	9	0	1	1A	17	0,6	170	23	
259	"	739,12	238,40	+ 160	64	1,19	0,12	65,5	4e	55	0			10	12	48	10	4	0	8	0	6	2A	44	0,7	50	24	
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	
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	
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	0,5	64	19	
263	"	738,60	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
Thurgebiet. Höhenstraße Wattwil-Kappel. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigalgrenze (rd.2000 m GrMo nach Geol.General-Karte 1:200.000, Bl.3). Bl.1114 (Neßlau).																												
264	Aq.GrMo	725,24	239,75	- 420	60	1,24	0,09	69,9	26	13	5			6	2	6	36	5	0	41	0	1	1A 2T	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	3T	1		100		1,0
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	3T 2C	16		112		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		155		0,3
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	238,24	-1500	10	1,01	0,32	13,6	50	0	3			46	4	3	38	3	0	5	0	0	1C +	55		125		0,15
270	"	726,77	238,15	-1700	8	2,19	0,29	10,5	50a	0	6x			26	2	6	59	1	0	5	0	0	1A	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	2C	73		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	2C 4F +	60		47		0,1
Straße Stein-Neßlau. Speerzone. 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	0	0	5		55		19		
274	"	734,79	230,13	+ 770	62	2,02	0,17	42,5	0	15	1x			37	13	36	9	2	0	1	0	2		63	1,2	98	35	
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	4A 3?	64	1,3	29	14	

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Median der < 60 μ in %	9 Korngröße Fraktion	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
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		
277	"	734,01	231,34	+ 5	24	4,12	0,18	27,2	2	7	2			34	15	30	17	2	0	0	0	0	2A	55	1,4	107	32	
278	Horw	734,00	231,35	- 5	56+	2,85	0,11	40,2	3	10	+10x	+		13	9	51	21	1	0	0	0	4	1A	33	3,3	84	43	
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	
Zürichseegebiet. Goldinger- und Aabachtobel sowie westsüdwestlich Eschenbach. Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Aquitan-Burdigal (rd.2400 m GrMo nach Geol.Generalkarte 1:200.000, Bl.3 und BÜCHI, mündlich). Bl.232 (Schmerikon).																												
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	1T	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	2T,1A 1Or	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	2T	2		100		0,3
283++	"	714,58	233,72	- 300	56	1,93	0,16	28,3	20	+10	4			16	6	6	19	5	0	44	0	1	3T	42		103		0,07
284	"	714,60	233,64	- 350	10	2,63	0,18	16,9	52	+ 1	4			2	1	0	5	0	0	90	0	0	2T ++	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		41		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	5C	43		54		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	5	3	50	1	0	0	1	1	1C	58		84		0,04
289	"	715,52	232,31	-1240	19	1,74	0,39	7,7	48	2	2			7	7	27	53	6	0	0	0	0		97		15		0,5
290a	"	712,92	229,99	-1920	48	1,03	0,21	27,2	45	5	3			70	0	10	15	0	0	0	0	5		87		20		0,16
290b	"	712,92	229,99	-1920	14	1,56	0,41	9,5	52	3	3			64	9	0	24	3	0	0	0	0		70		33		0,08
291	"	715,17	230,58	-2100	20	2,26	0,10	37,6	44	1	20			0	1	6	84	5	0	2	1	1		8		125		0,04
292	"	714,92	230,39	-2150	18	1,73	0,11	32,3	38	0	3			20	3	5	69	1	0	2	0	0		50		145		1,0
293	"	715,68	230,31	-2370	7	0,62	0,33	16,9	59	0	20			10	3	4	82	0	0	1	0	0		43		77		0,01
Hohe Rone. Aufgefalteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Für Nr.294 die Aquitan-Burdigalgrenze, für Nr.297-307 der tektonische Süd-Kontakt (gegen Chatt) (KLEIBER). a) Nordflügel (rd.500 m GrMo). Bl.242 (Richterswil)																												
294	Aq.GrMo	695,09	226,15	- 160	62	0,84	0,09	79,6	22	+18	6			12	1	0	7	2	0	77	0	0	1T	19		96		0,08
295	"	696,56	225,41		27	2,95	0,12	47,5	50	+ 0	12			24	0	5	37	5	0	27	0	0	2A +	50		41		0,04
296a+	"	696,58	225,34		11	2,71	0,34	11,1	60	0	9			46	5	3	21	0	0	23	0	0	2C	90		61		0,16
296b	"	696,58	225,34		10	1,35	0,34	6,9	71	2	15			23	0	13	27	3	0	23	0	0	4A 7C	91		30		
b) Überschobener Südflügel (rd.1500 GrMo). Bl.244 (Altmatt).																												
297+	Aq.GrMo	695,66	223,03	- 400	15	4,28	0,16	23,4	50	+ 0	12			33	2	9	49	0	0	0	0	0	2B 5C	82		109		0,17
298	"	697,37	223,69	- 430	32	1,10	0,10	55,5	40a	2	25			3	1	15	79	0	0	1	0	0	1A	44	2,0	101	21	
299	"	694,47	223,32	- 760	18	1,77	0,12	46,7	50	0	8			35	3	7	52	0	0	2	0	1		54	1,0	107	19	0,18
300	"	694,37	223,40	- 820	10	1,87	0,16	21,4	45	2	4			9	2	5	81	1	0	0	0	0	2A	55		129		0,1
301	"	694,35	223,60	- 910	19	1,32	0,08	92,8	44	0	60													50		6		0,003
302	"	694,23	223,59	- 930	8	1,73	0,23	36,5	51	+ 0	3	++		45	5	5	45	0	0	0	0	0		94		22		0,1
303	"	694,31	223,69	- 960	0	-	0,22	17,2	48	0	9			42	10	10	38	0	0	0	0	0		83		29		0,07
304	"	694,19	223,67	- 970	0	-	0,25	14,3	54	0	8			32	0	6	60	0	0	0	0	2		63		63		0,03
305	"	694,14	223,75	-1000	8	0,31	0,10	61,0	38	2	12			33	2	0	56	0	0	7	0	0	2A	48		45		0,01
306	"	694,03	223,84	-1050	8	1,29	0,38	14,4	42	0	5			15	6	3	72	1	0	1	0	2		73		72		0,14
307	"	694,03	223,87	-1060	11	3,75	0,13	39,7	42	1	7			7	2	7	82	1	0	0	0	0	1A	42		117		0,11
Vierwaldstätter See-Gebiet. Westlich Kriens bei Luzern. Gefalteter Südsaum der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Obergrenze des Aquitan (Geol.Atlas 1:25.000, Bl.28). Bl.Vierwaldstätter See 1:50.000.																												
308	Bu	661,07	209,74	+ 120	24	1,78	0,11	40,1	35a	0	4	(+)		2	0	5	18	0	0	75	0	0		9		91		
309	Aq.GrMo	661,90	209,76	- 200	20	1,29	0,11	36,1	30a	0	3	(+)		0	0	0	4	0	0	96	0	0		0		74		

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Fraktion > 60 μ Median der Fraktion	9 Korngröße Fraktion < 60 μ %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Reibraunes Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Zwischen Luzern und Horw. Gefalteter Südsaum der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Obergrenze des Aquitan (Geol.Atlas 1:25.000, Bl.28). Bl.Vierwaldstättersee 1:50.000																												
310	Aq,GrMo	667,14	210,25	-1000	16	2,01	0,38	12,4	55	0	6		0	0	8	0	0	0	76	0	0	8C 8? +	74			12		
311	"	667,55	209,93	-1000	19	2,13	0,27	14,5	54	0	8		9	1	7	58	2	0	24	0	0	1Ī	54			76		
312	"	668,25	209,08	-1500	20	4,80	0,36	8,6	52b	0	27		7	0	0	13	0	0	78	0	0		23			69		
Straße Schwyz-Rapperswil bei Schwyz. Rigischuppe. Bezugsfläche: Überschiebung des Kalkalpins. Bl.Vierwaldstättersee 1:50.000.																												
313	Ch	689,92	212,50	0	29	5,70	0,24	27,8	2	0	1	+	51	14	15	15	5	0	0	0	0		47	1,9	140	22		
314	"	689,90	212,50	- 20	33	6,00	0,10	65,4	1e	2	2		50	16	18	12	3	0	0	0	1		38	1,9	131	50		
315	"	689,92	212,78	- 90	43	1,82	0,09	74,2	14	2	3		35	7	21	28	3	0	0	0	2	3A 1C	29	1,0	122	26		
316	"	689,96	213,28	- 240	61	6,49	0,22	43,1	9	2	3	+	26	5	26	32	10	0	0	0	0	1G +	50	1,2	106	28		
317	"	690,00	214,00	- 480	69+	0,51	0,25	31,8	27c	9	5x		25	6	12	39	7	0	0	0	2	1A 8C	62			110	13	
Am Vierwaldstättersee zwischen Vitznau und Weggis. Rigischuppe. Bezugsfläche: Oberkante der Horwer Platten. Nr.317 und 318 sind ungefähr niveaugleich. Bl.Vierwaldstättersee 1:50.000.																												
318	Ch	679,89	207,24	+1710	68	3,15	0,23+	39,5	24c	12	4		14	9	14	63	0	0	0	0	0		41			22		
319	"	678,28	208,52	+1110	61	2,57	0,20	40,4	2	14	1		27	3	34	27	0	0	3	0	6		23			33		
320	"	677,43	208,62	+ 960	47	4,51*	0,28+	21,5	4	1	+6		18	1	49	18	13	0	0	0	0	1A	23	0,8	91	45		
321	"	677,20	208,74	+ 890	58	3,31	0,34+	30,6	3e	10	0		10	9	23	34	2	0	1	0	20	1A	9	1,6	175	40		
322	"	675,31	209,50	+ 550	79	0,40	0,27	27,2	2	2	2		30	7	37	22	0	0	0	0	2	2A	17	1,7	97	36		
323	"	673,42	208,92	+ 300	70	0,70	0,20	39,6	0	4	0		34	5	41	20	0	0	0	0	0		38	3,3	41	17		
Tongrube Grisigen südlich Horw. Bezugsfläche: Obergrenze der Horwer Platten (Geol. Atlas 1:25000, Bl. 28). Bl. Vierwaldstättersee 1:50000.																												
324	Ch/Horw	665,12	206,71	0	26	4,62	0,10	32,8	15	0	7	++	5	4	37	51	0	0	0	0	3		2	5,6	171	63		
324A	Horw	665,00	206,73	0	24+	6,2	0,31	16,3	18	0	8		38	17	7	31	0	0	0	0	0	2A 5B	51	2,5	42	14	0,008	
325	"	665,12	206,71	- 5	24	2,47	0,08	49,2	9	0	12	++	8	5	20	65	0	0	0	0	2		10		89			
326	"	665,00	206,74	- 11	26+	4,87	0,10	34,6	10	3	12	++	1	1	59	37	0	0	0	0	0	1B	1	5,2	133	78		
327	"	665,00	206,75		42	5,52	0,08	71,0	7d	2	5x	++	4	1	52	43	0	0	0	0	0		9	3,1	120	62		
327A	"	665,12	206,71	- 19	17	4,96	0,49	16,7	7	0	1	(+)	8	12	14	62	0	0	4	0	0		+91		26		0,02	
327B	Ru, Gris	664,93	206,90	•	42	11,9	0,08	57,5	7	0	7	++	15	7	18	52	0	0	0	0	0	4A 4B	+32	2,5	27	14	0,003	
327C	"	665,00	207,06		23	3,63	0,07	85,5	4	2	5	+	6	0	12	64	0	0	0	0	0	18A	23		17		0,001	

* 327B = Oberste Kalksandsteinbank, 327 C = unterer Teil.

Entlebuch

Schwandgraben bei Escholzmatt (Nr.328-333) und Blapbachgraben bei Schüpfheim (Nr.334). Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Bezugsfläche: Burdigal/Helvetgrenze. (Nach FRÖHLICHER wurde mit 590 m Helvet, 225 m limnischem Oberburdigal und 475 m marinem Unterburdigal gerechnet.) Bl.374 (Escholzmatt).

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Rechtswert	4 Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Fraktion > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ %	10 Feldspat	11 Chalcedon	12 Glimmer	13 Reibraunes Biotit	14 Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
328+	He	638,64	199,10	+ 100	24	46,7	0,23	27,1	28	0	2	+	1	2	1	9	0	0	84	1	0	1Z 1Ī	16		107			0,7
329	"	638,69	199,04	+ 70	21	9,33	0,20	29,7	30	0	11		5	0	4	11	1	0	78	0	0	1Z	26		129			1,1
330	O-Bu	638,96	198,86	- 100	21	1,25	0,15	33,5	29	0	3		2	2	3	5	0	0	86	1	0	1Ī	10		115			1,0
331	"	639,02	198,74	- 170	26	5,55	0,15	35,6	33	0	6		0	0	1	9	0	0	90	0	0		6		133			2,0
332	U-Bu	639,11	198,60	- 290	26+	3,69	0,12	34,0	41a	1	4x	+	7	0	1	5	0	0	87	0	0		4		115			8,0
333	"	639,23	198,37	- 500	28	4,78	0,08	42,1	28	0	15	+	0	0	1	7	0	0	92	0	0		2		175			1,2
334	"	641,76	199,89	- 675	22	2,08	0,09	49,8	40	0	6	+	5	0	3	26	0	0	65	0	0	1Ī	12		115			0,4

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Rechtswert	4 Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Fraktion > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ %	10 Feldspat	11 Chalcedon	12 Glimmer	13 Reibraunes Biotit	14 Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Blapbachgraben (Nr. 335-341, 343), Tellenbach am Bockerengraben (Nr. 342) und Waldemme zwischen Klusboden und Schüpfheim (Nr. 344-349). Aufgerichteter Südrand der Vorlandsmolasse. Angegeben sind die Entfernungen auf der Karte, senkrecht zum Streichen vom Aquitan/Burdigalkontakt aus gemessen. (Der Streifen ausstreichenden Aquitans ist hier nach FRÖHLICHER 3250 m breit, das Einfallen wechselt zwischen steil SE und steil NW.) Bl. 374 (Escholzmatt).																											
335	Aq,GrMo	641,81	199,88	10	9	1,17	0,15	25,0	48	0	2		3	0	1	7	0	0	88	1	0		0		113			0,4
336	"	641,87	199,84	70	23	3,92	0,18	14,5	48	0	1		5	0	0	2	0	0	93	0	0		5		151			1,2
337	"	641,86	199,83	80	32	8,28	0,08	82,5	50	0	2x		0	0	0	6	0	0	93	0	0	1Ī	1		108			0,8
338	"	642,00	199,67	280	15	1,78	0,09	50,3	44	0	8		17	1	4	46	0	0	29	0	0	2Ī 1A	63		137			0,7
339	"	642,17	199,54	500	27+	6,58	0,16	19,3	45	0	5		7	0	1	11	0	0	80	0	1		19		125			0,1
340+	"	642,29	199,46	640	15	6,37	0,28	13,4	48	0	10		10	0	2	26	0	0	60	0	0	1Ī 1C	41		155			0,6
341	"	642,34	199,43	690	20	18,7	0,45	9,2	52	0	7		4	0	0	6	1	0	88	0	0	1Ī	18		113			0,5
342	"	641,09	198,29	780	14	5,08	0,37	16,4	55	0	5		7	1	2	12	0	0	78	0	0		18		127			0,3
343	"	642,46	199,33	850	16	6,76	0,20	23,5	55a	0	8		13	1	2	37	0	0	46	0	0	1Ī +	34		100			0,2
344	"	643,34	199,07	1550	24	5,58	0,35	9,0	60a	0	20x		4	0	3	7	0	0	86	0	0		17		186			
345	"	643,29	198,57	1930	13	3,60	0,38	10,0	52	1	9		15	0	12	73	0	0	0	0	0		67		33			
346+	"	643,45	198,41	2160	14	2,96	0,22	19,6	55	2	8	(+)	26	2	8	64	0	0	0	0	0		63		65			
347	"	643,53	198,19	2390	17	5,58	0,10	44,0	47	0	1x		18	0	1	81	0	0	0	0	0		61		117			0,2
348	"	643,70	197,87	2740	23	6,55	0,37	7,1	68b	0	8x		22	0	10	62	6	0	0	0	0		80		31			
349	"	643,35	197,46	2880	19	3,36	0,27	15,1	48	1	7		4	2	10	80	0	0	4	0	0		77		52			0,4
Waldemme zwischen Steinibach und Klusboden. Bäuchlenzone. Bezugsfläche: Obergrenze der Horwer Platten (FRÖHLICHER). Bl. 374 (Escholzmatt). 366 - 366 D Hilfernzone. Bezugsfläche: Unterste anstehende Sandsteinbank.																												
350	Ch	644,00	195,75	+1100	0	-	0,18	23,8	26b	0	10x		17	1	23	57	0	0	0	0	0	2A +	38	2,1	138	31		
351	"	643,87	195,77	+1000	48	7,30	0,20	28,7	6	4	8		16	13	21	38	6	0	1	0	4	1A	91		71			
352	"	643,72	196,45	+ 530	60+	4,47	0,16	37,7	7	9	4		36	4	12	33	0	0	4	0	11		73		48			
353	"	643,80	196,79	+ 330	49	4,17	0,17	39,6	6d	7	3	+	7	13	20	40	0	0	(7)	0	0	(13C)	88		15			
354	"	643,83	197,12	+ 100	28	1,35	0,18	27,0	5	2	8		18	9	16	57	0	0	0	0	0	+	68	3,5	182	34		
355*	"	643,90	197,23	+ 45	30	1,32	0,38	14,1	20c	10	5	+	17	3	19	61	0	0	0	0	0		62	2,5	121	23		
356	Horw	643,90	197,30	0	31+	1,13	0,28	16,2	15	1	2	++	35	5	14	45	0	0	1	0	0		85		75			0,5
357	"	643,90	197,30	- 1	26+	1,05	0,15	27,6	17c	3	14	++	21	9	17	50	0	0	0	0	1	1A	58	3,2	159	27		
358	"	643,90	197,31	- 5	42	2,32	0,12	27,2	12	2	12	++	4	4	28	60	0	0	1	0	2	1A	53	3,4	178	51	0,3	
359	"	643,90	197,31	- 10	37+	2,66	0,33+	12,2	27c	2	3x	++	9	6	23	59	0	0	0	0	0	3B	97		32			
360	"	643,90	197,35	- 33	38	0,77	0,28	20,6	15	1	3	++	47	10	15	15	0	0	0	0	13		78	3,5	166	43	1,0	
361	"	643,90	197,36	- 40	19	2,34	0,10	40,8	8	1	3	++	1	4	28	66	0	0	0	0	1		7	4,3	46	21	0,1	
362	"	643,90	197,36	- 45	26+	1,90	0,10	36,4	17	1	7x	++	11	2	28	52	0	0	0	0	5	5A	23	1,6	93	26		
363	"	643,90	197,37	- 47	19	1,31	0,16	28,0	17	0	3	++	34	6	25	32	0	0	0	0	3		49	2,3	139	52	0,6	
364	Ru, Gris	643,38	197,28		24	1,37	0,15	26,4	40	0	10	+	4	4	15	73	3	0	0	0	0	1C	58	3,4	155	24	0,4	
365	"	643,46	197,22		23	1,14	0,28	15,1	25	2	3	++	19	5	13	56	0	0	2	0	4	1A	76	5,0	138	18	1,4	
366A	"	644,55	196,12	+ 310	25+	4,58	0,11	37,0	27	1	12	+++	32	4	15	45	0	0	0	0	0	3A 1B	87		89		0,06	
366B	"	644,43	195,03	+ 210	16	2,18	0,16	13,1	30	1	3		56	15	4	23	0	0	0	0	0	2A	68	3,0	142	56	0,15	
366C	"	644,30	195,04	+ 110	7	0,71	0,13	21,2	28	1	6	++	40	19	8	31	0	0	0	0	0	2A +	62		52		0,01	
366	"	644,24	195,05	+ 50	20	3,13	0,15	18,1	26c	0	16	++	8	5	30	54	0	0	0	0	2	1A	58	3,8	152	46		
366D	"	644,19	195,07	0	11	1,94	0,19	13,0	30	1	6		20	16	21	42	0	0	0	0	0	1B	69	3,0	161	56	0,08	

Emmegebiet

Schwarzbach südlich Schangau (Nr. 367-368) und Steiglenbach nordöstlich Schangau (Nr. 369-372), Bäuchlenzone und Hilfernzone (Nr. 371 und 372) (HAUS). Bezugsproben: Nr. 370 und 371. Bl. 385 bis (Schangnau).

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Rechtswert	4 Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Fraktion > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ %	10 Feldspat	11 Chalcedon	12 Glimmer	13 Reibraunes Biotit	14 Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
367+	Ch	632,38	184,78	+1070	33	6,47	0,19	24,6	20	10	6		4	0	11	77	2	0	1	0	3	2A	40		70			Sp.
368	"	632,45	184,90	+ 970	35+	4,80	0,17	24,2	31	7	5x	+	12	1	8	63	0	0	15	0	0	1Ī	54	1,8	167	25	0,5	

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. < 60 μ Median der	9 Korngröße Frakt. < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwerminerale-gehalt (%)
369	Ch	636,92	187,54	+ 320	23	17,2	0,33	39,4	5	1	+1		14	8	32	37	4	0	1	0	0	3A 1T	32	1,2	146	75	Sp.
370	"	636,52	187,81	0	16	11,6	0,16	23,1	15	0	12		18	3	14	64	1	0	0	0	0		63	2,8	113	19	Sp.
371	Horw	637,24	187,35	0	29	35,5	0,08	38,7	16	2	15	++	9	3	14	72	0	0	0	0	0	2C	50	4,3	123	24	Sp.
372	"	637,18	187,42	- 80	41	5,55	0,10	35,6	10d	2	7	++	9	3	36	44	0	0	0	0	5	2A 1B	48	2,4	143	62	Sp.
Aaregebiet																											
Biberzengraben (Nr. 373-376), Seligraben (Nr. 377) und Wyssenbach (Nr. 378) westlich Thun. Blumenschuppe nach GERBER. Bl. 349 (Rüschegg). (korr. nach BLAU)																											
373	Aq	602,56	180,39	+2170	14	3,65	0,23	14,5	43	0	5		10	0	2	12	0	0	74	0	0	2T	25		135		3,1
374	"	602,43	180,53	+2030	22+	11,2	0,33+	15,0	35	0	7		6	1	1	7	0	0	83	0	0	2T	20		86		0,3
375	"	602,18	180,65	+1850	16	42,7	0,23	20,2	26	0	3		2	0	3	6	1	0	87	0	0	1T	12		106		0,3
376	"	602,09	180,96	+1650	18	7,32	0,26	25,6	32c	0	4x		3	0	2	17	3	0	73	0	0	1T 1B +	20		94		0,3
377*+	He	599,44	180,80	+ 450	40	19,6	0,24+	26,3	40	0	0		8	1	3	11	1	0	76	0	0		16		131		0,4
378	"	598,55	180,69	0	35	6,38	0,08	72,4	24	0	1x		1	0	5	31	3	0	60	0	0		18	0,9	198	61	1,5
378A	Ch/AqN-Hang				41+	24,8	0,23	18,1	36	1	14		2	0	1	6	2	1	87	0	0	1T	24		96	4	0,4
378B	" W-Hang bei Gunten				22	24,0	0,29	15,9	29	2	11		2	0	2	11	2	0	76	1		2Z 2T 2A	13		122		0,3
Goldegg südlich Wattenwil. Ralligschuppe (GERBER). Die Probe stammt von einem größeren Block eines Gesteins, welches etwa 90 % der Gerölle dieses Tobels bestreitet, so daß mit Ortsständigkeit wohl gerechnet werden darf. Bl. 352 (Wattenwil).																											
379	Fl?	604,75	177,35		20	2,46	0,17	31,3	23	0	9	+	13	2	8	70	0	0	6	0	0	1A	37	2,1	213	40	0,1
Saanegebiet																											
Östlich Sales (nordwestlich Bulle) (Nr. 380-382) und R. de Gérignoz (westlich Vuippens) (Nr. 383-385). Schuppe von Gérignoz (MORNOD). Bezugsfläche: Basis der Schuppe. Nr. 380-382: Bl. 357 (Sales), Nr. 383-385 (Riaz).																											
380	Aq+Ch	566,48	164,75	+1800	47	2,57	0,15	42,0	12	14	0		5	2	21	54	6	0	2	0	7	2A 1B	25	2,5	158	33	0,1
381	"	566,37	165,49	+1480	51	4,72	0,08	93,1	7	9	0	(+)	5	2	32	49	8	0	0	0	1	2A 1C	20	1,3	172	55	0,1
382	"	566,34	165,47	+1470	57	2,87	0,08	86,2	5	17	6x	(+)	1	1	23	60	9	0	1	0	3	2A	19	1,8	122	28	0,05
383	"	569,11	167,88	+ 970	17+	7,65	0,24	12,7	40c	2	4x		17	4	6	35	11	0	27	0	0	+	55		104		0,1
384	"	569,31	167,93	+ 900	28+	5,18	0,09	57,5	41	0	2		1	1	5	52	2	0	35	0	0	4T	18		115		0,2
385	"	569,60	168,04	+ 800	36	7,87	0,08	85,0	45	0	11x		4	0	3	20	1	0	67	0	0	3T 1A 1B	21		104		0,3
Nordwestlich Riaz (Nr. 386) und bei Vuippens (Nr. 387-389) nördlich Bulle. Schuppe von Vaulruz (MORNOD). Bl. 360 (Riaz).																											
386	Ch	570,49	166,13	+ 260	56	5,71	0,08	84,4	1	10	+1		5	1	34	39	4	0	1	0	15	1A	17	1,2	144	74	0,1
387	Vaul	572,43	167,48	+ 25	39+	1,46	0,23	16,0	30c	1	+0	+	22	6	28	40	0	0	0	0	4		82	1,9	143	40	0,2
388	"	572,44	167,53	+ 12	20	0,86	0,10	41,1	24	1	18	++	0	2	11	87	0	0	0	0	0		15		57		0,1
389	"	572,43	167,57	0	13	-	0,10	33,6	21	2	11	+	5	1	11	80	0	0	2	0	0	1A	18	3,1	153	39	0,2
Ruisseau du Ruz NE Corbière. Schuppe von Vaulruz. Bl. 360 (Riaz). Bezugsfläche: Oberste Bank der Grès de Vaulruz.																											
389A	Ch	575,80	169,41	+ 23	34,8	3,41			5		6	+	10	9	15	36	24	0	0	0	+	5A 1T +	55	1,5	100	15	
389B	"	575,79	169,41	+ 16	43,7	2,92			7		2	+	24	11	21	15	21	0	0	0	+	8A +	52	0,9	100	21	
389C	"	575,77	169,41	+ 3,5	42,1	4,02			20		8	+	25	4	4	43	13	0	2	0	+	5A 4B	83		53		
389D	Vaul	575,76	169,41	0	42,5	3,21			33		0	(+)	51	5	3	22	15	0	0	0	+	2A 2B	89	4,2	100	21	
389E	"	575,76	169,41	- 3	27,4	2,08			37		3	+++	30	0	4	62	0	0	0	0	0	4A	78		23		
389F	"	575,75	169,42	- 13	24,9	1,76			35		1	+	13	3	16	56	3	0	0	0	3	6A	68		32		
389G	"	575,74	169,42	- 20	26,4	0,85			32		13	+++	-										-		1		
389H	Ru,Gris	575,72	169,	- 32	32,6	2,42			25		5	+++	0	7	22	67	0	0	4	0	0		39		27		

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. < 60 μ Median der	9 Korngröße Frakt. < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwerminerale-gehalt (%)
Aufschlüsse am Nordrand des Molassebeckens:																											
G E R Ö L L U N T E R S U C H U N G																											
Regensburger Grünsand (mittl. u. ob. Cenoman), Proben von Dr. F. Oschmann (ca. 55-70 km N Moosburg 1)																											
390	Kreuz v. Pfaffenstein (NW-Rand von Regensburg				58		0,09	20,0	2	0	0	+	52	10	21	0	0	0	0	0	0	13A 3B	0	R	29		0,03
391	Stbr. Mühlberg SW Bad Abbach				36		0,24	6,6	2	0	0	+	44	21	23	0	6	2	0	0	0	1A 1B	2	R	224	145	0,03
392	Stbr. oberh. Oberndorf/Don. (Transgr. auf Malm)				60		0,17	7,9	3	0	0	+	48	22	24	0	3	1	0	0	0		2	R	356		0,03
Aare am Jurarand																											
Nördlich von Aarau (393-395 Straße Aarau - Basel), 395 Stollenaustritt am NE-Hang des Hungerberges) Bl. 1089 (Aarau)																											
393	?Aq	645,90	250,66	+ 5	30	9,54	0,17	23,0	28	0	5		24	0	7	38	5	3	15	0	0	8T	44		108		0,1
394	?Ch	645,90	250,67	0	29+	15,1	0,29	14,7	25	2	1		8	2	0	15	9	0	65	0	0	1 T	80	1,1	82	32	1,0
395	"	645,36	250,13		21	11,9	0,22	13,1	29	1	9		6	1	2	2	3	0	78	3	1A	1S 3T	34		68		0,3
Aare bei Murgenthal (396-98 b. St. Urban, 399-400 rechter Murghang, 401-3 rechtes Aareufer unterhalb der Brücke, 404-5 linkes Aareufer oberhalb der Brücke, 408-10 Murgmündung, 411-13 Kellenboden unterhalb Wynau, 414-16 Aare oberhalb Wynau) Bezugsfläche für 401-410: Oberkante der Aarwanger Molasse. Bl. 1108 (Murgenthal).																											
396	Aq. OBM	630,16	230,14	+ 10	22	3,2	0,11	54,3	52	1	14		0	1	1	62	1	0	5	0	4A	27T	28		127		0,04
397	" "	630,15	230,23	+ 5	15+	0,89	0,15	21,8	47	2	13		43	2	6	36	2	0	8	0	1A	2T	44		123		0,3
398	" "	630,12	230,32	0	24	5,82	0,17	28,7	42	0	22		5	0	4	35	0	0	16	0	1A	39T	30		80		0,02
399	Aq./Ch.	629,73	234,09		33	6,73	0,11	35,6	41	2	9		6	0	12	24	0	0	24	0	6A	23T	45	1,1	17	32	0,004
400	" "	629,70	234,35	Basis	30	6,87	0,22	12,2	29	1	15		10	0	4	9	7	1	68	0	0	1T	60		77		0,14
401	Ch, UBM	629,96	235,32	+ 167	30	5,62	0,11	26,4	29	1	7		4	1	5	37	4	0	45	0	0	4T	72		80		0,1
402	" "	629,96	235,32	+ 165	40+	6,73	0,13	22,3	40	1	13		25	1	0	3	4	0	61	0	0	6T	67		71		0,1
403	" "	629,89	235,26	+ 161	12	0,88	0,14	17,9	31	2	17		12	0	1	6	3	0	75	0	0	3T	47		117		0,1
404	" "	629,54	235,20	+ 101	12	1,57	0,19	16,6	39	1	13		3	0	2	6	19	2	64	0	0	4T	76		94		0,1
405	" "	629,54	235,20	+ 100	30	5,17	0,18	16,6	26	0	3		6	1	0	16	24	2	51	0	0		78		122		0,5
406	" "	629,39	235,19	+ 75	6	0,49	0,24	7,4	32	0	8		7	0	2	15	5	0	66	0	0	4T 1G	64		117		0,6
407	" "	629,39	235,19	+ 74	26	1,67	0,09	24,8	45	0	25		1	0	3	48	4	0	39	0	0	5T	44		120		0,04
408	" "	629,44	234,92	+ 67	6	0,17	0,23	4,8	30	1	21		0	0	1	19	6	0	73	0	0	1T	27		74		0,08
409	" "	629,25	234,92	+ 30	17	0,77	0,12	8,5	23	1	17		8	3	1	16	2	0	66	0	0	3T 1B	65		118		1,0
410	" "	629,25	234,92	+ 29	26	2,34	0,10	11,0	37	1	17		0	1	10	39	4	3	40	0	0	3T	22		75		0,02
411	Ch,oAw.M.	628,60	234,54		31+	1,61	0,09	61,1	27	1	15	++	29	4	4	48	1	0	3	XC 1A	2	4T 3G	51		73		0,02
412	" " "	628,53	234,53		32	1,82	0,14	23,6	29	3	17		15	4	9	15	31	0	12	2B 1A	2	4T 5G	86		121		0,1
413	" " "	628,44	234,51		35	4,05	0,11	36,9	30	1	16	+	13	4	11	41	4	0	0	6B 2H	2	4T 13G	78	2,7	53	33	0,02
414	Ch.uAw.M.	627,71	234,91		34+	1,92	0,17	25,2	25	4	27	+	16	0	6	29	2	0	9	0	3	8T +	74		66		0,2
415	" " "	627,80	234,77	+ 1	37	3,18	0,08	74,3	27	7	14	(+)	22	6	16	28	6	0	0	10B 3A	3	3T 3G	38		32		Sp.
416	" " "	627,80	234,77	0	39	12,8	0,08	69,2	30	4	18		17	0	33	33	9	0	0	0	0	8G	43		12		Sp.
Aare bei Aarwangen Steinbruch Mühlebühl. Bl. 1108 (Murgenthal) Die Proben 419 - 420 stammen aus Kalkknauern, die übrigen aus lockeren Partien.																											
417	Ch,oAw.M.	625,68	233,10	+ 7	12		0,20	10,1	24	3	11		1	0	8	18	7	0	59	1	0	1Z 5T	49		85	7	0,5
418	" " "	625,68	233,10	+ 4,5	19	0,12	0,17	27,3	17	0	15		0	0	4	35	4	0	53	1	0	1A 2T	45		86	3	0,7
419	" " "	625,68	233,10	+ 4,5	38	1,49	0,21	17,7	20	3	17		4	0	3	33	12	0	44	0	0	1Z 3T	60		69	2	0,8
420	" " "	625,68	233,10	+ 1	34	1,41	0,20	15,0	21	2	16		5	0	1	24	9	1	58	0	0	1Cr 1T	52		83	1	0,6
421	" " "	625,68	233,10	0	19	0,23	0,21	10,9	35	0	13		2	0	3	22	3	0	59	0	2Z	3Cr 6T	49		64	2	0,7

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Median der < 60 μ in %	9 Korngröße Fraktion	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Helvetikum W von Tölz (v. STACKELBERG)																													
Enzenauer Marmor					21	∞	0,20	12,0		4	0	1	-	33	12	46	1	3	0	0	0	0	3A 2M	4	"R"	144	67	0,01
Assilinensandstein					28	16,3	0,15	30,3		3	0	0	+	70	12	10	0	4	0	0	0	0	3A 1C	0	"	179	38	0,2
"				(1 m tiefer)	0		0,11	31,0		0	0	0	+++	66	13	14	0	1	0	0	0	0	6A	5	"	206	120	0,1
"				(12 m ")	1		0,10	46,0		2	0	1	+	65	18	15	0	1	0	0	0	0	1A	4	"	177	68	0,03
Glauk. Sandstein					78	14,2	0,13	43,2		10	0	0+	-	37	18	31	1	7	0	0	0	0	5A 1B	39	"	110	43	0,03
Hachauer Sandstein					1,4	0,3	0,09	35,2		0	0	0	-	34	33	28	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+	+	22	4	74	0	0	0	0	0	0		8	"	23	17	0,001
Flysch aus dem Anstehenden																													
Flyschsandstein von Matt/Sernftal bei Glarus																													
	Fl				~20	~10	~0,3			22	1	14		50	8	15	22	0	0	0	0	0	5A	11		40		
Altdorfer Sandstein (Bl. Vierwaldstättersee 1:50 000)																													
a	Fl	691,50	193,86	0	11	1,47	0,16	27,7		24	0	11	+	7	9	25	59	0	0	0	0	0		3		56		0,02
b	"	691,50	193,86	-40	8	1,32	0,27	16,8		23	0	12	++	9	25	13	53	0	0	0	0	0		20	60	32	21	0,003
c	Fl	690,46	194,90		42+	10,6	0,11	27,6		22	2	10	++	7	13	8	72	0	0	0	0	0		77		40		0,001
Ultrahelvetischer Flysch, Typus Schlieren-Gurnigel. Straße SE Flühli. Bl. 1189 (Sörenberg)																													
d	Fl	647,21	189,98	+25	18	∞	0,40	15,4		23	0	7	++	24	8	30	30	0	0	0	2	0	6A	17		53		0,02
e	"	647,20	190,00	0	50	12,9	0,07	88,8		5	0	3+	+	52	5	14	24	0	0	0	0	0	5A	9	1,0	21	64	0,0004
f	"	647,20	190,00	0	39	19,2	0,17	38,2		18	0	4+	++	23	4	42	20	0	0	0	0	0	9A 2B	8		108		0,02
Flysch des Gurnigel S Bern. Bl. 253 (Gantrisch 1:50 000) Proben etwa vom Hangenden zum Liegenden geordnet: g = Paßhöhe, h-i= Zigerbruch (i=Sammelprobe von 10 Stücken), j vor der Brücke, k-l Steinbruch nahe Zollhaus.																													
g	Fl	600,70	175,58		57	∞	0,10	43,6		12	1	2	++	10	1	64	21	0	0	0	0	0	3A 1B	2	1,2	95	61	0,03
h	"	601,92	176,30		60	25,0	0,10	49,5		8	1	4	+	15	2	62	15	0	0	0	1	0	5A	4	1,2	65	40	0,02
i	"	601,92	176,30		44	33,5	0,15	30,9		9	2	0	+	36	6	41	14	1	0	0	0	0	1A 1T	14	0,6	150	62	0,02
j	"	591,80	174,10		40	37,1	0,18	19,3		11	0	2	++	39	13	36	7	1	0	0	0	0	3A 1T	2	0,4	177	63	0,03
k	"	589,92	173,92		31	4,6	0,08	78,1		5	0	1	++	4	6	62	15	0	0	0	0	0	6A 7B	6	1,3	82	51	0,01
l	"	589,92	173,92		61	18,0	0,09	57,4		9	2	2	+	27	9	64	0	0	0	0	0	0		8		11	7	Sp.
Flyschgerölle bei Probe Nr.																													
81	Ch		quarzitisch		7		~0,2			0	2	0		32	10	5	48	3	0	0	2	0		31		60		0,004
87	Bau				83	41,7	0,08	67,2		5	15	+0		23	6	43	10	12	0	0	0	0	4A 2B	11	1,2	110	47	0,03
99	La, Deut				94	12,6	0,13	43,5		6	1	+0		28	11	29	20	12	0	0	0	0		25	5,9	82	24	0,06
"	"				68	1,9	0,11	26,7		5	2	2		1	27	58	5	5	0	0	0	1	2A 1C	80	5,3	164	95	0,2
198	Bau				71+	31,6	0,14	33,5		3	26	1x		12	22	36	13	4	0	0	2	3	3C	50	2,2	149	54	0,01
254	Aq		quarzitisch		73+	75,6	~0,1			5	5	+0	+	32	11	19	22	12	0	0	0	0	4A	24	0,7	147	28	0,3
355	Ch				60+	11,2	0,12	53,5		0	10	+0	+	39	5	35	21	0	0	0	0	0		53		43		0,004
377	"				56+	26,2	0,18	17,6		19	0	+0		42	13	17	17	9	0	0	0	0	2A +	17	1,1	237	40	0,2
Aus der OSM					24	67,0	~0,12	34,4		2				66	7	13	11	3	0	0	0	0		16		68		
der Adelegg					50	55,3	0,11	49,3						70	3	18	4	5	0	0	0	0		26		74		
(Allgäu)					74	35,8	~0,15	35,8						53	3	15	17	9	0	3	0	0		38		34		
					67	68,5	0,09	64,0						59	0	4	6	28	0	3	0	0		42		101		

1a Proben Nr.	2 Stufe	3 Koordinaten Rechtswert	4 Koordinaten Hochwert	5 Relative Lage (m)	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Median der < 60 μ in %	9 Korngröße Fraktion	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Kristallingerölle bei Probe Nr.		Gesteinsbezeichnungen																										
5	Aq	gGra.rPor.(10)								43	0	15	++	13	2	0	54	0	0	2	7	0	22T	6		45		0,1
16	Bau	gGne.gGra.gQzit.(6)								55	0	4		13	4	9	66	8	0	0	0	0		79		53		0,7
27	Ch	gGli.								5	0	8	+	35	25	2	37	0	0	1	0	0		81		84		0,6
129	Bau	gQzit.								4	0	2		24	2	30	35	4	1	1	2	0	1B	44	0,9	93	26	0,14
132	Bu	hGne								45	0	10		0	0	0	100	0	0	0	0	0		0		100		0,1
214	Aq, GrMo	r, gGra.+Gne.(8)								55	0	3	++	14	2	0	84	0	0	0	0	0		7		101		2
223	Aq	g Gra.+Gne.(18)								65	0	27	++	2	0	0	85	0	0	8	1	0	4T	0		101		0,3
224	"	r Gra.(5)								60	0	3		76	12	12	0	0	0	0	0	0		+10		17		0,05
225	Bu, m	r, grGra.+Grün.(11)								65	0	7		51	0	0	32	0	0	17	0	0		0		65		0,1
230	Aq, GrMo	g Gra.+Gne.(11)								60	0	7	++	4	0	0	28	0	0	65	0	0	1B 2T	48		100		1
241/47	Aq	r, g, grGra.rPor.Gne.Gli.(34)								50	0	8	++	10	0	0	89	0	0	0	0	0	1A	3		100		0,1
254	"	Grün.								70	0	7		1	0	0	5	0	0	94	0	0		0		106		23
282	Aq, GrMo	h, rGra., hPor.(19)								67	0	1		62	0	0	34	0	0	4	0	0		7		100		0,27
283	"	Grün. (5)								50	0	22		5	0	0	10	0	0	5	0	0	80 T	0		82		0,5
"	"	rGra. (16)								72	0	5		18	0	0	78	0	0	4	0	0		12		23		0,03
296a	"	r, grGra.(13)								80	0	0		3	0	0	96	1	0	0	0	0		7		99		0,5
297	"	r, grGra.(10)								72	0	5	+	70	0	0	13	0	0	13	0	0	4A	15		23		0,06
328	He	r, grGra.								50	0	10		1	0	0	10	0	0	45	42	0	1T	1		102		4,7
340	Aq, GrMo	r, gGra.								55	0	12	+	2	0	0	84	0	0	11	0	0	2T 1A	13		102		0,6
346	"	r, grGra.								72	0	1		15	0	0	15	0	0	60	10	0	+	39		20		0,001
367	Ch	r Grpo.								65	0	5		52	0	0	46	0	0	0	0	0	2K +	9		48		0,001
377	"	r, grGra.								65	0	8		1	0	0	3	0	0	96	0	0		0		100		8

Gesteinsbezeichnungen: g=grau, gr=grün, h=hellgrau, r=rot
Gli=Glimmerschiefer, Gne=Gneis, Gra.=Granat, Grpo.=Granitporphyr, Grün.=Grüngestein, Por.=Porphyr, Qzit=Quarzit.
(In Klammern die Anzahl der für die Proben verarbeiteten Gerölle.

Kristallin und Bachsande aus den Alpen:																												
Venediger-Sand (Viltragenkees)										25	0	20		2	0	0	3	0	0	90	5	0		3		99		15
Berninagranit (Morteratschtal)													+	0	0	0	3	0	0	6	91	0		0		100		6
Bernina-Sand (")										49	0	4	+	3	0	0	2	0	1	25	69	0		0		102		14
Bergellgranit (Val Bondasca)														2	0	0	95	0	0	2	0	0	1T	2		100		1
Bergell-Sand (")										27	0	5		11	0	0	40	0	0	2	40	0	1T 60r	1		124		3.2
Zentraler Aaregranit (Haslital)														8	0	1	6	0	0	76	0	0	9F	5		92		1
Zentraler Aare-Sand (")										37	0	1		15	0	0	10	0	0	36	36	0	2T 1A	15		88		10
Zentraler Aare-Sand (Innertkirchen)										42	0	17	+	3	0	0	12	0	0	21	60	0	2T 2Z	7		42		1,9
Gerölle und Sande großer Flüsse am Alpenaustritt:																												
Inn-Kristallin (S Rosenheim)										34	0	8		1	0	0	17	0	0	81	0	0	1T	3		102		2,7
Inn-Sand (S ")									25,2% Karb.	22	0	5		1	1	1	7	13	3	39	34	1		48		91		7,5
Isar-Amphibolite (S Bad Tölz)										38	0	3	+	0	0	0	5	0	0	1	94	0		7		96		70
Isar-Sand (S ")									94,2% "	8	15	1		0	0	0	25	0	0	20	55	0		9		20		0,1

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Aichach CF 1004	USM																							
310,5 - 310,6	USM	15,6	2,06			25	3	1		7	7	20	7	13	0	40	0	0	6T	79		15		
330,6 - 331,0	"					2	0	0																
346,7 - 346,8	"									15	10	64	0	4	1	6	0	0		8		71		
349,5 - 350,3	"					0																		
353,6 - 354,3	"									20	3	75	0	2	0	0	0	0		9		40		
359,4 - 360,8	"	—	—							39	17	39	2	2	0	0	0	0	1A	4	B	141	55	
369,6 - 370,0	"									27	18	47	1	6	0	0	0	0	1A	5	B	167	79	
378,8 - 378,9	"					0				22	12	63	2	0	0	0	0	0	1B	11		73		
386,0 - 386,7	"	39,9	8,50			26	1	10		13	1	10	73	1	0	2	0	0		47		129		
Aichach CF 1006																								
433,0 - 433,6	USM					0																		
Aichach CF 1007																								
379,6 - 379,7	USM					27				3	0	6	20	23	1	38	7	0		64				
416,7 - 417,0	"					33																		
419,9 - 421,3	"									1	1	16	62	11	1	6	2	0		47				
421,3 - 421,7	"									0	0	14	68	5	0	11	1	0		41				
439,0 - 439,3	"					32				0	2	11	58	7	0	20	0	0	2?	38				
459,9 - 461,0	"					40				4	0	19	43	19	0	11	0	0		38				
471,0 - 471,1	"					46				0	2	12	32	7	1	45	1	0		38				
483,7 - 483,9	"									0	2	15	42	8	2	31	0	0		33				
484,3 - 484,5	"					47																		
492,6 - 492,8	"					57				0	0	4	41	5	2	46	0	0		66				
Aichach CF 1009																								
466,8 - 467,4	USM					0				72	7	12	2	1	0	4	0	0	1B 1At	2		92		
473,0 - 473,6	"					36				9	0	13	44	5	0	27	2	0	+	61		55		
Albaching 1																								
Sp. 1452	G					25	0	2		9	6	7	7	6	7	45	7	0	2? 2At 2B	59		67		1,0
Sp. 1456	Ch					24	3	4	+	8	0	21	12	0	0	42	17	0	+	71		24		0,5
Sp. 1460	"					20	0	4	++	7	0	8	0	7		57	16		1S 4T	66		74		0,2
1467,1 - 1469,1 K.2	"	24	0,64	0,11	30,0	40	0	8	+	9	1	4	22	8	0	50	4	0	1G 1T	55		132		0,4
" K.1	"	26	0,82	0,12	30,9	35	0	8	++	11	0	6	11	7	0	58	5	2	+	41	G	108	7	2,0
1469,1 - 1471,7 K.1	G	42	1,95	0,18	22,3	19	0	0	+	28	2	7	4	22	2	31	2	0	1At 1T	65	R	96	7	0,6
1474,2 - 1476,7 K.1	G	41	2,53	0,20	14,1	16	3	2		14	1	13	9	11	0	45	2	0	1Z 3At 1T	67	R	94	26	0,4
1484,2 - 1485,9	G	10	0,41	0,18	36,3	14	+1	2x	++	10	6	31	2	1	4	21	0	0	24At 1?	29	R	71	22	0,02
Sp. 1496	Ch					19	+0	6	++	2	0	12	6	6	6	44	21	0	1S 2T	66	G	89	11	0,5
" 1506	G					14	+0	0	++	42	0	12	3	4	1	25	4	0	5At 4S +	51	R	112	14	0,2
" 1516	"					12	1	3	++	8	0	11	9	8	2	39	16	0	1G 3At 3S	66	R	121	13	0,5
" 1526	"					16	0	2	++	4	0	23	4	21	2	33	4	0	1T 7At 1S+	72	R	134	31	0,3
" 1620	Ch					22	+12	1	+	0	0	5	0	30	0	52	9	0	4At	68		23		0,1
" 1642	"					28	4	5	+	5	1	12	6	11	2	34	28	0	1At	55	G	86	10	0,4
" 1700	"					20	3	+1	++	0	2	23	9	28	3	24	3	0	2T 2A 4Z	70	G	105	24	0,5
" 1750	"					24	+2	7	+	1	2	6	7	23	3	34	20	0	2T 1At 1Z	72		98		0,1

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
(Albaching 1; Fortsetzung)																								
1777,5-1780,8; K.1	Ch	39	1,29	0,10	48,0	32	3	5	++	17	2	11	27	12	5	15	2	5	1G 1T 2A	69	G	103	11	0,4
1783,3-1786,1; K.2	"	45	0,84	0,16	23,2																			
" ; K.1	"	42	1,18	0,14	30,0	23	6	1		15	2	5	18	17	4	31	1	0	2T 5Z	68		83		0,4
Sp. 1880	"					19	3	1	+	0	2	11	4	10	1	53	14	0	1S 3T 1At	67	G	94	10	0,8
1901,0-1906,8; K.5	"	49	1,86	0,07	95,2	28	2	8	++	5	4	7	67	1	3	3	0	6	2G 2T	67	G	96	10	0,2
" ; K.3	"	61	1,45	0,07	93,4	29	3	19	++	15	5	9	45	13	0	5		5	1G 1T 1S	64		111		0,2
Sp. 1950	"					17	5	1	++	2	2	16	10	8	0	44	14	0	3S 1T	57	G	63	10	0,7
" 2020	"					19	3	1	+	6	1	38	15	23	3	9	0	1	2G 2T	89	G	68	26	0,7
2025,1-2027,2; K.1	"	34	1,22	0,07	94,1	19	4	5																
2152,0-2157,0; K.1	"	41	2,19	0,07	93,2	43	5	45	++	21	0	5	32	21	0	5	0	5	5G 5T	46		19		0,1
2158,9-2164,0; K.2	"	49	3,16	0,07	99,1	43	4	12x	++	3	5	5	42	17	0	17	0	3	5G 3T	39		36		0,05
Albaching 2																								
1280,4-1280,8; 0,1-0,13 u.K.	Aq	42	0,86	0,08	85,6	47	2	25	++	16	3	4	49	17	0	2	0	0	2A 6T 1C	60		95		0,5
Altshausen 1																								
423,0-429,0; K.3	USM	35	9,29	0,18	16,2	62	0			14	0	5	51	0	0	33	0	0		43		103		0,2
521,0-526,5; K.3	"	22	0,27	0,09	99,6	50	0			1	0	10	83	1	0	5	0	0		23		79		0,1
808,4-813,1; K.2	"	29	1,42	0,08	94,0	38	0	48		0	0	20	50	0	0	10	0	0	20A	15		11		
840,0-845,5; K.3	"	47	1,13	0,08	98,4	20	8	28		30	0	0	60	0	0	0	0	0	10C	60		11		0,01
865,3-870,3; K.1	"	49	1,56	0,06	99,9	23	11	60																
881,3-886,3; K.2	"	42	4,10	0,11	48,6	34	6	+16		15	0	10	39	33	0	0	0	3		71		79		0,5
891,8-897,0; K.1	"	40	3,04	0,09	51,0	28	5	5	+	9	0	12	59	19	0	0	0	1		41	2,0	78	49	0,4
911,0-914,0; K.1	"	67	11,05	0,09	66,4	25	12	9	(+)	0	0	20	57	22	0	0	0	1		23	2,1	109	28	0,3
Ampfing 1																								
1100,0-1106,0	Ch					50	0	15	++	8	0	24	54	5	0	3	0	0	3A 3G	14	G	37		
1180,0-1185,0; oben	"					24b	0	15x	++	37	3	21	21	8	2	3	1	2	1T 1A	65	G	144	31	
1249,2-1255,2; "	"					30	0	13	++	2	0	22	67	0	0	7	0	0	2A	46		45		
" ; unten	"					21a	0	+10	++	14	1	20	47	8	1	4	0	0	4T 1B	43	4,1	164	33	
1779,1-1781,7; "	La,Fisch					25b	0	15x	++	40	1	29	23	0	0	1	0	0	3T 1A 1B	14	1,1	156	39	
1785,7-1788,6; "	La,Lith					17	0	+ 3		65	1	26	1	0	0	0	0	0	6A 1B +	17	R	106	35	
1810,8-1813,4; oben	"					25	0	5	+	49	1	30	1	1	0	0	0	0	16A 2B +	4	R/G	84	25	
1813,4-1816,3; Mitte	"					10	9	9	++															
1816,3-1819,2; unten	"					5	16	0x																
Ampfing 3																								
1081,5-1087,2; K.1,Krone	Ch					33	1		++	30	2	20	30	6	1	8	1	0	1A 1M	74	G	132	30	
1087,2-1092,9	"					50	3		++	0	0	41	52	3	0	0	0	0	4T	27	G	29		
1092,9-1098,7; K.2	"					20	2	55	++	3	1	41	39	11	0	3	0	0	2A	48	G	64	35	
1098,7-1104,4; K.6, Kopf	"					30	1	57	++	2	3	31	37	16	2	5	0	0	1K 1A 2T	65	6,0	113	35	
" ; K.5	"					30a	0	16x	++	2	2	19	55	14	0	2	0	0	1G 1B 3T	70	1,8	135	36	
1104,4-1110,1; K.1, Krone	"					40	2	45	++															

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ Median der	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Chalcedon	12 Glimmer	13 Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Ampfing 5																								
1800,4 - 1809,4 K.9	La,Lith					5	4			83	0	12	0	1	0	0	0	0	3A 1B	3	R	146	18	
" K.4	La,Ampf					17	0	0		75	2	15	0	1	0	0	0	0	3A 4?	12	R	107		
" K.1	"					17	0	0		74	1	16	3	2	0	0	0	0	4A	15	R	116	19	
1809,4 - 1812,1 K.3	"					17	0	0		77	1	18	1	0	0	0	0	0	3A	7	R	98	32	
" K.2	"					13	0	0		76	0	20	3	1	0	0	0	0		10	R	150	30	
" K.1	"					17	0	0		66	0	30	0	1	0	0	0	0	3A	16	R	77	23	
1812,1 - 1815,0 K.2	"					15	0	0		97	0	3	0	0	0	0	0	0		2		222		
" K.1	"					15c	0	0		88	0	11	1	0	0	0	0	0		4	R	344	39	
1815,0 - 1824,0 K.9 Kopf	"					13	0	0		91	2	6	0	0	0	0	0	0	1B	3	R	193	26	
" K.8	"					17	0	0		85	1	13	0	0	0	0	0	0	1A	5	R	381	47	
" K.4	Pr					6	0	+0		77	0	18	1	1	0	0	0	0	2A 1B +	7	R	155	29	
" K.3	"					7d	0	+3		+77	1	18	1	1	0	0	0	0	1A 1B	6	R	122	23	
1824,0 - 1828,0						3	17	0																
Ampfing 6																								
1814,45 - 1814,60	La,Lith	93	3,6			16																		
1814,8 - 1814,95	"	62	7,5							61	0	30	0	0	0	0	0	0	9A	7		54		Sp.
1815,35 - 1815,45	"	21	2,7							64	0	32	2	0	0	0	0	0	2A	13		103		Sp.
1815,85 - 1815,90	"	13	1,3							57	0	37	3	3	0	0	0	0		23		30		Sp.
1816,65 - 1816,85	"	45	3,3							79	0	18	1	2	0	0	0	0		17		113		0,05
1817,10 - 1817,30	"	17	3,5							90	0	10	0	0	0	0	0	0		6		120		0,03
1817,30 - 1817,70	"	32	3,4		Die Karbonatanalysen					87	2	9	0	0	0	0	0	0	2A	1		126		0,43
1818,00 - 1818,20	"	46	4,0		wurden von Mobil Oil					94	0	5	0	0	0	0	0	0	1A	5		139		0,35
1818,35 - 1818,55	"	71	18,0		übernommen.					88	0	12	0	0	0	0	0	0		24		76		0,4
1819,10 - 1819,25	La,Ampf	27	3,8							86	0	14	0	0	0	0	0	0		6		135		0,08
1819,45 - 1819,65	"	54	2,6							86	1	11	1	0	0	0	0	0	1A	11		146		0,07
1819,75 - 1819,90	"	57	14,3							86	1	10	0	1	0	0	0	0	2A +	7		132		0,05
1820,50 - 1820,65	"	47	1,0							78	0	18	1	0	0	0	0	0	3A	3		120		0,06
1820,80 - 1821,00	"	41	2,7							80	0	17	0	0	0	0	0	0	3A	5		132		0,3
1821,25 - 1821,40	"	55	8,9							86	1	11	0	1	0	0	0	0	1A	5		129		0,4
1821,65 - 1821,80	"	44	1,4							90	0	8	0	1	0	0	0	0	1A +	2		110		0,36
1822,00 - 1822,20	"	70	2,5							86	0	10	0	1	0	0	0	0	2A 1B +	4		142		0,2
1822,50 - 1822,65	"	48	2,7			17				78	0	22	0	0	0	0	0	0		2		53		0,4
1823,50 - 1823,70	"	44	3,8			16				94	0	4	0	0	0	0	0	0	2A	1		114		1,0
1824,10 - 1824,20	"	46	7,3			14	0		+	86	0	10	0	0	0	0	0	0	4A	6		96		0,4
1828,10 - 1828,20	"	61	7,3			8																		0,3
1829,60 - 1829,70	Pr	43	2,9			6	0		+	89	0	11	0	0	0	0	0	0		3		55		0,04
Ampfing 24																								
Sch 1146,5	Ch	28	4,05	0,08	67,4	40	0	11	++	18	4	46	6	12	2	1	0	3	3A 1G 1T 1C	70		161	74	0,01
Sch 1153,0	"	23	1,97	0,09	47,0	27	0	6	++	20	8	33	16	11	2	5	0	0	3A 2T	51	G	61	45	0,02
Sch 1160,2	"	38	6,04	0,07	90,3	47	+0	12	++	44	0	26	24	0	0	0	0	3	3T +	45	G	34	9	0,1
Sch 1163,8	"	35	4,54	0,08	83,4	37	2	9	++	14	0	29	25	0	0	0	0	3	3A 6G 20T	39	G	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	0	2A 5M 2X+	63	R	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	R	127	19	0,07

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ Median der	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Chalcedon	12 Glimmer	13 Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Ampfing 24 (Fortsetzung)																								
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	G	57	31	0,02
Sch 1216,8	"	34	6,60	0,10	75,2	39	+3	2	++	27	4	27	16	8	0	6	2	6	2A 2C	65		51		0,01
Sch 1303,2	"	36	20,8	0,08	69,1	37	3	1	++	19	3	47	0	6	0	16	0	3	6A	46	G	32	15	Sp.
Sch 1319,3	"	31	4,33	0,08	85,4	24	3	10	++											50		9		
Sch 1321,2	"	24	4,02	0,09	67,7	25	3	11	++	7	1	40	31	7	0	2	0	3	2A 4T 3G	55 G	5,0	269	107	0,01
Ampfing 26																								
1752,7 - 64,0; K.12,Mitte	La,Ampf	40	-	0,50	10,5	12	0			73	1	23	0	1	0	0	0	0	2A +	39	R	88	20	0,12
1764,0 - 67,3; K.2, "	" "	18	-	0,41	12,7	16	0			86	1	11	0	1	0	0	0	0	1A	8	R	506	55	0,12
1767,3 - 79,2; K.2, Krone	" "	56	-	0,27	5,6	15	0			91	0	5	0	0	0	0	0	0	4S	15		23	1	0,004
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	G	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	G	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		6	R	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	1	3A	6	R	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	R	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	1A	1	R	232	38	0,1
" - " ; K.4, "	"	0	-	0,28	5,0	17	0	+	+	69	4	26	0	0	0	0	0	0	1A	1	R	519	132	0,15
Ampfing C 27																								
1061,3-1067,5; K.1, Kopf	Ch	37	1,31	0,10	32,1	51	+1	1	++	13	0	22	50	9	0	0	3	0	3G	50	G	32	7	0,003
" ; K.2, "	"	34	1,00	0,10	30,5	37	3	4	++	15	3	7	48	12	0	8	0	2	3A 2?	58		60		0,01
" ; K.5, "	"	35	1,07	0,09	36,3	48	1	5	++	6	0	10	67	7	1	3	0	2	1A 1G 2T	42		90		0,01
" ; K.8, "	"	37	1,52	0,09	35,8	35	1	17	++	26	2	14	47	2	0	0	0	2	2G 5T	58	G	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	4	2B 2T	60		54		0,01
" ; K.4, "	"	32	1,18	0,08	45,7	51	2	15	++	37	16	5	32	0	0	0	0	5	5G	21		19		0,01
" ; K.6, "	"	30	1,12	0,08	72,8	44	0	21	++	38	12	18	16	2	0	8	0	0	2A 2B 2T	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	1	2T	50	R	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	5B 5T	42		21		0,01
" ; K.6, "	"	41	1,34	0,11	37,0	38	3	10	++														6	0,005
1080,0-1086,0; K.2, "	"	31	0,56	0,09	56,2	34	6	10	++	56	3	20	9	3	0	0	0	0	3A 3T 3C	26	G	34	7	0,03
" ; K.3, "	"	27	0,81	0,10	44,2	35	+1	9	++	57	2	19	4	2	2	0	0	2	2A 10B	23	G	52	10	0,03
1086,0-1092,0; K.2 "	G	14	0,37	0,16	19,4	15	+0	3	++	70	1	9	4	2	1	7	0	1	4M 1T	39	R	231	20	0,37
" ; K.5, "	"	18	0,54	0,16	24,6	23	1	2		78	1	5	1	3	1	7	0	0	3M 1B	55	R	152	22	0,55
Attel 1																								
1733,8 - 36,8; K.1, Kopf	Ch	43	0,87	0,07	86,6	46	4	1	++	50	8	9	9	8	0	8	0	0	8G	25	-	12	1	Sp.
1742,3 - 49,4; K.1, Mitte	"	31	1,03	0,10	32,5	32	1	3	+	46	5	22	6	5	0	7	1	1G	4A 3T	29	R	82	18	0,007
1749,5 - 54,0; K.3, "	"	22	1,09	0,09	40,7	26	5	3	++	59	3	9	9	2	1	8	1	1G	5A 2T		R	275	29	0,04
3555,0 - 73,3; K.5, (A)	Ce	4		0,11	14,3	7	0	2	++	56	12	25	0	1	0	0	0	0	5An 1Br	0	R	94		0,002
" ; K.10,(")	"	3		0,10	23,0	10	0	4	++	51	8	34	0	0	0	0	0	0	4 " 3 "	0	R	74		0,002
" ; K.17,(B)	"	18		0,09	31,3	7	0	2	+	65	2	23	0	0	0	0	0	0	9 " 1 "	4	R	82		0,005
Babenhausen 1																								
1096 m	Bau	32	1,49	0,16	27,2	21	9	2	++	11	3	23	30	27	0	0	0	5	2A	61	1,9	113	26	0,06
1099 m	"	43	2,00	0,16	26,0	21	4	1	++	17	3	19	37	19	0	0	1	3	1A	63	4,5	178	33	0,15
~1108 m	"	38	0,78	0,16	15,7	19	3	3	+	17	2	13	57	1	0	0	0	10		77	3,5	198	27	0,4
~1113 m	"	56	1,89	0,15	19,6	14	0	2	+	8	2	16	37	28	0	0	0	7	1A 1C	86	5,2	195	31	1,2
~1118 m	"	44	1,43	0,12	23,9	14	9	1	++	0	1	18	69	5	0	0	0	5	1A 1B	47	5,1	104	37	0,2
~1122 m	"	36	1,16	0,11	31,4	15	11	5	++	2	0	17	70	7	0	0	0	1	2A 1B	48	5,4	98	32	0,2

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt > 60 μ	8 Korngröße Median der Frakt > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Babenhausen 1 (Fortsetzung)																									
1127 m	Bau	40	1,44	0,08	68,0	9	13	7	+++		10	0	22	52	9	0	0	0	2	3O 2B	58	3,3	58	13	0,1
1132 m		51	3,55	0,07	80,5	14	2	8	++		6	0	37	51	0	0	0	0	0	6A	58		16		0,1
Balzhausen 1																									
1038,7 - 1046,6 0,1 u.K.	Bau	44	0,36	0,23	14,1	26	7	6	+		0	9	36	21	30	0	0	0	4		82	2,5	53	19	
" 3,8 " "	"	48	0,45	0,15	17,3	13	4	1			6	18	14	16	34	0	0	0	10		95	3	145	20	
1046,6 - 1054,4 3,52 u.K.	"	29	0,70	0,12	27,3	16	4	1	++		11	7	19	45	5	0	2	0	11		75	1,5	104	20	
1054,6 - 1061,3 0,75 " "	"	29	0,73	0,09	36,5	14	1	5	++		23	15	7	31	4	0	0	0	20		74		103	7	
" 4,08 " "	"	30	0,95	0,08	47,6	19	6	15	++		13	13	14	47	0	0	0	0	10	3B	58		30	4	
1061,3 - 1069,3 2,8 " "	"	37	1,09	0,07	96,6	26	2	48																	
1069,3 - 1074,1 1,3 " "	"	41	3,02	0,07	82,5	13	7	22																	
1074,1 - 1074,4 0,15 " "	"	1		0,13	5,6	14	0	1			69	6	15	8	1	0	0	0	0	1A	43	R	123	19	
1076,7 - 1084,2 0,62 " "	"	3		0,09	22,5	16	0	10			47	3	36	12	0	0	0	0	0	1A 1B	33	R	90	32	
" 1,41 " "	"	4		0,08	31,5	22	0	2			32	3	37	26	0	0	0	0	0	1A 1B	15	R	88	32	
Baitenhausen 1																									
Sp. 580	USM	29	1,18	0,1		50a	2	1			0	0	8	17	2	0	71	2	0		9		60		
" 660	"	25	1,13			48	0	6			0	0	12	36	2	0	50	0	0		29	1,0	42	16	
" 700	"	29	1,62	0,1		42	0	1			4	0	11	15	2	0	57	11	0		33		47		
" 720	"	25	2,80			37	0	2			6	0	9	18	3	0	64	5	0	2T	33		34		
" 760	"	24	1,46	0,1		44	0	6			0	0	13	69	2	0	9	5	0	1T	41	1,4	55	17	
" 800	"	22	1,23			44	1	3			0	0	17	79	0	0	4	0	0		67		23		
" 860	"	13	0,27	0,1		46	1	2			6	0	17	65	0	0	12	0	0	3Z 1Kt	60		17		
" 900	"	11	0,49			35	2	1			12	2	38	48	0	0	0	0	0		66	1,4	50	32	
" 980	"	18	0,58	0,1		35	1	10			9	0	15	67	6	0	3	0	0		56		33		
" 1000	"	13	0,56	0,1		35	1	1			19	3	9	51	6	0	2	0	0		69		32		
1052	"	62	1,50	0,1		21	9	4			0	2	16	51	29	0	0	0	0		33	1,4	52	30	
1103	"	28	5,45	0,1		44	1	2																	
1153	"	35	5,52	0,1		22c	2	8			4	4	4	88	0	0	0	0	0		29	0,7	26	18	
1223	"	13	0,52	0,1		43	5	0			16	0	5	73	2	0	0	0	0	2Z	58		43		
1251	"	19	1,63			28	5	5			0	0	6	94	0	0	0	0	0		17		35		
1313	"	23	1,12			26	2	12			0	0	13	84	3	0	0	0	0		44		31		
1382	"	22	1,12			36	0	12			8	0	8	84	0	0	0	0	0		58		25		
1402	"	37	2,17			33	1	3	(+)		2	0	25	62	11	0	0	0	0		57	2,2	56	40	
1410	"	39	3,86	0,12		29	1	10	(+)		8	0	11	64	15	0	0	0	1	1A	86		80		
1421	"	34	1,79	0,1		16	3	1			5	1	13	72	5	0	0	0	2	1A 1B	71	1,6	139	31	
1433	"	49	7,08	0,1		20	5	+10			5	3	17	64	8	0	0	0	1	1A 1B	74	1,3	90	15	
1442	"	59	7,18	0,12		11	7	7			3	2	15	53	4	0	0	0	3		68	1,7	119	28	
1455	"	43	8,07	0,1		25a	7	11			4	0	15	59	18	0	0	0	0	4A	60	1,6	68	22	
1465	"	35	9,49	0,13		24	1	4												+					
1477	"	66	12,20	0,11		6	4	2			3	3	20	27	36	0	0	0	8	1B 1C 1G	66	1,5	151	61	
Biberach CP 1003																									
39,3 - 39,8	USM					45																			
45,3 - 45,9	"										0	0	1	20	0	4	74	0	0	1T	40		81		
59,6 - 60,6	"					47																			
64,3 - 64,8	"										1	0	3	14	0	0	79	o	0	1T 1Z	15		72		

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Frakt > 60 μ	8 Korngröße Median der Frakt > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Biberach CP 1003 (Fortsetzung)																									
73,4 - 73,9	USM										1	0	2	22	0	0	70	0	1	2T 1Z	18		107		
96,0 - 97,4	"										0	1	1	23	0	0	72	3	0		27		86		
119,5 - 120,5	"						55				6	0	1	11	0	0	82	0	0	+	35		65		
141,o - 142,0	"										4	0	2	13	0	0	75	1	0	4T 1A	46		83		
163,0 - 164,0	"										14	2	4	14	2	0	64	0	0		45		51		
170,0 - 171,0	"						35																		
193,8 - 194,0	"										5	0	0	5	1	0	88	1	0	+	15		98		
203,6 - 204,o	"										1	0	4	12	1	0	82	0	0		10		74		
210,8 - 211,8	"										0	0	3	17	4	0	76	0	0		47		29		
219,0 - 220,1	"						39				2	0	6	69	3	0	19	0	1		39		100		
237,6 - 238,3	"										1	1	18	52	2	0	25	0	0	1T +	19		97		
254,3 - 255,2	"						58																		
272,3 - 273,0	"						38				2	2	16	41	1	0	38	0	0	2B +	40		61		
283,1 - 283,9	"						39																		
289,6 - 290,0	"						30																		
292,7 - 293,0	"										2	0	7	44	2	0	43	0	0	2A	56		54		
316,7 - 317,2	"										1	0	6	40	16	0	34	0	0	2B 1T	40		73		
333,0 - 334,o	"										6	0	2	46	1	0	41	0	0	1B 3T	39		66		
342,1 - 343,2	"						38																		
352,8 - 353,7	"										10	0	6	35	13	0	32	0	0	1B 3G +	44		71		
362,0 - 363,2	"										13	3	13	46	7	0	12	0	0	3B 3A	74		69		
388,2 - 388,6	"						30				2	0	13	31	5	0	38	8	0	1T 1G	41		64		
Billafingen 1 (PC)																									
13,4 - 14,4	"	20	3,37	2,12	55,0	50					24	0	3	42	1	0	26	0	0	3A 1C	29	2,0	109	15	
63,0 - 64,4	"	15	0,58	0,20	27,0	65					11	1	12	20	3	0	52	0	0	1T	64	0,9	95	13	
119,0 - 119,6	"	30	1,25	0,08	88,8	56					3	0	11	64	6	0	12	0	0	1A 3B	41	2,5	44	14	
181,5 - 181,7	"	15	1,17	0,22	19,8	62					3	0	6	30	2	3	55	0	0	1T	58	1,0	80	18	
225,o - 225,6	"	24	3,68	0,11	72,3	35	0	6			11	0	7	44	2	0	31	1	0	3A	50	0,8	121	15	
294,2 - 294,5	"	31	2,26	0,09	69,2	40	0	+7			33	2	7	49	3	0	5	0	0	1A	68	0,6	173	31	
320,8 - 321,5	"	12	2,44	0,11	32,8	36	2	13	+		4	2	3	69	8	0	12	0	1	1A	66	0,4	157	18	
353,7 - 354,0	"	28	5,38	0,09	85,0	23	1	16			3	0	9	76	12	0	0	0	0		37		59		
Dillingen 1																									
Kern 283,5 m	Ch,Cyr	22	0,97	0,12	22,5	35	2	5	++		6	1	20	49	8	3	9	0	1T	1A 1B 1C	42	R	95	19	0,02
" 285,65 "	"	21	1,31	0,12	22,1	25	2	4	++		17	0	20	49	6	1	1	1	0	3A 3G	26	R	69	14	0,02
" 289,5 "	"	23	1,43	0,10	39,0	22	4	22	++		16	5	14	45	9	0	0	2	2T	5A 2B	28	R	43	6	0,01
" 291,4 "	"	24	0,96	0,11	25,0	39	5	26	++		30	0	7	43	10	0	7	0	3T		49		30	2	0,01
" 295,3 "	"	55	4,56	0,08	48,0	35	1	33	+																0,01
" 296,7 "	"	28	0,78	0,07	79,8	32	0	76	+		29	2	7	44	7	0	2	3	3T	3B	25		31	3	0,01
" 298,3 "	"	24	0,87	0,07	65,8	25	0	64	+																0,01
" 300,5 "	"	26	0,92	0,08	50,4	34	5	37																	0,01
Spülproben 352 m	?Ru					11	3	0			33	3	23	7	9	0	23	0	0	1A 1Z	66	R	77	18	0,3
" 362 "	"					4	3	1			80	6	5	5	1	0	0	0	0	3A	29	R	132	20	0,1
" 372 "	"					4	1	0			70	2	17	5	3	2	0	0	0	1And.	38	R	113	19	0,2
" 382 "	"					5	1	1			7	4	7	28	18	7	14	4	0	7Z 4C	78		28	2	0,04
" 392 "	"					7	2	1			52	10	14	10	1	1	7	0	0	4A 1B	35	R	93	13	0,02
" 402 "	"					4	2	0			34	7	49	7	0	0	3	0	0		54	R	68	33	0,05

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)		2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Fraktl > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Dillingen 1 (Fortsetzung)																									
Spülproben 412 m		?Ru					5	0	0		49	1	14	7	6	2	17	0	1Ť	1Z 2B	67	R	88	12	0,4
" 422 "		"					5	3	3		41	2	8	8	4	4	23	2	0	4Z 2B 2A	70		49	4	0,15
" 432 "		"					5	2	0		19	5	44	12	2	0	14	0	2Ť	2A	60	R	43	19	0,2
" 439 "		"					5	0	0		33	4	20	12	6	0	19	1	2Ť	1B 2A	66	R	105	21	0,2
" 442 "		"					5	0	0																0,05
" 452 "		"					3	1	0		19	5	41	7	11	2	9	2	0	2Z 2A	69	R	56	23	0,3
" 462 "		"					6	4	0		13	0	38	20	18	0	9	0	0	2Z	62	R	55	21	0,2
" 470 "		"					3	0	2		30	2	33	8	7	3	13	2	0	2B	61	R	60	20	0,06
Egelsee 2																									
1412 - 1422,25	K.2	UCS	38		0,10	49,0	11	4	4	-	3	3	33	37	20	0	0	0	4		64	1,26	215	70	2,0
1422,25- 1429,9	K.1	Bau	44		0,10	43,7	15	10	1	++	2	1	17	47	25	0	0	0	5	2A 1C	54	2,4	156	27	0,2
Ehingen CP 1006																									
15,0 - 16,0		USM	24	1,88			44				0	4	0	11	3	0	79	0	0	3Z	63				
34,0 - 35,0		"	21	0,78	0,09		48				2	1	2	55	1	0	34	1	0	1Ť 3?	17				
55,0 - 56,0		"	14	1,29	0,27		31				2	1	2	37	3	0	51	1	0	3Ť	20				
73,8 - 75,0		"	10	1,67	0,21		55				2	8	1	14	0	0	73	0	0	2Ť	33				
98,0 - 99,0		"	12	2,16	0,23		43				8	3	2	11	2	0	73	0	0	1Ť	33				
115,0 - 116,0		"			0,11		34				0	2	16	57	15	0	6	0	0	3Ť 1?	33				
124,0 - 125,0		"			0,11		23				3	1	20	59	3	0	8	0	0	5Ť 1Z	17				
135,0 - 137,0		"			0,24		25																		
146,0 - 147,0		"					21				4	1	18	*59	1	0	16	0	0	1Ť	23				
152,0 - 153,4		"			0,11		14				1	1	26	47	21	0	2	0	0	2Ť	20				
179,0 - 180,0		"			0,09		27				6	2	11	67	7	0	2	0	0	5Ť	13				
197,0 - 198,0		"					35				10	4	10	36	14	0	20	0	0	6Ť	77				
211,0 - 212,0		"			0,04		7																		
235,0 - 236,0		"			0,09	aus Streupräparaten gesch.	12				4	1	12	72	9	0	0	0	0	2Ť	11				
Eich 3, im Oberrheintal westlich von Darmstadt.																									
1601,7 - 1605,2		Ch								++	4	6	9	54	20		1		5	1A +	70	1,5	161	15	
Ellwangen 2																									
1481,1 - 1490,5	K.3 oben	UCS					18	11	3					E	r	z									
"	K.4 unten	Bau	45	1,58	o,18	14,4	21	3	5	+	2	1	46	24	24	0	0	0	2	1C	48	3,7	106	49	0,15
"	K.5 Mitte	"	41	o,87	o,18	13,3	29	1	5		0	1	58	29	12	0	0	0	0		57	6,7	74	43	0,15
"	K.6 "	"	38	o,61	o,22	11,7	32	5	2		2	4	48	30	16	0	0	0	0		64	5,2	77	37	0,1
"	K.7 "	"	28	1,44	o,18	16,9	21	8	14	+	8	4	45	30	11	0	0	0	2		63	5,0	53	24	0,02
"	K.8 "	"	31	1,50	0,17	19,1	27	4	4	+	2	2	52	38	5	0	0	0	0	1C	57	4,4	83	43	0,05
"	K.9 "	"	50	1,97	0,16	17,9	23	3	4		2	0	52	25	20	0	0	0	0	1C	50	4,0	101	53	0,1
"	K.10 "	"	58	2,46	0,14	21,2	17	0	2		4	0	33	28	31	0	0	0	4		64	5,0	72	24	0,2
1490,5 - 1495,0	K.1 "	"	39	1,09	0,14	20,8	22	1	5	+	6	5	39	46	3	0	0	0	0	1A	70	3,0	149	58	0,25
"	K.3 unten	"	38	0,85	0,15	16,2	19	3	2	+	12	2	31	39	7	0	0	0	6	3A	74	4,5	106	33	0,5
"	K.5 "	"	28	0,45	0,17	19,6	31	5	10		3	1	41	50	1	0	0	0	4		75	3,8	88	36	0,25
1495,0 - 1508,3	K.1 "	"	37	0,68	0,18	14,6	35	6	17		0	1	26	66	3	0	0	1	3		73	3,0	100	26	0,2
"	K.2 Mitte	"	31	0,70	0,17	15,1	30	1	13	+	7	1	28	56	3	0	0	0	4	1A 1C	64	4,5	80	22	0,06
"	K.4 "	"	26	1,23	0,17	16,5	32	4	19	++	5	2	11	77	5	0	0	0	0		51		60	7	0,04
"	K.6 "	"	28	0,49	0,18	14,1	41	7	11	++	9	2	29	57	1	0	0	0	0	2B	68	2,3	90	26	0,06

1b Bohrung und Teufe (m)		2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Fraktl > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Ellwangen 2 (Fortsetzung)																									
1495,0 - 1508,3	K.8 Mitte	Bau	38	1,13	0,14	19,9	29	7	13	++	9	1	13	68	1	0	0	0	0		81	2,8	88	23	0,3
"	K.10 "	"	32	0,53	0,13	21,2	30	4	9	++	6	3	21	65	1	0	0	0	2	2A	70	2,7	115	24	0,2
"	K.13 oben	"	33	0,96			21	3	8	++	1	3	15	74	0	0	0	0	7		66	3,0	103	16	0,5
"	K.15 Mitte	"	32	0,95	0,13	22,0	31	2	10	++	5	3	18	70	0	0	0	0	4		57	2,9	142	26	0,6
1508,3 - 1516,5	K.2 oben	"	29	0,92			26	6	13	++	1	2	15	80	0	0	0	0	1	1C	51	2,8	152	23	0,2
"	K.4 "	"	30	1,03			25	5	15	++	0	0	19	77	0	0	0	1G	1	1A 1B	38	2,0	100	19	0,05
"	K.5 "	"	29	1,39			30	3	14	++	11	1	24	62	0	0	0	0	2		42	2,7	187	44	0,2
"	K.7 Mitte	"	55	3,73	0,08	39,8	31	5	20	++	3	0	16	77	4	0	0	0	0		21	2,0	123	19	0,1
"	K.8 oben	"	31	0,89			13	2	30	++	18	3	11	64	0	0	0	0	2	2A	34	1,4	141	16	0,1
"	K.8 unten	"	40	2,02	0,04		20	3	8	++	9	1	20	68	0	0	0	0	0	1A 1C	31	2,4	112	23	0,3
Ettenkirch 1																									
677,3- 683,4;	K.1	USM	53	0,6	0,08	97,5	34	1	7					+		0	+	0	0		+				
" ;	K.6	"	48	0,98	0,09	54,6	45	5	16		3	0	4	84	2	0	4	1	0	1G 1Z	26		142		0,2
Sp.909,1-911,8		"		1,12							22	2	10	40	1	1	22	0	1	1Ť	83		142		
1043,7-1048,0;	unten	"	45	2,75	0,15	14,0	39	2	9		39	0	3	57	0	0	0	0	0	1A	61		98		0,5
Sp.1080-1083		"		0,85							24	3	6	59	2	0	4	1	0	1B	33		101		
1226,3-1232,7;	oben	"	36	1,13	0,09	51,4	22	6	15		0	2	7	83	7	0	0	0	0	1A	25		114		0,1
1273,4-1280,4;	oben	"	22+	0,98	0,22	11,1	48b	4	3x		2	0	12	80	4	0	1	0	0	+	71		83		
1300,0-1307,0;	oben	"	46	1,96	0,09	54,4	51	1	4x		4	0	9	84	3	0	0	0	0		9		69		0,1
" ;	unten	"	31	1,13	0,08	58,8	33	0	12		8	1	11	76	3	0	0	0	0	1A	17	1,1	113	15	0,3
1317,8-1325,0		"	45	1,51	0,12	54,8	46	2	6																
1330,9-1337,9;	Mitte	"	38	2,87	0,09	65,4	42	1	15		Da die Fraktionen mit HCl behandelt wurden, waren die gefärbten Glimmer														
1343,25-1349,4;	unten	"	30	1,11	0,11	67,0	35	2	4		entfärbt und mineralogisch nicht mehr einzustufen.														
1352,3-1358,4;	oben	"	64+	1,73	0,18	27,0	18	16	2																
1370,5-1376,5;	oben	"	72	2,31	0,13	34,4	12	10	0		15	4	22	(5o)*	7	0	0	0	1	1A +	30	0,7	79	35	
1419,8-1425,8;	unten	"	37	1,56	0,10	68,2	7	8	+2x		5	2	41	28	16	0	0	0	5	2A 1B	28	1,1	58	24	0,04
1477,3-1483,6;	K.194	"	60+	2,0	0,20	27,9	10d	29	1		59	5	12	7	7	0	0	0	10		66		41		
1483,6-1490,6;	Mitte	"	59	0,66	0,20	33,0	15	24	1		Da die Fraktionen mit HCl behandelt wurden, waren die gefärbten Glimmer														
1504,4-1511,8;	oben	"	38	3,39	0,09	59,7	33	5	15x		entfärbt und mineralogisch nicht mehr einzustufen.														
1524,5-1530,9;	unten	"	63+	1,44	0,24	19,1	31	4	4		26	2	11	(50)*	6	0	0	0	5		66		31		
1589,0-1596,0;	Mitte	"	14	0,15	0,17	17,1	46	0	7		49	2	2	46	0	0	0	0	0	1B +	39		128		1,4
1616,7-1617,5		"	19	0,27	0,12	31,7	29	2	16		24	2	6	68	0	0	0	0	0		80		116		0,6
1674,4-1679,3;	K.338	"	21	1,26	0,18	14,9	28b	6	10		3	0	10	86	0	0	0	0	0	1A	66		68		
1683,0-1689,2;	Mitte	"	30	1,6	0,18	13,1	30	1	4	(+)	0	0	21	74	1	0	2	2	0		48		58		
1689,2-1696,3;	oben	"	42	2,10	0,10	40,2	27b	5	20		5	0	23	72	0	0	0	0	0		70		32		
1736,0-1742,6;	Mitte	"	45	1,1	0,20	16,8	26	10	9		3	0	18	74	5	0	0	0	0		71		38		
1742,6-1748,9;	Mitte	"	49	1,93	0,22	21,0	30	7	3		8	2	15	65	7	0	0	0	3		69	2,0	121	18	
1759,9-1766,2;	K.398	"	30	1,31	0,25	15,8	29	5	7	+	14	2	14	66	0	0	0	0	2	2A	73		50		
1776,5-1783,2;	K.406	"	38	2,56	0,22	17,9	35	7	28		16	3	19	59	3	0	0	0	0		83		31		
1783,2-1789,6;	K.2, oben	"					17	8	11																
" ;	unten	"					12	3	6		Da die Fraktionen mit HCl behandelt wurden, waren die gefärbten Glimmer														
1800,0-1809,2;	unten	"					33	8	20		entfärbt und mineralogisch nicht mehr einzustufen.														
1816,7-1823,0;	unten	"	66	19,2	0,10	38,8	9	9	2		3	3	33	38	15	0	0	0	5	2A 1G	46	0,7	103	34	0,2
1857,0-1864,1;	K.461	"	37	0,63	0,10	48,4	13	12	6		1	3	32	52	12	0	0	0	0		50	1,2	85	28	
1864,1-1870,7;	oben	"	54	5,2	0,12	22,4	11	5	12		2	2	25	51	18	0	0	0	2		60	1,1	90	50	
1883,0-1887,8;	Mitte	"	38	2,9	0,09	71,5	13	3	3x																
1926,6-1935,5;	oben	"	22	4,4	0,16	18,8	1e	1	3	+	0	0	55	26	17	0	0	0	0	2A +	34	1,7	106	78	

*) Anm. Diese Proben mußten mit HCl behandelt werden. Es wurden, um die übrigen Schwerminerale vergleichbar darstellen zu können, 50 % Apatit angenommen.

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt > 60 μ	9 Korngröße Median der Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Pronhofen 1																								
619,5- 624,0; K.4, Krone	UCM	41	4,22	0,10	41,0	49	0	4		0	0	20	76	4	0	0	0	0		17	2,3	59	20	
824,5- 828,8; K.3	"	51	1,67	0,10	97,8	14	11	10																
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		63		39		
1002,0-1009,0; K.7	"	33	3,22	0,18	9,6	39	1	5		0	0	24	72	2	0	0	0	0		9		45		
1100,0-1106,0	"	40	0,73	0,18	19,7	24	2	12	+	19	0	12	64	2	0	0	0	0	2A 1C	73		58		
" ; 1,3 unt.Kopf	"	55	4,68	0,25	11,8	43	2	4	+	10	0	10	68	6	0	0	0	0	6C	64		49		
" ; 5,0 " "	"	37	1,18	0,13	28,1	32	5	9	+	9	0	3	81	5	0	0	0	0	2B	67		42		
1119,0-1125,0; K.2, Krone	"	47	1,59	0,18	17,8	37c	2	12	+	5	0	11	76	5	0	0	0	0	3C	75		38		
" ; K.5, Krone	"	30	2,67	0,23	16,6	44	2	22	+	6	0	22	52	20	0	0	0	0		75	2,5	77	19	
1177,0-1179,4	"	37	8,15	0,11	73,6	10d	4	27		1	1	20	58	20	0	0	0	0		29	2,2	95	19	
Pronhofen 2																								
539,0- 544,0; K.3	USM	37	5,0	0,15		50	0	4		1	0	0	5	0	0	94	0	0		9		100		1,0
638,0- 642,4; K.1	"			0,09		55	0	8		0	0	8	91	0	0	1	0	0		12		79		0,12
753,0- 765,3; K.1	"			0,06		54	2	15		1	1	5	86	5	0	0	0	0	2A	28		88		0,3
1124,8-1131,5	"			0,06		21	5	2		0	0	11	82	7	0	0	0	0		47		28		Sp.
1152,8-1157,8; K.2	"			0,15		22	5	7		28	3	6	42	15	0	0	0	0		52		100		0,6
1174,9-1181,9; K.2	"			0,10		13	9	9	+	2	2	23	42	28	0	0	0	3		43	1,3	93	35	2,0
Gablingen 1a																								
523,5- 524,8	Rupel	8	0,36	0,17	25,6	15	0	0		53	0	13	9	3	10	9	0	0	3?	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	3?	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		16		0,002
529,4- 532,0	"	1		0,19	9,6	30	0	0		44	1	49	0	3	1	0	0	0	1A 1C +	1	R	146	71	0,02
532,0- 534,6	"	0	-	0,18	12,7	20	+0	0		27	0	54	0	2	0	3	0	0	12A 1B 1?	34	R	74	40	0,014
534,6- 536,3	"	0	-	0,18	18,4	18	0	0		55	4	36	0	1	0	0	0	0	2A 2B	15	R	56	20	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	78	0,035
537,6- 540,1	"	0	-	0,16	17,9	8	0	0		21	8	67	0	4	0	0	0	0		37	R	24	16	0,005
540,1- 541,5	"	1	0,28	0,15	11,1	9	+0	0		28	1	60	1	3	0	5	0	0	1A 1C	35	R	115	69	0,05
Gaisbeuren 1																								
593,9- 605,2; K.7, Kopf	OMM	51,6	0,69			30	9	7		3	3	11	55	0	0	25	0	0	2T 1B	38	0,7	71	13	
1066,1-1072,7; K.3	USM	30	4,7	0,10	41,3	26	1	8		1	0	8	91	0	0	0	0	0		9	1,5	110	9	
1300,0-1307,0; K.3	"	19	0,56	0,19	19,6	47b	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	4	2A 2C	41		54		
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	1	2A	64	1,9	61	19	
1513,0-1521,0; K.3	"	58	2,78	0,09	58,8	12d	6	10		9	3	40	15	21	0	0	0	12		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	
1550,5-1559,8	"	45	2,51	0,09	65,3	3	7	14	+	0	2	27	42	27	0	0	2	0		33				
1566,5-1575,3; Nr.1	"		2,3			0	6	4		2	2	35	58	3	0	0	0	0		58				
" ; Nr.2	"		4,07			0	6	4		0	0	40	58	2	0	0	0	0		52	2,2			
" ; unten	"	51		0,08	84,3	2	3	25																
Gaisbeuren 2																								
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	8		80	1,6	184	43	0,3
" K.3 "	"	42	0,77	0,19	23,1	24	9	7	+	5	2	26	58	0	0	0	0	9		81	2,2	132	35	0,3
" K.4 "	"	33	1,40	0,17	26,7	24	5	2	+	0	0	28	69	0	0	0	0	3		55	-	35	8	0,01

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt > 60 μ	9 Korngröße Median der Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Gaisbeuren 2 (Fortsetzung)																								
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	0,04
" K.6 "	"	42	0,89	0,15	28,2	12	5	2	(+)	4	0	25	63	0	0	0	0	5	1A 2C	52	4,8	114	29	0,08
" K.7 "	"	39	0,84	0,17	28,0	16	4	1	+	3	0	29	58	0	0	0	0	7	3C	55	3,6	111	32	0,07
" K.8 "	"	40	0,95	0,16	28,1	15	5	5	+	0	1	31	8	0	0	0	0	9	1C	59	3,8	95	29	0,1
Gendorf 1																								
2442,4 - 2445,9 K.2	Ka	0		0,70	6,8	18	0	0		78	3	15	0	0	0	0	0	4	2A 1B	5	R	129	31	0,1
" K.3	"	0		0,46	6,3	26	1	2																
2453,2 - 2453,8	"	0		0,53	12,7	12	0	4		89	2	6	0	0	0	0	0	1	2A	12		111		0,05
Gendorf 2																								
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	0	2T	56		104		0,1
Heimertingen 1																								
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	1	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		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	0,09	69,7	29	2	+ 7		1	0	18	75	5	0	0	0	0	1A	23	1,9	97	26	
1323,6 - 1329,6 0,9 u.Kopf	"	44	2,79	0,11	42,7	26a	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	87,2	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	0	0	2	2C	82	4,7	62	20	
1544,9 - 1551,7 3,5 " "	"	47	1,61	0,08	38,5	18c	6	20x	++	0	3	46	46	3	0	0	0	2		33	4,7	98	60	
1551,7 - 1558,9 3,8 " "	"	47	2,22	0,08	53,0	21	6	40	++	0	0	35	60	0	0	0	0	0	1A 1B	20	6,0	60	21	
1558,9 - 1566,4 2,0 " "	"	43	1,91	0,09	40,7	15	4	1	++	0	0	34	56	6	0	0	0	2	1A	26	3,2	147	50	
1566,4 - 1573,5 0,4 " "	Tonm	35	1,49	0,09	47,5	6d	4	4	++	o	0	40	57	0	0	0	0	3		17	3,6	40	16	
1573,5 - 1582,2 1,3 " "	Sandm	28	2,24	0,09	45,9	4	8	0		1	0	21	77	0	0	0	0	0	1A	9	2,2	104	22	
Heimertingen 2																								
1465,6 -1470,6 5,0 u.Kopf	Bau	61+	2,98	0,18	16,8	22	3	3	++	7	4	35	35	12	0	0	0	6	1A	62	3,3	141	49	0,1
1470,6 - 1476,5 3,5 " "	"	32	0,92	0,16	13,5	33b	2	14x	++	9	4	42	39	0	0	3	0	3		66	2,7	57	24	Sp.
1476,5 - 1482,2 0,5 " "	"	33	0,89	0,13	15,4	25	2	5	++	13	0	35	42	1	0	1	0	6	2A	73	2,4	84	29	1,2
1482,2 - 1488,5 5,5 " "	"	34	1,28	0,08	57,0	16	1	30	++	2	2	31	61	0	0	0	0	2	1A 1B	24	4,2	99	31	Sp.
1507,5 - 1514,1 0,4 " "	"	21	6,02	0,11	19,5	7	0	3	++	42	2	22	25	0	0	0	0	0	8A 1B	34	1,4	153	59	0,2
" 4,5 " "	"	15	1,30	0,11	33,1	4	0	3	++	55	0	22	17	0	0	0	0	0	6A	36	1,6	150	73	2,8
1514,1 - 1522,6	Ch	95				14	10		+	(20)	(40)									(45)		5		
Hohenlinden 1																								
1080,8 - 1088,8 K.2	Aq	35	0,80	0,17	17,1	32	3	2	(+)	27	0	1	34	15	1	21	0	0	1?	66		92		0,3
Sp. 1300	Ch					28	1	+0		7	0	16	21	7	1	42	5	0	1A	64		75		
Sp. 1304	"					10	0	2	++	8	1	8	16	13	0	38	13	0	2S 1A 2Z	48		118		
Sp. 1308	C					11	+1	1		42	2	8	1	14	1	17	9	0	1? 1S 4At	65		102		
1310,1 - 1318,1 2,9-2,98 u.K.	"	37	0,78	0,17	9,6	17	0	0		29	2	19	7	11	3	26	0	0	1T 1? 1At	64	R	125	33	0,7
Sp. 1324	Ch					31	1	2		3	0	25	7	18	3	35	4	0	1C 3Z 1T	78	G	72	18	0,4

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Reibrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Hohenlinden 1 (Fortsetzung)																								
Sp. 1336	G					27	0	2	+	9	0	30	11	5	0	26	3	0	2S 14At	49	R	57	17	0,14
Sp. 1342	"					10	2	0		25	0	20	0	20	5	18	5	0	1Z 5At	63	R	77	15	
Sp. 1346	Ch					18	0	1	++	3	1	18	19	7	2	38	9	0	2Z 1T	40	G	130	23	0,7
Sp. 1350	"					33	+1	4	+	10	4	9	9	18	2	38	7	0	1G 1S 1T	75	G	173	16	
Sp. 1358	G					9	+1	2	+	58	1	18	1	5	1	12	2	0	1Z 1At	53	R	179	32	
Sp. 1366	"					6	2	2	+	32	3	24	0	13	1	16	5	0	1G 2Z 2At 1T	73	R	157	38	
Sp. 1370	"			+		17	0	5	++	2	2	18	8	11	2	38	15	0	2T 2AT	52	G/R	131	23	0,4
1678,0-1686,0 1,16-1,13 u.K	Ch	49	1,13	0,10	29,4	13	2	+0	+	18	4	20	17	29	0	3	0	8	1G	+65	2,3	123	59	0,2
1686,0-1692,3 0,44-0,53 " "	"	47	0,98	0,10	28,2	15	0	+1	+	22	9	22	10	23	1	1	0	8	2A 1G 1?	62	1,3	120	62	0,3
1692,3-1700,3 2,79-2,86 " "	"	46	1,03	0,10	23,8	30	3	1	+	11	4	14	24	32	2	0	0	10	1C 2G	54	1,6	129	65	0,7
" 7,18-7,28 " "	"	42	1,80	0,09	52,0	31	1	10	++	6	5	20	37	21	0	0	0	8	2A 1G	47	3,0	106	34	0,1
1741,0-1746,0 1,1 -1,13 " "	Ch	59	1,96	0,08	54,0	26	4	10	++	11	7	18	49	13	0	0	0	2		34	1,6	45	17	0,1
1746,0-1754,0 1,23-1,35 " "	"	46	1,55	0,09	63,3	20	9	5	+	11	4	7	34	33	0	0	0	11		58		27		0,01
2145,3-2151,7 1,49-1,58 " "	La,Fisch	61	16,1	0,08	99,3	24	5	1	+	25	0	13	59	0	0	0	0	3		24		32		0,2
2181,5-2198,0 K.5	Pr	18	-	0,46	22	8	0	1		54	0	39	7	0	0	0	0	0		42	R	43	17	0,1
2336,4-2338,6 1,55-1,65 U.Kr.	Ce	6	2,22	0,43	4,6	23	0	+1		9	0	91	0	0	0	0	0	0		6	R	34	31	Sp.
2339,7-2343,6 0,85-0,95 U.Kr.	"	23	-	0,53	3,4	15c	0	+6	+	37	0	60	0	1	1	0	0	0	1A	5	R	109	66	0,1
2343,8-2348,74 1,25-1,35 U.Kr.	"	5	6,41	0,55	1,8	24	0	1		28	0	63	0	0	2	2	0	0	5A +	4	R	43	27	Sp.
2355,8-2363,0 5,5 -5,6 U.Kr.	"	0		0,53	1,0	14	0	+2	(+)	65	1	34	0	0	0	0	0	0	+	4	R	188	64	Sp.
Isen 1																								
1170,0 - 1174,0 K.2	Aq	35	1,07	0,09	32,4	50a			++	0	0	25	54	7	0	5	0	0	2A 7B	34	G	59	15	
1273,4 - 1275,1 K.5	Ch					26	3		+	5	2	4	10	12	1	62	0	0	1G 1G 1Z 1T	34		111		
" K.1	"					22	3		+	1	2	10	32	14	3	34	1	0	1G 1T 1B	53	G	143	14	
1286,2 - 1288,7 K.2	"					35a	4	+	++	2	1	5	11	8	1	65	4	1	2A	44		134		
1288,7 - 1291,6 K.3	"					20a	1	7	++	4	1	1	7	7	1	66	12	0	1A	34		135		
" K.1	G					23	1	3	+	24	0	6	7	16	2	41	1	0	3At	58		92		
Sp. 1294	"					20	1	4		12	2	9	14	15	3	40	3	0	1At 1T	56		78		0,05
Sp. 1298	Ch					30	3	6	++	7	1	7	29	2	0	39	14	0	1C	52		107		0,4
Sp. 1302	"					36	0	14	++	8	1	10	20	11	1	26	22	0	1A	49	G	100	10	0,8
Sp. 1306	"					23	1	2		5	1	9	13	12	0	54	0	1	1A 1T 1B	1G61		116		0,2
Sp. 1310	"					30	0	2	+	4	1	8	22	14	1	38	11	0	1A 1G	87		81		0,4
Sp. 1340	G					16	+4	1	++	4	2	20	9	26	0	33	0	3	1At 1G 1T	68	G	108	22	0,05
1350,0 - 1351,4 K.1	Ch					19	1	4	+	3	2	12	28	12	1	33	1	0	2G 3Z 3T	75	G	156	19	
Sp. 1370	"					22	4	1	++	20	9	11	10	23	1	21	0	1	2Z 1X 1T	67	G	93	10	0,05
1403,8 - 1409,3 K.2	"					40a	3	14	++	19	1	7	34	7	1	19	1	0	6G 3T 1A	61	G	153	11	
1651,2 - 1655,7 K.3	Ru					27	3	2	++	5	0	35	31	19	3	0	0	3	2A 2?	27	G	112	39	
1680,2 - 1683,1 K.1+2	"					28	0	2	++	3	1	33	31	27	0	0	0	4	1A	52	1,2	92	30	
1801,2 - 1804,1 K.1	Ru,Gas					32b	3	+		13	0	23	13	45	0	0	0	3	3A	65	G	31	30	
1807,0 - 1809,9 K.2	" ,"	52	3,21	0,09	33,7	43a	5		+	2	0	45	(15)	24	4	2	0	4	4A	60	G	43		
1927,5 - 1933,5 K.1	La,Lith					18	0	0		74	0	16	0	5	0	0	0	0	5A +	5		19		
1943,5 - 1947,0	" ,"					11	0	0		(80)		(20)										5		
Isen 2																								
1056,0 - 1062,1 K.1	Aq					43	6		+	6	0	12	62	15	0	1	0	0	1A 3B	44		69		
1867,4 - 1873,3 K.1	Ru,Gas					22	5		++	15	3	23	15	35	3	3	0	3		62		34		
1873,3 - 1879,3 K.2	"	47	1,4	0,08	37,0	30a	3	6	++	9	3	50	10	16	0	0	0	6	6A	29	0,9	32	16	
2074,0 - 2076,9 K.1	Tu					1	0	+0		58	5	33	0	1	0	0	0	0	2A	3	B	119	40	

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Reibrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Schwermin. Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Kastl 2a																								
1795,8 - 1798,8 K.1 Krone	Ce					0	0	0		48	1	49	1	0	0	0	0	0	1A	1	R	143	70	0,3
1798,8 - 1801,8 K.2	"					0	0	0		44	1	0	0	0	0	0	0	0	1A 9M	0	R	137	60	0,1
1801,8 - 1807,0 K.2	"					0	0	0		45	0	49	0	0	0	2	0	0	2A 2M	1	R	126	61	0,3
1807,0 - 1812,5 K.2	"					0	0	0		76	1	16	0	0	0	0	0	0	1A 6M	0	R	131	21	1,0
1812,5 - 1816,0 K.1 Kopf	"					3	0	0		32	4	60	1	0	0	1	0	0	1A 1B	4	R	132	80	0,1
" K.2	"					3	0	+0		48	15	36	1	0	0	0	0	0		2	R	177	37	0,05
Kaufbeuren 1																								
Sp. 2947,5 + 2950	Bau	43	0,64			1	6	1	-	24	13	48	8	1	0	0	1	4	1Gl +	85	3,5	119	58	0,5
Sp. 2952,5	"	49	0,24			4	6	2	-	15	22	36	12	2	0	0	0	11	1A 1T	55	3,3	155	56	0,2
Sp. 2954	"	28	0,72			5	2	0	(+)	19	12	44	17	1	0	0	0	6	1A	60	3,2	123	54	0,2
Sp. 2955	"	54	1,09			6	1	3	(+)	23	10	48	14	0	0	0	0	5		62	6,7	145	69	0,13
2955,4 - 2956,7 Kopf	"	42	0,62	0,19	19,1	7	10	3	-	23	10	44	12	0	1	0	0	7	1A 2B	72	2,8	69	30	0,015
" Krone	"	54	1,43	0,23	14,3	4	15	2	-	31	23	34	4	0	0	0	0	4	4A	71	-	26	9	0,015
2956,7 - 2959,8 Kopf	"	61	1,21	0,20	18,6	8	17	+1	-	23	20	43	8	0	0	0	0	5	1A	74	2,1	65	28	0,05
" Krone	"	63	1,31	0,20	18,2	9	20	+2	-	23	13	38	22	0	0	0	0	3	1A	77	3,1	107	41	0,06
2960,3 - 2984,8 K.2	"	56	0,50	0,11	21,1	4	4	+3	(+)	14	19	27	27	0	0	0	0	8	5A	33	3,7	102	28	0,15
" K.4	"	47	0,62	0,10	27,6	6	14	2	+	3	7	39	44	0	0	0	0	5	2A	9	3,2	193	75	0,15
" K.6	"	47	0,41	0,09	44,6	2	2	5	+	2	12	51	30	0	0	0	0	3	2A	10	2,4	179	91	0,04
" K.10	"	49	0,42	0,10	30,7	5	3	4	+	3	10	57	26	0	0	0	0	2	2B	10	3,6	155	88	0,02
" K.14	"	53	0,34	0,10	32,8	3	4	5	+	10	17	31	26	0	0	0	0	10	4A 2B+	27	5	135	42	0,02
" K.21	"	52	0,82	0,08	39,9	9	8	2	++	2	6	54	30	0	0	0	0	6	1Ch 1B	18	2,4	127	68	0,02
2984,8 - 3004,8 K.5	"	41	1,51	0,07	69,1	8	10	9	++	0	2	52	42	0	0	0	0	1	3A	3	3,7	64	33	0,03
" K.12	"	44	1,39	0,07	73,4	8	6	32	++	7	0	52	38	0	0	0	0	0	3A	34	6,5	29	15	0,02
" K.17	Bau	48	1,13	0,09	41,0	4	5	2	++	17	9	39	35	0	0	0	0	0	+	0	-	23	9	Sp
3004,8 - 3031,3 K.2	"	43	1,52	0,08	73,8	7	6	5	++	2	6	28	53	0	0	0	1C	2	4A 4B	30	4,7	83	23	0,006
" K.11	"	43	1,23	0,08	83,7	7	9	0	++	0	0	12	70	0	0	0	0	6	12A	37	-	17	2	Sp.
" K.19	"	43	1,22	0,08	83,0	6	8	3	++	} 5	0	13	61	0	0	0	4C	4?	9A 4B	8	-	23	3	Sp.
" K.23	"	39	1,68	0,08	90,0	3	9	9	++															
" K.28	"	55	1,13	0,10	30,5	7	3	5	+	3	9	31	47	0	0	0	0	5	4A 1B	7	4	112	35	0,006
3031,8 - 3058,3 K.2	"	66	2,38	0,08	47,3	3	8	11	+	5	15	40	31	0	0	0	0	9	+	32	3,9	86	34	0,006
" K.8	"	66	1,66	0,08	38,9	3	3	2	-	4	22	32	23	0	0	0	0	13	4A 1B 1C	31	3,8	90	29	0,006
" K.24	"	62	2,93	0,08	38,5	7	4	13	++	4	0	40	44	0	0	0	0	4	4A 4C	29	4	25	10	0,002
" K.29	"	56	0,97	0,10	24,5	2	6	6	+	0	3	37	60	0	0	0	0	0		3	2,5	38	14	0,002
Sp. 3060 + 3062,5	"	44	1,57			5	2	11	+	10	0	40	43	0	0	0	0	7		57	-	30	12	0,6
" 3060 - 3067,7 "Nachfall"	"	50	1,39			10	9	2	-	17	12	32	30	2	0	0	0	6	1A	65	5,8	127	41	0,15
" 3065 + 3067,5	"	44	1,22			5	3	3	++	4	9	26	52	0	0	0	0	9		50	-	23	6	0,1
" 3072,5 - 3092,5 "Nachfall"	Ru ?	52	0,54			5	7	2	+	28	8	25	20	6	0	0	0	12	1A	72	11	96	24	0,2
" 3072,5	"	52	1,65			6	5	1	+	6	16	38	35	1	0	0	0	3	1A	47	3,4	127	48	0,17
" 3075	"	57	1,52			2	1	11	++	13	5	33	38	2	0	1	0	6	2A	39	3,7	126	42	0,06
" 3077,7	"	48	2,14			1	0	0	++	17	2	47	27	5	0	0	0	1	1B	52	9,3	66	31	0,2
" 3080	"	48	1,85			5	6	2	++	17	9	29	39	3	0	0	0	3	+	57	3,3	59	17	0,3
" 3082,5	"	45	1,74			5	4	0	++	8	3	44	34	3	0	0	0	7	1B +	46	2	89	39	0,1
" 3085	"	49	1,53			9	2	4	+	3	8	36	41	6	0	0	0	3	1C 1T +	41	14	87	31	0,2
Sp. 3087,5	"	42	1,60			5	4	1		26	7	30	22	7	0	4	0	4	+	56	-	27	8	0,3
" 3090	"	49	1,61			10	4	2	+	14	4	30	36	8	0	0	2	6		59	6,5	50	15	0,1
" 3092,5	"	42	1,62			10	5	2	+	13	9	44	9	17	0	0	4	0	4A	54	-	23	10	-
" 3105	"	45	1,53			4	2	3	+	14	5	43	19	14	0	0	0	0	5C	68	-	21	9	0,1
" 3185	"	46	1,35			7	6	2	++	} 32	10	25	29	4	0	0	0	0		22	-	28	7	Sp.
" 3220	"	44	2,39			8	6	1	++															Sp

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Klosterbeuren 1																								
1292 m	Cyr	58	0,43	0,19	11,1	9	2	1		27	3	20	9	38	0	0	0	2	1C	84	2,9	173	35	2,0
1297 m	Bau	30	0,73	0,12	23,9	19	3	4	++	30	3	20	42	1	0	0	0	3	1A	64	3,7	148	93	0,6
1302 m	"	56	0,29	0,21	9,9	21	4	15	+	5	1	44	14	34	0	0	0	2		75	3,2	133	59	0,4
1307 m	"	56	3,76	0,16	15,2	12	5	2	+	26	0	13	29	21	0	0	0	10	1C	76	1,1	157	21	0,4
1312 m	"	42	2,64	0,13	15,4	17	5	4	++	17	6	14	40	2	0	0	0	19	2A	79	3,5	125	18	0,8
1317 m	"	30	0,97	0,10	32,0	25	4	12	+++	4	3	17	68	1	0	0	0	6	1B	57	8,0	106	18	0,3
1322 m	"	38	1,43	0,08	79,9	17	5	38	+++	9	0	7	78	2	0	0	0	0	2A 2T	54		44		0,1
1327 m	"	51	1,97	0,11	34,1	21	3	3	+	21	6	12	32	19	0	0	1	9		78	5,3	157	19	0,8
1332 m	"	45	1,86	0,08	69,2	17	5	15	++)	2	0	12	73	8	0	0	0	5		70		40		0,1
1337 m	"	45	1,80	0,07	66,2	13	4	12	++)															0,1
1342 m	Tonm	43	2,73	0,08	70,1	20	8	+21	++	12	0	18	58	8	0	0	0	0	3A	65		51		0,1
1347 m	Sandm	32	35,40	0,10	23,1	18	3	+ 7	+++	60	2	17	17	1	0	0	0	0	3A	41	1,4	(B)174	29	0,6
Kronburg 1																								
2145 m	Bau	35	0,74	0,15	27,5	12	2	4	+	4	2	33	58	0	0	0	0	1	1A 1B +	77	4,3	98	32	3,0
2150 m	"	38	2,13	0,12	26,2	22	4	11	++	5	3	22	64	0	0	0	0	4	2B	67	11,0	106	24	0,2
2155 m	"	29	1,43	0,10	36,8	11	3	7	++	4	2	11	79	0	0	0	0	0	2A 2B	29)		55		0,01
2160 m	"	48	3,92	0,09	32,7	14	6	4	++)	4	0	13	75	0	0	0	0	2	4K 2B	42)		39		0,006
2165 m	"	44	2,84	0,08	68,2	5	8	17	+)											)		13		0,002
2174 m	"	53	3,63	0,08	44,6	7	8	12	+	0	0	19	75	0	0	0	0	6		47)	3,7	16	42	0,003
2186 m	Tonm	48	2,86	0,08	67,6	6	6	13	+	34	7	11	37	0	0	0	2	2	2A 5B	46)		44		0,003
2191 m	"	56	4,47	0,08	61,5	7	10	13	+	9	0	36	46	0	0	0	0	9		31)		11		0,003
2196 m	"	52	4,62	0,08	60,4	10	12	20	+	37	0	16	37	0	0	0	0	5	5A	30)		19		0,001
2201 m	"	46	1,92	0,09	42,5	4	6	10	++)	12	7	23	56	0	0	0	0	0	2B	41)		19		0,002
2206 m	Sandm	40	1,78	0,09	42,4	2	7	16	+)											)		24		0,002
2211 m	"	33	2,25	0,08	71,6	11	1	34	++)	46	5	11	30	0	0	0	0	0	5A 3B	51)		24		0,004
2217 m	"	42	1,33	0,11	42,4	2	7	5	++)											)		13		0,002
Landsham 1																								
929,3 - 933,3 K.1	Aq					32	0	0		69	1	8	7	1	0	11	1	1	1A	18	0,8	191	40	0,5
1001,6 - 1002,0	"					24	0	0	++	53	1	11	10	0	0	25	0	0	+	36		90		0,5
1098,8 - 1104,4 K.4	"					30a	0	1	+	8	1	3	12	2	0	71	1	0	1T 1?	22		106		0,2
" K.3	"					43			+	5	0	10	18	4	0	62	0	0	1Z	13		82		
1200,0 - 1203,8 K.2	"					44	0	11	++	6	0	17	61	7	0	7	0	0	2A	18		54		0,2
Sp. 1360	Ch					32			+	20	0	16	28	18	2	8	2	2	4A	56		50		
1503,3 - 1508,8 K.3	"					36	3	20	+															
Sp. 1570	"					22			+	9	2	24	27	16	0	18	0	2	2A	66		45		
1699,1 - 1703,1 K.1+2	"					18	0	+5		1	1	32	47	8	0	0	0	11		45	1,2	76	24	
Sp.1730	"					16				9	4	22	27	31	0	0	0	3	2T 2G	65		55		
Sp.1770	"					22a			+	18	1	19	28	23	4	5	0	1	1G	72		79		
Sp.1840	"					20	4	1	+	5	0	17	19	27	2	28	2	0		61		58		0,8
Sp.1860	"					19	2	2	+	0	5	31	31	11	0	13	0	2	2A 5G	54		45		0,4
Sp.1870	"					33	1	2	+	5	0	22	22	7	0	37	3	2	2G	49		41		0,2
Sp.1900	"					23	3	2	+	13	5	18	25	22	2	11	0	2	2A	47		45		0,1
1909,8 - 1913,8 K.5	"					39	1	10	+	50	5	0	5	30	0	0	0	0	5A 5G	26		20		0,02
2092,3 - 2095,6 K.1	Ru					24	10	4	+	2		41		11			2							
2135,7 - 2139,0 K.3	"					15	0	2	+	1	1	46	15	9	0	0	1	2	2A 1C	21	G	116	62	
2198,7 - 2205,0 Kopf	La					10	0	+		84	0	8	0	0	0	0	0	0	8A	20		12		
2205,8 - 2210,6 K.2	Tu					0	0	+		51	4	36	0	4	0	1	0	1	3A	1	(B)	79	28	0.04

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Lauben 1																								
1474,2 - 1477,2 2,0 u.Kopf	Bau	40	0,72	0,18	15,0	24	3	7	+	19	1	31	33	1	0	4	0	5	3A 1C 2Z +	69	2,5	98	30	0,1
1477,2 - 1480,2 1,5 " "	"	43	1,22	0,17	17,7	23	3	+0	+	11	4	33	42	2	0	0	0	4	3A 1B	58	3,6	110	37	0,2
1480,2 - 1484,2 0,05 u.Kopf	"	47	2,75	0,16	20,8	24	1	+5	+	2	2	35	47	8	0	0	0	4	2A	63	7,5	49	17	0,03
1488,9 - 1495,0 5,5 u.Kopf	"	41	0,69	0,14	20,2	21	1	3	++	20	6	24	34	1	0	0	0	13	2A	82	3,0	134	32	1,0
1501,1 - 1507,2 5,0 " "	"	38	1,09	0,10	28,7	18	2	4	++	2	7	23	49	0	0	0	0	17	1A 1B	39	4,0	146	52	0,13
1513,2 - 1519,4 4,0 " "	"	44	2,13	0,08	46,0	14	4	17	++	0	1	36	58	0	0	0	0	4	1A	29	3,2	76	27	0,13
1525,9 - 1529,3 1,0 " "	Tonm	35	1,04	0,10	31,7	14	2	17	++	14	3	20	49	1	0	0	0	10	2A 1B	50	2,4	145	52	0,13
1532,3 - 1535,9 1,5 " "	Sandm	36	2,55	0,10	37,1	17	2	20	++	14	2	22	47	0	0	0	0	12	1A 2B	56	3,0	128	32	0,03
Lauben 4																								
1506 m	Tonm	35	1,38	0,08	57,2	16	2	19	++	33	1	16	45	0	0	0	0	4	1A	46	3,7	86	14	0,008
1511 m	"	52	2,95	0,07	82,0	24	3	22	+	30	3	17	35	1	0	0	0	8	5A 1C	31	3,0	94	16	0,005
1517 m	Sandm	39	1,37	0,08	83,4	16	2	44	++	35	0	20	44	0	0	0	0	0	3A	25		30		0,02
1528 m	"	40	1,34	(0,14	29,3	15	10	9	+	16	5	16	0	0	0	0	1C	10	2A 2B	79	2,1	135	22	0,2
1530 m	"	37	3,12	0,14	29,3	11	8	5	+	8	8	34	46	0	0	0	0	3	1A	80	4,5	65	22	0,1
Lauben 6																								
1458,5 - 66,0 K.3	Bau	75	0,23	0,20	22,6	25	1	3	-	5	6	48	26	10	0	0	0	4	1A	89	2,8	141	67	4,0
" K.5 0,5	"			+		25	3	23	+	9	15	45	31	0	0	0	0	0		83	2,3	93	43	0,2
" K.6 0,3	"			+		36	5	19	+	3	7	51	37	0	0	0	0	1	1C	85	4,7	76	39	0,1
" "	"			+		33	2	13	+	5	9	58	28	0	0	0	0	0		72	9,8	93	54	0,2
" K.8 0,6	"			+		25	5	12		14	19	40	25	0	0	0	0	2		88	6,7	57	23	0,15
" K.8	"	37	0,72	0,18	18,6	18	4	2	+	8	11	44	32	2	0	0	0	1	1A 1C	80	3,3	145	64	0,3
1473,5 - 77,4 K.1 0,8	"			+		22	5	20	+	10	5	30	43	0	0	0	0	10	2C	87	5,3	82	25	0,2
" K.4 0,7	"			+		24	17	21		11	11	23	33	9	0	0	0	13		95	5,5	55	13	0,25
1491,8 - 99,3 K.4	"	36	1,36	0,11	31,1	22	6	6	++	8	4	7	69	0	0	0	0	9	2A 1B	65	-	93	7	0,02
1506,8 - 09,5 K.1	Tonm	55	2,78	0,07	62,6	28	4	14	++	5	5	12	76	0	0	0	0	0	2B	39	-	41	5	0,01
1509,5 - 17,0 K.3	"	35	1,43	0,09	41,7	27	3	8	++	6	4	17	70	0	0	0	0	2	1A +	51	2,3	138	33	0,04
1517,0 - 24,5 K.3	Sandm	34	1,26	0,12	34,1	17	7	9	++	5	6	19	63	0	0	0	0	5	1A 1C	69	2,2	102	19	0,05
1524,5 - 29,6 K.3	"	33	1,92	0,08	62,0	16	0	38	++	7	0	0	93	0	0	0	0	0		21	-	15	0	Sp.
" K.5 0,4 ü.Basis	"	22	25,5	0,12	19,6	10	1	2	++	68	2	19	8	0	0	0	0	1	2A	36	1,0	*R259	49	0,2
Lautrach 1																								
2310 m	"	57	0,94	0,20	22,3	13	10	6	++	17	2	31	34	11	0	0	0	4	1K	83	3,3	83	26	0,1
2315 "	"	50	0,91	0,18	21,0	12	9	1	+	10	7	24	49	0	0	0	0	9	1A	83	2,5	87	21	0,3
2318 "	"	57	4,68	0,07	73,4	8	10	40	++													0		Sp.
2332 "	"	34	1,89	0,11	28,5	16	8	3	++	7	4	19	58	0	0	0	0	5	6A 1B	43	3,3	134	26	0,06
2338 "	"	47	2,38	0,08	55,7	7	7	12	++	16	5	14	61	0	0	0	0	2	2B	30		44		0,002
2343 "	"	42	2,30	0,09	45,3	12	7	12	++	4	4	14	67	0	0	0	0	5	6A +	31	1,9	224	49	0,04
2347,5 "	Tonm	45	3,52	0,07	69,2	9	10	28	++	8	0	15	69	0	0	0	0	2	2A 4B	30		49		0,006
2353 "	"	53	4,06	0,08	64,5	13	13	25	+	11	4	11	63	1	0	0	1C	4	4A 1B	29		151	17	0,006
2357,5 "	"	46	2,71	0,07	89,2	5	10	53	++)													14		Sp.
2362 "	"	45	2,89	0,06	96,0	4	6	61	++)	20	8	5	56	2	0	0	0	2	7A	32		7		Sp.
2368 "	"	46	4,03	0,07	69,8	6	10	20	++)													11		Sp.
2373 "	"	50	4,22	0,07	66,5	6	17	14	++)													9		Sp.
2378 "	Sandm	39	15,20	0,07	77,3	5	10	32	++)															Sp.
2382 "	"	51	3,96	0,08	55,2	4	14	47	++)	14	0	12	61	1	0	0	0	3	6A 3B	55		66		Sp.
2386 "	"	53	2,59	0,09	36,0	7	9	7	++)															Sp.

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Lautrach 1 (Fortsetzung)																								
2392,1 m	Sandm	48	2,87	0,07	78,1	12	9	18	++)															Sp.
2396 "	"	43	2,03	0,08	59,0	9	7	7	++)	16	2	2	67	0	0	0	0	7	4A 2B	21		45		Sp.
2400 "	"	52	3,60	0,07	67,9	8	21	61	++)															Sp.
2405 "	"	56	3,85	0,07	79,3	7	16	29	++)															Sp.
Legau 1																								
233,0- 237,4 1,3 u.Kopf	OSM	38	1,39	0,16	27,8	29	1	9		0	1	3	31	51	1	10	0	0	3T	39		74		1,1
411,8- 418,0 2,5 " "	"	28	1,12	0,27	11,2	39	1	7		2	2	2	22	40	1	31	0	0		38		133		0,3
668,0- 672,1	"	46	2,21	0,28	17,0	15	18	+9		0	4	5	17	69	0	4	0	0	1T	75		108		0,3
754,4- 762,0 4,0 u.Kopf	"	42	4,06	0,27	18,0	16	8	+0	(+)	3	0	4	13	0	0	77	1	1	1C	27		117		0,17
825,5- 830,0 3,5 u.Kopf	OMM	13	1,02	0,25	7,0	28	1	+25	+	2	0	7	8	0	0	81	0	0	2C	14		105		0,3
956,9- 962,2 Krone	"	34	2,44	0,13	16,2	30	1	+ 6	+	11	1	5	37	3	0	41	0	0	2T	28		114		0,7
1064,6-1071,3 3,0 u.Kopf	"	21	0,80	0,16	22,1	32	1	4	+	12	0	10	47	2	0	26	0	0	2T 1A	44		85		0,4
Sp. 1110	USM					13	8	2		4	0	5	25	62	1	2	0	1		25		114		0,3
Sp. 1131	"					21	3	4		2	2	2	35	57	0	0	0	0	2A	32		102		0,4
Sp. 1152	"					22	4	4		7	2	9	40	10	0	32	0	0		54		132		0,3
Sp. 1188	"					34	2	2		0	2	5	47	13	1	31	0	0	1Z	28		100		0,1
Sp. 1209	"					28	3	3		2	0	3	33	9	0	51	0	2		43		57		0,07
Sp. 1239	"					30	1	6		8	2	5	19	6	0	60	0	0		32		73		0,4
Sp. 1251	"					27	3	1		2	2	4	35	2	0	55	0	0	+	33		49		0,06
Sp. 1281	"					37	3	8		2	9	14	46	14	0	9	0	2	2A 2C +	57		56		0,05
Sp. 1329	USM					50	2	2		26	4	4	32	12	0	22	0	0		55		50		0,1
Sp. 1506	"					46	0	4		(44)	0	(11)	(34)	0	0	0	0	0	(11A)	80		9		
Sp. 1569	"					46	1	6																
Sp. 1605	"					45	1	10																
Sp. 1650	"					45	0	4		Spuren. Kein Epidot														
Sp. 1695	"					37	4	12																
Sp. 1727	"					39	2	10																
Sp. 1805	"					43	3	5		6	0	24	41	29	0	0	0	0		83		17		
Sp. 1851	"					40	1	3		8	0	4	72	4	0	8	0	0	4A	46		26		0,12
Sp. 1902	"					21	2	0		38	6	6	31	0	0	19	0	0		84		16		0,05
Sp. 1926	"					16	2	2		16	1	24	44	14	0	0	0	1		67		77		0,05
Sp. 1953	"					16	0	1		57	6	5	13	19	0	0	0	0	+	65		63		0,1
Sp. 2028	"					7	10	7		17	2	15	22	44	0	0	0	0		84		64		0,2
Sp. 2088	"					7	5	2												83		2		0,01
Sp. 2142	"					9	5	+2		23	4	13	19	41	0	0	0	0		83		53		0,4
Sp. 2169	"					12	3	1		38	13	15	18	13	0	0	0	3	+	80		39		0,1
Sp. 2178	"					33	2	2		27	5	3	43	20	0	0	0	0	2C	74		44		0,1
Sp. 2241 + 2247	"					30	2	2		33	4	7	45	11	0	0	0	0		71		27		0,05
Sp. 2393	"					28	2	3		(0	12	50	38	0	0	0	0	0		67		8		0,005
Sp. 2432	"					15	7	1		29	14	0	21	36	0	0	0	0		78		14		1,4
Sp. 2477	"					25	2	4		9	0	18	73	0	0	0	0	0	+	69		11		0,04
Sp. 2498	"					16	8	5		27	8	22	16	8	0	3	0	11	5A +	78		37		0,1
Sp. 2519	"					15	4	2		16	3	16	52	10	0	0	0	0	3C +	72		31		0,1
Sp. 2555	"					31	2	10		0	11	18	54	7	0	0	0	3	4C 3T +	83		28		0,07
2575,0-2578,5 3,0 u.Kopf	"	33	1,76	0,20	29,0	24	0	+3	+	22	2	14	53	0	0	0	0	8	1B +	55		64		0,06
2599,4-2605,7 5,0 " "	"	33	1,54	0,19	18,7	34	4	5	(+)	35	2	19	39	2	0	0	0	3	+	70	2,5	101	19	Sp.
2619,8-2626,0 Kopf	"	50	1,14	0,23	25,0	14	8	5		39	5	21	15	8	0	0	0	11	1A +	64	1,5	122	26	Sp.

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 µ	9 Korngröße Fraktion < 60 µ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Legau 1 (Fortsetzung)																								
2695,3-2701,3 2,4 u.Kopf	USM	52	1,93	0,17	23,0	12	3	4	(+)	16	7	38	12	14	0	0	0	8	4A 1B+	75	1,0	74	28	0,13
2771,8-2780,6 2,6 " "	Cyr	58	2,85	0,15	20,7	4	9	+2		38	2	30	18	2	0	0	0	8	2A +	70	1,6	96	29	0,35
2804,9-2813,2 6,5 " "	Bau	46	1,96	0,17	22,9	11	3	5	++	29	3	33	22	1	0	0	0	8	2A 1B+	78	5,9	93	31	0,25
" Krone	"	45	0,72	0,18	18,6	16	4	3	++	21	5	24	28	1	0	0	0	21	+	67	4,8	110	26	0,24
2813,2-2821,5 6,5 u.Kopf	"	57	0,86	0,26	14,2	9	3	+3	+	36	0	19	28	0	0	0	0	17	+	88		43		0,30
2821,5-2827,7 2,9 " "	"	46	4,28	0,11	23,3	9	1	1	++										+					0,05
2832,3-2839,2 1,6 " "	"	44	2,90	0,11	31,1	12	4	4	++	11	4	25	48	0	0	0	0	11	1G	37	2,2	137	34	0,08
" Krone	"	55	3,47	0,12	25,2	14	4	2	++	29	6	15	29	0	0	0	0	16	2G 3A+	73	3,0	101	22	0,12
2910,2-2917,5 0,8 u.Kopf	Ru,Sand	46	2,69	0,15	20,4	16	2	5	++	41	4	15	24	0	0	0	0	14	2A +	79	1,6	118	17	0,35
2955,0-2962,5 5,0 " "	" "	48	6,85	0,08	47,2	7	6	25	++															0,45
2977,8-2983,8 0,1 " "	Ru,Fisch	41	1,92	0,10	31,5	2	4	5	++	2	3	25	66	0	0	0	0	2	2A	6	6,0	84	21	0,04
2992,0-3000,0 4,5 " "	La,Fisch	78	34,4	0,10	61,7	0	1	0	++	62	6	23	2	0	0	0	0	0	6A 1B	4	1,7	69	16	Sp.
Möncherot 1																								
700,0- 706,0 K.1	USM					50a	3	4		1	0	2	18	0	0	78	0	0	1B	17		98		0,6
" K.2	"									8	0	9	17	0	0	64	0	0	2T	17		64		
790,5- 795,5 braun	"	42	3,21	0,11	25,6					9	0	8	66	6	0	5	0	2	4A	54		85		
" grau	"					48	3			12	0	12	66	0	0	7	0	1	1A 1B	33	0,7	105	29	
900,0- 904,0 K.1	"									2	0	8	85	5	0	0	0	0		33		88		
" K.3	"	23	2,90	0,08	54,7	43	2			5	0	16	79	0	0	0	0	0		14	1,0	81	21	0,06
991,0- 995,0 K.2	"	39	1,43	0,09	45,5	36	1			0	0	17	73	7	0	0	0	1	2A	33	1,3	92	34	0,2
1100,0-1103,5 K.2	"	44	2,72	0,09	81,7	33	1			7	1	13	76	3	0	0	0	0		41		74		0,13
1201,8-1204,2 K.1	USM	33	1,22	0,07	99,6	31	1			9	0	9	75	5	0	0	0	0	2A	29		44		
Sp. 1215	"					40	0	7		3	0	15	58	3	0	21	0	0		23		33		
Sp. 1245	"					29	0	5		19	2	12	55	5	0	3	0	2	2T +	63		42		
Sp. 1265	"					40	0	6		15	2	6	51	17	0	7	0	0	1A 1T	71		83		
1294,5-1298,5 K.1	"	48	2,34	0,09	99																			
Sp. 1315	"					32	3	3		44	3	9	28	8	0	3	0	3	2A	79		65		
Sp. 1335	"					34	6	9		17	0	10	43	24	0	0	3	3		77		30		
Sp. 1345	"					36	4	5		16	0	16	42	20	0	3	1	1		67		76		
Sp. 1355	"					24	4	7		0	0	11	50	39	0	0	0	0	+	73		18		
Sp. 1400	"					15	4	4		35	0	5	30	15	0	0	0	10	5B	64		20		
1400,0-1405,0 K.1	"	35	3,14	0,15	29,8	23	6			8	2	10	35	41	0	0	0	2	2A* +	70	0,8	114	11	0,8
" K.4	"					36b	5	2		17	0	17	28	31	0	0	0	4	3A*	84		29		0,4
1405,0-1409,0 K.1	"	40	2,97	0,16	27,8	24	6	15	(+)	8	0	15	22	51	0	0	0	4		69	2,1	143	21	0,2
Sp. 1438	"					5	7	2		36	6	29	9	14	0	0	0	6		60		55		
1482,0-1486,0 K.1	Bau	38	0,74	0,10	48,3	29	3		++	3	6	12	68	2	0	0	0	5	4A	72	2,7	122	24	
" K.2	"	42+	0,68	0,18	22,5	30c	7	7	++	5	0	36	50	6	0	0	0	2	1A	58	3,6	64	23	
1493,2	"	37	1,13	0,14	29,0	30	3		++	16	1	25	41	4	0	0	0	12	1A	63	4,1	161	41	
1500,8-1503,0	"	41	0,58	0,13	23,2	20	3		++	16	0	22	51	0	0	0	0	8	2A 1B	69	1,6	201	45	
1510,0-1511,8	"	37		0,08	38,3	22	2	4	++	1	1	14	80	0	0	0	0	0	2A 2B	33	1,7	131	49	
1513,0-1515,0 K.1	"	30	0,93	0,08	83,1	20	1		++	10	0	31	53	0	0	0	0	0	3A 3?	6		32		0,03
1515,0-1518,0 K.1	"	32	1,31	0,08	76,1	24	0		++	20	2	18	55	0	0	0	0	2	3A	34	2,3	155	28	0,1
1518,0-1519,2 Kppf	"	42	1,42	0,07	89,6	10	1		++	13	4	26	57	0	0	0	0	0		29		23		0,03
Möncherot Nord 1																								
1417,3-1431,0 K.3 Mitte	"	55	1,63			26	0	2	-	3	2	25	41	28	0	0	0	1		80	1,8	112	28	0,5
" K.4 "	"	61	1,42	0,19	14,6	25	4	10	+	7	1	27	41	21	0	0	0	2	1A	77	1,8	105	28	0,3
" (K.4Kopf,Krone,K.5 Kopf)	"	38	0,46			38	6	7	+	17	4	29	42	3	0	0	0	4	1A	86	1,1	133	38	0,6

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)		2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Fraktion > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Mönchsrot 3																									
1438,0-1442,8	K.4 0,02 u.Kopf	Bau	~43		~0,19	17	~23	11	1	-	9	1	35	32	18	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	9	1B	83	1,1	136	21	0,2
"	K.2	"	~50		~0,17	12	~36	11	9	++	5	0	23	48	22	0	0	0	0	2C	64	(4,0)	44	10	0,06
"	K.1(=Krone)	"	~40		~0,15	12	~23	5	8	++	6	2	18	51	15	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		31		26		Sp.
Mönchsrot 4																									
1433,1-1434,0	K.1 Krone	Cyr			~0,11		17	6	6	+	3	0	9	58	18	0	0	0	3	5A 4B	69		66		0,4
1461,0-1464,0	K.2	Bau			~0,14		25	10	9	++	5	5	20	47	8	0	0	3C	5	6A 1S	64		65		0,02
1461,0-1464,0		"			~0,14		28	6	3	++	13	2	11	60	0	0	0	0	4	4A 6B	74		53		0,02
Mönchsrot 8																									
1460,7-1466,7	K.1	"			~0,20		26	5	6		7	1	14	24	46	0	0	0	5	3A	73	1,6	149	21	0,12
Moosach 1																									
1305,0 - 1309,0	K.1	Aq	48	1,07	0,08	81,5	40	0	5	++	26	5	7	32	21	0	0	0	0	9A	42		43		0,02
1525,0 - 1529,0	K.2	"	34	1,32	0,07	80,7	50	0	8														2		Sp.
1536,5 - 1539,5	K.1	"	42	0,88	0,07	86,8	53	0	9	++													7		Sp.
1625,0 - 1631,0	K.4	"	44	1,57	0,08	61,0	47	0	40	++													5		Sp.
1742,5 - 1748,5	K.1	Ch	40	1,80	0,10	36,2	27	0	6	++	37	15	5	7	29	7	0	0	0		81		41		0.4
"	K.2	"	29	0,55	0,10	32,1	25	0	6	++	13	11	17	44	11	0	0	0	0	4A	61		46		0,2
"	K.3	"	29	1,45	0,10	31,4	30	0	12	++	12	3	17	44	12	3	0	0	0	3A 3B 3C	53		61		0,3
1748,9 - 1752,5	K.3	"	33	1,17	0,10	37,7	43	0	3	++	11	3	17	36	18	1	7	0	0	5A 1B 1C	56	1,3	86	15	0,4
Moosach 2																									
1689,5-1695,0	K.1 0,3 u. K.	G	10		0,14	14,7	13		1	+	67	4	10	0	5	3	7	0	0	1A 3 And	35	R	102	24	0,08
"	K.1 1,0 u. K.	Ch	41		0,10	31,9	30		0		30	5	26	15	5	0	11	0	4T	2A 2B	15	)R	46	12	0,02
"	K.1 0,4 u. Kr.	"	42		0,11	28,1	30		0		62	2	10	12	4	3	3	0	1T	3A	19		159	16	0,02
2956,5-2963,5	2,15-2,22 u.K.	Pr	21		0,43	13,0	8		0		80	3	17	0	0	0	0	0	0		0		30	5	0,004
"	4,45-4,5 u.K.	"	39		0,53	15,8	14		0		93	0	1	2	1	1	1	0	0	1A	3		113	1	0,02
Moosach 3																									
Sp. 1720 - 30		G					5				52	0	13	4	13	0	0	0	4gr.	9A 5And	18		23		0,01
Sp. 1735 - 40		"					5				78	2	5	1	4	0	0	0	4*	1? 5*	22		114		0,01
Sp. 1745 - 50		Ch					12														100		0		0,01
3125,8 - 3128,8	K.1 a	Ce					19		+		50	2	47	1	0	0	0	0	0		2	R	119	56	0,02
"	K.2 b	"					15				71	1	22	0	1	3	0	0	0	1A 1B	5	R	143	32	0,26
Moosburg 1																									
Sp. 450		Aq					26	0			11	0	7	21	17	4	35	4	0	1At +	66		85		1.0
Sp. 478		"					24	0			8	0	14	8	14	1	46	3	0	3A 3Z	49	G/R	65	57	0,8
Sp. 572		Ch					24b	0	+		38	0	16	13	15	3	7	0	2	1T 5M	53		61		0,1
Sp. 772		"					11c	0	2	+	9	0	29	19	20	0	17	4	0	1Z 1A	57	G	70	20	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	11	6	+	15	0	22	29	19	4	11	0	0		62		26		0,4
Sp. 826		"					18	3	+3		20	2	12	15	22	0	17	8	0	3B 1C	70		60		0,9
Sp. 876		"					18	7	1		17	1	17	25	16	0	19	3	0	1A 1G	61		89		0,7
991,0 - 999,6		Ce					17c	0	+		65	4	31	0	0	0	0	0	0		0	R	102	49	

1b Bohrung und Teufe (m)		2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Fraktion > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Murnau 2 (A = Anatas, C = Chloritoid)																									
2940,2 - 2940,3		?Deut	64	0,34	0,11	27,7	3	0		-	2	0	22	75	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	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	1A	1C	93	7,9	144	31	5,0
3054,0 - 3054,2		"	25	0,66	0,31	17,2	1	3		(+)	2	10	44	42	0	0	0	0		2C	76	3,5	41	18	0,04
3074,75- 3074,85		"	58	0,44	0,09	28,5	0	3		+	6	6	34	53	1	0	0	0			64	5,9	180	62	0,5
Neumarkt-St.Veit 1																									
1333,6-48,9	K.7(6,8-6,9 v.Kopf	La,Ampf	-	mit Gneisbruchstück.			23		0		18	0	7	74	0	0	0	0	0	1A	12	R	150	11	Übw.Erz
"	K.2 11,76-11,87 v.K.	"	0	-	0,18	11,3	16		0		47	2	29	26	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		0		52	1	15	24	0	0	0	0	3M	2A 3B	22	R	164	25	0,04
1353,2-66,4	K.8 3,9-4,0 v. K.	"	0	-	0,12	32,4	19		0		83	0	7	7	0	0	0	0	1M	2A	11	R	109	8	0,2
"	K.2 10,18-10,30 v.K.	"	0	-	0,18	28,3	2		0		66	1	31	0	0	0	0	0	1M	1B	0	R	152	47	2,0
1366,4-73,0	K.3 2,8-2,9 v. K.	"	0	-	0,13	22,6	4		0		90	3	7	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		0		35	0	60	1	0	0	0	0	0	2A 2B	0	R	145	87	0,04
"	Krone	Gneis	0	-	-	-	12		0		9	0	0	91	0	0	0	0	0		0		100	0	0,02
A=Anatas,B=Brookit,M=Monazit.																									
Opfenbach 1																									
3209 - 3212	K.2	USM	48	2,11	0,09	59,2	2	14	1	-	45	7	21	16	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 0,1	"	45	2,47	0,09	56,9	20	9	9	-	52	2	13	31	0	0	0	0	0	2A	36		48	6	0,01
3505 - 3514	K.1	Bau	43	1,09	0,19	20,8	21	8	8	++	25	3	16	50	0	0	0	1C	2	2A 1B+	93	1,1	98	16	0,2
"	K.3 0,3	"	46	0,95	0,22	19,3	23	7	4	++	41	6	21	28	0	0	0	2C	2	+	94	2,1	56	14	0,2
"	K.4 0,9	"	41	0,57	0,19	22,4	18	6	4	++	26	1	15	50	0	0	0	0	8	+	79	3	76	12	0,14
"	K.5 0,9	"	35	0,64	0,22	20,4	13	4	7	++	35	2	18	41	0	0	0	0	2	2G +	80		51	9	0,14
"	K.6 0,6	"	43	0,59	0,21	20,4	19	5	4	++	44	0	22	17	0	0	0	0	13	4A +	86		23	5	0,08
"	K.8 0,1	"	60	1,75	0,15	26,5	15	7	5	++	36	9	26	17	0	0	0	0	12	+	94	3	91	24	0,7
3517 -3535	K.2 0,6	"	55	0,39	0,20	17,9	18	2	4	++	24	6	33	30	0	0	0	1B	1	1G 4A+	50	1,9	130	44	0,06
"	K.3 0,8	"	42	1,02	0,13	27,2	19	5	9	++	44	8	14	20	0	0	0	0	10	4A +	50	4	213	30	0,06
"	K.4 0,5	"	45	1,14	0,18	20,4	31	4	2	++	55	3	20	22	0	0	0	0	0		54		36	7	0,02
"	K.6 0,5	"	38	1,05	0,19	20,5	24	4	4	++	19	19	9	0	0	0	0	0	0	6A 3B+	20		32	6	0,002
"	K.10 0,2	"	33	0,82	0,16	29,9	16	2	10	++	35	10	21	25	0	0	0	0	3	6A +	47	6,5	71	15	0,06
"	K.17 0,2	"	51	2,30	0,09	51,6	17	7	13	++	28	3	16	42	0	0	0	1B	6	3A 1C	70	6	87	14	0,06
"	K.19 0,8	"	56	3,70	0,08	69,6	23	4	21	++	6	6	23	53	0	0	0	0	0	12C	65		17	4	0,006
3610 - 3619,5	K.5 0,1	"					4	2	0																
"	K.7 0,5	"	59	3,48	0,07	82,7	7	4	8	++				1St.							1St.		1		
3651 - 3660	K.2 0,8	Ü	87	44,3	0,20	76,5	0	0	0+	-	1St.		2St.								1St.		3		
"	K.5 0,4	"	70	34,8	0,18	19,1	0	1	0	-	59	3	35	0	0	0	0	0	0	3B	6	1,4	34	12	0,006
Ü=Übergangsschichten (Überlagerung des Malm)																									
Pfullendorf 1																									
3,5 - 4,5		USM	24	2,60	0,28		39				24	0	4	17	1	0	52	0	0	2Z	39				
70,1 - 70,8		"	24	1,02							3	0	4	17	1	0	50	0	0		26				
89,3 - 89,6		"	9	0,82	0,31		50				6	0	3	38	1	0	50	2	0		28				
105,0 - 105,5		"	12	0,93							4	0	4	26	0	0	64	0	0	2T	27				
117,6 - 117,9		"	11	0,61							1	0	8	30	5	3	53	0	0		37				
150,7 - 151,0		"	18	1,44							3	0	16	55	3	0	23	0	0		31				
170,8 - 171,0		"	15	1,34							1	0	8	29	4	1	57	0	0		19				

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Pfullendorf 1* (Fortsetzung)																								
215,5 - 215,7	USM	19	1,64	0,21		36				0	0	6	22	5	0	65	0	0	2T	19				
235,8 - 236,0	"	21	2,43	0,22		41			+	5	0	2	31	2	0	58	0	0	2T	29		55		
260,8 - 261,0	"			0,07		29				0	0	20	68	0	0	6	0	0	6T	23		34		
279,0 - 279,3	"			0,13		33				0	0	5	91	3	0	1	0	0		33		80		
294,0 - 294,3	"								+	4	1	7	66	18	0	3	0	0	1T	69		84		
299,9 - 300,1	"			0,14		30			+	5	0	3	81	8	0	1	0	0	2A	63		111		
320,4 - 320,6	"								+	1	0	8	80	5	0	6	0	0		17		65		
339,5 - 339,6	"			0,04		19			+	0	0	5	77	12	0	6	0	0		33		17		
*) In dieser Bohrung wurde MD an der Fraktion>20 μ mikroskopisch gemessen.																								
Pleß 1																								
1184,5	Bau	48	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	2		48		98		0,02
1204,5	"	35	1,17	0,07	78,8	11	7	17	++	0	0	5	85	0	0	0	0	0	5A 5B	20		20		Sp.
1209,5	"	38	1,20	0,08	67,4	12	5	10	++	1	1	18	73	1	0	0	0	1	3A 1B 1C	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
Rieden 1																								
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	+0		9	0	26	38	19	0	1	0	7		72	2,8	74	19	0,5
1453,9-1460,5 K.4 0,4 u.Ko.	"	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.4 0,2 ü.Kr.	"	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
1460,5-1463,0 K.3	"	35	0,99	0,11	24,0	13	1	1	++	5	3	29	58	1	0	0	0	3	1B	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 1T 1C 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	
Rott 1																								
860 - 862 K.1 Kopf			2	Albit		78	Oligoklas		27 +++	13	0	0	87	0	0	0	0	0		0		94		0,1
" K.2 "			2	"		78	"		22 +++	18	0	0	82	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		49		0,1
Saulgau 1																								
96,5 - 102,7 K.5	USM	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 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt. > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Saulgau 1 (Fortsetzung)																								
285,2- 292,5 K.3	USM	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	9	0	0		26		43		
351,1- 357,3 K.3	"	46	2,09							8	0	12	72	4	0	0	0	0	4Z	19		25		
361,5- 365,6; K.4	USM	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	12		69		
417,9- 421,9; K.3	"	14	0,90			31				6	1	7	66	8	0	8	0	0	2A 1B	74		120		
425,8- 431,6; K.2	"	19	1,58			39	0	8		10	2	5	60	5	1	14	0	0	1A 2T	37		110		0,5
431,6- 441,9; K.1	"					31				1	0	9	73	16	0	0	0	1		45		147		
449,5- 453,3; K.2	"	30	4,11			36	0	7		1	0	9	77	10	0	3	0	0		50		95		0,4
461,9- 465,5; K.2	"	24	1,48			40	2	3																
471,6- 481,6	"	21	2,61			40c	4	17		0	1	9	82	7	0	0	0	0	1A	23		101		0,2
493,0- 497,8; K.1	"					12	5	0		3	1	9	80	6	0	0	0	1		17		100		0,8
506,0- 507,2	"					19	4	6		4	1	16	73	5	0	0	0	0	1A	17		113		0,7
517,4- 521,1	"					13				2	2	10	76	7	0	0	0	1	1A 1B	37	0,8	97	41	
525,6- 531,3; K.2	"					14	6	2		9	2	16	61	10	0	0	0	2		33		106		0,4
Scherstetten 1																								
600,0- 605,0; K.1	USM	60+		0,12	67,2	27				0	0	18	33	43	3	3	0	0		38				
" ; d	"	46	0,70	0,08	88,3	38	10	1		0	0	5	80	11	0	0	0	0	2A 2T	14		61		0,03
605,0- 610,0; f	"	54	0,83	0,08	87,0	38	5	13		10	4	18	41	21	0	0	0	2	2A 2B	38		111		0,1
655,0- 660,0; K.1	"	68	1,04	-	100,0	50				2	0	10	73	3	0	12	0	0		37				
665,0- 670,0; K.4	"	38	0,89	0,10	36,6	37				1	1	8	83	3	0	3	0	0		29				
670,0- 675,0; f	"	34+	2,28	0,09	36,2	52a	1	6		3	0	14	77	2	0	1	0	1	2B	9	1,0	128	53	
675,0- 680,0; K.2	"	28	1,04	0,11	24,5	43				0	1	8	75	3	0	8	1	0	2T 2?	33				
690,0- 695,0	"	43	1,66	0,09	59,3	43				14	0	14	58	7	0	7	0	0		33				
695,0- 700,0; a	"	40	1,40	0,10	51,0	48				10	0	8	58	2	0	18	0	1	3T	23		152		
705,0- 710,0; K.5	"	50	2,29	0,10	43,0	36				0	0	14	82	4	0	0	0	0		29				
710,0- 715,0	"	29	1,51	0,13	12,7	39a	0	2		22	2	4	38	1	0	26	2	2	1T 1A 1B	43	0,9	118	28	
718,0- 721,0; K.2	"	45	2,01	0,09	88,7	36				0	0	23	59	0	0	18	0	0		0				
724,0- 727,0; a	"	38	4,10	0,09	56,3	50	0	16		8	4	9	73	2	0	1	0	0	2A 1C	41	0,6	114	15	
736,0- 741,0; K.2	"	54	3,08	0,12	24,7	37				0	1	16	83	0	0	0	0	0		5				
741,0- 746,0; h	"	40	1,90	0,09	70,0	50	2	6		14	1	13	59	6	0	0	0	2	2A 1B 2C	52	1,2	151	42	
746,0- 751,0; K.3	"	34	1,29	0,08	85,0	46				0	0	11	89	0	0	0	0	0		9				
756,0- 761,0; Kopf	"	18+	0,76	0,10	33,5	53	3	4		6	1	16	69	6	0	1	0	0		38	1,0	186	39	
771,0- 776,0	"	19	0,24	0,11	48,7	45				2	0	23	70	3	0	2	0	0		38				
784,0- 789,0; b	"	28	0,92	0,16	18,1	44	1	7		9	3	9	68	9	0	0	0	1	1C	38	1,2	164	29	
801,0- 806,0; K.2	"	35	1,77	0,07	89,6	50				5	1	15	68	3	0	0	0	0	4T	29				
806,0- 811,0; c	"	40	4,97	0,07	98,5	45	0	1		29	1	6	58	6	0	0	0	0		38	0,7	96	29	
821,0- 826,0; K.4	"	49	5,12	0,08	73,0	60				4	0	9	70	2	2	2	0	0	6T	29				
831,0- 835,0; K.1	"	23	0,84	0,16	20,2	47				3	1	9	61	29	0	0	0	0		69				
835,0- 839,0; c	"	+				52	0	30																
844,0- 849,0; K.2	"	33	1,60	0,10	28,4	55				0	0	24	58	9	0	0	0	0	7T	29				
859,0- 864,0	"	34	2,29	0,12	21,0	50	1	10		3	0	12	79	4	0	0	0	0	1T 1A	33	1,2	115	40	
873,0- 878,0; a	"	52	2,74	0,22	35,0	42	2	0		4	4	5	65	13	5	1	0	0	2A 1G	28		82		
885,0- 890,0		37	1,59	0,06	99,9	31	5	7x																

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt >60 μ	9 Korngröße Fraktion <60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Scherstetten 1 (Fortsetzung)																								
909,0- 914,0 b	Cyr	43+	3,12	0,10	46,2	38	3	2	++	1	1	14	79	2	0	0	0	0	1C 1A 1T	23	1,0	170	46	
920,0- 925,0 b	"	55	4,83	0,06	99,4	26	6	60																
935,0- 939,0 c	"	67	13,8	0,06	99,7	25	7	2											++					
949,0- 954,0 d	"	58	4,08	0,07	94,6	16	12	13	++										+					
962,0- 967,0 K.2	USM	52	4,91	0,09	46,2	41				14		10	74	1	0	0	0	0	1T	9				
977,0- 982,0 K.2	"			0,09		26	7	5	(+)	3	1	17	69	7	0	0	0	1	2A	60	0,7	130	48	
" g	"	51+	3,80	0,10	42,4	23	2	2		14	3	11	67	3	0	0	0	0	2A	22	1,3	160	21	
1007,0-1014,0; K.1	USM	33	3,00	0,08	74,2	43				13	1	16	57	6	0	0	0	0	6T	17				
1024,0-1027,0; K.1	"	42	2,44	0,09	64,0	38				7	10	14	37	25	0	0	0	6	1T	41				
1071,0-1076,0; Kopf	"	30+	5,84	0,17	14,9	45a	0	17		6	1	8	78	6	0	0	0	1		23		104		
1089,7-1093,7; b	"	35	9,28	0,13	41,0	25	2	12		2	1	9	83	2	1	0	0	0	1T 1A	17	2,4	127	22	
1103,7-1112,0; a	"	39	2,24	0,14	38,0	30	2	7		10	2	24	37	25	0	0	0	0		67	1,2	114	51	
" ; h	"	32	5,45	0,16	24,1	27	4	20		2	3	15	70	9	0	0	0	0	1T	23	1,8	190	36	
1124,0-1132,0; K.1	"	34	2,32	0,08	64,0	40		x		11	6	21	48	3	0	0	0	0	11T	29				
1156,0-1161,0; K.2	"	43	6,32	0,09	56,6	33				0	0	21	75	4	0	0	0	0		9				
1179,7-1183,7; K.2	"					19																		
1211,0-1219,0; K.1	"					24																		
1229,0-1234,0; K.1	"	52	3,40	0,12	31,6	19	2	3		6	5	14	35	34	0	0	0	4	1A 1B	23	1,3	239	148	
1271,6-1274,6; 1	Cyr					4	2	1	++	2	10	66	11	11	0	0	0	0		52	5,6	81	53	
1296,0-1298,0; b	Bau	35	0,57	0,13	17,5	7	1	0		1	1	63	31	0	0	0	0	0	4A	38	3,5	72	45	
1303,0-1305,2; b	"	42	0,25	0,12	25,3					2	11	63	24	0	0	0	0	0		78				
1310,2-1310,8	"	51	2,82	0,10	32,5	5			+	11	16	45	24	0	0	0	0	3	1B	59	3,4	74	33	
1310,8-1313,6	"	46	4,53	0,10	33,7	5	1	2	+	3	7	59	23	0	0	0	0	8		72	3,1	66	39	
1318,0-1319,6	"	45	0,33	0,18	13,1	10	7	3	++	0	0	67	33	0	0	0	0	0			2,9		45	
1324,6-1326,8	"	44	0,74	0,10	46,0	9	4	31	++	19	0	55	17	0	0	0	0	2	5A 2B	45	2,5	63	36	
1331,6-1335,6	"	62	4,16	0,10	41,6	7	4	15	++	5	2	76	16	0	0	0	0	0	1A	54	3,3	32	26	
1343 Schlotten im Malm				0,40		2	0	0		31	9	50	4	4	0	0	0	0	1A 1T	14	0,7	75	37	
1827,7-1831,4; b	Do					1				51	9	35	1	4	0	0	0	0	4B	76		26		
1851,8-1855,4; a	"					2				59	12	24	0	4	0	0	0	0	1B	209		50		
Schnaupping 1																								
2278,3-2284,3; K.1,4,14-0,20u.K.	La,Pisch		15,1			27	0	?	++	45	2	17	28	2	0	0	0	0	6A	26		47		0,05
Schwabmünchen 1																								
SK 833,0	USM	43+	2,52	0,09	53,4	45a	1	5		1	1	15	83	0	0	0	0	0		+	33	1,4	73	18
SK 874,0	"	28	0,57	0,16	21,2	45	2	2		29	0	4	57	7	0	0	0	1	2C	+	69		93	
SK 1126,0	"	29	0,35	0,13	43,5	30	4	15	(+)	5	0	11	68	5	0	0	0	8	3G		77		38	
SK 1176,0	"	52+	2,34	0,12	40,2	23	4	2	+	15	3	14	52	8	1	0	0	5	1G		69	1,8	138	24
SK 1230,0	"	54+	1,19	0,16	32,3	25c	5	4	+	15	4	40	26	11	0	0	0	4		+	65	1,2	27	11
1287,8	Bau	49+	0,13	0,21	7,2	11c	5	1		4	3	77	15	0	0	1	0	0			89	2,9	120	92
1295,4	"	60+	0,16	0,20	13,8	15	3	0		1	2	58	37	0	0	0	0	2			68	3,7	130	75
1300,8	"	67	0,21	0,22	18,3	11	5	0		15	7	53	25	0	0	0	0	0			88	3,1	93	49
1302,6	"	63+	0,23	0,22	21,2	14c	5	1x		10	8	40	38	0	0	4	0	0			89	2,5	48	19
1311,2	"	58+	0,29	0,16	19,8	7	2	0		7	6	48	33	0	0	0	0	6			91	4,9	111	53
1319,9	"	43+	0,52	0,08	79,1	6d	2	2													61		5	
1323,0	"	62	3,91	0,08	48,2	9	2	6		3	0	37	58	0	0	0	0	0	2A		44		15	
1336,4	"	59	3,46	0,08	63,9	10	2	12x		6	3	66	22	0	0	0	0	0	3A		44	3,6	35	23

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt >60 μ	9 Korngröße Fraktion <60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Schwabmünchen 1 (Fortsetzung)																								
1341,6	Bau	49		0,11	42,2	4	4	1		5	8	56	22	0	0	3	0	3	2A 1B +	65	2,8	115	65	
1357,8	"	48	2,44	0,08	86,4	5e	0	0		14	17	43	16	8	0	0	0	1	1T	47	1,5	73	31	
1363,0	"	5		0,15	24,9	3	0	16		44	2	29	24	0	0	0	0	0	1A	29	0,7	173	50	
Schwabmünchen 2																								
1266 - 1268,2 K.1(=Kopf Bau)	Bau	58	0,90	0,17	20,0	2	6	1	-	12	2	80	4	0	0	0	0	1	1A	95	4,2	84	67	2
1268,2 - 1271,0 K.4 Krone	"	38	0,05	0,25	5,7	15	9	0	-	28	0	64	8	0	0	0	0	0		97	3,4	75	48	1
1287,5 - 1305,6 K.2	"	69	1,47	0,14	27,9	9	9	5	-	30	3	40	27	0	0	0	0	0		94	3,5	77	31	0,3
1333 - 1351 K.2	"	48	2,83	0,07	80,4	15	2	13	-	+		+	+							~ 50		3	1	Sp.
" K.6	"	60	2,22	0,13	25,3	17	1	12	-	8	8	63	19	0	0	0	0	2		71	3,1	122	77	0,1
" K.8	"	36	1,13	0,08	84,7	13	1	8	-	74	5	7	9	0	0	0	0	0	5A	27	R	82	6	Sp.
" K.9	"	36	0,97	0,07	94,8	7	3	2	-	++			+							~ 36	-	7	-	Sp.
" K.10 Krone	"	9		0,13	14,4	17	0	2	-	61	0	10	25	0	0	0	0	0	3A 1B	35		77		0,2
" K.11 Mitte	"	1	-	0,12	33,2	7	0	3	-	63	0	29	24	0	0	0	0	0	3A 1B	26	1,4R	173	51	0,2
" K.12	"	1		0,14	17,9	12	0	0	-	31	0	36	23	0	0	0	0	0	9A	40	0,9R	77	28	0,04
" K.13 (=Basis ")	"	28		0,14	22,0	16	0	0	(+)	65	0	26	6	0	0	0	0	0	3A	44	0,8R	139	36	0,04
" K.17 (Schlotten im Malm						1	0	0		26	2	52	6	2	3	7	0	0	2A	22	0,6R	54	28	0,04
Siebnach 1																								
SK 749,5	USM					50	2			3	0	16	75	1	0	2	0	0	2A 1B	19	4,0	134	30	
SK 788,5	"					43	2		(+)	0	1	10	83	3	1	2	0	0		34		120		
SK 828,0	"					55	1			0	0	14	76	6	1	0	0	0	1A 2C	18	1,0	95	25	
SK 867,0	"					45	0			9	0	7	81	1	0	0	0	0	2B	30	2,8	114	21	
SK 902,5	"					37	0													60				
SK 1117,0	"					33	2		(+)	22	2	19	50	3	0	0	0	0	1C 1T	74	0,9	58	16	
1453,0 - 1454,0	Bau	41	0,42	0,19	11,7	12	15	1																
1456,0 - 1457,0	"	62	0,92	0,21	12,8	6	19	2																
1458,0 - 1459,0	"	40	0,84	0,17	16,5	6	16	2																
1464,4 - 1464,75	"	47	0,60	0,14	26,5	2	10	0																
1465,65- 1466,65	"	51	0,95	0,14	23,6	4	6	0																
1467,9 - 1468,9	"	52	0,61	0,14	21,7	3	7	5																
1470,8 - 1471,8	"	48	0,52	0,14	20,9	1	8	2																
1473,7 - 1474,65	"	65	2,35	0,14	23,5	3	6	1																
1477,2 - 1478,2	"	44	1,12	0,12	28,8	2	5	5																
1479,7 - 1480,7	"	51	2,26	0,11	38,2	9	7	3																
1480,7 - 1481,7	"	45	1,99	0,09	59,1	5	5	31																
1481,7 - 1482,8	"	43	1,02	0,08	97,1	10	8	20																
1485,3 - 1486,2	"	53	1,02	0,09	48,1	3	9	6																
1486,9 - 1487,8	"	46	0,71	0,10	32,0	6	7	2																
1488,75- 1489,65	"	55	1,25	0,12	23,3	8	9	5																
1489,65- 1490,6	"	46	0,37	0,14	25,8	5	2	1																
1492,95- 1493,95	"	64	2,84	0,12	34,1	8	6	6																
1498,2 - 1499,15	"	51	0,55	0,08	57,5	7	9	16																
1500,0 - 1501,05	"	66	1,88	0,09	35,3	14	16	60																
1538,3 - 1539,3	"	61	3,43	-	-	10c	4	65	++	29	6	36	22	0	0	0	0	6	1A	63	0,5	83	30	
1543,0 - 1544,0	"	45	1,14	0,07	78,6	8			++	35	0	45	20	0	0	0	0	0		26		20		
1545,2 - 1545,7	"	70	48,1	0,12	19,5	0	2	0	++	42	2	53	0	0	0	0	0	0	2A 1?	1	0,8	121	64	
1549,65- 1550,5	"	60	74,8	0,12	24,3	0	3	0	++	43	1	56	0	0	0	0	0	0		0	1,3	105	59	

Tabelle 12 (Fortsetzung)

1b Bohrung und Teufe (m)			2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ Median der	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwerminerale (%)
Steinental 1																										
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	6	0	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	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	75	3,9	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	Sp.
"	K.6	0,5	"	37	0,82	0,09	33,6	19	4	14	+	8	8	20	60	0	0	0	0	4		55		25	5	0,003
"	K.16	0,4	"	37	1,63	0,08	53,1	15	3	18	+													3	2	Sp.
Steinkirchen 1																										
Sp. 1188			Ch					14	0		+	4	0	2	9	20	1	36	27	0	1C	73		101		5,6
Sp. 1196			"					18	0		+	2	1	8	11	9	0	44	24	0	1Z +	54		87		1,3
Sp. 1204			"					24			+	0	0	3	0	13	16	45	23	0		87		31		2,2
Sp. 1224			"					18d	0			9	4	16	9	12	3	35	11	0	1Z	78	G	107	17	2,1
Sp. 1250			"								+	3	1	16	21	10	3	30	12	0	2Z 1T 1S	65	G	217	27	
Sp. 1274			"					21	3	1		8	2	19	19	17	2	26	6	0	1T +	82	G	130	25	1,8
Sp. 1286			"					20	4	0		21	5	19	9	25	1	14	2	1	2T 1G	79	4,0	124	23	1,6
Sp. 1314			"					19	3	1	+	26	4	13	10	19	0	20	6	1	1Z	70	G	96	12	0,8
Sp. 1326			"					21	1	1		13	4	16	12	29	3	19	4	0		84	G	83	20	1,0
Sp. 1348			"					18	5	2		11	6	17	10	17	4	22	11	0	2Z	72		53		1,0
Sp. 1366			"					19	2	2		14	4	19	15	21	1	19	7	0	+	76	1,0	104	20	1,9
Sp. 1386			"					20	1	1	+	14	0	25	13	17	0	17	14	0		77		57		1,4
Sp. 1390			"					19	5	2		18	0	13	10	27	2	25	3	1	1Z	75		116		1,1
1822,0 - 1824,0			La,Lith					16	0			72	0	23	1	1	0	1	0	0	2A +	4	R	133	31	
1824,0 - 1826,4	K.2		"					14	0		+	55	1	32	0	4	1	1	0	0	6A +	8	R	92	27	
Stockstadt 7																										
1473,0 - 1477,0	K.1-2		Ch	37	2,46	-	99,6	21	3	5x	+	0	0	8	25	0	0	50	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	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	6B +	64	2,4		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	3	2B	92		59		0,1
Tettnang 1																										
Sp. 1013			USM					37	0	0		0	1	2	5	0	0	92	0	0	+	12		100		
Sp. 1064			"					32	6	0		5	0	4	27	1	0	62	0	1		28		98		
Sp. 1115			"					42	0	1		3	0	0	8	0	0	88	0	0	1C	16		88		
Sp. 1170			"					45	1	1		3	0	3	44	0	0	47	0	0	3C	32		36		
Sp. 1240			"					39	1	5		16	1	8	58	5	0	10	0	1	1A	48		136		
Sp. 1350			"					38	1	+0		14	4	4	54	7	0	3	0	14		54		28		
K. 1472			"					41	0	14		6	2	7	82	0	0	0	0	0	2A 1B	44		62		0,05
Sp. 1554			"					41	0	2											+					0,03
Sp. 1746			"					35	0	2		18	0	6	73	3	0	0	0	0	+	64		34		0,03
Sp. 1806			"					40	0	0											+					0,05
Sp. 1812			"					39	0	0		7	0	10	63	3	0	17	0	0		73		30		0,1
Sp. 1848			"					23	3	2		40	2	4	43	5	0	2	0	2	2A +	66		55		0,05
Sp. 1866			"					12	5	0		42	4	7	40	5	0	0	0	0	2A +	61		57		0,1
Sp. 1875			"					14	3	1											+					0,3

1b Bohrung und Teufe (m)			2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit Dolomit	8 Korngröße Frakt. > 60 μ Median der	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Biotit	14 Schwerminerale ohne Granat Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwerminerale (%)
Tettnang 1 (Fortsetzung)																										
Sp. 2007			USM					37	0	1											+			8		0,1
Sp. 2034			"					46	0	6		45	3	9	42	0	0	0	0	1		77		100		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		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		49		44		0,2
Sp. 2370			"	31		0,17	32,5	33	4	5	+	6	0	20	74	0	0	0	0	0		63		46		0,2
Sp. 2397			"					37	1	5		18	6	14	56	0	0	0	0	0	4A 2B +	74		50		
K. 2410			"					6	12	30 }																0,03
K. 2421			"					9	5	1 }		19	0	19	52	2	0	0	0	3	5A	70		63		0,08
Sp. 2441			"					16	6	4		24	3	10	51	2	0	0	0	8	2B +	58		59		
Sp. 2456			"					14	14	11		20	0	21	52	0	0	0	0	5	2A	50		56		0,06
Sp. 2501			"					32	2	2		17	6	14	58	5	0	0	0	0		63		36		0,2
Sp. 2532			"					20	7	1		21	1	23	48	4	0	1	0	1	1A	31		104		0,06
K. 2539			"					5	2	+10																0,1
K. 2598,0 (K.64)			Bau	33	1,45	0,10	46,2	6	3	12	++	34	4	24	21	0	0	0	0	10	7B	44		29		0,01
K. 2601,8 (K.68)			"	50	0,61	0,17	26,1	9	3	1		45	12	15	20	2	0	0	0	5	1A	71		65		0,01
K. 2601,95 (K.69)			"	43	0,90	0,18	17,8	7	1	2	+	43	3	17	31	0	0	0	0	5	1A	41	6,0	178	43	0,1
K. 2607,3 (K.74)			"	43+	0,73	0,15	21,3	6	2	1	+	24	2	38	31	0	0	0	0	5		32		42		0,02
K. 2610,1 (K.77)			"	40	0,95	0,15	27,9	9	0	1	+	15	9	32	39	0	0	0	0	5		58	2,5	59	19	0,01
K. 2612,2 (K.79)			"	46	1,25	0,14	25,5	9	1	3	+	28	5	17	36	0	0	0	0	14		80		36		0,03
Unterbrunn 1																										
1827,9 - 1832,9	K.2		USM	49	2,27	0,16	27,1	34	3	5		14	1	20	40	21	0	1	0	1	1? 1C	67	2,8	87	17	0,05
1983,9 - 1990,1	K.1		"	24	0,38	0,19	15,1	50	1	22	++	10	7	15	65	0	0	0	0	3	+	81		40		0,05
2105,3 - 2108,5	K.1		"	42	2,53	0,10	71,5	26	5	5		14	6	4	43	22	0	0	0	9	1A 1B	67		133		0,3
2182,4 - 2185,5	K.3		Cyr	51	1,87	0,16	23,2	29c	3	3	+	28	4	26	24	12	0	0	0	4	2A +	67	0,9	82	21	0,3
2188,7 - 2182,2	K.1		"	36	1,55	0,15	22,8	26	0	0	+	20	5	24	25	15	0	0	0	10	1C	65	1,3	113	27	+
2192,2 - 2194,8			"	47	-	0,24	20,3	21	1	0		21	3	20	29	14	1	0	0	9	1A 1C 1B+	75	0,1	145	29	0,3
2194,8 - 2198,0	K.2		"	35	4,28	0,12	27,7	22	4	3	(+)	2	1	19	42	26	0	0	0	7	3A	62	1,7	138	40	+
2267,6 - 2270,7	K.1		Bau	52	0,41	0,12	16,4	12	2	1	+	26	5	37	23	0	0	0	0	7	2A	65	2,8	134	58	0,3
2270,7 - 2274,1	K.1		"	45	0,26	0,09	25,4	10	0	0	+	9	2	41	38	0	0	0	0	8	1A 1C	18	2,7	169	70	0,5
2274,1 - 2277,2	K.1		"	52	0,42	0,13	19,0	11	3	2	+	23	12	31	24	1	0	0	0	8	1A	84	3,2	182	80	1,0
2277,2 - 2280,3	K.2		"	46	2,60	0,10	31,4	13	3	2	++	4	4	40	43	0	0	0	0	9		24	2,6	168	92	+
2280,3 - 2283,5	K.1		"	44	0,72	0,09	45,0	11	2	14	+	4	2	49	40	0	0	0	0	2	3C	27	3,3	114	56	0,2
2283,5 - 2286,7	K.1		"	47	0,56	0,12	18,0	13	1	3	+	13	5	44	25	0	0	0	0	13		52	3,0	83	36	0,6
2286,7 - 2290,0	K.1		"	50	0,60	0,11	20,8	12	0	0	+	21	9	35	23	3	0	0	0	8	1C	56	3,4	184	64	0,3
2290,0 - 2293,2	K.2		"					5	0	0		30	13	27	9	0	0	0	0	19	1A 1C	65	2,8	143	38	0,3
2293,2 - 2296,5	K.1		"	51	1,01	0,09	29,2	10	1	1	+	9	12	32	30	1	0	0	0	13	2A 1C	37	1,5	157	69	0,1
2296,5 - 2299,8	K.1		"	43	0,33	0,09	46,0	12	0	11		0	0	24	70	0	0	0	0	3	3A	3		34		0,1
2299,8 - 2302,6	K.1		"	44	0,59	0,08	52,5	10	0	18	+	25	7	31	30	0	0	0	0	5	2A	14	3,0	118	36	0,06
2304,1 - 2305,3	K.1		"	47	1,87	0,08	60,4	7	0	17		Erz														+
2308,6 - 2311,8	K.2		"	36	0,42	0,10	33,5	8	0	4	++	29	6	26	30	1	0	0	0	4	3A 1B	48	5,0	126	33	+
2311,8 - 2315,0	K.1		"	55	1,59	0,08	51,1	10	2	2	+	6	3	39	48	0	0	0	0	4	1A	22	2,4	80	31	+
2315,0 - 2318,1	K.1		"	52	1,98	0,08	64,7	12	1	10	+															
2354,3 - 2357,5	K.1		Ru	59	2,63	0,08	94,4	3	7	7	++															0,03

Tabelle 12 (Fortsetzung und Schluss)

1b Bohrung und Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13* Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Unterbrunn 1 (Fortsetzung)																								
2414,9 - 2417,6 K.2+3	Ru	52	2,43	0,08	95,8	9	5	+17	++	12	4	44	28	4	4	0	0	0	4A	54		25		0,05
2468,7 - 2472,0 K.1	"	43	1,18	0,08	99,1	3	4	25	++															0,04
2551,5 - 2554,8 K.1	"	59	2,65	0,08	64,4	4	12	5	++															Sp.
2604,6 - 2607,8 K.1	"	41	1,02	0,08	82,1	0	1	10																
2678,2 - 2684,7 K.1	La	1	-	0,60	15,3	5	0	+0		47	5	48	0	0	0	0	0	0		51	R	79	38	0,5
Wurzach 1																								
Sp. 875	USM					52	3	3		2	2	3	22	0	0	69	0	0	2C	16		58		0,1
Sp. 890	"					31	12	2		5	3	15	40	5	0	31	0	0	1A	29		65		0,06
Sp. 910	"					36	0	2		3	0	6	22	0	0	69	0	0		+ 14		36		0,02
Sp. 925	"					38	5	3		5	2	4	34	2	0	53	0	0		58		103		0,1
Sp. 945	"					38	1	2		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						3	0	3	27	0	0	65	0	0	2T	9		116		
Sp. 1050	"			0,1		39	1	1		9	0	12	59	3	0	9	0	2	3A 3C	47		65		
Sp. 1185	"			0,1		42	0	6		4	0	6	85	0	0	0	0	3	2B	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	+8		0	0	9	81	9	0	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	0	2A	65		54		
Sp. 1495	"			0,13		7	2	0		30	10	18	19	19	0	2	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	0	3A 3T	64		33		
Sp. 1565	"			0,1		18	3	0		0	0	4	83	13	0	0				44		23		
Sp. 1595	"			0,3		34	1	0												69		13		
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	0	4A	67		27		
Sp. 1635	"			0,11						7	0	8	68	15	0	0	1	0	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	9	73	8	0	0	0	0	2A	75		47		
Sp. 1670	"			0,07		35	1	3		21	1	9	63	5	0	0	0	0	1A	72		91		
Sp. 1690	"			0,05						4	0	18	68	3	0	0	4	3		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	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						0	0	5	9	0	0	79	6	1		9		68		
Sp. 1720	"			0,06		36	2	7		0	3	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 Teufe (m)	2 Stufe	6 Karbonat %	7 Karbonat Calcit/Dolomit	8 Korngröße Median der Frakt > 60 μ	9 Korngröße Fraktion < 60 μ in %	10 Leichtminerale Feldspat	11 Leichtminerale Chalcedon	12 Leichtminerale Glimmer	13 Leichtminerale Rotbrauner Blatt	14 Schwerminerale ohne Granat: Zirkon	Rutil	Turmalin	Apatit	Staurolith	Disthen	Epidot	Hornblende	Spinell	Sonstige	15 Granat	16 Turmalinfarben	17 Kornzahl Schwermin. ohne Granat	18 Kornzahl Turmaline	19 Schwermineralgehalt (%)
Wurzach 1 (Fortsetzung)																								
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	+ 63		60		0,2
1937,3 - 1940,3 2,45 m	"		1,40	0,11		2	5	1		32	6	16	22	8	0	2	0	12	4A	+ 52		92		0,3
1998,0 - 2001,0 115-127 u.K.	Bau	36	1,03	0,16	18,8	25	1	6	++	35	9	17	37	0	0	0	0	0	2A	83		88		0,3
2001,0 - 2004,0 11 - 26 " "	"	45	0,63	0,17	18,3	18	2	15	++	17	3	17	55	0	0	0	0	8		84		71		0,6
" 14 - 25 u.Kr.	"	33	0,87	0,15	30,5	13	0	12	++											55		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	4,0	76	70	0,3
2015,5 - 2018,9 75 - 83 " "	"	52	2,40	0,11	28,6	14	3	6	++	21	8	15	48	2	0	0	0	5	1A	80		111		0,5
2018,5 - 2021,5 135-145 " "	"	51	4,93	0,07	85,9	5	1	3	++															-
2021,5 - 2024,5 12 - 21 u.Kr.	"	48	3,50	0,08	75,8	7	1	9	++															-
2024,5 - 2027,5 198-206 u.Ko.	"	53	3,87	0,08	65,0	2	1	6	+															-
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

LITERATUR

ABERER, F. (1957): *Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg.* Mitt. geol. Ges. Wien, *50*, 23–94.

ALDINGER, H. (1953): *Die Herkunft der sandigen Ablagerungen im schwäbischen Lias und Dogger.* N. Jb. Geol. Paläont., Abh. *97*, 220–240.

ANDEL, TJ. H. VAN (1950): *Provenance, transportation, and deposition of Rhine sediments.* Diss. Wageningen.

ANDRÉE, H. (1936): *Die Schwermineralien der älteren oberbayerischen Molasse.* N. Jb. Min. etc. Beil.-Bd. 71 A, 59–120.

– (1937): *Das bayerische Tertiärbecken zum ersten Male durchbohrt!* Öl und Kohle *7*, 151–153.

ANGEL, F. (1940): *Mineralfazien und Mineralzonen in den Ostalpen.* Wiss. Jb. Univ. Graz, 251–304.

BAUMBERGER, E. (1931): *Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand.* Eclogae geol. Helv. *24*, 205–222.

BERSIER, A. (1945): *Sédimentation molassique: Variations latérales et horizons continus à l'oligocène.* Eclogae geol. Helv. *38*, 452–458.

BLATT, H. (1963): *Selective destruction of undulatory quartz in sedimentary environments.* Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. No. 73, 118–119.

BLISSENBACH, E. (1957): *Die jungtertiäre Grobschotterschüttung im Osten des bayerischen Molassetroges.* Beih. geol. Jb. H. *26*, 8–48.

BODEN, K. (1925): *Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasseablagerungen im südbayerischen Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung.* Mitt. geograph. Ges. München Bd. XVIII, 3. H., 428–504.

BREDDIN, H. (1959): *Regionale Gesteinsdeformation in der Molasse der Schweiz.* Z. dtsch. geol. Ges. *111*, 240–241.

BRINKMANN, R. (1929): *Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mitteljurassischen Ammoniten.* Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. [N.F.] *13*, H. 3.

BÜCHI, U. P. (1950): *Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal.* Diss. Zürich.

BÜCHI, U. P., & HOFMANN, F. (1945): *Spuren vulkanischer Tätigkeit im Tortonien der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *38*/2, 337–343.

BÜCHI, U. P., COLOMBI, C., FEHR, W. R., LEMCKE, K., KÖWING, K., HOFMANN, F., FÜCHTBAUER, H., & TRÜMPY, R. (1961): *Geologische Ergebnisse der Bohrung Küsnacht 1.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., *28*, Nr. 74, 7–16.

BUXTORF, A., & FRÖHLICHER, H. (1933): *Zur Frage des Zusammenhanges des subalpinen Unter-Stampienmeeres mit dem Rheintalgraben.* Eclogae geol. Helv. *26*/2, 208.

BUXTORF, A., KOPP, J., & BENDEL, L. (1941): *Stratigraphie und Tektonik der aufgeschobenen subalpinen Molasse zwischen Horw und Eigenthal bei Luzern.* Eclogae geol. Helv. *34*, 135–154.

BUXTORF, A., & KOPP, J. (1943): *Über das Unterstampien der Rigi und über Querbrüche in der Molasse zwischen Vierwaldstätter- und Zugersee.* Eclogae geol. Helv. *36*, 291–301.

CADISCH, J. (1928): *Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation.* Geol. Rundschau *19*, 105–119.

– (1953): *Geologie der Schweizer Alpen.* 2. Auflage, Wepf, Basel.

CORRENS, C. W. (1949): *Einführung in die Mineralogie.* Springer, Berlin etc.

ELBERSKIRCH, W., & LEMCKE, K. (1953): *Zur Tektonik der nordalpinen Molassesenke.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 307–323.

ENGELHARDT, W. VON (1940): *Die Unterscheidung wasser- und windsortierter Sande auf Grund der Korngrössenverteilung ihrer leichten und schweren Gemengteile.* Chemie der Erde, *12*, 451–465.

ENGELHARDT, W. VON, & PITTER, H. (1951): *Über die Zusammenhänge zwischen Porosität, Permeabilität und Korngrösse bei Sanden und Sandsteinen.* Heidelb. Beitr. Min. Petr. *2*, 477–491.

ERNI, A., & KELTERBORN, P. (1948): *Ölgeologische Untersuchungen im Molassegebiet südlich Wangen a. d. Aare-Aarburg.* Beitr. Geol. Schweiz. [Geotechn. S.]; Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz II, 1–37.

FAHRION, H., & STRAUB, E. W. (1955): *Die Mikrofossilien der Molasse aus der Bohrung Scherstetten 1.* Geol. Bavarica Nr. *24*, 40–43.

FIEGE, K. (1952): *Sedimentationszyklen und Epirogenese.* Z. dtsch. geol. Ges. *103*, 17–22.

FISCHER, W. (1960): *Stratigraphische und tektonische Beobachtungen im Gebiet der Murnauer Mulde und Steineberger Mulde (Oberbayern, Allgäu und Vorarlberg).* Bull. Ver. schweizer. Petrol.-Geol. u. -Ing. *27*, Nr. 72, 39–57.

FRASSON, B. A. (1947): *Geologie der Umgebung von Schwarzenburg.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N. F.], 88. Lfg., 1–62.

FRÖHLICHER, H. (1933): *Geologische Beschreibung der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 67. Lfg., 1–63.

FRÖHLICHER, H., & WEILER, W. (1952): *Die Fischfauna der unterstampischen Molasse des Entlebuchs, Kt. Luzern, und ihre paläogeographische Bedeutung.* Eclogae geol. Helv. *45*, 1–35.

FÜCHTBAUER, H. (1954): *Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse.* Heidelb. Beitr. Min. u. Petr. *4*, 26–53.

– (1955a): *Die Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 527–530.

– (1955b): «*Die sedimentpetrographischen Untersuchungen in der Molasse der Bohrung Scherstetten 1.*» Geol. Bavarica Nr. *24*, 44–51.

– (1955c): *Zur Petrographie des Bentheimer Sandsteins im Emsland.* Erdöl und Kohle *8*, 616–617.

– (1956): *Zur Entstehung und Optik authigener Feldspäte.* N. Jb. Min., Mh. *1*, 9–23.

– (1958): *Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandsmolasse.* Eclogae geol. Helv. *51*/3, 928–941.

– (1959): *Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine.* Erdöl und Kohle *12*, 605–613.

– (1963): *Zum Einfluss des Ablagerungsmilieus auf die Farbe von Biotiten und Turmalinen.* Fortschr. Geol. Rheinld. Westf. *10*, 331–336.

FÜCHTBAUER, H., & GOLDSCHMIDT, H. (1963): *Beobachtungen zur Tonmineral-Diagenese.* Internat. Clay Conference, Stockholm 1963. Internat. ser. monogr. on earth sciences *14*, Pergamon Press, 99–111.

GANSS, O., & SCHMIDT-THOMÉ, P. (1955): *Die gefaltete Molasse am Alpenrand zwischen Bodensee und Salzach.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 402–495.

GERBER, E. (1925): *Geologie des Gurnigels.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N. F.], 50. Lfg., 1–45.

GOLDSMITH, J. R., & GRAF, D. L. (1958): *Structural and compositional variations in some natural dolomites.* J. Geol. *66*, 6, Chicago, 678–693.

GOODYEAR, J., & DUFFIN, W. J. (1954): *The identification and determination of plagioclase feldspars by the X-ray powder method.* Min. Mag. *30*, 306–321.

GRIM, R. E. (1953): *Clay mineralogy.* McGraw Hill, New York, S. 342.

GRIMM, W. D. (1957): *Sedimentpetrographische Untersuchung der Molasse-Bohrungen Schwabmünchen 1, Siebnach 1 und Rieden 1.* Geol. Bavarica Nr. *33*, München, 1–35.

GÜMBEL, C. W. (1894): *Geologie von Bayern*, Bd. 2. Kassel.

HABICHT, K. (1945a): *Neuere Beobachtungen in der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und dem St. Gallischen Rheintal.* Eclogae geol. Helv. *38*, 121–149.

– (1945b): *Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 83. Lfg., 1–166.

HAGN, H. (1950): *Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik.* Geol. Bavarica, Nr. *5*, 1–45.

– (1960): *Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern.* Geol. Bavarica Nr. *44*, 208 S.

HAGN, H., & HÖLZL, O. (1952): *Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur etc.* Geol. Bavarica Nr. *10*, München, 1–208.

HAGN, H., & ZEIL, W. (1954): *Der Geröllbestand der jungkattischen Konglomerate im Staffelsee bei Murnau (Oberbayern) und seine Bedeutung für die Paläogeographie der subalpinen Molasse.* Geol. Jb., Bd. 69, 537–598.

HAUS, H. (1937): *Geologie der Gegend von Schangnau im oberen Emmental.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 75. Lfg., 1–93.

HEERMANN, O. (1954): *Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlussarbeiten im ostbayerischen Molassebecken.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *21*, Nr. 60, 5–22.

HEIM, A., BAUMBERGER, E., & STEHLIN, H. G. (1928): *Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlberg.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 1–64.

HOENES, D. (1955a): *Der Para-Cordieritgneis der Bohrung Scherstetten 1 und seine Beziehungen zu den cordieritführenden Metatexiten des Schwarzwaldes.* S. 102–136 in «*Die Erdölaufschlussbohrung Scherstetten 1 südwestlich Augsburg*». Geol. Bavarica Nr. *24*.

– (1955b): *Mikroskopische Grundlagen der technischen Gesteinskunde in:* FREUND: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. IV, Teil 1, S. 321–695, Umschau-Verlag, Frankfurt.

HOFMANN, F. (1955): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *48*, 99–124.

– (1957): *Untersuchungen in der subalpinen mittelländischen Molasse der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *50*/2, 289–322.

– (1960): *Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken.* Jb. st.-gall. naturw. Ges. *76*, 1–28.

HOLLIGER, A. (1955): *Geologische Untersuchungen der subalpinen Molasse und des Alpenrandes in der Gegend von Flühli (Entlebuch, Kt. Luzern).* Eclogae geol. Helv. *48*, 79–97.

HUCKENHOLZ, H. G. (1963): *Der gegenwärtige Stand in der Sandsteinklassifikation.* Fortschr. Miner. *40*, 151–192.

HÜGI, Th. (1945): *Gesteinsbildend wichtige Karbonate und deren Nachweis mittels Färbemethoden.* Schweiz. min. petr. Mitt. *25*, 114–140.

INMAN, D. L. (1949): *Sorting of sediments in the light of fluid mechanics.* J. Sed. Petr. *19*, 51–70.

JOHN, H. (1957): *Die Gliederung der deutschen Alpenvorlandsmolasse mit Hilfe seismischer Geschwindigkeiten.* Erdöl u. Kohle *10*, 493–496, 570–573, 661–664.

KARL, F. (1959): *Vergleichende petrographische Studien an den Tonalitgraniten der Hohen Tauern und den Tonalit-Graniten einiger periadriatischer Intrusivmassive. Ein Beitrag zur Altersfrage der zentralen granitischen Massen in den Ostalpen.* Jb. geol. Bundesanst. Wien, Bd. 102 H. 1, 1–92.

KENNEDY, G. C. (1947): *Charts for correlation of optical properties with chemical composition of some rock forming minerals.* Am. Mineral. *32*, 561–573.

KLEIBER, K. (1937): *Geologische Untersuchungen im Gebiet der Hohen Rone.* Eclogae geol. Helv. *30*, 419–430.

KOCH, E., & BLISSENBACH, E. (1960): *Die gefalteten oberkretazisch-tertiären Rotschichten im Mittel-Ucayali-Gebiet, Ostperu.* Beih. 43, Geol. Jb., S. 85–88.

KOPP, J. (1955): *Die Ergebnisse der Erdölbohrung Altishofen.* Mitt. naturf. Ges. Luzern, Bd. XVII, 1–16.

KRAUS, E. (1951): *Zur Baugeschichte des Alpenvorlandes.* Z. dtsch. geol. Ges. *102*, 216–226.

KRAUS, L., & PAULUS, B. (1962): *Neue Erkenntnisse über die Promberger Schichten und die kohleführenden Ablagerungen der Subalpinen Molasse zwischen Isar und Lech.* Erdöl und Kohle etc. *15*, 783–790.

KRYNINE, P. D. (1946): *The tourmaline group in sediments.* J. Geol. *54*, 65–87.

KUENEN, PH. H. (1958): *Turbidity currents a major factor in flysch deposition.* Eclogae geol. Helv. *51*/3, 1009–1021.

KÜPPER, H. (1962): *Wiener Sandstein und Flysch (Bemerkungen zu Fragen klassischer und moderner Nomenklaturen).* Verh. geol. Bundesanst. H. 2, 246–249.

LAUBSCHER, H. P. (1961): *Die Fernschubhypothese der Jurafaltung.* Eclogae geol. Helv. *54*, 221–282.

LEMCKE, K. (1955): «*Die Fazies der Molasse der Bohrung Scherstetten 1*». Geol. Bavarica Nr. *24*, 12–21.

– (1957): *Geologische Ergebnisse der Erdölexploration im westlichen deutschen Molassebecken.* Z. dtsch. geol. Ges. *109*, 2. Teil 593–598.

– (1959): *Das Profil der Bohrung Chapelle 1.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *26*, Nr. 70, 25–29.

– (1961): *Beziehungen zwischen Molassesedimentatoin und Alpentektonik an der Wende Oligozän/Miozän.* Z. dtsch. geol. Ges. *113*, 280–281.

– (1963): *Die Ergebnisse der Bohrung Savigny 1 bei Lausanne.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *30*, Nr. 78, 4–11.

LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. v., & FÜCHTBAUER, H. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes.* Beih. Geol. Jb. *11*, 1–110.

LEMCKE, K., & GRAUL, H. (1955): *Exkursion in die Molasse und das Quartär zwischen Ulm und Isny.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 534–543.

LIECHTI, W. (1928): *Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 61. Lfg., 1–83.

LUDWIG, G. (1953): *Untersuchungs- und Darstellungsmethoden von Schwermineralanalysen.* Z. Geol. *2*, 208–219.

MARSAL, D. (1949): *Zur Methodik der Paläontologie. Die statistische Sicherung von Mittelwerten und Korrelationsziffern.* N. Jb. Min. etc., Mh. *8*, 248–256.

MOOS, A. v. (1935): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen.* Schweiz. min. petr. Mitt. *15*, H. 2, 169–265.

MORNOD, L. (1949): *Géologie de la région de Bulle.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 91. Lfg., 1–119.

MÜLLER, F., & TRÖGER ,E. (1948): *Die Schwermineralverhältnisse in der Subalpinen Molasse bei Kempten.* Erdöl und Kohle *1*, 269–273.

MÜLLER, G. (1956): *Die Schnellbestimmung des $CaCO_3/MgCO_3$-Anteils in karbonatischen tonarmen Gesteinen mit dem Dinatriumsalz der Äthyldiamintetraessigsäure (AeDTE) – ein wichtiges Hilfsmittel für die Geologie.* N. Jb. Geol. Paläontol., Mh. *7*, 330–344.

MUHEIM, P. F. (1934): *Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg.* Eclogae geol. Helv. *27*, 181–296.

NIGGLI, P. (1952): *Gesteine und Minerallagerstätten. II. Exogene Gesteine und Minerallagerstätten.* Birkhäuser, Basel, 1–557.

OSCHMANN, F. (1958): *Erläuterungen zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7038 Bad Abbach.* München, 1–184.

PAULUS, B. (1963): *Zur Stratigraphie und Fazies der oligozänen und miozänen Molasse im südlichen Oberbayern.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *30*, Nr. 78, 53–97.

PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary rocks.* Harper Brs., New York.

PHILIPP, W., DRONG, H. J., FÜCHTBAUER, H., HADDENHORST, H.-G., & JANKOWSKY, W. (1963): *Zur Geschichte der Migration im Gifhorner Trog.* Erdöl und Kohle etc. *16*, 456–468.

QUERVAIN, F. DE, & GSCHWIND, M. (1949): *Die nutzbaren Gesteine der Schweiz.* Kümmerly & Frey, Bern, 1–284.

RAMSEYER, R. (1952): *Geologie des Wistenlacherberges (Mont Vully) und der Umgebung von Murten (Kt. Freiburg).* Eclogae geol. Helv. *45*, 165–217.

RENZ, H. H. (1937a): *Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein.* Eclogae geol. Helv. *30*. 87–214.

– (1937b): *Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse.* Jb. st.-gall. naturw. Ges. *69*, 1–128.

RICHTER, M. (1948): *Der westalpine Molassetrog.* Erdöl und Kohle *1*, 341–351.

RIGASSI, D. (1957): *Le Tertiaire de la Région Genevoise et Savoisienne.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *24*, Nr. 66, 19–34.

ROLL, A., & Mitarbeiter (1955): *Die Erdölaufschlussbohrung Scherstetten 1 südwestlich Augsburg.* Geol. Bavarica *24*, München, 1–176.

RUTSCH, R. F. (1929): *Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs.* Abh. schweiz. pal. Ges. *49*.

– (1933): *Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 66. Lfg., 1–20.

– (1945): *Neue Auffassungen über die Entstehung der Molasse-Sedimente.* Eclogae geol. Helv. *38*, 407–411.

– (1947): *Molasse und Quartär im Gebiete des Siegfriedblattes Rüeggisberg (Kanton Bern).* Beitr. geol. Karte Schweiz, [N.F.], 87. Lfg., 1–89.

– (1949): *Die Bedeutung der Fossildeformation.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *15*, 5-18.

– (1957): *Faziesprobleme der voralpinen Molasse.* Vortr. geol. Vereinig., Wiesbaden.

– (1961/62): *Zur Paläogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *28*, 74 (1961) 27–32 und 75 (1962) 13–24.

SANDER, B. (1936): *Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge.* Tscherm. min. petr. Mitt. *48*, Leipzig.

SCHIEMENZ, S. (1960): *Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar.* Beih. geol. Jb. *38*, 119 S.

SCHNITZER, W. A. (1953): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an den postjurassischen Überdeckungsbildungen der mittleren, südlichen Frankenalb.* Geol. Blätter NO-Bayern, *3*, H. 4, Erlangen, 121–134.

– (1954): *Der Schwermineralgehalt der Randfazies des fränkischen Mittleren Keupers in Tiefbohrprofilen.* Erlanger geol. Abh. H. *11*, 49–66.

SCHUPPLI, H. M. (1952): *Ölgeologische Probleme der subalpinen Molasse der Schweiz.* Beitr. Geol. Schweiz, [Geotechn. S.], 26: Erdölgeolog. Unters. in der Schweiz IV., 9, 1–31.

SINDOWSKI, K. H. (1953): *Zwei neue Scheidetrichter für die gravimetrische Abtrennung von Mineral- und Kohlenarten-Gemischen.* Erdöl und Kohle *6*, 24–25.

SKINNER, B. J. (1956): *Physical properties of end-members of the garnet group.* Am. Mineral., *41*, 428–436.

SMITH, J. V. (1956): *The powder patterns and lattice parameter of plagioclase feldspars. I. The soda-rich plagioclases.* Min. Mag. *31*, 232, 47–68.

SMITH, J. V., & GAY, P. (1958): dito, Part II. Min. Mag. *31*, 240, 744–762.

SPECK, J. (1953): *Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee und Versuch einer paläogeographischen Auswertung.* Diss. Zürich.

STACKELBERG, U. v. (1960): *Oberkreide und Alttertiar des Helvetikums am bayerischen Alpenrand im Westen von Tölz.* Geol. Bavarica *41*, 3–54.

STAUB, R. (1934): *Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie.* Denkschr. schweiz. naturf. Ges. *69*, Abh. 1, 1–183.

STUDER, B. (1853): *Geologie der Schweiz.* 2. Bd. Bern und Zürich.

STUMPFL, E. (1958): *Erzmikroskopische Untersuchungen an Schwermineralien in Sanden.* Geol. Jb. *73*, 685–724.

TANNER, H. (1944): *Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli.* Mitt. thurg. naturf. Ges., H *33*, Frauenfeld, 1–108.

TRÖGER, E. (1959): *Die Granatgruppe: Beziehungen zwischen Mineralchemismus und Gesteinsart.* N. Jb. Min., Abh. *93*, 1, 1–44.

TRÜMPY, R. & BERSIER, A. (1954): *Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont-Pélerin.* Eclogae geol. Helv. *47*, 119–166.

TRUSHEIM, F. (1936): *Die geologische Geschichte Südostdeutschlands während der Unterkreide und des Cenomans.* N. Jb. Min. etc. Abh., Beil. Bd. *75*, Abt. B. 1–108.

VATAN, A., ROUGE, P.-E., & BOYER, F. (1957): *Etudes sédimentologiques et pétrographiques dans le Tertiaire subalpin et jurassien de Savoie et des régions Limitrophes.* Rev. Inst. Franc. du Pétrol, XII, 4, 468–480.

VERNET, J.-P. (1956): *Les minéraux argileux des sédiments oligomiocènes du bassin molassique suisse.* C. r. Séanc. Acad. Sci. *243*, 1–3.

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

VOLLMAYR, TH. (1954): *Die gefaltete Molasse zwischen Iller und Rhein.* Roemeriana *1*, Clausthal-Zellerfeld. 183–194.

– (1955): *Der Auerberg, eine selbständige Mulde in der Allgäuer Molasse.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 530–533.

– (1958): Erläuterungen z. Geol. Karte von Bayern 1:25000, Bl. Nr. 8426 Oberstaufen, 1–55.

VOLZ, E. (1956): *Die Molassestrukturen Heimertingen und Lauben.* Erdöl-Ztschr. H. *3*, 3–12.

VOLZ, E., & WAGNER, R. (1960): *Die älteste Molasse in einigen Bohrungen Schwabens.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *27*, Nr. 72, 23–37.

VONDERSCHMITT, L., & TSCHOPP, H. J. (1953): *Die Jura-Molassegrenze in der Bohrung Altishofen (Kt. Luzern).* Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *20*, Nr. 58, 23–28.

WÄCHTER, W. (1959): *Dichte, Porosität und Chemismus in der Subalpinen Molasse Oberbayerns.* Diss. Univ. München, 76 S.

WALGER, E. (1961a): *Zur mikroskopischen Bestimmung der Gesteinsbildenden Karbonate im Dünnschliff.* N. Jb. Miner., Mh. *8*, 182–187.

– (1961b): *Die Korngrössenverteilung von Einzellagen sandiger Sedimente und ihre genetische Bedeutung.* Geol. Rdsch. *51*, 494–507.

WIESENEDER, H. (1953): *Zur Diagenese klastischer Sedimente im Wiener Becken.* Tscherm. min. petr. Mitt. *3*, 3, 142–153.

– (1962): *Zur Petrologie der Flyschgesteine des Wienerwaldes.* Verh. geol. Bundesanst., wiss. Mitt. H. *2*, 273–281.

WIESENEDER, H., & MAURER, I. (1958): *Ursachen der räumlichen und zeitlichen Änderung des Mineralbestandes der Sedimente des Wiener Beckens.* Eclogae geol. Helv. *51*/3, 1155–1172.

WIRTH, E. (1954): *Grundlagen und Aussichten der Erdölsuche im Rheintalgraben.* Z. dtsch. geol. Ges. *105*, 32–46.

WOLBURG, J. (1961): *Sedimentationszyklen und Stratigraphie des Buntsandsteins in NW-Deutschland.* Geotekt. Forsch. *14*, 7–74.

WOLETZ, G. (1955): *Die Bedeutung der Schwermineralanalyse für die Stratigraphie und ihre Anwendung in Österreich.* Erdöl-Zeitung H. *5/6*, Wien, 53–55.

– (1956): *Schwermineral-Untersuchungen an Gesteinen aus dem Unterinntaler Tertiär.* In: W. HEISSEL: *Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes.* Mitt. geol. Ges. Wien *48*, 49–70.

– (1962): *Zur schwermineralogischen Charakterisierung der Oberkreide- und Tertiärsedimente des Wienerwaldes.* Verh. geol. Bundesanst. wiss. Mitt. H. *2*, Wien, 268–272.

– (1963): *Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen.* Jb. geol. Bundesanst. Wien, *106*. 89–119.

ZEIL, W. (1953): *Beiträge zur Kenntnis der Deutenhausener Schichten.* Geol. Bavarica Nr. *17*, München, 101–112.

ZIMMERLE, W. (1963): *Sedimentology of a tertiary beach sand in the Subalpine Molasse trough.* Vortrag 6th. Internat. Sedimentolog. Congr., Nederl. and Belgium 1963.

ZÖBELEIN, H. K. (1940): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär* (Bl. Pfarrkirchen). N. Jb. Min. etc. Beil. *84*, B, 233–302.

– (1952a): *Die Bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse.* Geol. Bavarica Nr. *12*, München, 1–86.

ZÖBELEIN H. K. (1952b): *Beiträge zur Kenntnis der Faltenmolasse im westlichen Oberbayern.* Erdöl und Kohle *5*, 617–623.

– (1953): *Zur Altersdeutung der Cyrenenschichten in der Subalpinen Molasse Oberbayerns.* Geol. Bavarica Nr. *17*, 113–134.

– (1955): *Die Makrofossilien des Tertiärs aus der Bohrung Scherstetten 1.* Geol. Bavarica Nr. *24*, 22–39.

– (1957): *Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns.* Abh. Hess. Landesamt Bodenf. H. *23*, Wiesbaden, 1–91.

ZÖBELEIN H. K. (1962): *Über die Bausteinschichten in der Subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns.* Z. dtsch geol. Ges. *113*, 261–265.

– (1963): *Zur Biostratigraphie der gefalteten Molasse (Chattien/Aquitanien) im Süden des Oberen Zürichsees.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. *29*, 11–28.

Verwendete geologische Karten

BUXTORF, A., CHRIST, P., & NABHOLZ, W. (1950): *Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200000, Bl. 3 (Zürich-Glarus).* Schweiz. geol. Kommiss.

KOPP, J., BENDEL, L., & BUXTORF, A. (1955): *Geol. Atlas d. Schweiz 1:25000, Bl. 28 (Luzern).* Schweiz. geol. Kommiss.

LUDWIG, A. (1930): *Geol. Atlas d. Schweiz 1:25000, Bl. 4 (Flawil, Schwellbrunn).* Schweiz. geol. Kommiss.

LUDWIG, A., SAXER, F., EUGSTER, H., & FRÖHLICHER, H. (1949): *Geol. Atlas d. Schweiz 1:25000, Bl. 23 (St. Gallen-Appenzell).* Schweiz. geol. Kommiss.

NATHAN, H., SCHMIDT-THOMÉ, P., & Mitarbeiter (1954): *Geol. Übersichtskarte der süddeutschen Molasse 1:300000.* Bayer. geol. Landesamt, München.

TERCIER, J., & BIERI, P. (1961): *Geol. Atlas d. Schweiz 1:25000, Bl. 36 (Gurnigel),* Schweiz. geol. Kommiss.