

Jb. Geol. B. A.	Band 106	S. 89—119	Wien, Mai 1963
-----------------	----------	-----------	----------------

Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen

Von Gerda WOLETZ *)

Mit 4 Abbildungen, 18 Tabellen und 1 Tafel

Summary

Three large units of Cretaceous to Paleogene sediments are to be distinguished in the northern alps and their foreland, which might correspond roughly to three major sedimentary troughlike basins, arranged approximately subparallel to the present trend of the units, viz. a) the Cretaceous and Paleogene of the Northern Limestone Alps; b) The Upper Cretaceous and Paleogene belonging to the Flysch zone; c) The Upper Cretaceous and Paleogene of the Helveticum; and finally d) the Upper Cretaceous and Paleogene in the underground of the Molasse Foreland area.

Investigations of the heavy mineral associations of these sediments revealed a separate history of the sediment filling for each basin, although at one time — Campanian to Maastrichtian — all basins were apparently flooded by sediments of identical composition; later during Paleogene each basin again turned back to its own history.

In the deeper Upper Cretaceous of the Molasse basin acid eruptive rocks were the source rocks of the associations (with high zircon content); in the Flysch basin acid eruptive rocks and metamorphic rocks yielded the material (zircon and garnet), whereas the deeper Upper Cretaceous of the Northern limestone Alps must have derived its sands from basic eruptive rocks (zircon and chromite).

Beginning within Campanian all troughs were filled by associations deriving equally from a similar source of metamorphic rocks. associations rich in garnet.

Finally during Paleogene associations similar to those of the Campanian were deposited only in the southern trough (Gosau facies), whereas in the Flysch- and Molasse basin associations rich in zircon are prevailing.

*) Adresse: Geologische Bundesanstalt, Wien III, Rasumofskygasse 23.

Einleitung

Die geologischen Untersuchungen von einzelnen Vorkommen von ostalpinen Oberkreide, die in den letzten Jahren von O. WEIGEL (1937), O. SCHULZ (1952), H. WOPFNER (1954), K. KÜPPER (1956), A. RUTNER (1956), B. PLÖCHINGER (1961) und H. KOLLMANN (1963) angestellt wurden und vor allem die mikropaläontologisch-stratigraphischen Arbeiten und vergleichenden Studien von R. OBERHAUSER (1963) boten die Grundlagen auch für eine mineralogische Bearbeitung der feinklastischen Sedimente in den Gosau Becken.

Es war mir möglich, mikropaläontologisch genauer belegte Profile für die Bearbeitung auszuwählen. So konnten Gesteinsproben von folgenden Gosauvorkommen gesammelt werden:

Muttekopf bei Imst, Tirol
 Brandenburg bei Rattenberg, Tirol
 Gosau, Oberösterreich/Salzburg
 Windischgarsten, Oberösterreich
 Unterlaussa bei Altenmarkt-St. Gallen, Oberösterreich/Steiermark
 Gams bei Hieflau, Steiermark
 Grünbach und Neue Welt, Niederösterreich
 Südlicher Wienerwald (Gießhübl—Alland), Niederösterreich.

Außerdem standen mir Einzelproben aus der Umgebung von Salzburg, aus dem Salzkammergut, sowie Bohrkern aus den Bohrungen der Österreichischen Mineralölverwaltung AG. in Aderklaa und Breitenlee zur Verfügung¹⁾.

Die mineralogische Bearbeitung erfaßte psammitische Sedimente von der Unterkreide bis ins Eozän aus dem oberostalpinen Ablagerungsraum. Zur Ergänzung und zur Verdeutlichung der tektonischen Geschehnisse sind auch psammitische Sedimente aus dem Ablagerungsraum des Flysches und aus dem des Molasseuntergrundes angeführt.

Wenn auch die Daten aus der Schwermineralanalyse allein für die petrographische Beschreibung eines Sedimentes unzureichend sind — wird doch dabei die Hauptmenge des Detritus außer acht gelassen — so ist die Schwermineralanalyse zuweilen doch ein empfindliches Instrument für die Erfassung von Änderungen im Sedimentationsraum oder in dessen Hinterland und damit ein Hilfsmittel für die Klärung stratigraphischer und tektonischer Fragen.

Die Zusammensetzung der Schwermineral-Fraktion aus der Korngrößengruppe 0.05—0.10 mm hat sich nach unseren Erfahrungen als sehr konstant innerhalb einer Sedimentations-Provinz erwiesen²⁾. Dem Wesen einer

¹⁾ Alle genannten Vorkommen sind in der Übersichtskarte von R. OBERHAUSER, *Jb. Geol. B. A.* 1963, Tafel 1 (im gleichen Heft), eingetragen.

²⁾ Beschreibung der Methode: Die Sandsteinproben von Handstückgröße werden in einer Backenpresse zerdrückt, dadurch sind die Komponenten aus der Verkittung gelöst, ohne selbst zerkleinert worden zu sein; sie werden aufgeschlämmt und gesiebt. Aus der Fraktion mit der Korngröße 0.05—0.1 mm werden die schweren Bestandteile von den leichten durch Absetzen in schweren Flüssigkeiten (Bromform oder Azetylen-tetrabromid, $d = 2.8$) abgetrennt. Schließlich sind die isolierten Schwerminerale als Streupräparate in Einschlußlack einzubetten und unter dem Polarisations-Mikroskop zu bestimmen und auszuzählen.

statistischen Methode entsprechend ist die Zusammenfassung sehr vieler Analysenergebnisse erforderlich. In den Tabellen 1—17 sind die Daten nach stratigraphischen und geographischen Gesichtspunkten gruppiert.

Die Schwermineral-Gesellschaften, wie sie für gewisse Schichten typisch sind, sind in Tabelle 18 geordnet und in der Tafel 1 graphisch dargestellt.

Die Ergebnisse sind folgendermaßen zu erläutern:

I. Zusammenfassung

1. In allen untersuchten Vorkommen von kalkalpiner Kreide und Paläogen von Tirol bis Niederösterreich haben altersgleiche marine Schichten vergleichbare Schwermineralinhalte. Zwei durch den Mineralgehalt unterscheidbare Stockwerke sind festzustellen: Von den Liegendschichten bis ins Untercampan sind Chromit und Zirkon die herrschenden Schwerminerale: diese Minerale deuten auf eine Herkunft der Sande aus basischen Eruptivgesteinen hin. Im höheren Campan beginnt eine deutlich unterscheidbare andere Schüttung, die bis in die höchsten Lagen des oberostalpinen Schichtstoßes anhält; in dieser Zeit fehlt im Detritus unter den Schwermineralen der Chromit, und es herrscht der Granat vor, der aus einem aus metamorphen Gesteinen aufgebauten Nährgebiet herzuleiten ist. (Einzelne Begleitminerale, wie Staurolith, Chloritoid, Apatit, scheinen auf eng begrenzte Horizonte innerhalb des oberen Stockwerkes beschränkt zu sein.)

Die beobachtete Konstanz der mineralogischen Zusammensetzung läßt schließen, daß die heute isoliert erhaltenen Gosau-Vorkommen Reste einer ursprünglich flächenhaft weit verbreiteten Sedimentdecke sind, die infolge tektonischer Versenkung vor der Abtragung geschützt worden sind.

2. Den Schwermineralgesellschaften der Sedimente aus dem oberostalpinen Absatzraum werden jene aus dem Flyschbereich gegenübergestellt. Für die Zusammensetzung der Sandsteine des Flyschtroges war von Turon (Zementmergel) bis zum Untercampan (Kahlenberger Schichten) Detritus aus metamorphen Gesteinen (Granat-Gehalt) und mehr noch aus Eruptivgesteinen (Zirkon-Gehalt manchmal sehr groß, z. B. Kaumberger Schichten) bestimmend. In den darüber folgenden Schichten, die durch Untersuchungen an Altlenbacher Schichten, Wördener Sandstein und Müribenstein führender Oberkreide (Maastricht) erfaßt sind, ist der Schwermineralgehalt durch hohe Granatzahlen gekennzeichnet; es hat also eine Zufuhr allein aus metamorphen Gebieten die Herrschaft erlangt.

In der höheren Oberkreide haben also sowohl Gosau- als auch Flysch-Sandsteine ihr Sedimentmaterial gleicherweise aus kristallinen Schiefen bezogen, die in der tieferen Oberkreide noch kaum zur Geltung gekommen sind. Die äußerliche Ähnlichkeit der beiden Sedimente ist schon oft durch die Bezeichnung „flyschähnliche Gosau“ angedeutet worden.

An der Wende Kreide/Tertiär ist im Bereich des Flyschtroges die Schüttung von Granat-reichem Detritus beendet; sie wird ab nun durch eine von Zirkon beherrschte ersetzt (WOLETZ 1962).

3. Der Vollständigkeit halber sollten auch die Sedimente des helvetischen Sedimentationsraumes angeführt werden. Da wir aber im österreichischen Anteil der helvetischen Kreide nur wenig Sandstein haben, fehlen uns noch die Beobachtungen. Erst aus Alttertiär kennen wir die mineralogische Zusammensetzung: Sie ist mit Zirkonvormacht derjenigen des gleichzeitigen Flyschraumes gleich.

4. Der Molasseuntergrund wurde in den letzten Jahren in Oberösterreich durch Aufschlußarbeiten der Rohöl-Aktien-Gesellschaft erforscht. Durch das Entgegenkommen von Herrn Direktor Dr. R. JANOSCHEK konnte ich Proben aus den Bohrungen untersuchen. Psammitische Ablagerungen von Cenoman bis Santon führen eine Schwermineralgesellschaft reich an Zirkon. Im Campan wird auch dieser Raum von Klastika mit Granatreichtum überschwemmt.

Ergebnis:

Von den tiefsten Schichten bis zum Untercampan wurde jedem einzelnen der drei besprochenen Sedimentationsräume, Kalkalpen — Flysch — Molasseuntergrund, je eine spezifische Detrituslieferung mit charakteristischer Schwermineralgesellschaft zugeführt. Teilweise schon ab höherem Campan, generell aber sicher im Maastricht hat dann die spezifische Streuung aufgehört, und die psammitischen Schichten in allen drei Gebieten führen nun übereinstimmend vorwiegend Komponenten aus metamorphen Gesteinen¹⁾; Granat ist zu dieser Zeit ein Hauptbestandteil der Schwermineralgesellschaft geworden. Vom höheren Campan bis zu Ende der Oberkreide sind also petrographisch gleichartige Nährgebiete bzw. gleichartige Sedimentlieferungen für alle drei Sedimentationsräume erkennbar.

Offensichtlich bildet sich ein bedeutendes Ereignis (tektonische Phase) im Wechsel der Zusammensetzung der aufeinanderfolgenden Sedimente ab. Während des Höhepunktes der Kreide-Transgression sind gleichartige Lockermassen über alle überfluteten Gebiete verbreitet worden.

II. Besprechung der geologischen Einheiten

A. Vorkommen von Kreide und Paläogen in den Kalkalpen

1. Muttekopf

Über die Gosau-Sedimente des Muttekopfgebietes liegen petrographische und paläontologische Untersuchungen von H. WOPFNER (1954) vor: Nach der Auffindung einer intraformationären Transgressionsdiskordanz gliedert er den Sedimentkomplex in einen „unteren“ und von diesem durch eine Winkeldiskordanz getrennten „oberen Komplex“.

Der „untere Sedimentkomplex“ beginnt mit grobklastischen Basalbildungen über dem Hauptdolomit, darüber eine unruhige Abfolge von grob- und feinklastischen Lagen, von denen einige als fluviatile Einschüttung beschrieben werden, andere marine Einflüsse zeigen. Die Gerölle stammen fast ausschließlich aus der Nachbarschaft; besonders ist Hauptdolomit vertreten.

¹⁾ Die reichlich vorhandenen Komponenten aus Karbonatgesteinen werden infolge ihrer Armut an Schwermineralen mit unserer Methode nicht registriert.

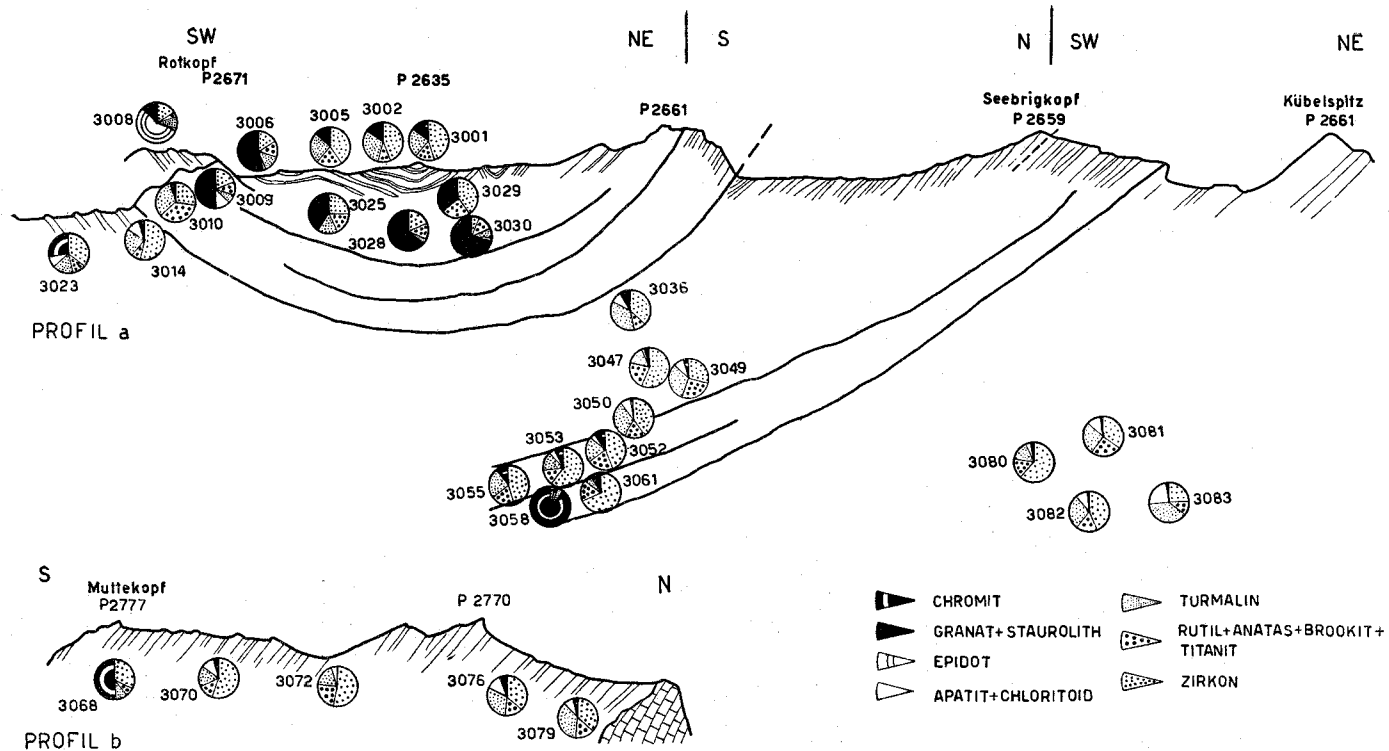


Abb. 1: Mutteköpf-Gebiet (Tirol). a) Profil Rotkopf-Kübelspitz; b) Profil Mutteköpf-Nordgrat. (Ergebnisse der Schwermineralanalysen in Tabelle 1 und 2).

Nach einer Schichtlücke beginnt mit einer Diskordanz von 10 bis 15 Grad die Transgression eines roten Pelites, worauf Psammite mit wechselnder Korngröße folgen. Der „obere Sedimentkomplex“ ist durch eine wesentlich ruhigere Abfolge und durch Reichtum an Organismenresten (die Maastricht sicherstellen) zusammen mit Kalkausfällung ausgezeichnet.

Aus diesen beiden Sedimentkomplexen konnte bei einer gemeinsamen Begehung mit A. RUTTNER und R. OBERHAUSER im Sommer 1958 ein Profil bemustert werden, das, beginnend am Muttekopf-Nordgrat über Muttekopf, Kübelspitze, Seebrikkopf bis Rotkopf — vom Mittelbereich des „unteren Sedimentkomplexes“ bis in den „oberen Sedimentkomplex“ reicht (Abb. 1).

Auf Grund der von O. AMPFERER gesammelten Inoceramen sind die marinen Basalschichten des „unteren Sedimentkomplexes“ Santon, darüber folgen brackische und Süßwasserablagerungen. Karbonat- und Silikatgesteinsfragmente in wechselndem Mengenverhältnis sind die Hauptkomponenten der Sandsteine. Die meisten psammitischen Lagen enthalten unter den durchsichtigen Schwermineralen in der Hauptsache Zirkon, Rutil, Turmalin, seltener Apatit; nur in einem Drittel der untersuchten Sandsteinlagen war zusätzlich ein deutlicher Gehalt an Chromit zu finden (Tabelle 2). (In anderen Gosauvorkommen mit vorwiegend mariner Entwicklung ist der Chromitgehalt ein typisches Merkmal für tiefere Oberkreide.)

Im „oberen Sedimentkomplex“, der den Rotkopf aufbaut, überwiegen die Mergel; darin sind dünne, sandige Lagen eingeschaltet. Silikat- und Karbonatgesteinsfragmente sind zusammen mit Fossilbruchstücken in reichlich Kalkmatrix eingebettet. R. OBERHAUSER hat für diese Schichten Maastricht bis Dan nachgewiesen. In der Schwermineralführung dieser Sandsteine ist durch das gehäufte Auftreten von Granat (Tabelle 1), ein deutlicher Unterschied gegenüber den sandigen Partien aus dem „unteren Sedimentkomplex“ gegeben.

Nach der unterschiedlichen Zusammensetzung der Schwermineralinhalte in den beiden durch die Schichtlücke voneinander getrennten Sedimentkomplexen ist auf zwei petrographisch verschieden aufgebaute Liefergebiete in den beiden Zeiträumen zu schließen. Die Zirkon-, Rutil-, Turmalinführenden Sande stammen aus Eruptivgesteinsmassen, der fallweise zusätzliche Chromitgehalt deutet speziell auf basische Eruptiva hin. Für den Granatreichtum der oberen Partien ist eine Herkunft aus metamorphen Gesteinen anzunehmen.

2. Brandenberg

Die Brandenberger Gosau-Ablagerungen sind zuletzt von O. SCHULZ (1952) bearbeitet worden. Er hat einen Komplex von Unterer Gosau (Unter Santon) mit Konglomeraten, fossilführenden Kalken und Mergeln nachgewiesen. Mittlere Gosau (Ober Santon — Unter Campan) ist teilweise brackisch entwickelt: Konglomerate, Sandsteine, Mergel mit bituminösen Schichten und Kohleflözen.

Das Sediment besteht größtenteils aus aufgearbeitetem kalkalpinem Gesteinsmaterial (ältere mesozoische Schichten); daneben sind exotische Gerölle und Körner schon in den Untergosau-Sedimenten und hinauf bis

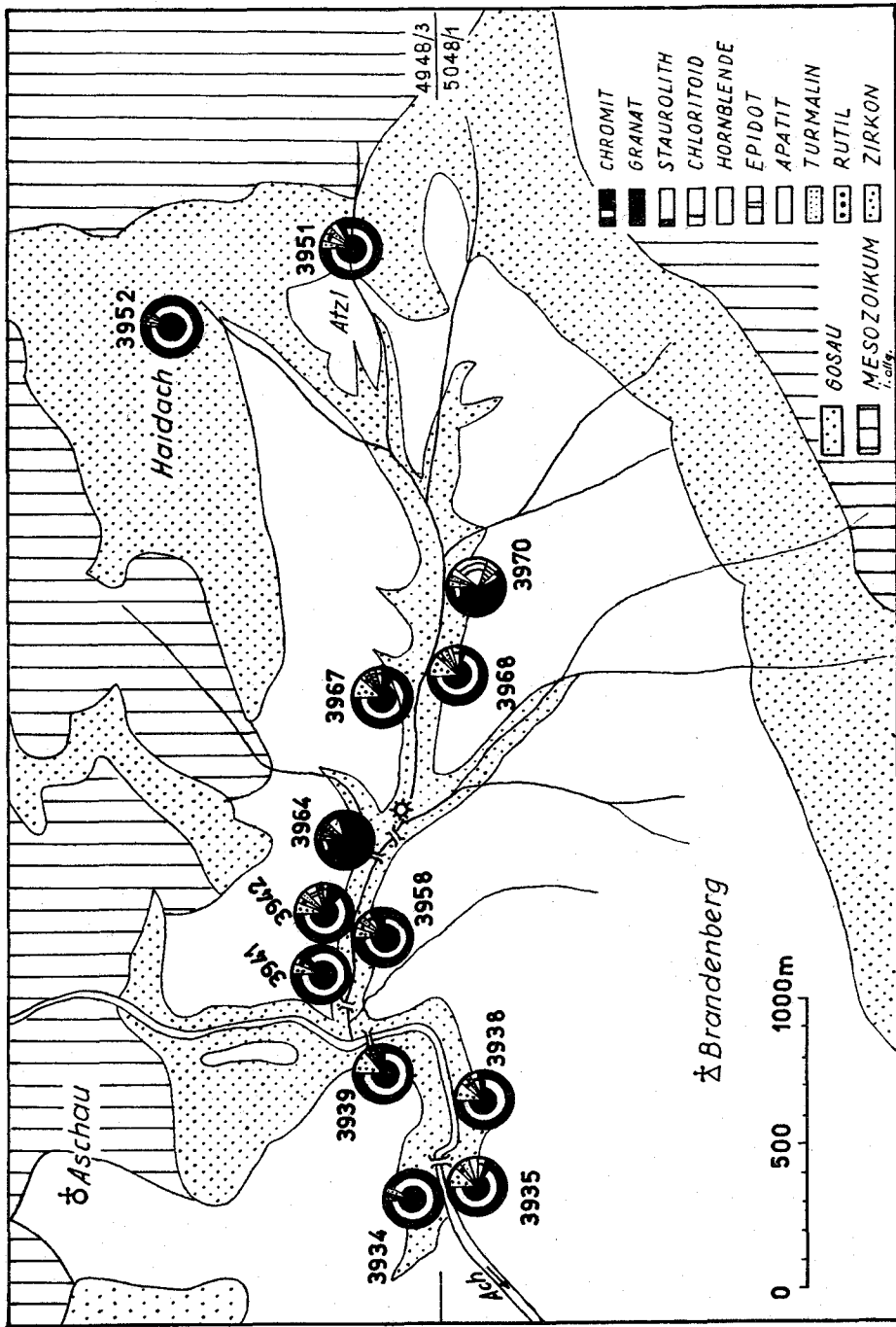


Abb. 2: Brandenberg (Tirol). Brandenberger Ache—Mühlbachgraben. (Ergebnisse der Schwermineralanalysen in Tabellen 3 und 4.)

ins Unter-Campan nachzuweisen; es sind hauptsächlich porphyrische Gesteine, Serpentine, Quarzpsammite und Quarzite.

Bei einer gemeinsamen Begehung mit O. SCHULZ, R. OBERHAUSER und A. RUTTNER wurde ein Profil durch den Mühlbachgraben, d. i. ein linker Seitengraben der Brandenberger Ache NE des Ortes Brandenburg, besucht und bemustert. R. OBERHAUSER (1963, S. 27) hat durch die mikropaläontologische Bearbeitung im unteren Abschnitt des Grabens, vom Weberhof bis zur neuen Ammonitenfundstelle, Santon-Alter festgestellt. Im mittleren Abschnitt, unterhalb der Einmündung des von N kommenden Seitenbaches in den Mühlbachgraben und bachaufwärts bis über die Mühle hinaus, hat er eine Fauna gefunden, die Campan-Alter vertretbar macht. Weiter bachaufwärts folgt wieder Santon (Abb. 2).

Diesem paläontologischen Befund schließen sich die Ergebnisse der Schwermineralanalysen an: Die Sandsteinlagen aus dem unteren Abschnitt des Mühlbachgrabens (Santon) enthalten sehr viel Chromit, daneben Zirkon, Rutil, Turmalin und auch etwas Granat (Tabelle 4). Deutlich verschieden davon ist die Schwermineralgesellschaft in den roten, sandigen Mergeln im mittleren Grabenabschnitt: Wenig Chromit, viel Granat mit etwas Staurolith; also ein Detritus aus überwiegend metamorphen Gesteinen baut im (Ober-)Campan die Gosausedimente auf (Tabelle 3). Das Grabenprofil trifft danach wieder auf Santon, dementsprechend ist die Schwermineralgesellschaft der Sandsteinlagen durch Chromit- und Zirkongehalt gekennzeichnet. Eine im Grabenprofil anschließend darüber liegende feinsandige Mergellage fällt durch hohen Granatgehalt auf, sie ist also den jüngeren Schichten zuzuordnen.

Die Sedimente in den brackischen, landnahen Sedimentationsräumen, deren Einstufung durch das Fehlen faunistischer Hinweise erschwert oder unsicher ist, lassen sich nicht so gut in das beschriebene Schema einordnen (Tabelle 5):

Die brackischen Ablagerungen von der Krumbachalm (zirka 5 km NE von Brandenburg) enthalten unter den Schwermineralen besonders viel Chromit, daneben sehr wenig Zirkon und andere Minerale. Sie sind damit nur beschränkt den ? altersgleichen marinen Sandsteinlagen im Mühlbachgraben-Profil vergleichbar.

Die ebenfalls brackischen Schichten bei der Zöttbachalm (zirka 6 km N Brandenburg), die nach O. SCHULZ höher einzustufen sind, und auch die Konglomerate vom Trauersteg oberhalb der Kaiserklamm führen sehr viel Chromit, daneben tritt aber auch Granat deutlich in Erscheinung, der zur gleichen Zeit in den marinen Schichten als Hauptbestandteil des Schwermineralspektrums figuriert.

3. Salzburg

Am Ostfuß des Untersberges sind die Roßfeldschichten (Neokom) aufgeschlossen. Je eine Probe vom Golser Berg E St. Leonhard bei Salzburg und vom Rothmanngraben N Schellenberg (auf bayrischer Seite) wurden untersucht. Sie enthalten übereinstimmend Chromit und Hornblende als wesentliche Schwerminerale (Tabelle 7).

Die Schichtglieder der Gosau beim Schloß Glanegg im Norden des Untersberges, die dem Coniac angehören, sind Mergel und Sandsteine;

sie sind hauptsächlich aus Kalkkomponenten aufgebaut, es konnten also keine ausreichenden Mengen an Schwermineralen herausgeschlämmt werden.

Ebenso enthalten die Mergel der Nierentaler Schichten, die N Bruchhäusel, E Großmain, gesammelt wurden, zuwenig Schwerminerale für eine Analyse, immerhin fällt aber auch unter den wenigen Körnern der Granat auf.

Im Raume N des Untersberges sind Eozän-Sandsteine anzutreffen. Im Kühnbachgraben ist über den Nierentaler Schichten des Dan ein Ypres nachgewiesen, und die Schichtglieder, die NE und E von Großmain bemustert werden konnten, stellt A. PAPP ins Priabon. Alle diese Eozän-Sandsteine haben einen befriedigenden Gehalt an Schwermineralen; viel Granat mit Staurolith ist für sie kennzeichnend, daneben sind noch Chromit, Rutil, Zirkon und Turmalin zu verzeichnen (Tabelle 6).

4. Gosau

Nach den mächtigen Kreideablagerungen des Beckens von Gosau haben die Schichten ihren Namen erhalten.

In jüngster Zeit haben sich O. WEIGEL (1937), K. KÜPPER (1956) und H. GERTH (1961) um die Gliederung der Schichten bemüht.

Ich habe das Profil entlang des Randobaches, NE Rußbach, das Profil durch den Neffgraben, S Rußbach („untere und mittlere Gosau“), und ein Profil S Finstergraben bis Vorderer Glaselbach, W des Ortes Gosau („mittlere und obere Gosau“, nach der Karte von WEIGEL), bemustert.

Die Verteilung der Schwerminerale in den Sandsteinen erlaubt die Feststellung von zwei Komplexen mit unterschiedlicher Zusammensetzung. Die tieferen Schichtglieder führen viel Chromit, in den folgenden fehlt der Chromit, man findet Zirkon, Turmalin, Apatit, Granat (Tabelle 8).

Chromit-Reichtum habe ich in der von O. WEIGEL ausgeschiedenen „Unteren Gosau“ gefunden, im Abschnitt des Randobaches W Unterbrein. Bachaufwärts folgen darüber Sandsteine der „Mittleren Gosau“; sie führen Zirkon, Turmalin, Apatit, Rutil und Granat.

Im Profil vom Neffgraben folgen nach O. WEIGEL von N nach S „untere“, „mittlere“ und „obere Gosau“. H. GERTH hat eine genaue Einstufung der Schichten aus dem Neffgraben-Profil vornehmen können. Dieser Einstufung folgend, haben wir im Santon die Sandsteine mit Chromit-Reichtum, darüber im Campan führen die Sandsteine Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit und Granat. Eine einzelne Probe, die noch oberhalb des von H. GERTH bearbeiteten Profils genommen wurde, führt zusätzlich Chloritoid (Abb. 3).

Schließlich haben wir auch im Profil W des Ortes Gosau, S des Finstergrabens bis zum Vorderen Glaselbach WEIGEL's „obere Gosau“, deren Alter er mit „jünger als oberes Unteracampan“ bezeichnet, bemustert.

Die tieferen Partien enthalten Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit, wenig Granat, die hangenden haben zusätzlich Chloritoid. (Herrn H. KOLLMANN verdanke ich die Mitteilung der Altersstellung dieser Schichten: [? oberes] Campan.)

Schließlich haben wir in diesem Profil auch die Nierentaler Schichten erreicht; sie erscheinen durch großen Granat-Reichtum charakterisiert. Nach K. KÜPPER beginnen die Nierentaler Schichten hier schon im höchsten Campan.

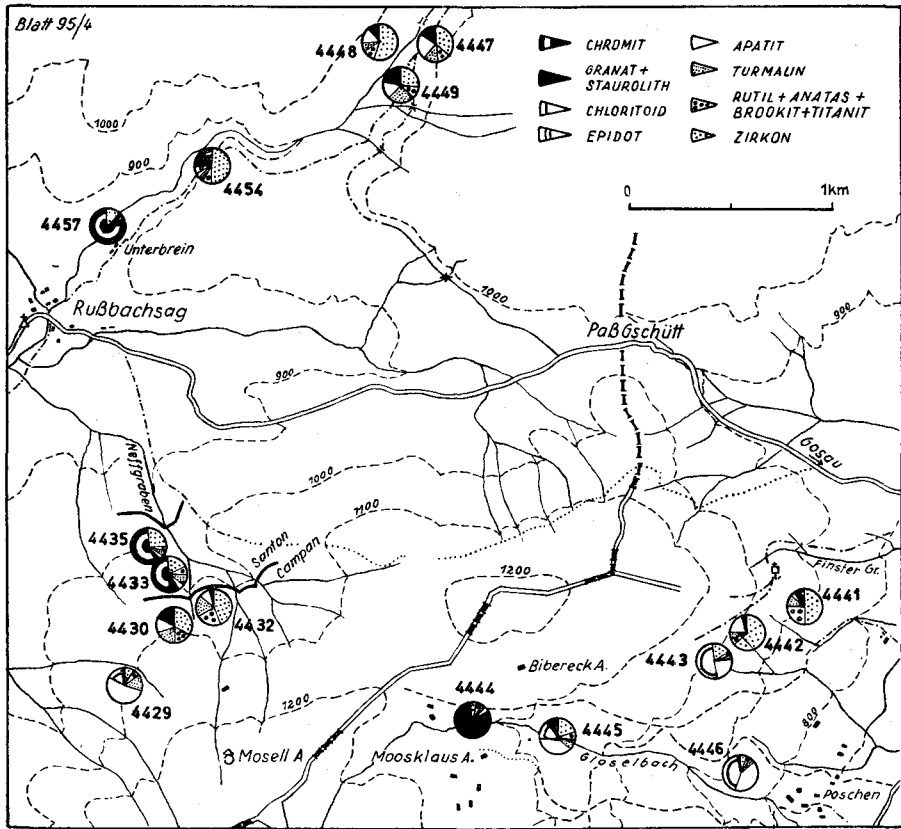


Abb. 3: Becken von Gosau (Oberösterreich/Salzburg). Grenze Santon/Campan im Neffgraben nach H. Gerth, 1961. (Ergebnisse der Schwermineralanalysen in Tabelle 8).

5. Windischgarsten und Unterlaussa

Die Schwermineraluntersuchungen an Gosausandsteinen vom Wuhrbauerkogel bei Windischgarsten wurden im Anschluß an die Geländearbeiten von S. PREY und A. RUTTNER gemacht (PREY, RUTTNER & WOLETZ 1959). Mit Hilfe der Schwermineralanalysen sollten die verschiedenen Absatzräume von Flysch- und kalkalpiner Oberkreide auseinandergehalten werden. Die vorher im Raum von Weißwasser bei Unterlaussa gewonnenen Erfahrungen waren die Voraussetzung dazu (RUTTNER & WOLETZ 1955).

In den beiden benachbarten Gebieten haben die lithologisch übereinstimmenden Gesteinspakete auch gleichen Schwermineralinhalt: Für die tieferen Gosauschichten (Coniac—Santon) ist Chromit und Zirkon kennzeichnend, daneben wenig Rutil und Turmalin. In den „Nierentaler Schichten“ (Typ Unterlaussa; Obercampan—Maastricht) herrscht Granat.

Da die Analysenergebnisse in den angeführten Arbeiten von 1955 und 1959 in Tabellen und Kartenskizzen dargestellt und besprochen worden sind, erübrigt sich das nochmalige Anführen der Daten in diesem Zusammenhang.

6. Gams bei Hieflau

Seit 1961 arbeitet H. KOLLMANN an den Aufnahmen der Gosau von Gams. Ihm verdanke ich eine große Serie von Sandsteinproben aus diesem Vorkommen, die er parallel zu den Proben für seine mikropaläontologischen Studien aufgesammelt hat.

Die nun schon bekannte Gliederung der Gosau in die beiden mineralogisch unterscheidbaren Stockwerke ist auch im Raum von Gams wieder anzutreffen.

Von den Basisschichten bis ins höchste Untercampan sind Chromit und Zirkon die wichtigsten Elemente des Schwermineralspektrums. Diese Schichten liegen im Westteil des Gamser Gosauvorkommens, südlich und östlich vom Orte Gams im Sulzbachgraben und auf beiden Seiten der Notklause aufgeschlossen (Tabelle 10).

Die Sedimente im östlichen Teil gehören dem Obercampan bis Alttertiär an. Im Schwermineralspektrum wird der Granat dominierend, Epidot, Chloritoid, manchmal auch Disthen treten in Erscheinung, und in den höchsten Horizonten, die H. KOLLMANN als oberes Paleozän = Zone der *Globorotalia velascoensis* bezeichnet, ist zusätzlich meist ein deutlicher Gehalt an Staurolith zu verzeichnen. Die gleiche Schüttung hält noch in den hier auch erfaßten tiefsten Eozänlagen an (Tabelle 9).

Im Gosauvorkommen von Gams konnte der Umschlag in der Schwermineralführung von Eruptivgesteinsmaterial zu Metamorphitmaterial in ungestörter Schichtfolge eingefangen werden: Im nördlichen Seitenbach des Gamsbaches N Bierschenke hat H. KOLLMANN nach dem mikropaläontologischen Befund eine Schichtfolge von Untercampan bis Obercampan festgestellt. Die Analysen der entsprechenden Sandsteine ergeben für Untercampan Chromitreichtum, für Obercampan Granatherrschaft (Abb. 4).

7. Grünbach und Neue Welt

Eine neue Bearbeitung der Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt hat B. PLÖCHINGER 1961 vorgelegt. In gemeinsamer Begehung mit B. PLÖCHINGER und R. OBERHAUSER habe ich auch hier die sandigen Schichten aus einzelnen Komplexen bemustern können. Wieder zeichneten sich im Schwermineralinhalt die aufeinanderfolgenden Nährgebiete ab.

Unmittelbar über dem Santon-Hippuritenriff auflagernde Sandsteinschichten beim Segen Gottes-Schacht N Grünbach führen Chromit, Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit aber auch Granat (Tabelle 13).

Die jüngeren Orbitoiden-Sandsteinzüge sind frei oder nahezu frei von Chromit und führen mehr oder weniger Granat, Zirkon, Rutil, Turmalin, viel Apatit, daneben reichlich Chloritoid (Tabelle 12).

Die Zweiersdorfer Schichten wurden von R. OBERHAUSER ins Dan-Paleozän gestellt; wie nach den bisherigen Erfahrungen zu erwarten war, ist das Schwermineralspektrum vorwiegend mit Granat besetzt (Tabelle 11).

8. Südlicher Wienerwald

Während seiner Aufnahmen im südlichen Wienerwald belieferte mich B. PLÖCHINGER mit Sandsteinproben aus kalkalpiner Kreide und Tertiär.

Nach der mikropaläontologischen Einstufung von R. OBERHAUSER kann wieder die bekannte Abfolge in der mineralogischen Zusammensetzung erkannt werden.

Vom Steinbruch Vösendorfer Wald NW Tirolerhof liegt Ober-Apt (Gargasien) bis Alb vor mit der Schwermineralgesellschaft Chromit, Zirkon, Rutil, Turmalin und Apatit (Tabelle 14).

Verschiedene Proben von Cenoman (bei Wildegg und zirka 1 km westlich davon bei Bad Hubertushof) enthalten Chromit, Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit, sie haben also die gleiche Zusammensetzung beibehalten, die aus der Unterkreide bekannt ist.

Ebenso ist auch noch das Schwermineralspektrum des Santonsandsteins vom Steinbruch N Sittendorf (und im Streichen nach E verfolgbar) zusammengesetzt.

Dagegen führen alle Sandsteine, die ins Maastricht eingestuft wurden (N Weißenbach, S Wassergspreng, usw.), sowie die Sandsteine aus Dan-Paleozän (Tirolerhofsiedlung, S Gießhübl usw.) überwiegend Granat.

9. Aderklaa

Die Österreichische Mineralölverwaltung AG. hat NE von Wien in ihren Bohrungen Aderklaa 4, Aderklaa 5, Aderklaa 81 und Breitenlee 1 Gosau durchteuft. Der Schichtstoß wird in das Maastricht gestellt. Nach der mineralogischen Untersuchung der Sandsteine aus diesen Schichten, handelt es sich um Sedimente, die durch Granatreichtum im Schwermineralspektrum ausgezeichnet sind. Nur selten waren in Bruchteilen von Prozenten einzelne Chromitkörner zu finden (Tabelle 15).

B. Flysch

Wienerwald

Bei meinen Flyschstudien bin ich zunächst über den Raum Wienerwald—Niederösterreich und vereinzelte Exkursionen in Oberösterreich noch nicht hinausgekommen. Erst die beabsichtigte Untersuchung der mächtigen Kreide-Flysch-Ablagerungen in Vorarlberg wird eine Übersicht über die mineralogische Abfolge erlauben.

Dennoch glaube ich, schon jetzt auf eine Änderung des Schwermineralinhaltes innerhalb der Oberkreide hinweisen zu können. Die Schwermineralanalysen der Flyschsandsteine wurden vor allem in Anschluß an Arbeiten von H. KÜPPER, R. GRILL u. S. PREY gemacht.

Die Kaumberger Schichten — Turon bis Coniac —, die in zwei N—S-Profilen entlang der Triesting und des Coronabaches bemustert wurden, sind durch Zirkon-Reichtum ausgezeichnet. In den Kahlenberger Schichten und in den altersmäßig vergleichbaren Zementmergeln in Rogatsboden (NÖ.) und östlich von Gmunden (OÖ.) — Santon/Campan — tritt zum Zirkon der Granat in mehr oder weniger großen Mengen dazu, bis schließlich in den Altlenbacher Schichten und im Wördener Sandstein (= Maastricht) der Granat dominiert. Der Granatreichtum scheint also im Flysch besonders während des Maastricht auf, das ist gleichzeitig mit der einheitlichen Granatschüttung im Ablagerungsraum der Gosau zur Zeit der umfangreichsten Meeresbedeckung.

Eine ebenfalls sehr granatreiche Schwermineralgesellschaft ist dem Reiselsberger Sandstein eigen. Dieser wird allerdings dem Cenoman zugeordnet. Seine Altersstellung ist jedoch infolge Fehlens jeglicher Fossilien nicht eindeutig gesichert und wird von R. OBERHAUSER (1962) zumindest für den Vorarlberger Bereich angezweifelt.

Im Gegensatz zum kalkalpinen Sedimentationsraum, in dem die Schüttung aus einem metamorphen Liefergebiet auch im Alttertiär anhält, hört aber die Granatlieferung in den Flyschtrogl an der Wende Kreide/Tertiär auf, und ein von Eruptivgesteinsmaterial abstammender Detritus kommt zur Ablagerung. Der Greifensteiner Sandstein und die Laaber Schichten (= Eozän) führen Zirkon, Rutil und Turmalin im Schwermineralspektrum, aber keinen Granat mehr (Tabelle 16).

C. Vorland

Molasseuntergrund (Oberösterreich)

Im Untergrund der Molasse in Oberösterreich und Salzburg wurden durch Bohrungen der Rohöl-AG vortertiäre Sedimente (Oberkarbon, kontinentale Trias, Oberjura und Oberkreide) über dem kristallinen Untergrund festgestellt. Sie gehören noch nicht zur Molasse, sondern in ihrer Entstehung, Begrenzung und Fazies zum variszischen bzw. nachvariszischen Mitteleuropa (E. BRAUMÜLLER 1961, R. JANOSCHEK 1961).

Im besonderen interessieren uns hier die Kreidesedimente. Sie sind in herzynisch streichenden Senkungsfeldern eingebettet und sind als direkte Fortsetzung der Regensburger Kreide anzusprechen. Die „Braunauer Kreidemulde“ (H. BÜRGL 1949) ist durch die Bohrungen Treubach 1 und Steindlberg 1 bestätigt, und östlich davon liegt ein weiteres Kreidegebiet, die „Kreidemulde von Ried—Schwanenstadt“; sie ist durch die Bohrungen Wegscheid 1 und in ihrer Erstreckung nach SE durch die Tiefbohrung Bad Hall 1 nachgewiesen (E. BRAUMÜLLER 1959).

Herrn Direktor Dr. R. JANOSCHEK danke ich für die Überlassung von Material aus den Bohrkernen zum Zweck der mineralogischen Untersuchung.

Die Sandsteine aus Cenoman (Treubach 1, Steindlberg 1, Wegscheid 1) aus Turon (Wegscheid 1) und aus Santon (Bad Hall 1) bezogen ihren Detritus aus Eruptivgesteinen oder deren Umlagerungsprodukten¹⁾, Zirkon ist das herrschende Schwermineral, meist ist auch etwas Glaukonit enthalten.

Campan-Sandstein stand mir aus der Bohrung Treubach 1 und Steindlberg 1 zur Verfügung. Die Schwermineralgesellschaft weist hier durch den größeren Granatgehalt auf eine Herkunft aus kristallinen Schiefnern hin; daneben fällt auch ein größerer Biotitgehalt auf.

Wir sehen also auch in den Kreideablagerungen im außeralpinen Vorland vor dem Campan eine Detrituslieferung aus Eruptivgesteinsmaterial, später aber den Einfluß eines Kristallingebietes.

Die Füllung des Molassebeckens beginnt mit Obereozän. Entsprechende Sandsteine wurden aus den Bohrungen Perwang 1, Treubach 1, Wegscheid 1, Puchkirchen 1, Puchkirchen 2, Puchkirchen 3, Mühlleiten 1 und Bad Hall 1

¹⁾ Die „stabilen Minerale“, Zirkon, Rutil, Turmalin, bleiben auch nach mehrmaliger Umlagerung erhalten.

analysiert. Übereinstimmend zeigen alle untersuchten Proben Zirkonvornmacht, also eine Abstammung aus Eruptivgesteinsmaterial. Erst im Jungtertiär sind die Sedimente des Molassebeckens reich an Granat, es tritt auch Staurolith und schließlich noch Hornblende auf.

Literatur

ABERER, F.: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 50, Jg. 1957, p. 23—93, Wien 1958.

BRAUMÜLLER, E.: Der Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall. — Erdoel-Zeitschr., Jg. 75, p. 122—130, Wien—Hamburg 1959.

BRAUMÜLLER, E.: Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdoel-Zeitschr., Jg. 77, p. 509—520, Wien—Hamburg 1961.

BÜRGEL, H.: Der Untergrund der Molasse im bayrisch-österreichischen Grenzgebiet. — Jb. Geol. B. A., Bd. 93, Jg. 1948, p. 129—139, Wien 1949.

GERTH, H.: Neue Ammonitenfunde in den Gosauschichten der Gosau und ihre stratigraphische Bedeutung. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., Bd. 112, p. 119—142, Stuttgart 1961.

GRILL, R.: Beobachtungen an Großaufschlüssen im Flysch des Wienerwaldes. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1962, p. 249—258, Wien 1962.

JANOSCHEK, R.: Oil Exploration in the Molasse Basin of Western Austria. — Proceedings of the Fifth World Petroleum Congress Sect. I. — Paper 47, p. 849—864, New York 1959.

JANOSCHEK, R.: Über den Stand der Aufschlußarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. — Erdoel-Zeitschr., Jg. 77, p. 161—165, Wien—Hamburg 1961.

KOLLMANN, H.: Zur stratigraphischen Gliederung der Gosauschichten von Gams (Stmk.). — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud. 1963 (im Druck).

KÜHN, O.: Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. — Sitzungsber. Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 156, p. 181—200, Wien 1947.

KÜPPER, H.: Der Kalkalpenrand bei Kaumberg, NÖ. — Jb. Geol. B. A., Bd. 92, Jg. 1947, p. 117—128, Wien 1949.

KÜPPER, H.: Wiener Sandstein und Flysch. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1962, p. 246—249, Wien 1962.

KÜPPER, K.: Stratigraphische Verbreitung der Foraminiferen in einem Profil aus dem Becken von Gosau (Grenzbereich Salzburg—Oberösterreich). — Jb. Geol. B. A., Bd. 99, Jg. 1956, p. 273—320, Wien 1956.

NOTH, R. und WOLETZ, G.: Zur Altersfrage der Kaumberger Schichten. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1954, p. 143—151, Wien 1954.

OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — Jb. Geol. B. A., Bd. 106, Jg. 1963, p. 1—88, Wien 1963.

OBERHAUSER, R.: Bericht über Aufnahmen 1961 auf Blatt Feldkirch (141). — Verh. Geol. B. A., Jg. 1962, p. A 41—A 42, Wien 1962.

PLÖCHINGER, B.: Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). — Jb. Geol. B. A., Bd. 104, Jg. 1961, p. 359—441, Wien 1961.

PREY, S.: Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwald-Flysches. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1962, p. 258—262, Wien 1962.

PREY, S., RUTTNER, A. und WOLETZ, G.: Das Flyschfenster von Windischgarsten innerhalb der Kalkalpen Oberösterreichs. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1959, p. 201—216, Wien 1959.

RICHTER, W.: Sedimentpetrographische Beiträge zur Paläogeographie der ostalpinen Oberkreide. — Mitt. Geol. Staatsinstitut Hamburg, H. 16, p. 59—84, Hamburg 1937.

RUTTNER, A. und WOLETZ, G.: Die Gosau von Weißwasser bei Unterlaussa, Tektonische und mineralogische Untersuchungen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 48, Jg. 1955, R. v. Klebelsberg-Festschrift, p. 221—256, Wien 1956.

SCHULZ, O.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Brandenberger Tales (Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., Bd. 95, p. 1—98, Stuttgart 1952.

WEIGEL, O.: Stratigraphie und Tektonik des Beckens von Gosau. — Jb. Geol. B. A., Bd. 87, Jg. 1937, p. 11—40, Wien 1937.

WOLETZ, G.: Mineralogische Unterscheidung von Flysch und Gosasedimenten im Raume von Windischgarsten. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1955, p. 267—273, Wien 1955.

WOLETZ, G.: Bericht aus dem Laboratorium für Sedimentpetrographie über Beobachtungen am Nordsaum der Alpen. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1957, p. 111—112, Wien 1957.

WOLETZ, G.: Zur schwermineralogischen Charakterisierung der Oberkreide- und Tertiärsedimente des Wienerwaldes. — Verh. Geol. B. A., Jg. 1962, p. 268—272, Wien 1962.

WOPFNER, H.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Muttekopf-Gebietes (Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., Bd. 100, Jg. 1954/55, p. 11—82, Stuttgart 1954.

Erläuterungen zu den Tabellen 1—17

SM = Schwermineralmenge in der Kornfraktion 0.05—0.1 mm

- . sehr wenig Schwerminerale unter 1%
- .. wenig Schwerminerale ... zirka 1— 3%
- + mäßig viel Schwerminerale zirka 3— 6%
- ++ viel Schwerminerale zirka 6—10%
- × × sehr viel Schwerminerale.. über 10%

Op = opake Körner
 BC = Biotit + Chlorit
 Ba = Baryt
 AB = Anhydrit + Baryt
 Gl = Glaukonit
 dM = übrige durchsichtige Minerale

zusammen 100%

- Cr = Chromit
- Gr = Granat
- Ru = Rutil
- At = Anatas
- Zi = Zirkon
- Tu = Turmalin
- Ap = Apatit
- Br = Brookit
- Ti = Titanit
- Mo = Monazit
- EZ = Epidot + Zoisit
- St = Staurolith
- Di = Disthen
- Cd = Chloritoid
- Ho = Hornblende

„übrige durchsichtige Minerale“ = dM, zusammen 100% (Anordnung der Minerale nach ihren optischen Eigenschaften)

Die Analysen mit der Bezeichnung × neben der Probe-Nummer wurden für die Darstellung der Übersicht (Tafel 1) und Tabelle 18 verwendet.

Innerhalb der Zahlenreihen bedeutet + weniger als 1%.

Tabelle 1: Muttekopf „Oberer Sedimentkomplex“, Maastricht.

(Siehe Abb. 1)

Probe Nr.	SM	zusammen 100%					übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%												
		Op	BC	Ba	Gl	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Cd	
Rotkopf	3001	.	34	8		58	2	13	23		45	17							
	3002	.	23	8	1	68		16	11		43	30							
	3005	.	27	2		71		14	17		41	21		1	5				1
	× 3006	.	26	8		66	1	54	14		16	13		1					1
	3009	..	11	36		53		52	11		20	6	11						
	3025	..	35	2		63		37	17	1	25	18							2
	3028	..	45	4		51		65	14		18	1	2						
	3029	..	28	+		71		36	22		40	1						1	
	3030	..	20	4		76		72	12		6	8							2
	3008	..	25	1	5	69		13	5		16	8	1			56	1		

Tabelle 3: Brandenburg Mühlbachgraben, Campan.

(Siehe Abb. 2)

	Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%												
			Op	BC	Gl	dM	Cr	Gr	Sp	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Ti	EZ	St	Cd	Ho
Mühlbachgraben	3970	.	23			77	7	50			1	4	4	3		18	3		10
	× 3964	..	42	4		54	9	69				4	1	3	1		10		3

Tabelle 4: Brandenburg Mühlbachgraben-Brandenberger Ache, Santon.

Mühlbachgraben	3969	+	50	4		46	72	2	+	2	+	4	11	2	+				6	
	3968	..	38	5		57	72	1		1		13	6	1					5	
	3967	..	50	3		47	69	7		2		12	3						2	5
	3962	..	61	11		28	72	5		1	3	11	5						2	
	× 3961	..	70	2		28	78	4		1	1	10	4	1					1	
	3960	+	91	2		7	72	3				11	8	3					3	
	3959	+	48	4		48	73	2		+		6	11	5					2	
	3958	..	43	6		51	75	6		2		5	7	2					3	
	3942	.	55	9		36	63	11		2		5	5		1	8			2	3
	3941	+	43	+		56	91	4		+		2	1	+						+
Brandenberger Ache	3939	..	51	+	+	48	75	4		2		16	2							
	3938	..	49	1		50	76	2		1	+	10	5	1					4	
	3935	.	59	3		38	69	3		4		11	6	2	1				4	
	3934	.	43	1		56	93	1		+		3	2							
Atzl-Riff	3951	+	33	4		63	81	2		+		3	2	1						
Haidach	3952	++	37	2		61	92	+	+	+		2	2	3						

Tabelle 5: Brandenburg, brackische Schichten ohne exakte Einstufung ? Turon-Coniac oder Campan-Regression.

Zöttbachalm	3944	××	40	+		59	86	11												3
	3943	××	49	+		50	87	12												+
Trauersteg	3945	..	56	+		43	75	23				+	+	1						
	3946	+	60			40	84	12				1	2			1				
	3947	++	39			61	91	8				+	+	+	+	+				
	3948	+	78	+		21	91	7				+	1	+	+	+				
Krumbachalm	3957	++	38	+		61	92	3	+	+		2	1	1	+	+				
	3956	+	95	+		4	87			3		6	1	3						
	3954	××	39	1		60	95	3		+		1	+	+	+					
	3955	××	38	+		61	96	1	+	+		1	+	1						+

Tabelle 6: Salzburg, N Untersberg, Eozän (Priabon und Ypres).

Probe Nr.	SM	zusammen 100%					übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%													
		Op	BC	Ba	Gl	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd	Ho
Groß Gmain..... × 2580	.	24				76	2	62	6		2	14	+		2		11	+		
2582	.	29	1			70	1	61	7		4	15				12				
2583	.	44	1			55	3	64	18		2	7	+		+	5			+	
2584	..	56	1			43	+	47	12		14	6	+			20				
2585	..	29	1			70	1	60	22		6	5	+			5				
2586	..	28				72	2	60	17		5	6	+			9				
2587	..	22				78	8	63	14		4	4	1			6				
Kühlbachgraben 2593	..	55	+	2		42	6	50	7		29	5				2			+	
2594	++	23	1			76	3	77	2		1	10				6			1	
× 2596	××	30	1			69	3	79	4		4	6				2			2	

Tabelle 7: Salzburg, Neokom.

Rothmannsgraben × 2597	++	30	+		+	69	56	1	+		1	+							+	41
St. Leonhard 4015	.	66	+			33	10	2	1		2					1				84

Tabelle 8: Gosau.

(Siehe Abb. 3)

Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%													
		Op	BC	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd	
Neffgraben:																			
Campan.....	4429	+	66	8		26		2	5		9	15	53						16
	× 4430	..	65	5		30		18	18		33	16	14						
	4432	.	43	1		56		1	24		45	21	8					1	
Santon.....	× 4433	.	24	2		74	50	9	5	+	19	12	2					+	2
	4435	.	61			39	58	2	2		25	11	1						1
Randobach:																			
	4447	.	51	1		48		16	11		37	13	22					1	
	4448	.	20	1		79		10	9	3	54	8	15					+	
	4449	.	45	2		53		22	9	4	25	25	15						
	4454	.	43	+		56	9	16	6	1	50	6	3	1		6		1	1
	4457	.	30	+		69	77	1	1		12	4	1						4
Glaselbach:																			
Nierentaler Schichten	× 4444	.	11	4		85		83	5	+	2	5	3					+	
(? oberes) Campan	4445	..	42	31		27		10	6	1	19	10	38				1		15
	4446	..	45	20		35		1	1		5	7	42						44
	4443	..	38	7		55		+	3		15	4	24						53
	4442	..	69	4		27		4	5	2	65	6	18						
	4441	.	40	1		59	2	7	27		49	13	2						

Tabelle 9: Gams bei Hiefiau, höhere Schichten. (Siehe Abb. 4)
 übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%

Probe Nr.	SM	zusammen 100%										übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%									
		Op	BC	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd			
Eozän	+	32	4	64	65	4	4	+	4	7	9		1	3	5			2			
3897	+	33	1	66	75	3	3	+	3	4	1				12	1		+			
3896	+	39	7	54	57	10	4		4	10	10				6	2		1			
× 3895	×	41	+	58	65	9	3	+	3	7	2				12	+		1			
4425	+	34	1	65	66	6	3	+	3	2	4				17						
4426	+	41	1	58	51	13	2	+	2	10	1			10	11			1			
3918	+	33	18	49	74	2	1		1	3	18			1	1			1			
3917	+	32	4	64	63	3	5		5	8	18			2	9			2			
3916	+	23	59	18	38	2	5		5	14	30			2	13			+			
3730	+	37		63	50	7	14	+	14	11	1		1	3	9			+			
3731	+	44		56	53	6	18		18	7	1		+	3	11			+			
3733	+	39	4	57	59	2	3		3	5	16		+	2	3			+			
3886	+	31	8	61	64	2	3		3	10	2		+	6	21			+			
3887	+	48	+	51	50	5	3		3	7	8		1	2	7			+			
3904	+	23	+	75	61	5	7	+	7	7	8		+	+	12	1		+			
× 3905	+	18	3	79	72	3	3		3	3	4		+	+	8			+			
3906	..	23	3	74	73	5	4		4	3	4		1	+	16			+			
3902	×	26	3	71	68	3	3		3	6	3		2	+	14			+			
3901	+	18	11	12	56	5	10		10	4	10		2	+	16			+			
3900	×	24	11	65	66		+		+	6	9			2	14			2			
3899	+	26	5	69	67	2	4		4	2	8			+	16			+			
3898	+	38	4	58	49	8	2	+	2	16	+			+	20	2		+			
3889	..	30	2	68	51	7	4		4	24	1		+	+	9			+			
3891	..	26	6	68	72	1	4		4	9	1		+	+	9			+			
3890	+	33	4	63	75	4	4	+	4	5				+	11			+			
3892	+	40	2	58	63	6	3		3	10			+	+	15			+			
3893	..	56	22	22	38	14	10		10	3	8			+	19			+			
3912	+	44	8	48	79	1	2		2	9	5		1	+	3			+			
3913	+	38	1	61	70	3	12		12	2	1		+	3	52			+			
4422	..	47	1	52	33	5	2	+	2	3	2		+	11	11			+			
4423	+	47	+	52	65	4	12	+	12	5	1		1	52	11			+			
4424	+	57	6	37	61	6	13	+	13	4			2	2				5			

Tabelle 9 (Fortsetzung)

Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%													
		Op	BC	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd	
Oberes Paleozän	4416	+	65	3		32		43	8		9	7	3		1	24			5
	4415	++	63	2		35		49	2		10	6	3		26			4	
	4414	++	60	3		37	1	57	4		3	3	5	+	23		+	3	
	3728	++	37			63		61	4		6	4	6		1	18			
	× 3729	++	37			63		52	5		6	10	6		+	20	+		
	3732	++	55	3		42		33	12		10	7	1	+	20	16		+	
Dan	× 3888	..	45	4		51	2	58	9		8	12	6		1	3		1	
oberes Maastricht	× 3914	+	47	4		49	1	47	8	+	16	16	3		1	4		3	
	3915	+	38	5		57		41	10		6	16	5		1	20		+	
Obercampan	4417	+	60	2		38		53	12	+	4	8	8	+	+		1	12	
	× 4421	+	70	2		28	+	61	2	1	4	5	5	+	8		+	11	
	4420	++	56	4		40		53	5		8	2	6		8			6	

Tabelle 10: Gams bei Hieflau, tiefere Schichten.

Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%														
		Op	BC	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd	Ho	
Untercampan	4419	..	46	2		52	79	15			1	1	+		1				2	
	× 4418	+	29	2		69	77	6	1		2	6	3		1	2			1	+
Santon	4412	+	21	1		78	86		+		4	8	1	+						
	4413	++	12	3		85	80	4			6	7	1						1	+
	3907	.	13	1		86	92	+	+		1	4	2							
	3908	..	27	+		72	93	+			3	2	1	+						
	× 3910	..	11	3		86	83	+	+		7	7	2	+						
	3911	++	21	+		78	88	2	1		7	2								
	4427	..	73	4		23	38	2		1	4	39	11		1					
	4428	..	54	2		44	81				12	6	+							

Tabelle 14: Südlicher Wienerwald.

	Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%													
			Op	BC	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Di	Cd	
Dan-Paleozän:																				
Tirolerhof-Siedlung	3978	+	11	7		82	+	60	18			8	6	5					2	
	3979	+	13	4		83		87	6			3	1	2	+				+	
S Gießhübl	3982	..	20	13		67		78	13			3	4	1					1	
	4146	++	6	2		92		90	8			1	+	+					+	
	×4147	..	18	7		75		85	10			4	1							
Hagenauerwald	4092	..	19	15		66		75	17			4	2	1					+	
Maastricht:																				
N Weißenbach	4089	..	24	13		63		84	6			7	2						+	
S Wassergspreng	4096	++	18	14		68		76	19			2	1	1					1	
W Tirolerhof	×3976	+	23	7		70		60	11			12	3	5	+				8	
Rosendornweg	3975	+	8	+		91		83	11	+		2	2	1					+	
	3981	+	4	4		92		93	5			+	1	+					+	
	4148	++	17	1		82		86	10			2	+	+					1	
Gaisriegel	4091	..	29	34		37		80	8			8	1	2					1	
Santon:																				
Steinbruch N Sittendorf	×4558	.	38	3		59	36		12			33	18						1	
	4559	.	43			57	34	1	21			39	5							
Cenoman:																				
Wildeggen	4149	.	41	5		54	24	3	17			42	10	3				+		
Bad Hubertushof	4367	+	71	7		22	12		8			49	10	21						
Kalkfeld	×4372	..	32	1		67	50	2	5			24	13	6						
Unterkreide:																				
Vösendorfer Wald	×3973	+	12	50		38	21		7			20	16	36						
	3980	+	89			11	58	2	2	2	2	15	2	19						

Tabelle 15: Bohrungen Aderklaa und Breitenlee.

	Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%												
			Op	BC	AB	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	EZ	St	Cd	Ho
Aderklaa 81:																			
2750—2755 m	3990	..	8	1		91		95	3				+	+	1				+
2750—2755 m	3991	..	7	1		92	+	93	3				1	1	1				+
2890·5—2894·4 m	3992	..	9	16		75		69	11				5	5	9				+
2890·5—2894·4 m	3993	+	15	4		81	+	88	3				1	2	3	+			+
2961—2965 m	3994	..	14	7		79		87	4				3	2	3				1
3035·5—3037·5 m	3995	..	16	39		45	+	56	1				6	8	25				3
3120—3123 m	3996	+	24	12		64		79	2				3	4	9				3
3280—3282·5 m	3998	..	7	37		56		77	3				6	6	7				1
Aderklaa 4:																			
2750—2752 m	3194	..	13	7	47	33	1	39	13	+	28	16	2						+
Aderklaa 5:																			
2845—2858·3 m	3626	+	21	3		76		93	1				2	3	+				+
2883—2884 m	3627	..	21	16		63		69	4	1	11	6	6						3
Breitenlee 1:																			
3243—3247 m	×4000	.	37	3	15	45	1	72	14				3	5	5				
3807—3810 m	4002	..	25	17	15	43		85	5				2	1	6				1
3858·5—3861·5 m	4003	..	25	15	12	48		71	13				9	3	3				1
3858·5—3861·5 m	4004	+	17	9	8	66	+	86	4	+			5	3					1
3924—3929 m	4006	+	19	9	32	40		91	2				3	1	1				2
3989—3993 m	4008	+	27	4	6	63		91	5				2	1					1

Tabelle 16: Flysch, Wienerwald.

Probe Nr.	SM	zusammen 100%				übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%													
		Op	BC	Gl	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	Mo	EZ	St	Cd	
Eozän:																			
Laaber Schichten																			
Klausen-Leopoldsdorf × 4355	..	43	3		54		6	8		66	20								
Laaber Schichten																			
St. Corona 371	+	64	3		33		3	6		67	24								
Greifensteiner Sandstein																			
Steinhartberg × 3383	+	41	2	1	56		1	22	3	65	8							+	
Greifensteiner Sandstein																			
Gugginger Tal 106	.	51	3		46			10		65	22				3				
Maastricht:																			
Wördener Sandstein																			
St. Andra 4361	..	21	5		74		77	5		9	3	3						3	
Altlenzbacher Schichten																			
E Altlenzbach × 3389	+	25	1		74		76	6	+	11	6	+							
Altlenzbacher Schichten																			
Nest 4351	..	72	2		26		68	6	2	11	6	5						2	
Altlenzbacher Schichten																			
Frauenwartberg 4343	..	17	2	+	80	+	14	33		21	18	13							
Campan, Santon																			
Kahlenberger Schichten																			
Dambachtal × 4342	..	40	6	8	46		26	5	1	22	13	32	+						
Coniac, Turon																			
Kaumberger Schichten																			
Triestingtal × 4294	.	21			79	+	1	15	+	74	9	+							
Triestingtal 4297	..	13	2	1	84	+	1	19	1	70	8	+	+						
Coronabach 4315	+	14	+	1	84		1	21	1	65	11	+							
Coronabach 4316	+	60	3		37	1	6	5		76	5	7							

Tabelle 17: Vorland, Molasseuntergrund.

Probe Nr.	SM	zusammen 100%					übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%														
		Op	BC	Gl	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	Mo	EZ	St	Di	Cd	Ho
Obereozän:																					
Perwang 1																					
2131-0—2132-0 m	2915	+	6			94		1	+	4	89	5									
2298-1—2290-0 m	2916	+	39	+		60		2		1	2	89	5								
2304-0—2312-5 m	3331	..	45	3	5	47				4	9	85	1								1
Treubach 1																					
1802-0—1816-8 m	× 2907	++	10			90		6		1	6	86	+								
1802-0—1816-8 m	2909	..	61	3		36		9			8	75	7	+							
1816-8—1835-3 m	2878	++	13	1		86				2	1	96	1								
Wegscheid 1																					
2680-0—2686-5 m	3348	..	36			64	+			1		95	3								
Puchkirchen 1																					
2589-3—2592-8 m	2860	++	67	1		32				1		84	14								1
2592-8—2594-6 m	2862	++	44	+		55				1		89	10								
Puchkirchen 2																					
2616-0—2620-0 m	2864	.	32	1		61		2				91	2	5							
2633-0—2638-0 m	2867	××	36			64		+			2	96	1								
2638-0—2641-0 m	2868	..	31	+		68				4	1	86	8								1
Puchkirchen 3																					
2665-5—2683-0 m	3352	..	7	3		32		10		1	1	77	11								
2683-0—2698-0 m	3353	..	47		1	11		3		6	1	85	3								2
Mühlleiten 1																					
2643-3—2661-6 m	2871	.	18			82				6	1	82	10								+
2662-0—2670-2 m	2872	.	5			95				5	+	93	1								+
Bad Hall 1																					
2088-0—2092-0 m	3323	+	5			95		+		1	1	95	2								+
Campan																					
Treubach 1																					
1835-3—1836-0 m	× 2910	++	28	17		55		74				13	+	12							
1836-0—1843-3 m	2880	..	37	12		51		68				18	+	13							

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Probe Nr.	SM	zusammen 100%					übrige durchsichtige Minerale = dM, zusammen 100%														
		Op	BC	Gl	Ba	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	Br	Ti	Mo	EZ	St	Di	Cd	Ho
Campan																					
Steindlberg 1																					
1931.0—1949.0 m	3344	..	8	20		72	+	52	+		20	2	25								
1949.0—1957.0 m	3345	..	11	24		65		51		+	18	+	29		+						
2056.0—2061.0 m	3346	+	5	52		43		37	+		26		36								
Santon																					
Bad Hall 1																					
2217.0—2218.8 m	× 3326	..	14	+		85		1	+	1	95	2		+		+					
Turon																					
Wegscheid 1																					
3100.0—3102.0 m	× 3349	..	5		23	72		1	13	1	70	15									
Cenoman																					
Treubach 1																					
2257.5—2260.5 m	2882	+	45	2	5	48			7	2	86	5									
2257.5—2260.5 m	× 2883	++	58	+	+	41			4	2	89	4		1							
Steindlberg 1																					
2436.5—2440.3 m	3347	+	19			81		2	7		77	14									
Wegscheid 1																					
3118.0—3124.0 m	3351	..	15	1	5	79			10		84	5		+							

Tabelle 18: Einzelne ausgewählte Analysen als Beispiele für die charakteristische Schwermineralverteilung (in Tafel 3 graphisch dargestellt) Erläuterungen dazu S. 119.

	Probe Nr.	„übrige durchsichtige Minerale“ = dM, zusammen 100%							ZRT
		Cr	Gr	St	Cd	Ho	EZ	Ap	
A. KALKALPEN									
Priabon									
Salzburg	2580	2	62	11				+	24
Ypres									
Salzburg	2596	3	79	2	2				14
Gams	3895		65	12	1			2	20
Paleozän									
Gams	3905		72	13	+		+	4	10
Gams	3729		52	20			+	6	22
Grünbach	4067		80		2			2	16
Südlicher Wienerwald	4147		85						15
Dan									
Gams	3888	2	58		1		3	6	30
Maastricht									
Muttekopf	3006	1	54		1			1	43
Gosau	4444		83		+			3	13
Unterlaussa	1431		67					1	32
Gams	3914	1	47		3		4	3	42
Grünbach	4059	1	26		12			5	56
Südlicher Wienerwald	3976		60		8			5	27
Aderklaa	4000	1	72					5	22
Obercampan									
Brandenberg	3964	9	69	10		3		3	6
Gosau	4430		18					14	68
Gams	4421	+	61		11		8	5	14
Untercampan									
Gams	4418	77	6		1	+	2	3	10
Grünbach	4080	26	9		1			11	53
Santon									
Muttekopf	3055	8	1					1	90
Brandenberg	3961	78	4		1			1	16
Gosau	4433	50	9	+	2			2	36
Unterlaussa	2507	65	2						33
Gams	3910	83	+					2	14
Südlicher Wienerwald	4558	36			1				63
Coniac									
Unterlaussa	1398	23	4				1	3	69
Cenoman									
Südlicher Wienerwald	4372	50	2					6	42
Alb									
Südlicher Wienerwald	3973	21						26	43
Hauterive									
Salzburg	2597	56	1			34			1

Fortsetzung: nächste Seite

Tabelle 18 (Fortsetzung)

	Probe Nr.	„übrige durchsichtige Minerale“ = dM, zusammen 100 %							ZRT
		Cr	Gr	St	Cd	Ho	EZ	Ap	
B. FLYSCH (Wienerwald)									
Eozän									
Laaber Sandstein	4355		6						94
Greifensteiner Sandstein	3383		1	+					98
Maastricht									
Altlenzbacher Schichten	3389		76						24
Campan, Santon									
Kahlenberger Schichten	4342		26					32	42
Coniac, Turon									
Kaumberger Schichten	4294	+	1						98
C. VORLAND									
Obereozän									
Traubach 1, 1802-0—1816-8 m	2907		6						94
Campan									
Traubach 1, 1835-3—1836-0 m	2910		74					12	14
Santon									
Bad Hall 1, 2217-0—2218-8 m	3326		1						99
Turon									
Wegscheid 1, 3100-0—3102-0 m	3349		1						99
Cenoman									
Traubach 1, 2257-5—2260-5 m	2883								100

Erläuterungen zur Tafel 3
(mit Tabelle 18)

Für die übersichtliche Darstellung der Schwermineralinhalte von einzelnen Schichtstößen wurden aus den zahlreichen Analysen die in den Tabellen 1—17 angeordnet sind, je ein Beispiel einer Analyse mit einem charakteristischen Ergebnis aus jedem bearbeiteten Sedimentationsbereich ausgewählt. Es wurden absichtlich nicht Durchschnittswerte errechnet.

Bei der Übersicht auf Tafel 1 und in Tabelle 18 sind nur solche Minerale angeführt, die das eingedriftete Material kennzeichnen helfen.

In der Zeichnung sind daher nicht berücksichtigt:

a) die opaken Körner, weil sie oft nicht bestimmbar sind oder z. B. Pyrit als Neubildung im Sediment zu gelten hat.

b) Biotit und Chlorit, die infolge ihrer Blättchenform im Sediment lagenweise angereichert, also nicht gleichmäßig im Sandstein verteilt sind; sie werden auch bei der gravimetrischen Abtrennung nicht quantitativ erfaßt, da ihr spezifisches Gewicht an der von uns gewählten Grenze liegt.

c) Neubildungen im Sediment wie Glaukonit und Baryt.

In der Tafel sind also nur die „übrigen durchsichtigen Minerale“ angeführt, sie sind in folgender Gruppierung angeordnet (in der Tabelle 18 sind die Abkürzungen verwendet):

Cr = Chromit

Gr = Granat (+ Spinell)

St = Staurolith (+ Disthen)

Cd = Chloritoid

Ho = Hornblende

EZ = Epidot + Zoisit

Ap = Apatit

ZRT = Zirkon + Rutil + Turmalin (+ Anatas + Brookit + Titanit)

+ in den Zahlenreihen bedeutet: weniger als 1%.

