

# Beiträge zur Sedimentpetrographie des Flysch-Molasse Randes zwischen Neulengbach und Sieghartskirchen

E. WANDERER \*)

Mit 6 Abbildungen

1. Zusammenfassung
2. Einleitung
3. Geologie
  - 3.1. Flyschzone
  - 3.2. Molassezone
    - 3.2.1. subalpine Molassezone
    - 3.2.2. Falten- oder Vorfaltungsmolasse
  - 3.3. Geomorphologie
  - 3.4. Kartierung und Probenahme
4. Strukturuntersuchung
  - 4.1. Korngrößenverteilung (Summenkurven)
    - 4.1.1. Greifensteiner-Sandstein
    - 4.1.2. Ober-Kreide Quarzsandstein d. Aitlengbacher Teildecke
    - 4.1.3. Melker-Sand
    - 4.1.4. Schlier-Sand
  - 4.2. Beschreibung der GAUSS-Verteilung
  - 4.3. Strukturwerte nach TRASK-PETTIJOHN-KRUMBEIN
5. Mineralogie
  - 5.1. Leichtminerale
  - 5.2. Schwerminerale
6. Sedimentologie
  - 6.1. sedimentolog. Interpretation d. GAUSS-Kurven
  - 6.2. sedimentolog. Interpretation d. Punktverteilung nach PASSEGA
  - 6.3. Kornform und Mineralzusammensetzung
  - 6.4. Sedimentäre Strukturen

## 1. Zusammenfassung

Die Frage, ob es sich bei den in die Molasse eingelagerten Flyschbrettern eventuell um verfestigte Molasse-Sedimente handle, konnte auf Grund der Leicht- und Schwermineraluntersuchung zugunsten des Flysches geklärt werden.

Die Strukturanalyse der Leichtminerale sowie die Bestimmung der Schwermineralspektren ergaben folgendes Bild (siehe Abb. 2, 3, 4 und 5).

Der Oberkreide-Quarzsandstein der Flyschzone zeigt im Verlauf der Häufigkeitskurve nur ein Maximum im Bereich 0,3 bis 0,07 mm und leichte Tendenz zum feinen Anteil.

Der Sortierungsgrad beträgt 1,6 bis 1,7.

Das Schwermineralspektrum ist durch eine Granatvormacht mit oft rötlich oder grünlich gefärbten Individuen charakterisiert. Ein wesentlicher Bestandteil des Flyschschwermineralspektrums fällt dem Staurolith zu. Ferner sind Turmalin, Rutil, Zirkon und Apatit vertreten.

---

\*) Adresse des Autors: Dr. E. WANDERER, Österr. Studienges. f. Atomenergie, Reaktorzentrum Seibersdorf

Der Melker Sand stand im Mittelpunkt der Untersuchungen und lieferte folgende Daten:

Der Verlauf der Häufigkeitskurven des Melker Sandes läßt eine Gliederung in drei Gruppen zu, wobei die Gruppe I z w e i Maxima, die Gruppe II und III d r e i Maxima in den Bereichen

	1. Maximum	2. Maximum	3. Maximum
Gruppe I	2—10 mm	0,1—1 mm	
Gruppe II	2— 5 mm	0,4—1,0 mm	0,05—0,15 mm
Gruppe III	2—10 mm	0,4—0,8 mm	0,08—0,15 mm

aufweist. Die Häufigkeitskurven der Melker Sande zeigen im untersuchten Gebiet ein Minimum im Bereich 1 bis 2 mm.

Der Sortierungsgrad des Melker Sandes ist mit Werten von 2,1 bis 2,5 — aber auch 4,16 — sehr hoch, die tatsächliche Sortierung somit gering.

Der Melker Sand ist bis in die Fraktion kleiner 0,002 mm ein reiner Quarzsand.

Das Schwermineralspektrum des Melker Sandes ist durch einen hohen Gehalt opaker Körner (bis 75%) deutlich von dem des Flyschsandsteines und Schliers zu unterscheiden.

Die Schwerminerale im engeren Sinn zeigen zum Unterschied von Flysch- und Schliersand eine Zirkonvormacht. Dazu treten Granat, Rutil und Turmalin, aber auch Apatit und Epidot sind untergeordnet vertreten.

Der Schliersand ergab Häufigkeitskurven, die in der Mehrzahl der untersuchten Proben z w e i Maxima in den Bereichen 0,05 bis 0,1 mm und 0,3 bis 0,5 mm aufweisen.

Der Sortierungsgrad des Schliersandes beträgt 1,73 bis 1,82.

Die Schwermineralassoziation des Schliersandes ist ebenso wie die des Oberkreidequarzsandsteines der Flyschzone von einer Granatvormacht charakterisiert. Der Granat ist im Gegensatz zum Flysch jedoch farblos. Die übrigen Schwermineralen sind differenzierter als beim Flyschspektrum, wobei Disthen, Epidot, Hornblende (selten Sillimanit) zu den auch im Flyschspektrum vertretenen Staurolith, Rutil, Zirkon, Apatit und Turmalin treten.

Die im folgenden referierten Ergebnisse sind die Kurzfassung einer Dissertation, die am Mineralogisch Petrographischen Institut der Univ. Wien unter der Leitung von Herrn Prof. DDr. H. WIESENER in den Jahren 1960 bis 1962 erarbeitet wurde.

1968 erschien von A. PAPP et al (20) eine zusammenfassende Arbeit „Zur Nomenklatur des Neogens in Österreich“. Darin wird nach neuesten Ergebnissen die Gliederung der Molasse nach den in der Bohrung Puchkirchen 1 durchteuften Schichtfolgen vorgenommen. R. JANOSCHEK und K. KOLLMANN schlugen als neue Bezeichnung der als Stratotyp gewerteten Schichtfolge den Namen „Puchkirchner Serie“ vor, die in eine „untere Puchkirchner Serie“ und eine „obere Puchkirchner Serie“ gegliedert wird. Die „untere Puchkirchner Serie“ umfaßt demnach die nach I. KÜPPER (16) durch Miogypsina complanata belegten chattischen Sedimente, sowie die mit Säugetierfunden belegten „Linzer-Sande“ und entspricht somit dem tieferen Anteil der „Melker Serie“ nach R. GRILL (12).

Die „obere Puchkirchner Serie“ und ihre Äquivalente sind in das Aquitan zu stellen und entsprechen dem Hangenden der „Melker Serie“. Die genaue Alters-einstufung ist z. Zt. nach A. PAPP paläontologisch nicht möglich.

## 2. Einleitung

In der Arbeit „Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogl“ von G. GÖTZINGER und H. VETTERS (8) heißt es bei der Besprechung der Flyschgesteine: „In diesem charakteristischen Gesteinskomplex fehlen aber auch grobkörnige, gelbe und gelbbraune, mürbe Sandsteine und lichtere Arkosen nicht, welche im Handstück teils an Greifensteiner Sandstein teils an Melker Sand erinnern.“

G. WOLETZ schreibt in (32): Die Sandsteine an der Grenze von Flysch zu Molassezone in der Gegend von Kirchstetten (Niederösterreich), die von älteren Bearbeitern als Melker Sand bezeichnet, von R. GRILL neuerdings aber als Flysch erkannt worden sind, konnten mit Hilfe der Schwermineralanalyse eindeutig dem Flysch zugeordnet werden.

Auf Grund der großen Ähnlichkeit verschiedener Gesteine in Flysch- und Molassezone stellte R. GRILL (11) die Frage, ob nicht bei den in die Molasse eingelagerten Flyschbrettern eventuell verfestigte Molassesedimente vorlägen. Sedimentpetrographische Untersuchungen im Raum Neulengbach-Sieghartskirchen dienten nun der Klärung dieser Frage, die zu Gunsten des Flysches beantwortet werden konnte.

Zur Klärung bestimmter Strukturfragen wurden rezente Fluß- und Strandsande untersucht und mit den Ergebnissen aus den fossilen Sanden verglichen.

Die Verlagerung der Hauptarbeit auf sedimentpetrographische Untersuchungen ist umso mehr gerechtfertigt, als die Geologie des Gebietes sowohl in älteren, wie auch in neueren Arbeiten in ihren wesentlichen Zügen geklärt ist. Detailbeobachtungen ergänzen zwar das Gesamtbild, treten aber in ihrer Bedeutung für die Fragestellung zurück.

## 3. Geologie

Das im Rahmen der Dissertation bearbeitete Gebiet ist der Flysch-Molasserand im Bereich der großen und kleinen Tulln. Die genaue Begrenzung ist wie folgt:

- Im O Rappoltenkirchen—Sieghartskirchen
- Im S die Flyschhauptfront—nördl. Klippenzone
- Im W Ollersbach—Unt. Wolfsbach, weiter östl. Große Tulln
- Im N die Bundesstraße Nr. 1

In der Literatur ist dieses Gebiet als „die subalpine Molasse“ oder die „Molassesüdrandzone“ beschrieben worden (1, 3, 4, 6, 7).

Die Geologie des Arbeitsgebietes wurde vor allem von G. GÖTZINGER und H. VETTERS (1) geklärt. Neue, diesen Fragekreis betreffende Erkenntnisse brachten Bohrungen der Österr. Mineralölverwaltung und Untersuchungen von R.

GRILL (3), F. BRIX (4, 5) sowie von J. KAPOUNEK, A. KRÖLL, A. PAPP und K. TURNOVSKY (30).

Im Folgenden soll in großen Zügen der geologische Bau im und um das Arbeitsgebiet umrissen werden.

### 3.1. Flyschzone

Die Aufschiebung des Außenrandes der Flyschzone auf die Molasse erfolgte durch die Altlenzbacher- oder Greifensteiner Teildecke. Sie ist die nördlichste tektonische Einheit der Flyschzone und in ihr erfolgte die Überlagerung der Molasse durch die „nördliche Klippenzone“, wobei der Flysch SSO fallend in Steilstellung die Molasse überschob. Diese Steilstellung der Aufschubslinie geht in der Tiefe in eine flachere Schubbahn des Flysches über (6).

Der Flysch ist im kartierten Gebiet als Sandstein sowie in der Bunten Schieferserie vertreten. Es sind feinkörnige blaugraue, braunverwitternde, vielfach plattige Kalksandsteine mit Kalzitadern und rote, graue und braune Schiefertone. Darin als bezeichnende Einlagerungen mehr oder weniger lichte Kalkmergel und Mergelkalke. Häufig mit braunen und schwarzen Hornsteinen, zum Teil auch Fukoidenmergel, ähnlich den Aptychenkalken.

Gröberkörnige, gelbe und gelbbraune, mürbe Sandsteine und lichtere Arkosen, welche im Handstück teils an Greifensteiner Sandstein, teils an Melker Sande erinnern, ergänzen die Vielfalt dieses Gesteinskomplexes (1).

Der Flysch ist auf die Oligozän-Molasse aufgeschoben. E. SPENGLER (25) nimmt eine Überschiebung von mindestens 10 km an.

In den Bohrungen der ÖMV AG Texing 1 und Perschenegg 1 konnte eine Überschiebung der Flyschzone auf die Molasse von 3 km nachgewiesen werden.

In beiden Bohrungen wurden in ca. 1700 m Tiefe die chatt-aquitane Melker Sande auf dem Kristallin der böhmischen Masse aufliegend angetroffen (5).

Die südliche Begrenzung der Melker Serie liegt völlig unterhalb der alpinen Decken (13).

Die Aufschiebung der Flyschfront auf die Molasse ist nacholigozän und erfolgte im Rahmen der savischen Phase (25).

In der Bohrung Urmannsau 1 wurden chatt-aquitane Sedimente in 3000 m Tiefe unterhalb der Buntmergelschicht auf dem Kristallin auflagernd angetroffen (14).

### 3.2. Die niederösterreichische Molassezone

Sie wird nach (5 und 13) in drei verschieden breite tektonische Bereiche gegliedert:

- a) ungestörte Molasse oder autochthone Molasse
  - b) gestörte Molasse, auch Faltenmolasse oder subalpine Molasse, Sandstreifenschlier (nach 13).
  - c) subalpine Molasse oder Molasse-Südrandzone
- Im kartierten Gebiet sind b) und c) vertreten.

### 3.2.1. Die subalpine Molasse oder Molassesüdrandzone

Sie wird im Dissertationsgebiet durch den Melker Sand belegt.

A. PAPP spricht in (13 und 19) von einer „Melker Serie“, die den Melker Sand sowie Tone mit Kohlenflözen (Pielacher Tegel) umfaßt. Die älteren Anteile gehören in das Chatt, die jüngeren ins Aquitan.

R. GRILL (10) beschreibt im Bereich Kleinrust, Obritzberg, eine vorwiegend sandige bis grobsandige Beckenfazies, wobei ein tieferer Melker-Sand dem Chatt, ein höherer dem Aquitan zugeordnet wird. E. THENIUS (26) stellt die höheren Melker-Sande auf Grund von Wirbeltierfunden ebenfalls ins Aquitan.

Flysch und Melker Sand stehen in engem tektonischen Kontakt. Die Aufbrüche der Melker Sande markieren die Hauptaufpressungszone der Flyschfront auf die Molasse. Der Melker Sand tritt hart an den Flyschrand heran, die heutige Lage des Melker Sandes ist durch die Aufschiebung der Flyschzone bedingt. Der Flysch überschob die Melker Sande.

Bei der Aufschiebung der Flyschfront auf das Vorland wurden die Melker Sande aufgepreßt. So ist es zu verstehen, daß im Laufe dieser tektonischen Beanspruchung Verspießungen von Flysch und Melker Sand erfolgten, die sich als der Flyschhauptfront vorgelagerten Flyschbretter im Melker Sand dokumentieren. Diese Flyschbretter am N-Rand der Flyschhauptfront erstrecken sich auf das Gebiet zwischen Ried und Ollersbach.

Im kartierten Gebiet konnten folgende Flyschbretter festgehalten werden:

S Rappoltenkirchen bei Öpping

N Erlaa zwischen Flyschhauptfront und Buchbergkonglomerat gelegen.

Beide stehen in Kontakt mit der Flyschhauptfront!

Bei der Kartierung konnte eine Häufung von Kristallin in Scherlingen, nördlich der Aufschiebungsfrent festgestellt werden (z. B. SO Erlaa, SO Oed und SO Burgstall). Da der Melker Sand unter der Aufschiebung des Flysches nicht nur aufgerichtet, sondern auch randlich geschuppt wurde, konnten Trümmer des kristallinen Untergrundes als Scherlinge aufgeschürft werden. Da sich die Scherlinge Nord der Aufschiebungsfrent häufen, ist ihre tektonische Herkunft nach CH. EXNER (9) zumindest zum Teil wahrscheinlich.

Die Verbreitung des Melker Sandes und ähnlicher Bildungen ist ein Charakteristikum der an die Flyschzone angrenzenden Molassesüdrandzone.

Als dem Melker Sand ähnliche Bildungen beschreibt H. WIESENER (31) Quarzsande in der nordalpinen Saumtiefe Ober- und Niederbayerns aus dem Aquitan. H. FÜCHTBAUER (7) berichtet über Quarzsande, die in einer Bohrung im Norden von München erbohrt wurden. Es ist ein 4 m mächtiger kalk- und tonfreier Feinsand ohne jeglichen Feldspatgehalt, mit Zirkon als Hauptschwermineral, Granat, Epidot und Apatit. Sie treten wie beim Melker Sand hinter der Häufigkeit opaker Minerale zurück.

Im Burdigal, der Zeit der größten Meeresausdehnung, kam es öfters zu Einschüttungen begrenzter Schotterkegel, solche wurden von F. ABERER (1) und E. BRAUMÜLLER (2) nahe am Alpenrand, nördlich Salzburgs, beschrieben und treten als Buchbergkonglomerate in der Gegend von Neulengbach in der subalpinen

Molasse auf. Auffallend ist, daß unter den die Hauptmasse dieses Buchbergkonglomerates zusammensetzenden Flyschgeschieben und -geröllen nur kretazische Gesteine nachgewiesen werden konnten. Die Hauptmasse bilden harte, braune und blaugraue Kalksandsteine. Nicht selten sind auch Kalkgeschiebe in der Art der dunklen Muschelkalke. Seltener kristalline Geschiebe, Granit, Gneis, Glimmerschiefer und Quarz.

### 3.2.2. Die Falten- oder Vorfaltungsmolasse

Das ganze Gebiet am Außenrand des Buchbergkonglomerates nordwestlich des Melker Sandes wird von Gesteinen der Schlierfazies eingenommen. Es ist die bekannte Wechsellagerung von feingeschichteten, schwach sandigen Schiefertonen und Mergelschiefeln mit gleichfalls dünn-schichtigen mürben Sandsteinen, die im S-Teil des außeralpinen Wr. Beckens in breiter Front ausstreicht. Dieses Gestein führt auch die Bezeichnung „Sandstreifenschlier“ (5) (siehe Abb. 6). Der Schlier, der nach seiner Mikrofauna mit dem untermiozänen (burdigalhelvet) Haller Schlier zu parallelisieren ist, nimmt das Vorlandprofil von St. Pölten bis zum Flyschrand ein und erstreckt sich ostwärts über Böheimkirchen, Sieghartskirchen bis Königstetten (10). Die Bohrung Raipoltenbach 1 durchörterte 640 m Miozän-Schlier und erreichte in 739,4 m das Kristallin.

Im Hangenden dieses untermiozänen (burgidal) Schliers finden sich die im Tullner Becken weit verbreiteten *Oncophora* Sande (helvet). Es sind dies bräunlich-graue, meist feinkörnige, etwas glimmerhältige lockere Sande, die auch tonige Einlagerungen enthalten können (3, 5, 9).

Der in den Hohlwegen des kartierten Gebietes relativ gut erschlossene Schlier zeigt in den N—S verlaufenden Profilen schöne Faltungen, die der *attischen Phase*, die sich nur auf die Molassesedimente erstreckt, angehören (25).

### 3.3. Geomorphologie

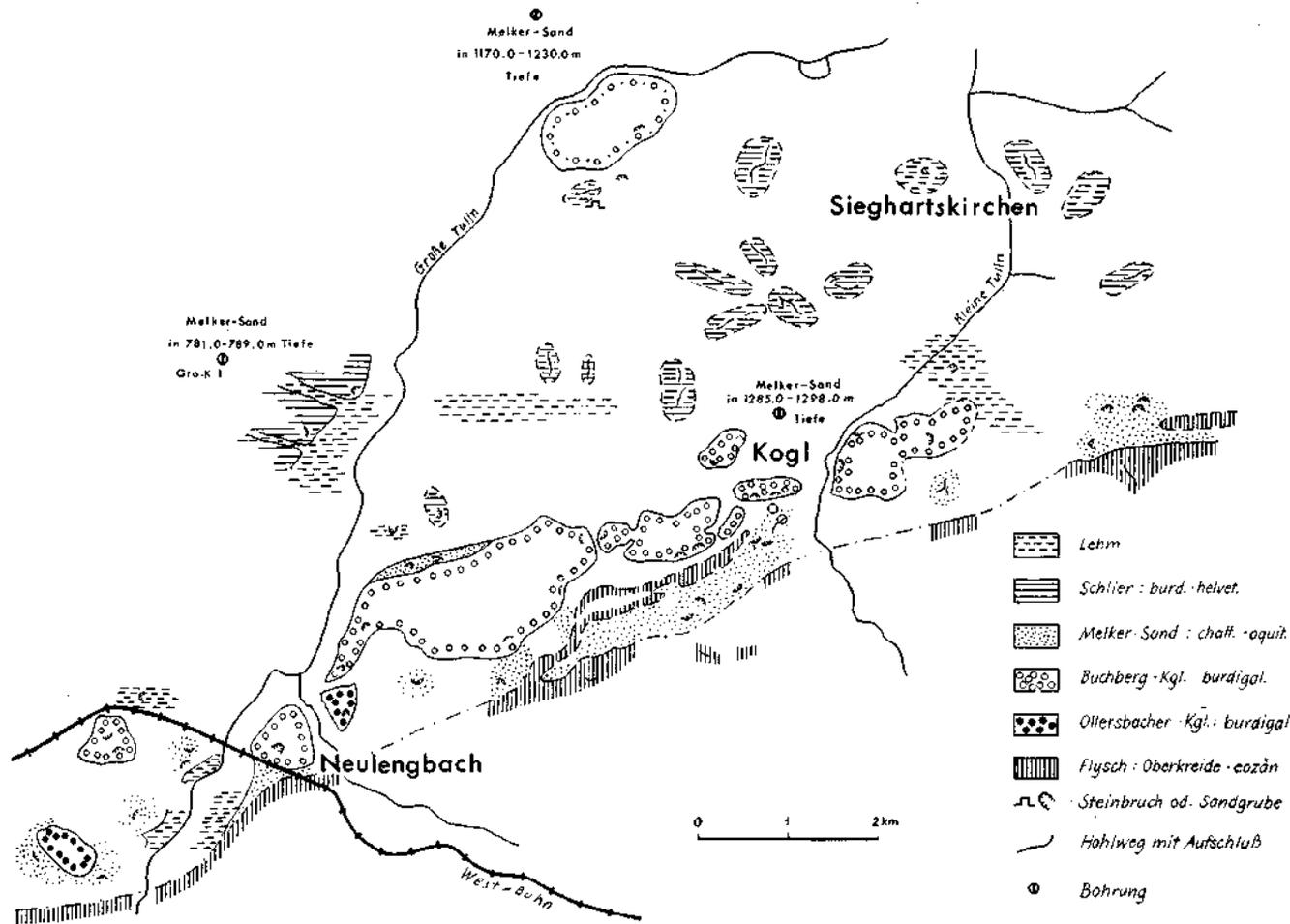
Morphologische Beobachtungen sind in diesem schlecht aufgeschlossenen Gelände wichtige Hilfsmittel für die geologische Kartierung. Das Buchbergkonglomerat (burdigal) bildet einen langgestreckten Rücken, der sich von Ost Johannesberg bis Neulengbach erstreckt. Östlich und westlich dieses Zuges löst sich das Buchbergkonglomerat in kleinere Schollen auf. Die starke morphologische Ausprägung des Konglomerates erlaubte eine verhältnismäßig genaue Grenzziehung (siehe Abb. 1).

Der Melker Sand tritt im Norden von Unterdammbach auch in stark abgeflachten Kuppen auf, markiert aber meist Tiefenlinien.

Quellhorizonte entstehen bei Auflagerungen des durchlässigen Melker Sandes auf Schlierton. Der Melker Sandboden ist meist durch spärliche Vegetation charakterisiert.

Charakteristisch für dieses Gebiet ist die tiefe Verwitterung im Flysch wie im Schlier. Nach (8) haben Handbohrungen bis 5 m mächtigen Gehängelehm durchortet. Besonders an der linken Flanke des Kogelbaches und im Großen Tullental sind mächtige Lehmhorizonte zu beobachten, die zum Teil auch abgebaut werden.

Abb. 1



### 3.4. Kartierung

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer Luftbild-Kartierung im Maßstab 1 : 10.000.

Zur genaueren Kartierung wurden die ursprünglich im Maßstab 1 : 25.000 vorliegenden Luftbilder im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen auf 1 : 10.000 vergrößert. Das kartierte Gebiet ist in den Luftbildern Nr. 8182, 8184, 8186 und 8212 des BA. f. Eich- und Vermessungswesens enthalten.

Die geologische Karte ist eine reine Aufschlußkartierung.

Die Aufschlußverhältnisse im kartierten Gebiet sind schlecht, insbesondere im Gebiet westlich der Großen Tulln. Das gesamte Gebiet wird von 185 Aufschlüssen bedeckt, davon entfallen auf:

Flysch:	35	Ollersbacherkonglomerat:	3
Melker Sand:	48	Schlier-Oncophorasd:	53
Buchbergkonglomerat:	25	Eichbergkonglomerat:	5
		Pliozänschotter:	4
		Lehmgruben:	12

Bei einem Bau an der Westbahn O der Station Neulengbach, konnte ein freigelegtes Profil festgehalten werden.

Bei der Probenahme von Sanden war darauf zu achten, daß, falls eine Schichtung oder Wechsellagerung im Anstehenden zu erkennen war, jeweils nur ein einziger Horizont probenmäßig belegt wurde.

Von sämtlichen untersuchten Sanden wurden jeweils ca. 250 g Proben gewonnen.

Der Melker Sand ist an größeren und kleineren Sandgruben erschlossen und fast durchwegs ohne Anzeichen einer Schichtung homogen und unverfestigt anzutreffen. Nur an einem Aufschluß tritt der Melker Sand auch in Form eines leicht verfestigten Sandsteines auf, der Andeutungen einer Schichtung zeigt. Diese Partie befindet sich innerhalb des losen Sandes, von dem sie oben und unten begrenzt wird.

Im Schlier bieten Hohlwege gute Aufschlüsse. In diesem oft über mehrere 100 m sich erstreckenden Hohlwegen zeigt sich die für den Schlier charakteristische Wechsellagerung von Ton und Sandstein.

Ein künstlicher Aufschluß an der Autobahnzubringerstraße N—St. Christophen verläuft in den bunten Schiefen und im Neokon-Klippenkalk. Der Flysch ist meist gut gebankt und zeigt im obigen Aufschluß ein Fallen 68°/SSO.

Ein zweiter künstlicher Flyschaufschluß fand sich im O des kartierten Gebietes N—Kracking. Ein Straßenneubau verläuft vollständig in feinkörnigem, stark verfestigtem Flyschsandstein 45°/SSO fallend.

Die Flyschbretter zwischen Anzbach und Kogl konnten mit 8 Proben Sandstein belegt werden.

Zur Ergänzung der aus dem kartierten Gebiet stammenden Flyschproben wurden weitere 10 Flysch-Quarz-Sandsteinproben aus der Oberkreide vom Autobahnaufschluß am Aschberg S—St. Christophen untersucht. Ferner 10 Vergleichsproben aus dem Greifensteiner Sandstein über die gesamte Flyschzone verteilt.

#### 4. Strukturuntersuchung

Die Aufbereitung der Sandproben erfolgte mit einem Siebsatz mit den lichten Maschenweiten: 2,0; 1,0; 0,5; 0,2; 0,1 und 0,05 mm.

Die für die einzelnen Fraktionen erhaltenen Gewichtswerte — eingewogen wurden jeweils 100 g — wurden in Summenkurven auf halblogarithmischem Papier Nr. 373 ½ A 4 aufgetragen.

Aus den Summenkurven wurden graphisch mit Hilfe der Tangens-Ableitung die Häufigkeitskurven ermittelt.

Aus dem Verlauf der Summenkurve ermitteln sich die für die Struktur eines Sedimentes charakteristischen Werte:

1. Mediandurchmesser = Korndurchmesser bei 50 Summenprozent Abkürzung Md. Er zeigt an, in welche Kategorie von Korngrößengruppe das untersuchte Sediment fällt, ob z. B. Feinsand, Grobsand oder Feinkies vorliegt.

2. Der Sortierungsgrad errechnet sich aus dem Korndurchmesser bei 25 Summenprozent gebrochen durch den bei 75 Summenprozent und ist ein Wert für die Streuung des Korngemisches über verschiedene Korngrößenklassen. Ein Einkorngemisch hat dementsprechend den Sortierungsgrad eins. Je höher der Wert für den Sortierungsgrad ist, desto flacher verläuft die Summenkurve, d. h. desto mehr verschiedene Korngrößenklassen sind im Sediment gleichberechtigt vertreten.

Der Begriff Sortierung wird hier in rein statistischem — nicht in geologisch sedimentologischem Sinne — gebraucht.

Nach D. TRASK (27) zeigen folgende Sortierungsgrade den Wert, bezogen auf die tatsächliche Sortierung an:

(Abkürzung für Sortierungsgrad = So)

So = 1, ein vollständig sortiertes Material, Einkorngemisch

So = < 2,5; gut sortiertes Material

So = ca. 3; normal sortiertes Material

So = > 4,5; schlecht sortiertes Material.

Nach K. H. SINDOWSKI (24) ist die Sortierung von Strandsanden am besten, wird schlechter in Binnendünen, Stranddünen, Watt- und Wattrinnensanden und ist am schlechtesten bei Flußsanden.

3. Skewness (Schiefe) ist ein Maß für die Symmetrie des Summenkurvenverlaufs. Sie wird durch die Formel

$$Sk = \frac{\varnothing 25 \Sigma \% \cdot \varnothing 75 \Sigma \%}{(\varnothing 50 \Sigma \%)^2}$$

Die „Schiefe“ hat nur für Sedimente mit einem einzigen Maximum eine Aussage. Bei Kurven mit mehreren Maxima könnte nur die Tendenz des Kurvenverlaufes festgehalten werden.

In 4.3. sind die für die im Dissertationsgebiet vertretenen sandigen Sedimente errechneten Strukturwerte aufgeführt.

## 4.1. Die Korngrößenverteilung (Summenkurven)

### 4.1.1. Der Greifensteiner Flyschsandstein

(Paleozän — Miozän)

Die Summenkurven der aus dem Bereich des Greifensteiner Sandsteines untersuchten Proben lassen sich in folgende zwei Gruppen unterteilen:

a) Gruppe I

Korngrößenbereich: 0,03 bis 1,2 mm

Die maximale Steigung der Summenkurve liegt zwischen 0,2 bis 0,8 mm und beträgt ca. 45°. Es überwiegt der gröbere Anteil.

b) Gruppe II

Korngrößenbereich 0,02 bis 3 mm

Maximale Steigung im Bereich 0,05 bis 0,2 mm.

Es überwiegt der feine Anteil.

### 4.1.2. Proben aus den Altenglbacher Schichten

(Oberkreide — Quarzsandstein)

a) Gruppe I, Feinsandstein:

Korngrößenbereich 0,8 bis 0,03 mm

maximale Steigung 0,01 bis 0,5 mm

b) Gruppe II, Grobsandstein:

Korngrößenbereich 1 bis 0,05 mm

maximale Steigung 1 bis 0,3 mm.

### 4.1.3. Melker Sand

(chatt aquitan)

Der Verlauf der Summenkurven bei den Melker Sanden ist unregelmäßig und weist 3 Wendepunkte auf. Bei der graphischen Vereinheitlichung der Summenkurven aus den Melker Sanden zu Gruppen ergab sich eine Gliederung in drei Gruppen, die jeweils in etwa gleich stark vertreten sind.

Gruppe I

bei ihnen beträgt der Anteil des groben Kornes mit einem Durchmesser über 1 mm über 30%.

Gruppe II

bei ihnen schwankt der Anteil des groben Kornes mit dem Durchmesser größer 1 mm von 10% bis 30%.

Gruppe III

der Anteil der Korngröße größer 1 mm beträgt 8 bis 15%.

Statistische Gliederung nach dem Prozentanteil im Korn größer 1 mm

3 bis 6%	Proben Nr. 4, 8, 9, 17, 21, 23, 24
6 bis 10%	Proben Nr. 5, 6, 7, 14, 19, 22
10 bis 20%	Proben Nr. 1, 3, 10, 16, 18, 20
20 bis 30%	Proben Nr. 2, 11, 12
über 30%	Proben Nr. 13, 15, 25 (28, 29)

Die Tangensableitungen der Summenkurven, die Häufigkeitskurven beginnen meist mit einem Maximum im groben Korn mit dem Durchmesser 2 mm, um dann im Bereich 2 bis 1 mm von einem Minimum abgelöst zu werden.

Die in den Melker Sanden vertretenen Korngrößen fallen zum überwiegenden Anteil in den Bereich von 0,01 bis 10 mm.

Der Anteil der Korngröße  $< 0,053$  mm ist bei Melker Sand meist kleiner als 1%.

Zur genauen Erfassung der Korngrößenverteilung im Korn  $< 0,053$  mm wurden bei einzelnen Melker Sandproben 10 g mit Hilfe des Atterbergzylinders in die einzelnen Kornanteile

bis  $< 0,002$  mm aufgegliedert und gesondert in einer Summenkurve erfaßt.  $< 0,053$  mm zeigt die Summenkurve noch starkes Ansteigen im Bereich  $0,05$  bis  $0,016$  mm, um dann regelmäßig gegen das feinere Korn hin zu verflachen.

#### 4.1.4. Schlier-Sande (burdigal-unt. helvet).

Es war eine Unterteilung der Summenkurven in 5 Gruppen möglich.

##### Gruppe I.

Das Maximum fällt in die Korngröße  $0,2$  bis  $0,5$  mm. Ein Seitenmaximum erstreckt sich von  $0,05$  bis  $0,2$  mm. Deutlich überwiegt der gröbere Kornanteil.

##### Gruppe II.

Das Maximum fällt in die Korngröße  $0,03$  bis  $0,07$  mm (um  $0,05$ ). Ein Seitenmaximum erstreckt sich von  $0,07$  bis  $0,5$  mm. Deutlich überwiegt der feine Kornanteil.

##### Gruppe III.

Die Proben tendieren zur Ausbildung eines zweiten Maximums oder zeigen einen breiten Rücken. Bei allen Proben erstreckt sich der Bereich der stark vertretenen Korngrößen auf  $0,05$  bis  $0,5$ .

##### Gruppe IV.

Sie weisen alle zwei deutlich ausgebildete Maxima auf. Bei allen fällt das erste Maximum in die Korngröße  $0,05$  bis  $0,1$  mm, das zweite Maximum in den Korngrößenbereich  $0,3$  bis  $0,5$  mm.

##### Gruppe V.

Die außerhalb des Kartierungsgebietes im Osten liegenden Proben Nr. 47 und 37 (West Chorherrn) zeigen jeweils ein Maximum, das sich im Gegensatz zu den Gruppen I bis IV auf die Korngrößen  $0,1$  bis  $0,3$  erstreckt. Der Verlauf der Häufigkeitskurve ist äußerst regelmäßig und weist nur im Kornanteil unter  $0,1$  mm ein positives Abweichen von der idealen GAUSS-Verteilung auf.

Die aus dem Bereich der Grunder Fazies untersuchten Proben Haugsdorf 1, 2, 3; Jetzelsdorf 1, 2 und Korneuburg ergaben Häufigkeitskurven, die den Gruppen II und III entsprechen.

Die aus den Summenkurven gewonnenen Histogramme, die die Leichtmineral-Korngrößenverteilung veranschaulichen, sind in Abb. 2 für die untersuchten Sedimente mit Bezug auf den Probenahmepunkt graphisch vereinheitlicht. Die Histogramme sind auf geteilter 2er logarithmischer Basis aufgetragen. Zwei Kolonnen entsprechen dabei dem Korngrößenbereich von jeweils  $1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{8}$  mm etc. Dadurch ist eine Annäherung der Histogramme an den Verlauf der Häufigkeitskurven, wie sie durch die Tangensableitung der Summenkurven gewonnen wurden erreicht.

## 4.2. Verteilung der Summenperzentwerte im GAUSS'schen Wahrscheinlichkeitsnetz

Eine graphische Darstellung der Korngrößenverteilung, die auch Schlüsse auf die Genese eines Sedimentes zuläßt, stellt die Verteilung der Summenperzentwerte im GAUSS'schen Wahrscheinlichkeitsnetz dar (22, 24).

Abb. 3 zeigt den Verlauf der GAUSS-„Geraden“ für die im Dissertationsgebiet gewonnenen Sandproben. Es sind

3 a: Greifensteiner Sandstein

3 b: Oberkreide Quarzsandstein der Altlenbacher Teildecke

3 c: Melker Sand aus dem Bereich des Dissertationsgebietes

3 d: Schlier Sand aus dem Bereich des Dissertationsgebietes.



Die für die verschiedenen Sedimente gewonnenen Punktverteilungen sind sowohl durch Kurventyp wie durch Anstieg im Wahrscheinlichkeitsnetz voneinander zu unterscheiden.

Die für den Melker Sand charakteristischen „Geraden“ unterscheiden sich von den übrigen untersuchten Sandtypen durch einen auffallend flachen Verlauf mit Anstiegen zwischen  $25^\circ$  und  $40^\circ$ .

Der Oberkreide Quarzsandstein ist charakterisiert durch einen konkaven Kurventyp mit einem durchschnittlichen Anstieg von ca.  $50^\circ$ , aber auch durch eine Punktverteilung, die der idealen GAUSS-Verteilung, der Geraden nahe kommt (Abb. 3 b).

Der Greifensteiner Sandstein tendiert in den untersuchten Proben bei ca.  $45^\circ$  Steigung zum Teil zum konvexen Kurventyp (Abb. 3 a).

Bei Schliersand weist die GAUSS-Verteilung bei Anstiegen zwischen  $45^\circ$  und  $50^\circ$  den einheitlichsten Verlauf aus. Die Tendenz zur Geraden ist mit einer Ausnahme, die eine Probengruppe charakterisiert, am stärksten ausgeprägt.

### 4.3. Struktur-Werte nach TRASK, PETTIJOHN und KRUMBEIN \*)

#### 4.3.1. Greifensteiner Sandstein (Paleozän - Mitteleozän).

Gruppe I	Gruppe II
Md = 0,28	Md = 0,16
So = 1,73	So = 1,94
Sk = 0,86	Sk = 1,04

#### 4.3.2. Altlenzbacher Schichten (Oberkreide - Quarz-Sandstein).

Gruppe I		
Md = 0,135	Md = 0,17	
So = 1,7	So = 1,6	
Sk = 1,00	Sk = 1,1	
Gruppe II		
Md = 0,37	Md = 0,63	Md = 0,47
So = 1,7	So = 1,55	So = 1,63
Sk = 0,78	Sk = 0,75	Sk = 0,6

Die ermittelten Strukturwerte stimmen mit den von G. NIEDERMEIER (18) für Flyschsandsteine östlich und südlich Steinhäusel überein.

#### 4.3.3. Schliersande (Helvet - Torton).

Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Md = 0,22	Md = 0,095	Md = 0,14
So = 1,84	So = 1,73	So = 1,82
Sk = 0,069	Sk = 1,26	Sk = 0,95
Gruppe IV (mit 2 Maxima)		
Md = 0,085	Md = 0,24	Md = 0,20
So = 1,73	So = 1,73	So = 2,30
Sk = 1,86	Sk = 3,06	Sk = 0,89

Da sämtliche Proben 2 Maxima besitzen, sagt Sk nichts aus.

\*) Bei der Berechnung der Strukturwerte aus den Summenkurven wurden aus den Kurvenscharen jeweils für das Sediment charakteristische Einzelproben, die für Probengruppen typisch sind, herausgegriffen.

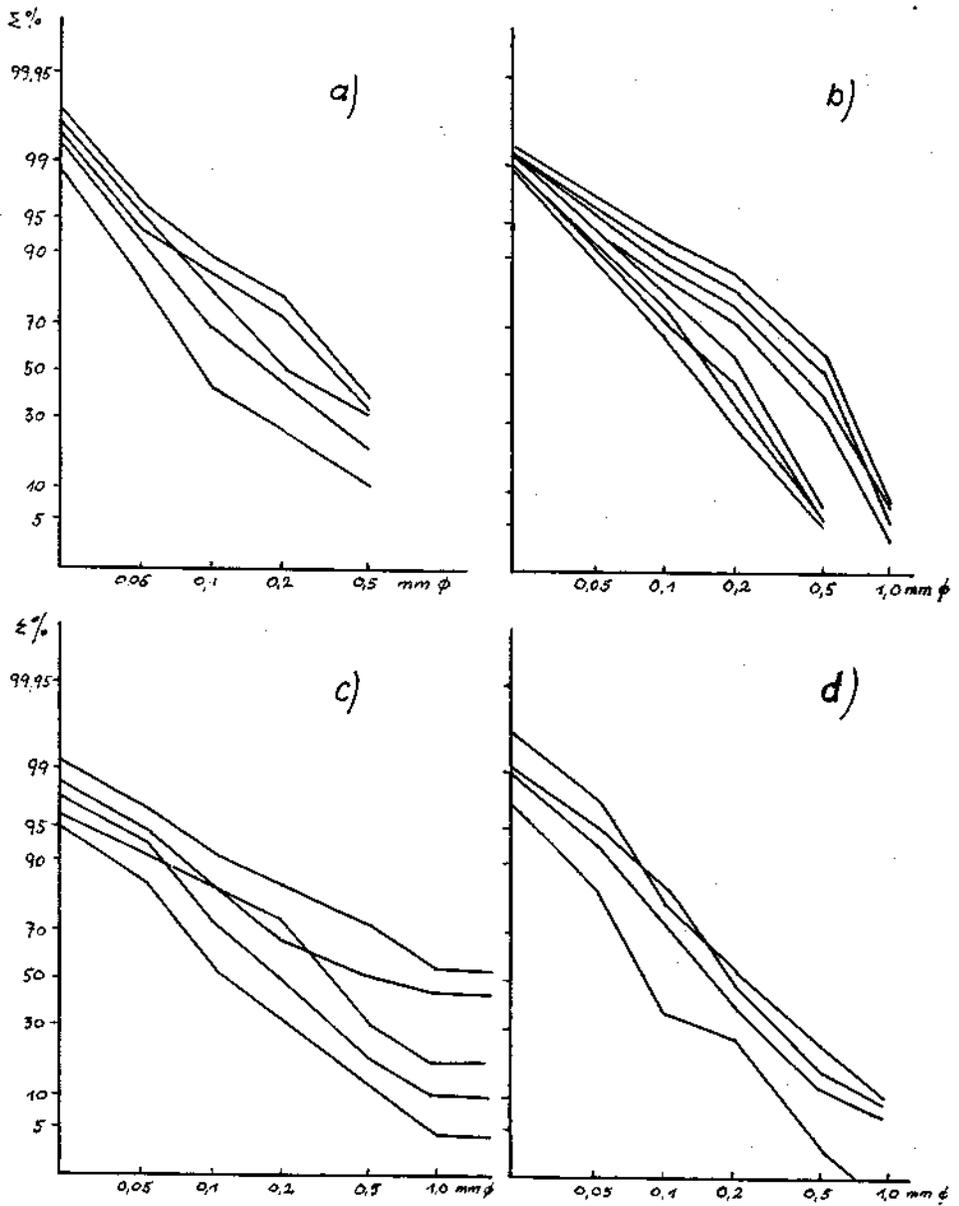


Abb. 3

Gruppe V

Probe 47 (West Chorherrn)

Md = 0,18

So = 1,30

Sk = 1,03

4.3.4. Melker Sand (Chatt-Aquitän).

Gruppe I

Md = 1,1

So = 4,16

a) Md = 0,43

So = 1,47

Gruppe II

b) Md = 0,24

So = 2,51

Gruppe III

Md = 0,28

So = 2,16

In Abb. 4 sind die beiden Strukturwerte Median und Sortierungsgrad für die untersuchten Proben auf doppellogarithmischem Papier gegeneinander aufgetragen. Deutlich unterscheiden sich die Punktverteilungen von Flyschsandstein (Greifensteiner Sandstein und Oberkreide Quarzsandstein der Altenglbacher Teildecke) Melker Sand und Schliersand.

Während bei den Flyschsandproben bei variierendem Medianwert der Sortierungsgrad relativ konstant bleibt, streuen die Punkte, die für den Melker Sand ermittelt wurden sowohl im Medianwert wie im Sortierungsgrad über einen weiten Bereich.

Der Schliersand tendiert zu kleineren Medianwerten bei einer Streuung des Sortierungsgrades von 1,5 bis 2,7. Das zur Orientierung eingetragene Rechteck läßt die Unterschiede deutlich erkennen.

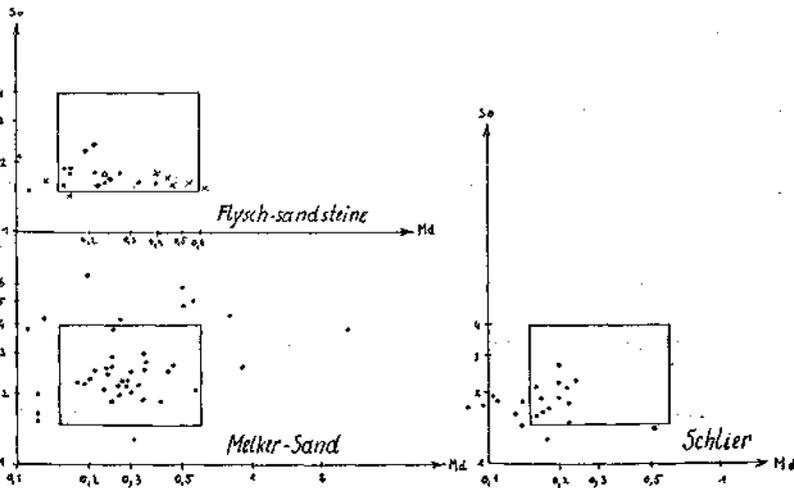


Abb. 4

## 5. Mineralogie

### 5.1. Leichtminerale

#### 5.1.1. Melker Sand:

Licht-Mikroskopische Untersuchung:

Sämtliche Fraktionen (0,5 bis 0,2, 0,2 bis 0,1, 0,1 bis 0,05) zeigen im Streupräparat fast ausschließlich Quarz. Der Quarz zeigt Gas- oder Flüssigkeitseinschlüsse. Undulöse Auslöschung konnte an Quarzen aus dem Melker Sand nicht beobachtet werden.

Selten ist Muskovit zu beobachten. Quantitativ macht der Muskovit weniger als 1% aus.

Röntgenographische Untersuchung:

Die Fraktion kleiner 0,05 bis kleiner 0,002 wurden einer Pulveraufnahme im Röntgendiffraktometer unterzogen und ergaben bis in die Fraktion kleiner 2  $\mu$  reinen Quarz.

#### 5.1.2. Schliersand

Der Quarz im Schlier zeigt im Gegensatz zum Melker Sand undulöse Auslöschung und starke Verunreinigung. Auch hier sind Einschlüsse zahlreich.

Muskovit ist reichlicher vertreten als im Melker Sand, selten Biotit.

Dazu kommen Albit, Hornstein und Karbonat. Das Karbonat zeigt häufig Druckzwillingsbildung.

#### 5.1.3. Der Ober-Kreide Quarz-Sandstein (Altlenbacher Decke)

Er ist ein durch kalzitisches Bindemittel verfestigter Quarzsandstein. Quarz zeigt Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, ist oft undulös und anomal zweiachsig. Neben Muskovit und Biotit ist Glaukonit, der authigen gebildet ist, ein charakteristischer Übergangsteil.

### 5.2. Schwerminerale

#### 5.2.1. Melker Sand:

Opaker Anteil:

Der hohe Gehalt an opaken Körnern unterscheidet das Schwermineralspektrum des Melker Sandes wesentlich von dem des Schlier-Onophora Sandes und der Oberkreide Quarz-Sandsteine der Flyschzone. Der opake Anteil überwiegt in den Melker Sanden mit meist über 50% und kann bis zu 75% der Schwerminerale ausmachen. Der Hauptanteil der opaken Körner entfällt auf Magnetit, auch Ilmenit und Pyrit sind untergeordnet vertreten.

Durchsichtige Schwerminerale:

Rutil ist meist körnig aber auch langprismatisch entwickelt, oft von Prismenflächen begrenzt (4 bis 20%)<sup>\*)</sup>.

<sup>\*)</sup> In Klammern ist der Anteil am gesamten durchsichtigen Schwermineralgehalt der Fraktion 0,1—0,05 mm festgehalten.

Apatit ist häufig idiomorph in hexagonalen Prismen (Spuren bis 9%).

Staurolith (Spuren bis 5%). Im Gegensatz zum Schwermineral-Spektrum des oberen Kreide-Quarz-Sandsteins der Flyschzone tritt der Staurolith im Spektrum des Melker Sandes stark zurück.

Granat hat meist durchbrochene Stücke mit schön ausgeprägtem muscheligen Bruch. Fast nicht gerundet, zeigen die Körner keine Einschlüsse, farbloser Granat (16 bis 30%). Im Melker Sand Probe Nr. 1 fand sich eine idiomorph ausgebildete seltene Granattracht.

Disthen ist im Melker Sand nur spärlich vertreten (unter 2%).

Tabelle 1

Schwermineralspektren aus dem Melker Sand

Melker Sd. Nr.	% op.	% M.B	% d.M.	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	St	EZ	Di	Ho	
1	74	7	19	16	16	40	8	9	6	2	2		
2	69	10	21	10	16	48	15	1	3	2			
8	55	18	27	17	4	50	10	3	10	5	2	—	Anhy- drit
12	60	11	29	10	16	52	14		7	2			
15	56	21	23	25	11	56	2	1	5		+		
16	65	16	19	30	14	34	13	+	7	2	+		
18	43	17	40	22	19	36	12	+	8	1		3	
22	68	18	14	22	7	68	1		2	+			
23(o)	64	22	14	25	13	37	22	3	9	+			
23	63	25	12	22	10	61	2	+	4	2	1		
3	300	11	60	7	30	3	3	2	1	1			
7	150	10	74	5	33	6	2	4	1				
26	160	30	84	11	42	4	3	3		1	1		
G. WOLETZ	%	%	%										
Kefermarkt	61		39			84	+		7				
Kl. Rust	29	1	70		21	5	1		9	3	61		
Karlstetten	39	1	60	19	3	8	9	3	18	13	4	15	TiMoSi 2 3 1
St. Georgen 0,2—0,1	79	4	17	4	2	47	25	2	26			2	16
St. Georgen 0,1—0,05	61		39	1	1	92	+	2	1				1
kaol. Granit	78		22	5	2	88						1	

Epidot: die unregelmäßig begrenzten Körner sind überwiegend eisenreicher Pistazit mit Pleochroismus von zitronengelb nach grünlichgelb (2 bis 10%).

Neugebildeter Anhydrit: ist im Melker Sand in der Probe Nr. 8 mit 2% vertreten.

Zirkon: hat den Hauptanteil am Schwermineralspektrum der Melker Sande und schwankt im untersuchten Gebiet zwischen 35 und 68%.

Der Zirkon ist überwiegend idiomorph ausgebildet.

Die vertretenen Trachten konnten in 8 Haupttypen gegliedert werden. Ferner wurden die an 150 Zirkonen gemessenen Längen und Breitenindizes auf einem Diagramm aufgetragen.

Turmalin: meist in trigon. Prismen seltener Bruchstücke. Da schräg zur Achse eingebettet stets deutlicher Pleochroismus (hellgraublau-tiefschwarz).

Hornblende: ist sehr selten im Melker Sand (nur in Probe Nr. 18).

Die Ergebnisse der Schwermineraluntersuchungen sind in den Tabellen 1—3 sowie in Abb. 5 in Schwermineralspektren dargestellt. Dabei ist in den beiden linken Kolonnen der Gehalt an durchsichtigen Schwermineralen dem an undurchsichtigen gegenübergestellt.

Die aus den dem Melker Sand eingelagerten Flyschbrettern gewonnenen Proben unterscheiden sich in ihren Schwermineralspektren deutlich von dem des Melker Sandes (siehe Abb. 5).

### 5.2.2. Schliersand:

#### Opaker Anteil:

Der Anteil opaker Körner tritt, im Gegensatz zum Melker Sand im Schwermineralspektrum des Schliersandes stark zurück und steigt nicht über maximal 40% des gesamten Schwermineralgehaltes an. Durchschnittlich entfallen etwa 10% der gesamten Schwerminerale auf opake Körner.

#### Durchsichtige Schwerminerale:

Rutil: ist wesentlich seltener als im Melker Sand vertreten, stets körnig und meist unregelmäßig begrenzt (2 bis 10%).

Apatit: meist unregelmäßig begrenzt und oft gut gerundet (Sp bis 3%).

Disthen: ist häufiger als im Melker Sand und kann bis zu 15% des durchsichtigen Schwermineralgehaltes ausmachen.

Staurolith: ist durchgehend mit 2 bis 5% vertreten.

Granat ist das Hauptschwermineral des Schlierspektrums und kann bis zu 89% der vertretenen Schwerminerale erreichen. Die Oberfläche ist meist rau, seltener ist muscheliger Bruch zu beobachten. Die unregelmäßige Oberfläche (löchrig, uneben) dürfte durch Humussäure-Ätzung hervorgerufen worden sein. Der Granat des Schlierspektrums ist im Gegensatz zu dem im Flysch durchgehend farblos.

Zirkon: ist wesentlich seltener und in der Variation der Trachten einförmiger als im Melker Sand (1 bis 7%).

Hornblende: ist im Gegensatz zu Melker Sand und Flysch mit bis zu 18% reichlicher vertreten (1 bis 18%).

Sillimanit: ist nur in einer Probe mit 1% vertreten.

Tabelle 2

#### Schwermineralspektren aus dem Schlier

Schlier Probe Nr.	op	MB	dM	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	EZ	St	Di	Ho	Sil
41	5	8	87	81	2	3	1		2		+	8	
42	39	7	54	32	10	7	12	2	15	7	15	+	
45	12	3	85	69	3	4	2	2	7	3		5	
48	7	4	89	86	2	1	1		6	3	+	1	
49	8	12	80	81	2	3	1	2	7	2	1	1	
51	10	22	68	87	2	2	2	+	3	1	1	3	1
52	10	18	72	74	2	1	1		7	6	4	5	
54	20	34	46	89	3	2	1	3	2				
46	25	85	112	100	2	2	2	4	2				
50	15	75	180	150	4	6	3		5			18	
55	20	5	142	100	3	6	3	3	15	4	1	7	

### 5.2.3. Flysch (Ober-Kreide Quarz-Sandstein)

#### Opaker Anteil:

Der Anteil opaker Körner ist nur geringen Schwankungen unterworfen und macht durchschnittlich 25 bis 30% aus. Der Hauptanteil fällt auf Magnetit.

ÜBERSICHT ÜBER DIE VERTEILUNG  
DER SCHWERMINERAL-HISTOGRAMME

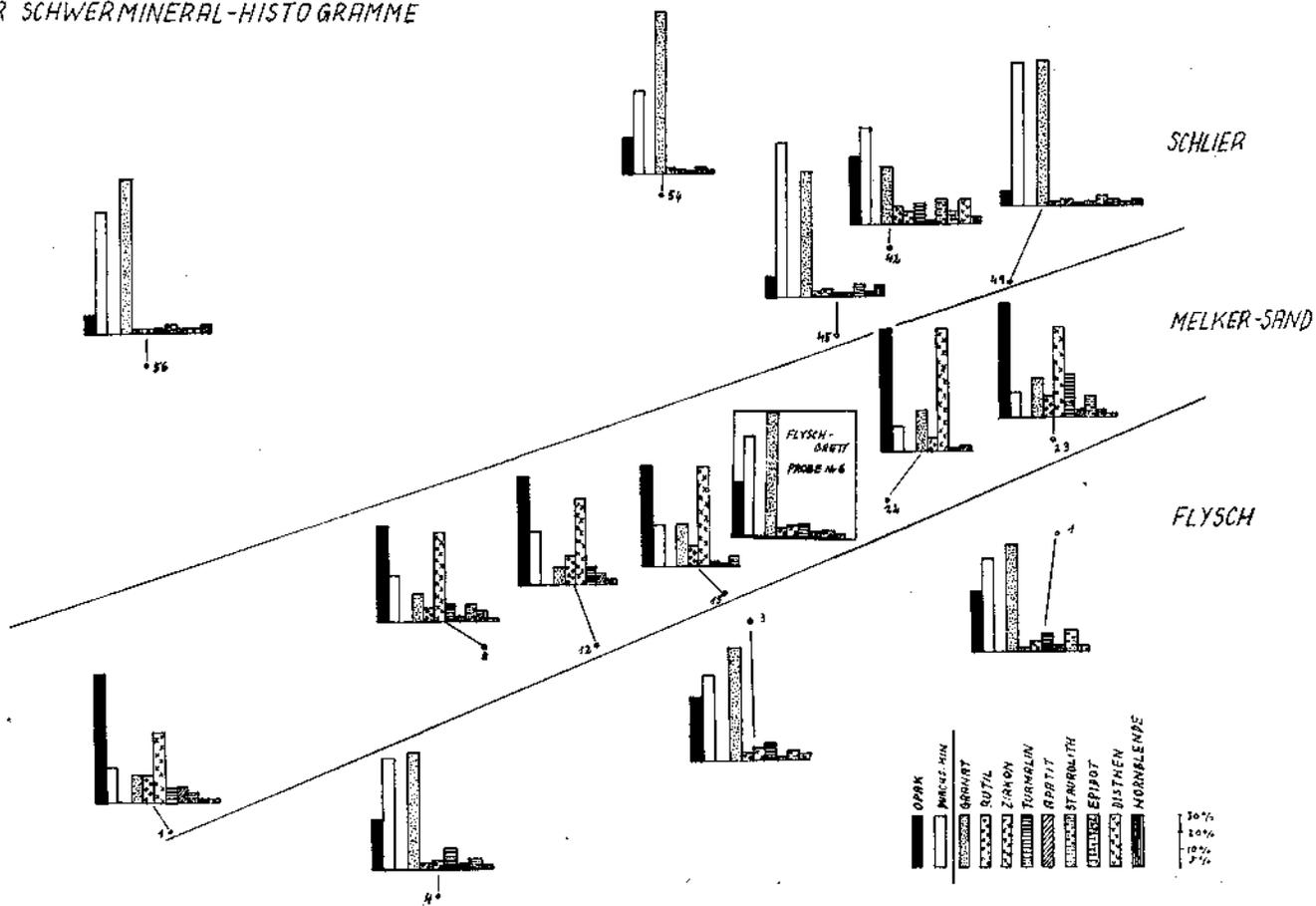


Abb. 5

Durchsichtige Schwerminerale:

Rutil: ist ähnlich dem Rutil im Schlierspektrum meist körnig selten zeigen die oft nur schwach gefärbten Körner Längserstreckung.

Apatit: ist im Flysch im Gegensatz zum Schlier öfters idiomorph ausgebildet.

Disthen: ist regelmäßig in einer Häufigkeit von 1 bis 3% (vergleiche Schlier bis 15%) vertreten.

Staurolith: ist im Schwermineralspektrum des Flysch Ober-Kreide Quarz-Sandsteins im Vergleich zu den anderen untersuchten Sanden reichlicher vertreten und kann im Gegensatz zum Spektrum aus Melker Sand und Schlier bis 15% der durchsichtigen Schwerminerale ausmachen.

Granat: Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Schwermineralspektrum des Flyschsandsteins der oberen Kreide und dem des Schliersandsteins besteht im Auftreten blaßrotlich bis intensiv rosa, aber auch grünlich gefärbter Granate im Flyschspektrum. Diese treten zwar in ihrer Häufigkeit den farblosen Individuen gegenüber zurück — auf die gefärbten Granate entfallen etwa 10 bis 15% des gesamten Granatgehaltes — sind aber regelmäßig zu beobachten. Die Häufigkeit des gesamten Granates variiert im Flyschspektrum zwischen 60 und 72%.

Zirkon: tritt in meist teilweise gerundeten Körnern auf. Selten sind idiomorphe Kristalle, die dann langprismatisch gestreckt sind. Der Zirkon aus dem Flysch zeigt öfters Zersetzungserscheinungen.

Turmalin: ist im Schwermineralspektrum des Flysch verhältnismäßig häufig (um 8%) und kann in der Häufigkeit an die 2. Stelle treten (1. = Granat). Öfters zeigen die trigonalen Prismen Begrenzung durch Pyramiden-Flächen.

Hornblende: ein weiterer Unterschied zwischen Schlier- und Flyschspektrum ist das Fehlen bzw. nur spurenhafte Auftreten der blaugrünen Hornblende im Flyschspektrum. Im Gegensatz zum Schlier ist die Hornblende im Flysch meist unter 1% vertreten.

Epidot: fehlt im Flyschspektrum und unterscheidet dieses dadurch wesentlich von den Spektren des Melker Sandes und Schliers.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam G. NIEDERMEIER (18).

Tabelle 3

Probe Nr.	Schwermineralspektren aus dem Flysch										
	op	Mb	dM	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	St	Di	Ho
1	35	14	51	60	2	6	10	3	17	3	—
2	28	9	62	59	15	15	3	+	8	2	—
3	36	15	48	63	5	7	10	2	12	3	1
4	30	10	60	65	3	4	11	3	10	2	+
5	21	12	67	71	6	4	9	2	6	1	+
6	30	14	56	70	5	7	7	+	7	+	
7	26	27	46	72	2	4	8	2	10	1	
1 (0,2—0,1 mm)	10	37	20	14		3	1	2			
3 (0,2—0,1 mm)	25	70	53	35	2	10	2	3	1		

Tabelle 4

Variations-Bereich der Prozentwerte in den verschiedenen Sanden

	op	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	EZ	St	Di	Ho
Melker Sand	43—74	10—30	4—19	34—68	1—22	0—9	2—10	0—5	0—2	0—2
Schliersand	5—39	32—89	2—10	1—7	1—12	0—3	2—15	0—7	0—15	1—8
Flysch Sandstein	20—36	59—72	2—15	4—15	3—11	0—3		5—18	1—3	0—1

## 6. Sedimentologie

Der Verlauf der Häufigkeitskurven bei den verschiedenen Sanden bedarf einer sedimentologischen Interpretation. Diese kann naturgemäß nur einen bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad besitzen. Das wichtigste Charakteristikum eines Sediments ist mit den TRASK-PETTIJOHN-KRUMBEIN-Werten, die uns die statistische Verteilung des Kornes erkennen lassen, die Anzahl der Maxima, die in einem Sediment vertreten sind. Ihre Interpretation gibt uns Aufschluß über die Sedimentogenese, das sind die Entstehungsbedingungen des Sediments. Zwei wichtige Faktoren bedingen die endgültige Struktur des Sediments.

1. Die Struktur des Muttergesteins
2. Die hydrodynamischen Transportverhältnisse.

Die Struktur eines Sediments ist maßgebend von der des Muttergesteins sowie durch die Verwitterungsstruktur desselben bedingt. Ist das Muttergestein grobkörnig und wird in die einzelnen Kornanteile zerlegt, so entsteht ein grober, schlecht sortierter Sand. Die Sandkörner sind größtenteils monomineralisch nur in den groben Fraktionen lithisch. Bei der Deutung der 2 Maxima im Verlauf der Häufigkeitskurven bei den Melker Sanden — die mineralogische Untersuchung der Melker Sande ergab in allen Fraktionen bis zu 0,002 mm einen reinen Quarzsand — wäre es möglich, Quarze verschiedener Herkunft z. B. aus Granit und Gneis heranzuziehen. Diese Möglichkeit wurde in Betracht gezogen und das entsprechende Korn genau auf seine Form hin untersucht. Denn Quarze aus Graniten haben meist Formen der ZINGG-Klasse III (= Würfel-form), während bei Gneisen der Quarz durch einseitige mechanische Beanspruchung Formen der ZINGG-Klassen I und II (länglich und flach) annimmt.

Die Untersuchung ergab jedoch die gleiche Kornform für die Quarzkörner der beiden Maxima. Blicke noch die Deutung einer Herkunft der Quarze von zwei verschiedenen Graniten offen.

TROWBRIDGE und SHEPARD (28) stellten bei einer Untersuchung von 64 Proben aus der Massachusetts Bay ein regelmäßiges Minimum im Korngrößenbereich 2 bis 1 mm fest. Sie erklärten dieses Minimum mit einer verschiedenen Transportfähigkeit der Sturmwellen und der sanften Küstenwellen.

### 6.1. Sedimentologische Interpretation der GAUSS-Kurven

#### 6.1.1. Flyschsandsteine

Greifensteiner Sandstein und Quarzsandstein aus der Oberen Kreide der Altenglischer Teidecke.

Die nachstehenden Interpretationen folgen im Wesentlichen den Untersuchungen von K. H. SINDOVSKI (24), die an rezenten Sanden verschiedener Sedimentationsbereiche gemacht wurden.

Die Verteilung der Summenperzentwerte im GAUSS'schen Wahrscheinlichkeitsnetz entspricht beim Greifensteiner Sandstein dem des Marinen Schelf-

bereiches, der sich von der Strandzone bis etwa 200 m Tiefe erstreckt. Die hier abgelagerten Sedimente haben meist unter Einwirkung von Strömungen und zum Teil auch noch der Brandung gestanden. Die Kornkurven entwickeln sich teils aus den steilen Strandsandkurven, teils haben sie Ähnlichkeit mit den in ruhigem Wasser sedimentierten Watt-Sanden. Die Annahme von Strömungen im Sedimentationsbereich der Flyschsande wird noch dadurch erhärtet, daß deutliche Übergänge zum ästuarischen Bereich im Verlauf der Wahrscheinlichkeitskurve bestehen.

### 6.1.2. Schliersande

Die Verteilung der aus dem Schlier untersuchten Proben entspricht einer Kombination von lakustren Strandsanden und Sanden des marinen Schelfbereiches.

Eine Trennung von Schliersand und Oncophora-Sanden im untersuchten Bereich war nicht möglich, sie zeigen im wesentlichen gleichen Verlauf.

### 6.1.3. Melker Sande

Der Anstieg der Verteilungskurve im GAUSS'schen Wahrscheinlichkeitsnetz liegt bei den Melker Sanden zwischen 20 und 30°. Der Interpretation von SINDOVSKI (24) nach, fallen die Melker Sande in den Bereich der Reliktsande aus dem marinen und limnischen Bereich. Die relativ geraden flachen Kurven aus dem marinen Bereich haben einen Anstiegswinkel von 30°, die aus dem limnischen einen Anstieg von 20 bis 25°.

Reliktsande sind Sande, bei denen durch Erosion infolge überhöhter Strömungsgeschwindigkeit feinere Fraktionsgruppen entfernt wurden. Ihre Kornkurven haben daher eine flache, gestreckte Form und deuten auf sehr schlechte Sortierung.

Ebenfalls sehr schlechte Sortierung zeigen auch verschiedene Flußsande. Bei dem Versuch, die Melker Sande genetisch zu deuten, besteht, da sich die Kurventypen im Melker Sand überlagern, die Möglichkeit einer Kombination von Fluß- und Meerestransport mit nachfolgender Erosion.

## 6.2. Die sedimentologische Interpretation der Punktverteilung im Passegiadiagramm

Nach R. PASSEGA (21) sind die Werte für die Korndurchmesser bei 1  $\Sigma\%$  sowie der Mediandurchmesser bei 50  $\Sigma\%$  charakteristisch für den Ablagerungsvorgang der Sedimente. Auf doppellogarithmischem Papier aufgetragen ergeben sie für verschiedene Sedimentationsbereiche typische Punktverteilungen.

### 6.2.1. Oberkreide-Quarzsandstein der Altlengbacher Flyschteildecke

Die parallel zu der C—M-Linie angeordneten Punktlagen weisen auf eine Ablagerung aus Trübungsströmungen (turbidity currents). Die erzielten Ergebnisse stimmen mit den von PASSEGA aus den Werten von PH. D. KUENEN (15) übernommenen künstlichen und rezenten turbidity currents überein.

## 6.2.2. Greifensteiner Sandstein und Melker Sand

Die Punktverteilungen im C-M-Diagramm, wie sie der Greifensteiner Sandstein und der Melker Sand zeigen, sind aus folgenden Sedimentationsräumen bekannt:

Lagunen, Seen, Meeresbuchten und Muldenzonen im Kontinentalschelf.

Die Verteilung der Punkte im C-M-Diagramm entspricht einem Sediment, das in ruhigem Wasser abgesetzt wurde.

In Sedimentationsräumen, in denen das Wasser am Grunde nicht bewegt ist, ist ein starkes Streuen der Punkte im C-M-Diagramm zu beobachten. Die Sedimente enthalten, da keine Strömungen sortierende Wirkung haben, eine Vielzahl von Korngrößen, die einen schlechten Sortierungsgrad bedingen.

Der Melker Sand weist mit seiner Streuung gegen das grobe Korn und der Konzentration bei den feineren Korngrößen sowie in der zunehmenden Sortierung mit steigender Korngröße einen deutlichen Übergang zum Küstensediment auf.

## 6.2.3. Der Schliersand

Die Punktanordnung der Proben aus dem Schliersand ergab eine Verteilung, die dem „Küstenbereich“ entspricht.

Die Verteilung der Punkte im C-M-Diagramm ist bei diesem Sedimentationsbereich sehr groß und kann oft langgestreckt sein, da Meeresströmungen, ähnlich den Flußströmungen, eine parallel der C-M-Linie gestreckte Flächenverteilung ergeben.

## 6.3. Kornform und Mineralzusammensetzung

Die gute bis sehr gute Rundung, die Quarzkörner der Fraktion  $> 2$  mm im Melker Sand aufweisen, lassen auf eine lange Transportstrecke schließen.

Gute Rundung ist bei einem Korn nach 30% Gewichtsverlust, das entspricht einer ungefähren Transportlänge von 200 bis 300 km zu erwarten.

Um für reine Quarzkörner mit 2 bis 4 mm Durchmesser einen Abrundungsgrad, wie er im Melker Sand anzutreffen ist, zu erhalten, ist eine Transportlänge von größenordnungsmäßig 300 km nötig (30).

Die mechanische Zerkleinerung eines Minerals wird besonders dann sehr weitgehend sein, wenn mehrere Spaltbarkeiten vertreten sind, wie dies beim Feldspat der Fall ist. Die Reife eines Sediments wird daher durch das Verhältnis von Quarz zu Feldspat in 10 Graden gemessen (22).

Der Melker Sand könnte nach diesen Überlegungen folgendermaßen interpretiert werden:

40 bis 20%	20 bis 10%	10 bis 5%	5 bis 2,5%	2,5 bis 1,25%
50 km	100 km	150 km	200 km	250 km
		1,25 bis 0,6%		
		300 km		

Diese Transportstrecke würde nach dem von MACKIE und PLUMLEY (17) beobachteten Feldspatverlust von 50 % bei 50 km Transport den ursprünglich vorhandenen Feldspat durch Abnutzung aufbrauchen und einen reinen Quarzsand, wie er im Melker Sand vorliegt, ergeben. Der Melker Sand wäre somit ein Strand-sand, dessen Aufbereitung einem Flußtransport von ca. 300 km entspricht. Stammt der Melker Sand von der Böhmisches Masse ab, so wäre es möglich, daß die nötige Transportstrecke von 300 km marin durch oftmaliges hin- und herrollen zurückgelegt wurde. Ein Teil dieser Abnutzung könnte auch durch Flußtransport erfolgt sein.

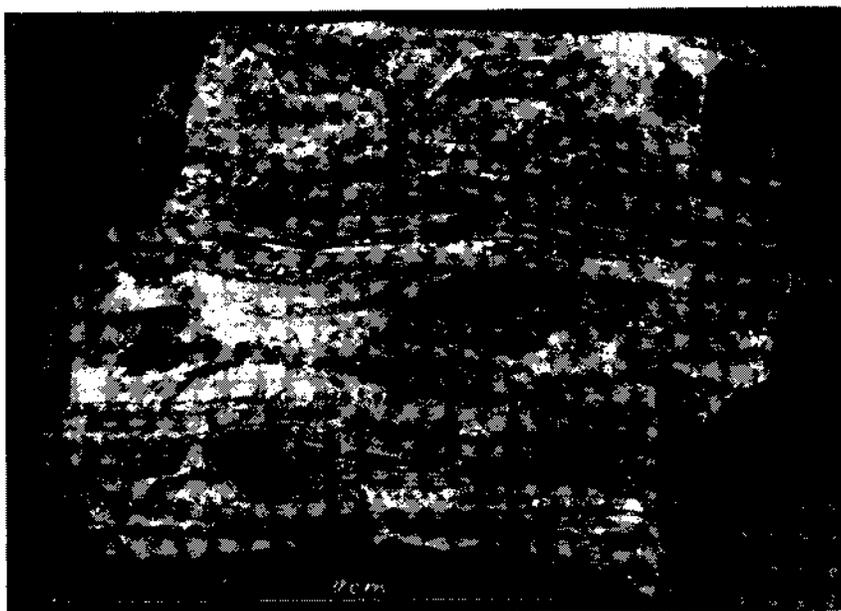


Abb. 6

#### 6.4. Sedimentäre Strukturen

Im Gegensatz zum Melker Sand, der im untersuchten Gebiet keine sedimentären Strukturen aufwies, zeigt der Schlier-Streifensand oft schon im Handstück feine Wechsellagerungen und Kreuzschichtungen (Abb. 6). Die rege Wechsellagerung und Kreuzschichtung ist nach TVENHOFEL (29) für ein Sediment, das in der Gezeitenzone abgelagert wurde, charakteristisch.

#### Literatur

- (1) ABERER, F.: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, Bd. 50, Wien 1958.
- (2) BRAUMÜLLER, E.: Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdölzeitschrift 77. Jg., Wien 1961, H. 11, S. 509.
- (3) BRIX, F.: Chemische und physikalische Hilfsmittel zur stratigraphischen Gliederung fossil- armer Schichten mit Beispielen aus der Molassezone bei Tulln. — Erdölzeitschrift 76. Jg., Wien 1960, H. 8, S. 249.

- (4) BRIX, F.: Beiträge zur Stratigraphie des Wienerwaldflysches auf Grund von Nannofossilfunden. — Erdölzeitschrift 77. Jg., Wien 1961, H. 3, S. 89.
- (5) BRIX, F.: Beiträge zur Geologie der Flyschzone um Wien. — Vortrag, Wien 1964.
- (6) BRIX, F., u. GÖTZINGER, K.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG. in der Molassezone Niederösterreichs in den Jahren 1957—1963, Teil I: Zur Geologie der Beckenfüllung, des Rahmens und des Untergrundes. — Erdölzeitschrift 80. Jg., Wien 1964, H. 2, S. 57.
- (7) FÜCHTBAUER, H.: Die Schüttungen im Chart und Aquitan der deutschen Alpenvorlandmolasse. — Ecl. Geol. Helvetiae Vol. 51/3, Basel 1958, 5e Congres international de Sedimentologie.
- (8) GÖTZINGER, G., u. VETTERS, H.: Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogl, seine Abhängigkeit vom Untergrund in Gesteinsausbildung und Gebirgsbau. — Jb. G.B.A., 73. Bd., Wien 1923, S. 1.
- (9) GÖTZINGER, G., u. EXNER, CH.: Kristallingerölle und -scherlinge des Wienerwaldflysches und der Molasse südlich der Donau. — KOBER-Festband, Skizzen zum Antlitz der Erde, Verlag Hollinek, Wien 1953, S. 81.
- (10) GRILL, R.: Aufnahmen 1955 auf den Blättern Krems a. d. Donau (38), Obergrafendörf (55) und St. Pölten (56). — Verh. G.B.A., Wien 1956, H. 1, S. 42.
- (11) GRILL, R.: Über den geologischen Aufbau des Außeralpinen Wiener Beckens. — Verh. G.B.A., Wien 1958, H. 1, S. 44.
- (12) HAYR, K.: Die Molasse des Alpenvorlandes zwischen Pielachtal und Kirchstetten. — Verh. G.B.A., Wien 1946, H. 1, S. 49.
- (13) KAPOUNEK, J., KRÖLL, A., PAPP, A., & TURNOVSKY, K.: Die Verbreitung von Oligozän, Unter- und Mittelmiozän in Niederösterreich. — Erdölzeitschrift 81. Jg., Wien 1965, H. 4, S. 109.
- (14) KRÖLL, A., & WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau 1. — Erdölzeitschrift 83. Jg., Wien 1967, H. 10, S. 342.
- (15) KUENEN, PH., H.: Turbidity currents as a major factor in flysch deposition. — Ecl. Geol. Helv. Vol. 51/3, Basel 1958, S. 1009—1021.
- (16) KÜPPER, I.: Vorkommen von *Miogypsina (Miogypsinoidea) complanata* SCHLUMBERGER im Chart der Tiefbohrung Kirchham 1. — Erdölzeitschrift 82. Jg., Wien 1966, H. 7, S. 295.
- (17) MACKIE, WM.: The principles that regulate the distribution of particles as illustrated by the sandstones of the northeast of Scotland. — Edinb. Geol. soc. Trans. Vol. 11, Edinburgh 1923, p. 138.
- (18) NIEDERMAYR, G.: Beiträge zur Sedimentpetrographie des Wienerwaldflysches. — Verh. G.B.A., Wien 1966, H. 1/2, S. 106.
- (19) PAPP, A., TOURNOVSKY, K.: Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau. — Verh. G.B.A., Wien 1961, H. 1, S. 19.
- (20) PAPP, A., in Zusammenarbeit mit GRILL, R., JANOSCHEK, R., KAPOUNEK, J., KOLLMANN, K., & TURNOVSKY, K.: Zur Nomenklatur des Neogen in Österreich. — Verh. G.B.A., Wien 1968, H. 1, S. 9.
- (21) PASSEGA, R.: Texture as a characteristic of clastic deposition. — Bull. of the Am. Ass. of Petr. Geol. 1957/7.
- (22) PETTJOHN, F. J.: Sedimentary Rocks. — 1. Auflage, Harper & Brothers, New York 1948.
- (23) PREY, S.: Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (NO). — Jb. G.B.A., 100. Bd., Wien 1957, H. 2, S. 299.
- (24) SINDOVSKY, K. H.: Die synoptische Methode des Kornkurvenvergleiches zur Ausdeutung fossiler Sedimentationsräume. — Geol. Jb., Bd. 73, Hannover 1957.
- (25) SPENGLER, E.: Die Flyschzone und die Klippenzone in Niederösterreich südlich der Donau. — in: SCHAFFER, F. X.: Geologie von Österreich, Verlag Franz Deuticke, Wien 1951, S. 405.
- (26) THENIUS, E.: Wirbeltierfunde aus der paläogenen Molasse Österreichs und ihre stratigraphische Bedeutung. — Verh. G.B.A., Wien 1960, H. 1, S. 82.
- (27) TRASK, D.: Origin and environment of source sediments. — Gulf Publishing Co. Houston, Texas 1932, p. 71.
- (28) TROWBRIDGE, A. C., & SHEPARD, F. P.: Sedimentation in Massachusetts Bay. — Journ. Sed. Petrology, Vol. 2, 1932, p. 29.

- (29) TVENHOFEL, W. H.: Principles of Sedimentation. — Mc.-Graw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 2. Edition 1950, p. 542. Structural features of sedimentary origin.
- (30) WENTWORTH, C. K.: Pebble wear on Jarvis Island beach. — Wash. Univ. Studies Sci. and Techn. new series No. 5, Washington 1931, p. 11.
- (31) WIESENER, H.: Petrographische Analyse der Sedimentationsabfolge in der nordalpinen Saumtiefer Ober- und Niederbayerns. — N. Jb. Min., Abhandl. 88. Bd., Stuttgart 1943, S. 157.
- (32) WOLETZ, G.: Bericht über sedimentpetrographische Arbeiten im Jahre 1958. — Verh. G.B.A., Wien 1959, H. 3, S. A 125.

P. LEONARDI und Mitarbeiter:

### Le Dolomiti. Geologia dei monti tra Isarco e Piave

A cura del Consiglio nazionale delle ricerche e della Giunta provinciale di Trento, 1967, zwei Bände, Vol. I und II, nebst einer Kartentasche.

Buchbesprechung von G. ROSENBERG.

Als Krönung seines Lebenswerkes, der Erforschung der Dolomiten, war es Maestro LEONARDI gönnnt, dieses monumentale Werk herauszubringen.

Fast ein Jahrhundert nach dem genialen Wurf der „Dolomitriffe“ von MOJSISOVICS besitzen wir nun wieder eine Monographie der gesamten Dolomiten, nach dem heutigen Stande der Forschung.

An Stelle der zwei Mitarbeiter, die MOJSISOVICS damals hatte, und die kaum in den Vordergrund traten, steht LEONARDI heute ein ganzer Stab von Forschern mit verschiedenartigen Interessengebieten zur Verfügung, die nach ihren Beitragsgebieten geordnet aufscheinen.

Der erste Band behandelt die Erforschungsgeschichte, die Geographie, den stratigraphischen Aufbau und die Tektonik der Dolomiten.

Gerührt betrachtet man im ersten Kapitel die Faksimili der Eintragungen RICHTHOFENS (1856) und MOJSISOVICS' (1875) im Gästebuch des „Nave d'Oro“ in Predazzo (das ich noch gekannt habe), und die Wiedergabe eines guten Photos von MOJSISOVICS, sichtlich in seinen jüngeren Jahren.

Das zweite Kapitel dient der Oro- und Hydrographie.

Mit dem dritten, von der kristallinen Basis handelnd, beginnt die Beschreibung des Schichtenbaues.

Das vierte, „Conglomerato basale“, nur mehr in Parenthese an den „Verrucano“ der Alten erinnernd, setzt sich, besonders auch auf Grund der neuen Forschungen DAL CINS, mit diesem schwierigen Thema sehr ausführlich auseinander, ohne auf die Konfusion der Namensgebungen einzugehen. Die Klastika über den Vulkaniten werden dem Grödener Komplex zugezählt.

Für Fernerstehende sei wiederholt, daß sich die Klastika-Lagen unmittelbar über dem Kristallin als fluvo-torrenziale Festlandsbildungen erwiesen haben. Ihr doch stark brecciöser Charakter findet keinerlei namentlichen Ausdruck.