

## Lithostratigraphische Untersuchungen an jungtertiären Molassesedimenten am Nordrand der Taufkirchener Bucht (Oberösterreich)

Von STEFAN SALVERMOSER & WILFRIED WALSER\*)

Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen

*Oberösterreich  
Molassezone  
Obere Süßwassermolasse  
Süßbrackwassermolasse  
Innviertler Gruppe  
Sedimentpetrologie  
Lithostratigraphie  
Schwermineralanalyse  
Tonmineralanalyse*

*Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 12, 13, 29, 30*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	135
Abstract .....	136
1. Einleitung .....	136
2. Geologischer Überblick .....	136
3. Sedimentpetrologische Methoden .....	136
3.1. Schwermineralanalyse .....	136
3.2. Tonmineralanalyse .....	137
3.3. Differential-Thermo-Analyse .....	137
3.4. Chemische Analyse .....	138
4. Schichtenfolge .....	138
4.1. Tongrube bei Zwickledt .....	138
4.2. Rittsteiger Schichten .....	139
4.3. Liegendsande .....	140
4.4. Pitzenberg-Schotter .....	141
4.5. Steinberg-Schotter .....	143
4.6. Schotter von Asing .....	144
5. Schlußfolgerungen .....	145
Dank .....	146
Literatur .....	146

### Zusammenfassung

In einem etwa 90 km<sup>2</sup> umfassenden Gebiet nordöstlich von Schärding, am Nordrand der Taufkirchener Bucht (Oberösterreich) konnte für die petrographisch bisher noch kaum untersuchten tertiären Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSM) mit Hilfe verschiedener sedimentpetrologischer Untersuchungen eine neue lithostratigraphische Gliederung erarbeitet werden.

Diese Gliederung umfaßt als tiefste Einheit die Rittsteiger Schichten (Oberes Ottnangien bis Karpatien) die als Stillwasserablagerungen in Randsenken am Südrand des Moldanubikums sedimentiert wurden. Die limnisch-fluviatilen Pelite von Zwickledt können aufgrund ihrer Lithologie mit den limnischen Süßwasserschichten (Oberes Ottnangien) im östlichen Niederbayern korreliert werden. Sie bilden die limnischen Äquivalente der brackischen Oncophora-Schichten.

Eine wesentliche Neugliederung stellt die Unterteilung der mittel- bis obermiozänen grobklastischen Ablagerungen in drei sich deutlich voneinander unterscheidende Einheiten dar. Als älteste Einheit treten dabei die Liegendsande (Karpatien bis oberes Badenien) auf, die lokal infolge der Zusammenschwemmung von Zersatzdecken des Moldanubikums entstanden sind. Darüber folgt der alpin geschüttete Pitzenberg-Schotter (Oberes Badenien bis tieferes Sarmatien), der einer intensiven postsedimentären Kaolinverwitterung ausgesetzt war und infolgedessen einen ausgesprochenen Restschottercharakter aufweist. Es bestehen deutliche Übereinstimmungen mit dem Quarzrestschotter Ostniederbayerns. Aufgrund vergleichbarer Lithologie ist der Steinberg-Schotter mit dem Pitzenberg-Schotter zu korrelieren, obwohl ihre Schotterbasen infolge tektonischer Verstellungen mit Sprunghöhen von bis zu 50 m deutlich differieren. Bei der Bildung der Schotter von Asing (Oberes Sarmatien bis Pannonien), der die jüngste Einheit bildet, hat eine primäre moldanubische Schüttung den älteren Pitzenberg-Schotter mitaufgearbeitet. Dieser Bildungsmechanismus stellt eine Äquivalenz zur Mischserie im östlichen Niederbayern dar.

\*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Geol. STEFAN SALVERMOSER, Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie, Universität München, Luisenstraße 37, D-8000 München; Dipl.-Geol. WILFRIED WALSER, Buchauerstr. 77, D-7953 Bad Schussenried.

# Lithostratigraphic Investigations of Younger Tertiary Molasse Sediments on the Northern Border of the Taufkirchener Bucht (Upper Austria)

## Abstract

A new lithostratigraphic concept is introduced concerning the tertiary sediments of the Obere Süßwassermolasse. The area of investigation covers about 90 km<sup>2</sup> at the northern border of the Taufkirchener Bucht (Upper Austria).

The lowerst stratigraphic unit comprises the Rittsteiger Schichten (Upper Ottnangien to Karpatien), that are quiet-water sediments filled in marginal depressions at the southern border of the Bohemian Massif. The limnic-fluvial clays of Zwickledt are correlated to the Limnische Süßwasserschichten (Upper Ottnangien), that are spread in the eastern part of Lower Bavaria, because of their lithologic conformity. They represent the limnic equivalents of the brackish Oncophora-Schichten.

An essential classification is the division of the Middle- to Upper Miocene coarsegrained sediments in three well distincted units. The oldest unit are the Liegendsande (Karpatien to Upper Badenien) which are originated in a local depositional system. The detrital source is to find in weathered metamorphic rocks of the Bohemian Massif. Next unit is the Pitzenberg-Schotter (Upper Badenien to Sarmatien). It was submitted to an extensive weathering and kaolinization that lead to the same depositional history as shown in the Quarzrestschotter of Lower Bavaria. The Steinberg-Schotter is correlated with the Pitzenberg-Schotter because of lithologic consent. The basic surface between the gravel deposits differ of about 50 m in consequence of a tectonic shift. The third unit is the Schotter of Asing (Upper Sarmatien to Pannonien). Its mechanism of formation, equal to the Mischserie of Lower Bavaria is a debris pour of moldanubic origin that had reworked the older Pitzenberg-Schotter.

## 1. Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt südöstlich des Zusammenflusses von Inn und Donau und gehört landschaftlich zu dem zwischen Schärding und Eferding gelegenen Sauwald (Oberösterreich). Im Rahmen von Diplomkartierungen und Diplomarbeiten der beiden Autoren wurde ein Gebiet mit einer Gesamtfläche von ca. 90 km<sup>2</sup> bearbeitet. Es umfaßt Teile der Kartenblätter Passau (12), Schärding (29), Enghartzell (13) und Neumarkt i.H. (30).

Die tertiären Sedimente, die großteils als isolierte Sedimentdecken dem Kristallin der Böhmisches Masse auflagern, wurden von früheren Bearbeitern des Gebietes wie F. WIESER (1964), G. FUCHS & O. THIELE (1968) und O. THIELE (1987) nur grob kartiert. Eine detaillierte, jedoch nicht flächendeckende Kartierung liegt von W. FUCHS (1965) vor.

In dieser Arbeit wurden die Sedimente im Gelände, zum Teil unter Einsatz des Bohrstockes, genau auskartiert und durch Schwermineralanalyse, Tonmineralanalyse (R.D.A. und D.T.A.), chemische Analyse (R.F.A.), Korngrößenanalyse und lichtmikroskopische Untersuchungen lithologisch charakterisiert und gegeneinander abgegrenzt. Die chronostratigraphische Einordnung der Sedimente erfolgte unter anderem durch Vergleiche mit den bisher besser untersuchten Vorkommen im östlichen Niederbayern. Erschwerend für diese Arbeit war das Fehlen durchgehender Profile, in denen Abfolgen zweier oder mehrerer Formationen geschlossen auftreten. Außerdem kommen die Sedimente einerseits, wie z.B. die Liegendsande, nur in einem sehr lokalen Rahmen vor während sie andererseits, wie z.B. die Pitzenberg-Schotter, in einem größeren regionalen Zusammenhang auftreten.

Es soll hiermit also das Konzept einer neu erarbeiteten lithostratigraphischen Feingliederung im behandelten Raum dargestellt werden.

## 2. Geologischer Überblick

Geologisch liegt das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich zwischen dem Kristallin der Böhmisches Masse im Norden und der Oberösterreichischen Molasse-

zone, deren Sedimente von der Taufkirchener Bucht aus, auf das kristalline Grundgebirge übergreifen.

Im nördlichen Teil des behandelten Raumes bildet das kristalline Grundgebirge eine Hochfläche, der nur noch isolierte Sedimentdecken aufliegen (Abb. 1). Diese limnisch-fluviatilen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSM) wurden bei zunehmender Verlandung vom Karpatien bis Pannonien, in der "Nachphase" der eigentlichen Molassezeit, abgelagert. Sie stellen einerseits Relikte der jungtertiären grobklastischen Schüttungen aus dem Alpenraum dar, andererseits handelt es sich um limnisch-fluviatile Sedimente moldanubischer Herkunft.

Im Süden des Arbeitsgebietes, im nördlichsten Teil der Taufkirchener Bucht, treten weit nach Norden, auf das Kristallin der Böhmisches Masse vorstoßende, untermiozäne Sedimente des Ottnangiens auf. Hier kamen neben Grobsanden (Fossilreiche Grobsande) hauptsächlich Tonmergel der Innviertler Gruppe unter flachmarinen Bedingungen zur Ablagerung. Infolge einer den gesamten oberösterreichischen und niederbayerischen Raum erfassenden Regression wurden im oberen Ottnangien außerdem Schichten der Süßbrackwassermolasse (SBM) abgelagert, von denen aufgrund der starken Erosion aber nur noch geringe Reste erhalten geblieben sind. Im westlich angrenzenden Niederbayern sind die brackischen Schichtfolgen sowie die klastischen Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) noch vollständiger erhalten als in Oberösterreich.

## 3. Sedimentpetrologische Methoden

### 3.1. Schwermineralanalyse

Aus den Sedimentproben wurde zunächst durch Naßsiebung die Fraktion 0,063–0,2 mm gewonnen. Nach der anschließenden Trocknung erfolgte die Schwerentrennung mittels 1,1,2,2-Tetrabromäthan (D = 2,96). Mit den so isolierten Schwermineralien wurde ein Streupräparat angefertigt. Als Einbettungsmittel diente Caedax (n = 1,54). Mit dem Polarisationsmikroskop erfolgte anschließend die Identifizierung der Schwermineralien. Zur quantitativen Bestimmung wurden mit Hil-

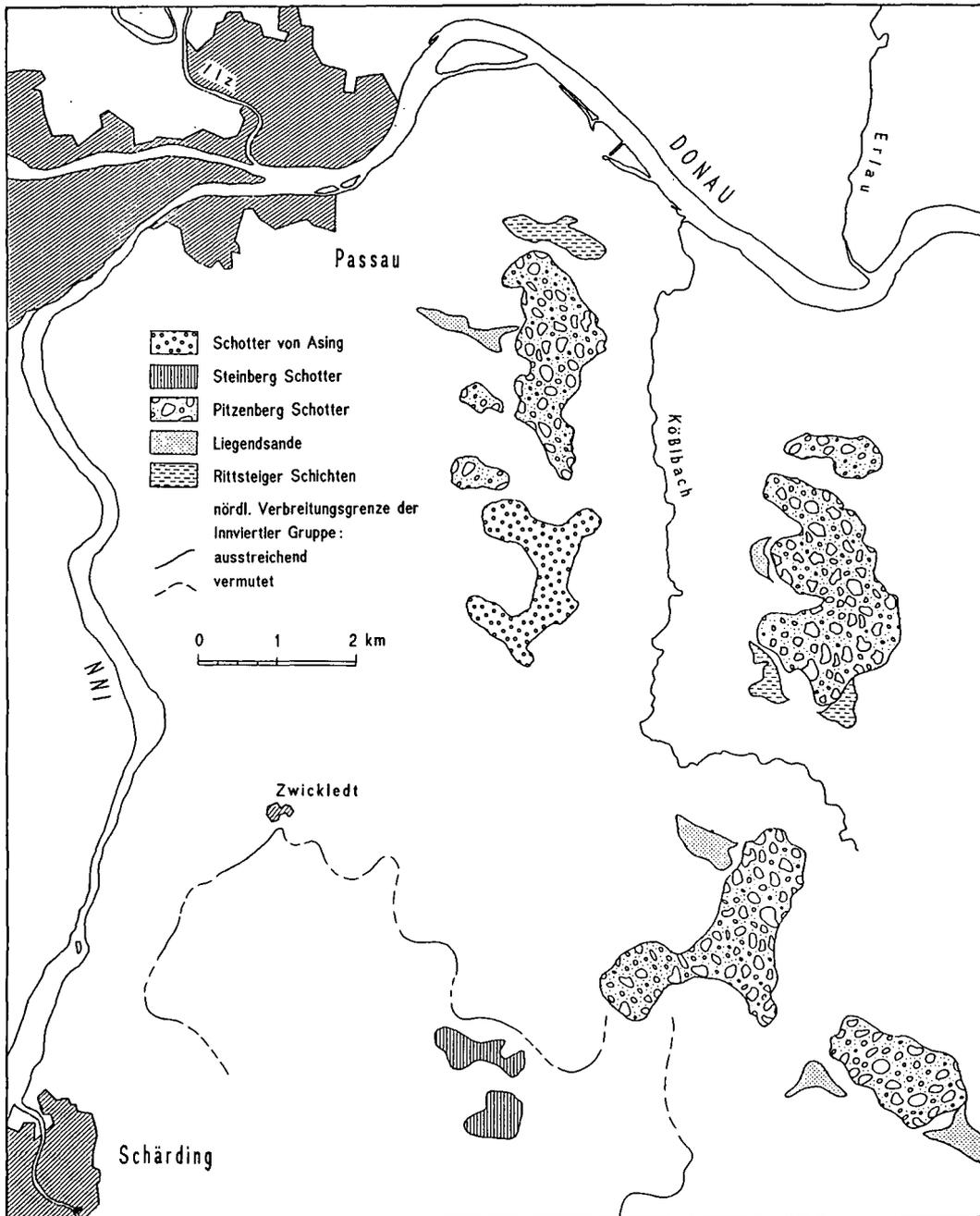


Abb. 1. Geologische Übersicht der tertiären Sedimente am Nordrand der Taufkirchner Bucht im bearbeiteten Gebiet. Zusammengestellt nach eigenen Ergebnissen und für die Verbreitungsgrenze der Innviertler Gruppe z.T. nach H.J. UNGER & W. BAUBERGER (1985).

fe eines Kreuztisches 250–300 durchsichtige Schwerminerale ausgezählt, die entlang von parallelen Schnittlinien durch das Fadenkreuz wanderten. Opake Körner wurden ebenfalls ausgewertet, aber nur quantitativ erfaßt. Durchsichtige und opake Körner sind in ihrem gegenseitigen Verhältnis berechnet.

### 3.2. Tonmineralanalyse

Die pelitischen Bestandteile der Sedimente wurden durch Röntgendiffraktometeranalyse mit Hilfe des Zählrohr-Interferenz-Goniometers bestimmt. Die Fraktion  $< 63 \mu\text{m}$  wurde durch Naßsiegung gewonnen und anschließend bei  $60^\circ\text{C}$  getrocknet. Danach wurden 5–10g des Probenmaterials  $< 63 \mu\text{m}$  im Mörser gemahlen und in  $0,01 \text{ n NH}_4\text{OH}$ -Lösung zur Dispergierung 24 Stunden geschüttelt. Anschließend erfolgte die Gewinnung der Fraktion  $< 2 \mu\text{m}$  durch Sedimentationsanalyse mit der Pipettenmethode. Schließlich wurde die so gewonnene Suspension mit Druckfiltergeräten abfiltriert.

Zur Identifizierung der Tonminerale wurden dann pro Probe je drei verschiedene Textur-Präparate hergestellt.

Zur Herstellung des Wasserpräparates wurde der gewonnene Rückstand mit Wasser aufgenommen und mit einer Pipette auf einen Objektträger aufgebracht.

Durch 2–3-stündiges Erhitzen des Wasserpräparates bei  $560^\circ\text{C}$  erhielt man das gebrannte Präparat.

Zur Herstellung des Glycerin-Präparates wurde der Rückstand mit 10 Vol.-%-iger Glycerin-Lösung aufgenommen und auf Objektträger aufgebracht.

### 3.3. Differential-Thermo-Analyse

Bei der D.T.A. werden Wärmereaktionen bei stetiger Aufheizung oder Abkühlung eines Minerals oder Mineralgemisches im Vergleich zu einer Inert-Substanz gemessen. Es wurden hierbei 100 mg Probe von  $20^\circ\text{C}$  auf  $1050^\circ\text{C}$  mit einer Geschwindigkeit von  $10^\circ\text{C}$  pro Minute

aufgeheizt. Als Inert-Substanz wurde totgebrannter Korund verwendet. Zur Auswertung der D.T.A.-Diagramme dienten Vergleichsaufnahmen aus der Literatur (R.C. MACKENZIE, 1957).

### 3.4. Chemische Analyse

Die Bestimmung der Hauptelemente der Tone wurde mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) durchgeführt. Die Proben wurden einem Schmelzaufschluß unterzogen. Die Messung der Schmelzpillen erfolgte an einem Röntgenfluoreszenzspektrometer der Firma EG&G-Instruments (ORTEC) (Typ Tefa 6111 mit 32k-PDB-11/04 und Floppy-Disk). Die Analysenberechnung wurde mit dem EDV-Programm CS 70 und CS 77 (K. WEBER-DIEFENBACH, 1979) unterstützt.

## 4. Schichtenfolge

### 4.1. Tongrube bei Zwickledt

Bei der Ortschaft Zwickledt befindet sich eine stillgelegte Tongrube, die bereits eine eingehende Bearbeitung durch H.J. UNGER (1984a) erfahren hat. Es ist dort eine etwa 10 m mächtige limnisch-fluviatile Abfolge unterschiedlich gefärbter Pelite aufgeschlossen, in die zum Hangenden hin gelbbraune Sande eingelagert sind. Das Liegende bilden marine Tonmergel der Innviertler Gruppe, die, nach freundl. mündl. Mitt. von Dr. W. WENGER (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft) aufgrund ihrer Mikrofauna dem mittleren Ottangien in seiner typischen flachmarinen Ausbildung und nicht wie H.J. UNGER (1984a) beschreibt, dem Unteren Ottangien angehören.

Über den marinen Sedimenten setzen dann bei +450 mNN die limnisch-fluviatilen Pelite ein. Petrographisch handelt es sich dabei um carbonatfreie Mittel- bis Grobschluffe mit deutlichem Tongehalt und einem leichten Feinsandanteil. Sie sind bunt gefärbt, wobei sich die dunkleren Farbtöne auf den tieferen Aufschlußbereich beschränken. In den obersten Metern sind den Schluffen dm-mächtige, feldspatführende Mittel- bis Grobsande zwischengelagert.

Geochemisch unterscheiden sich die Pelite von Zwickledt gegenüber den Peliten der Rittsteiger Schichten hauptsächlich durch einen erhöhten MgO-Gehalt und einen deutlich niedrigeren Gehalt an  $Al_2O_3$  (Tab. 1). Dies ist auf die unterschiedliche tonmineralogische Zusammensetzung der Sedimente zurückzuführen.

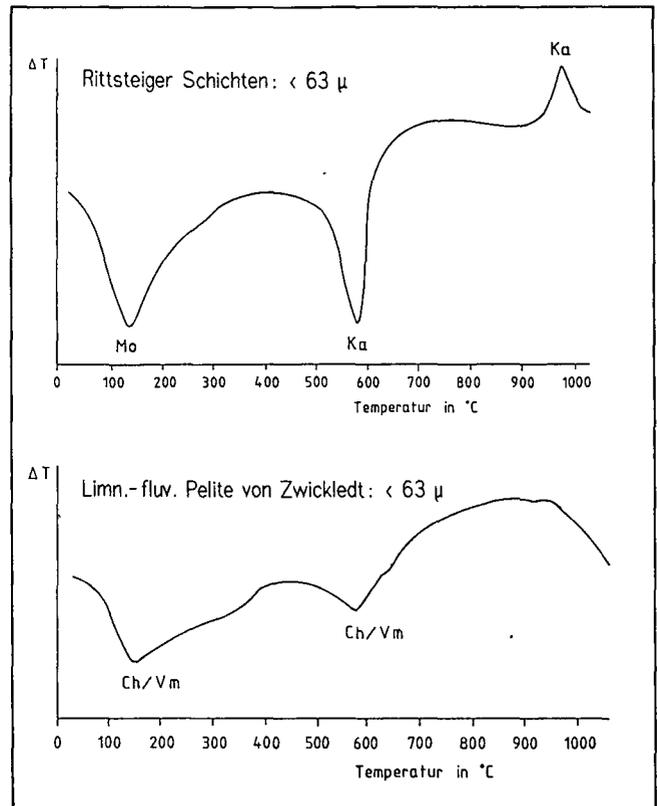


Abb. 2. Differential-Thermo-Analysen an der Pelitfraktion der Rittsteiger Schichten bei Freinberg und der Limnischen Süßwasserschichten von Zwickledt. Mo = Montmorillonit; Ka = Kaolinit; Ch/Vm = Chlorit/Vermiculit.

Bei der Tonmineralanalyse konnte in den limnisch-fluviatilen Peliten ein mixed-layer-Mineral identifiziert werden. Aufgrund der Röntgenreflexe handelt es sich um ein Chlorit/Vermiculit-Wechselagerungsmineral (T. HOLTZAPFEL, 1985). Gestützt wird diese Ansprache zusätzlich durch den Verlauf der D.T.A.-Kurve, in der das quellfähige Tonmineral durch zwei endotherme Ausschläge bei 150°C (Abgabe des Zwischenschichtwassers) und bei 580°C (Abgabe des im Kristallgitter gebundenen Hydroxylwassers) angezeigt wird (Abb. 2). Chlorit/Vermiculit-Wechselagerungsminerale entstehen als Zwischenstufe bei der verwitterungsbedingten Umwandlung von Chlorit in Vermiculit (G. MILLOT, 1970). Nach R. HEROLD (1970) ist Chlorit in unverwitterten, feinklastischen Sedimenten als detritisches Mineral alpiner Herkunft enthalten. So könnte das durch Verwitterung aus einem Chlorit entstandene mixed-layer-Mineral auf einen alpinen Einfluß hindeuten.

Es konnten weder Kaolinit noch Montmorillonit, die in den Rittsteiger Schichten die vorherrschenden Tonminerale bilden (vgl. Kap. 4.2.), nachgewiesen werden.

Tabelle 1. Gehalte der Hauptelemente in den feinklastischen Ablagerungen im Untersuchungsgebiet.

	Sum.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Glühverl. (950 C)
Rittsteiger Schichten (< 2μ) Freinberg	98,851	52,81	32,83	9,10	0,98	0,62	0,09	1,05	1,322	0,036	0,013	13,54
Rittsteiger Schichten (< 2μ) Oberzellberg	99,494	47,94	36,87	9,61	1,23	0,60	-	1,50	1,395	0,079	0,270	15,55
Limn. Süßwasserschichten (< 2μ) Zwickledt	100,285	54,27	26,15	10,36	2,64	1,06	0,78	3,32	1,038	0,613	0,054	12,79

Die limnisch-fluviatilen Pelite von Zwickledt unterscheiden sich auch in der granulometrischen Zusammensetzung deutlich von den Rittsteiger Tonen. So trägt der Anteil der Tonfraktion ( $< 2 \mu\text{m}$ ) in den Rittsteiger Tonen 40–55 % gegenüber nur 20 % Tonanteil ( $< 2 \mu\text{m}$ ) in den Peliten von Zwickledt.

Somit kann es sich aufgrund der geochemischen, tonmineralogischen und granulometrischen Unterschiede nicht, wie H.J. UNGER (1984a) annimmt, um Äquivalente der Rittsteiger Schichten handeln.

In der Schwermineral-Zusammensetzung zeigen die Pelite der limnisch-fluviatilen Abfolge im Mittel ein Staurolith-(Disthen)-Hauptmaximum (Tab. 2). Dieses Hauptmaximum könnte nach R. ROETZEL & H. KURZWEIL (1986) durchaus auf ein moldanubisches Liefergebiet zurückzuführen sein. Eine bemerkenswerte vertikale Entwicklung ist jedoch in der Zusammensetzung der Nebenmaxima festzustellen. So zeigt sich in den basalen Teilen ein deutlicher Einfluß der alpinen Granat-Epidot-Hornblende-Assoziation, die auch in den liegenden marinen Tonmergeln vorherrscht. Zum Hangenden hin nimmt der alpine Schwermineralanteil konstant ab und es entwickelt sich allmählich eine Zirkon-Monazit-Schüttung. Die Sandeinschlufungen zeigen generell eine reine Zirkon-Monazit-Assoziation und weisen somit auf ein moldanubisches Liefergebiet hin. Ähnliche Schwermineralverteilungen, wie sie in den basalen Teilen der limnisch-fluviatilen Pelite auftreten, ermittelte H.K. ZÖBELEIN (1940) in den limnischen Süßwasserschichten Ostniederbayerns, deren alpine Herkunft er damit belegen konnte. Das Schwermineralspektrum der Pelite von Zwickledt weicht allerdings insofern von der durchschnittlichen Schwermineralverteilung der limnischen Süßwasserschichten ab, als zum Hangenden hin in zunehmendem Maße ein moldanubischer Einfluß sichtbar wird. Dies ist aber für die Bereiche der limnischen Süßwasserschichten, die in Kristallinrandnähe abgelagert wurden nichts außergewöhnliches (vgl. H.J. UNGER 1984a).

Neben dem Schwermineralspektrum machen auch die Lagerungsverhältnisse im Hangenden der marinen Tonmergel der Innviertler Gruppe eine Zugehörigkeit zu den limnischen Süßwasserschichten, die als limnische Äquivalente der Oncophora-Schichten gelten, wahrscheinlich. So ergibt sich aufgrund dieser Parallelisierung eine zeitliche Einstufung ins Ober-Ottnangian.

## 4.2. Rittsteiger Schichten

Am Südrand des Moldanubikums, von Regensburg bis Passau, kamen an zahlreichen Stellen mittel- bis obermiozäne Braunkohlentone zur Ablagerung. Nach den von L. SEITNER (1977) durchgeführten Untersuchungen an den Kohle-tonen bei Rittsteig, wurde für die Vorkommen der Braunkohle-tonen im Passauer Raum allgemein die Bezeichnung Rittsteiger Schichten in die Literatur übernommen.

Im Untersuchungsgebiet erstrecken sich die Rittsteiger Schichten in einem etwa 1,3 km langen Streifen von Freinberg nach Neudling. Sie lagern dort bei +395 mNN unmittelbar dem Grundgebirge auf. Zwei kleinere Vorkommen finden sich weiter östlich bei Ringholz und Oberzellberg in einer Höhe von +480 mNN bzw. +490 bis +520 mNN.

Petrographisch handelt es sich um stark tonige Schluffe mit leichtem Fein- bis Mittelsandgehalt oder

um schluffig-feinsandige Tone, in die häufig gelbbraune, stellenweise auch weißgraue Mittel- bis Grobsande eingeschaltet sind. Die Tone sind meist graublau bis dunkelgrau gefärbt, seltener treten auch hellgraue und rötliche Farbtöne auf. In der Feinsandfraktion sind Quarz und Glimmer vorherrschend. Außerdem treten Mikroklin sowie akzessorisch Graphitkörner, welche auf die Graphitgneise der näheren Umgebung zurückzuführen sind, auf. Für das Freinberger Vorkommen beschreibt O. FRIZ (1908) „Torf, Moorerde und kohlige Beimengungen“, welche das Sediment durchsetzen. Geringmächtige Braunkohleflöze konnte hier auch J. STADLER (1925) beobachten. Nach beiden Autoren ist diese „lignitisch“ (Anm.: i.e. xylitisch) ausgebildet. Die Kohle ist stark durch kiesige Beimengungen, hauptsächlich faserigen Markasit, verunreinigt. Zur Zeit der Geländetätigkeit konnte weder obertägig noch im Bohrstock inkohlte Substanz nachgewiesen werden.

Eine Röntgenstrukturanalyse der kohlefreien, tonigen Schluffe zeigt bei den häufigeren Erzmineralien in der Feinsandfraktion ein Vorherrschen von Ilmenit (67 %) vor Magnetit (10 %) und Pyrit (7 %). Nach den chemischen Analysen zeigen die Tone einen relativ hohen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt der eine feinkeramische Verwendung ausschließt (Tab. 1).

Die Tone bestehen hauptsächlich aus Kaolinit und Montmorillonit (zusammen ca. 90 % in der Fraktion  $< 2 \mu\text{m}$ ), welche je nach Probe, wechselweise in unterschiedlich hohen Anteilen auftreten. Außerdem tritt untergeordnet Illit/Muskovit (ca. 10 % in der Fraktion  $< 2 \mu\text{m}$ ) auf. Der Mineralgehalt der Pelite entspricht somit in qualitativer und quantitativer Hinsicht der charakteristischen Zusammensetzung der Rittsteiger Tone (vgl. M. SALGER in H. J. UNGER, 1984a).

Die mit dem Röntgendiffraktometer ermittelten Tonmineralzusammensetzungen werden durch die D.T.A.-Kurven (Abb. 2) bestätigt. Der Montmorillonit zeigt im D.T.A.-Diagramm eine starke endotherme Reaktion bei  $130^\circ\text{C}$ , welche nach R.C. MACKENZIE (1957) der Abgabe des Zwischenschichtwassers entspricht. Der Kaolinit zeigt einen endothermen Hauptausschlag bei  $580^\circ\text{C}$ , der auf die Abgabe des im Kristallgitter gebundenen Hydroxylwassers zurückzuführen ist. Außerdem folgt bei  $970^\circ\text{C}$  eine exotherme Reaktion, welche nach R.C. MACKENZIE (1957) durch die Bildung von Mullit und/oder  $\tau\text{-Al}_2\text{O}_3$  verursacht wird.

Der Großteil des Kaolinitis und Montmorillonits in den Tonen ist als Detritus aus den Zersatzdecken des Kristallins der Böhmisches Masse herzuleiten, welche nach M. SALGER (in H.J. UNGER, 1984a) neben Kaolinit auch wesentliche Anteile an Montmorillonit enthalten. Nur ein geringer Anteil dürfte durch in-situ-Verwitterung gebildet worden sein.

Das Schwermineralbild wird von einem Monazit-Zirkon-Hauptmaximum bestimmt. Desweiteren finden sich erhöhte Gehalte an Disthen, Rutil und Turmalin. Als Nebengemengteile treten außerdem Andalusit und Epidot auf (Tab. 2). Die ZM-Schüttungen mit Zirkon-Vormacht sind nach W.-D. GRIMM (1965) aus dem Kristallin der Böhmisches Masse herzuleiten. Auch das schon erwähnte Auftreten von Magnetit spricht für moldanubischen Detritus (H.K. ZÖBELEIN, 1940; W.-D. GRIMM, 1965). Bemerkenswert ist der äußerst niedrige Schwermineralanteil im Sediment. Dies ist auf eine gravitative Selektion aus der Suspension zurückzuführen, da die Schwermineralien infolge ihres hohen spezifischen Ge-

wichts den Ablagerungsraum des Stillwasserbereiches zum großen Teil nicht erreichen konnten.

Aufgrund der Lagerungsverhältnisse sowie der auffallend guten Übereinstimmungen im Leichtmineral-, Tonmineral- und Schwermineralbestand, können die bearbeiteten Sedimente den ostniederbayerischen Rittsteiger Schichten des Oberen Ottnangiens bis Karpatis zugeordnet werden. Die limnisch-fluviatilen Sedimente sind über eine vertikale Spannweite von über 100 m verbreitet. Die Mächtigkeiten der einzelnen Vorkommen erreichen im Gegensatz dazu aber maximal 50 m. Ähnliche Geländebefunde wurden von H.J. UNGER (1984a) westlich des Inns gemacht. Dies führt zu der Annahme, daß der sedimentäre Ablagerungsraum nicht aus einem System zusammenhängender Urtäler bestanden hat, die entlang dem Südrand des Bayerischen Waldes existierten (sensu W. KLÜPFEL, 1923), sondern daß vielmehr an eine Vielzahl von isolierten, eng begrenzten Senken des Moldanubikums zu denken ist, in denen die Sedimente abgelagert wurden.

### 4.3. Liegendsande

Im Liegenden der Pitzenberg-Schotter streichen an mehreren Stellen fluviatile Sande aus, die ihrer lithologischen Merkmale wegen als eigene Sedimentations-einheit betrachtet werden müssen.

Das im folgenden als Liegendsande bezeichnete Sediment lagert bei Höh um +420 mNN, bei Ludham um +505 mNN, bei Gersdorf und Reikersham um +490 mNN sowie bei Ficht um +515 mNN. Die Basisfläche der Sande ist stark schwankend. Dies ist auf das präsedimentäre Relief des kristallinen Grundgebirges, dem die Sande unmittelbar aufliegen, zurückzuführen.

Es handelt sich um weißgraue, abschnittsweise auch gelbbraune, im cm- bis dm-Bereich intensiv geschichtete Mittel- bis Grobsande mit teilweise beträchtlichem Feinkiesanteil. Hin und wieder sind dünne Tonlinsen, stellenweise auch resedimentierte Pelitklasten den Sanden eingelagert. Desweiteren sind die Liegendsande als intensiv gelb gefärbte, homogene Fein- bis Mittelsande ausgebildet. Der Leichtmineralbestand setzt sich im wesentlichen aus Quarz, Muskovit, teilweise chloritisiertem Biotit sowie Mikroklin zusammen. Durch die hohe Feldspatführung erhalten einzelne Lagen ein arkoseartiges Aussehen.

Im Schwermineralspektrum zeigen die Liegendsande stets ein extremes Zirkon-Hauptmaximum, das im Aufschluß bei Reikersham einen Spitzenwert erreicht. Ein Nebenmaximum bilden die Mineralien Monazit-Andalusit-Sillimanit. Kennzeichnend für das Sediment ist außerdem ein sehr hoher Gehalt an Mineralien der Opaqgruppe (Tab. 2). Die Schwermineralverteilung spricht eindeutig für ein moldanubisches Liefergebiet. Alpine Einflüsse konnten in keiner Schwermineralprobe festgestellt werden.

Aufgrund der Geländebefunde sowie der schwermineralanalytischen Untersuchungen können die jungtertiären Sande und Kiese im Untersuchungsgebiet, die

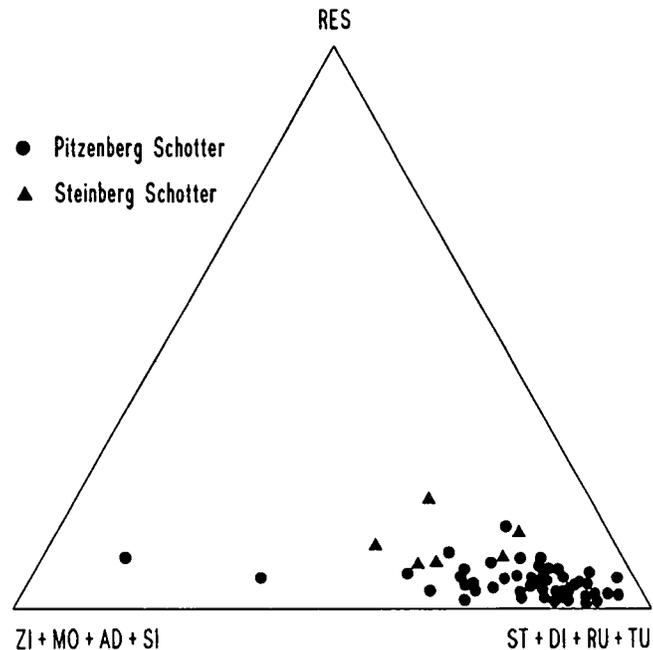
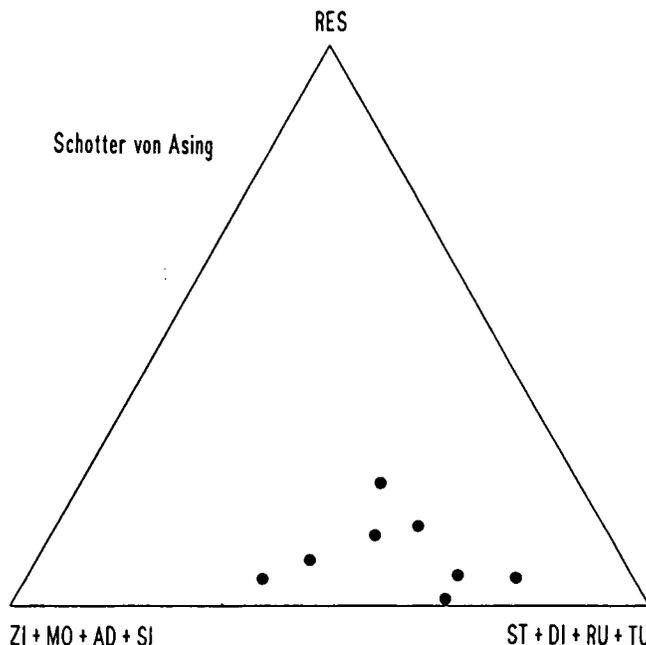
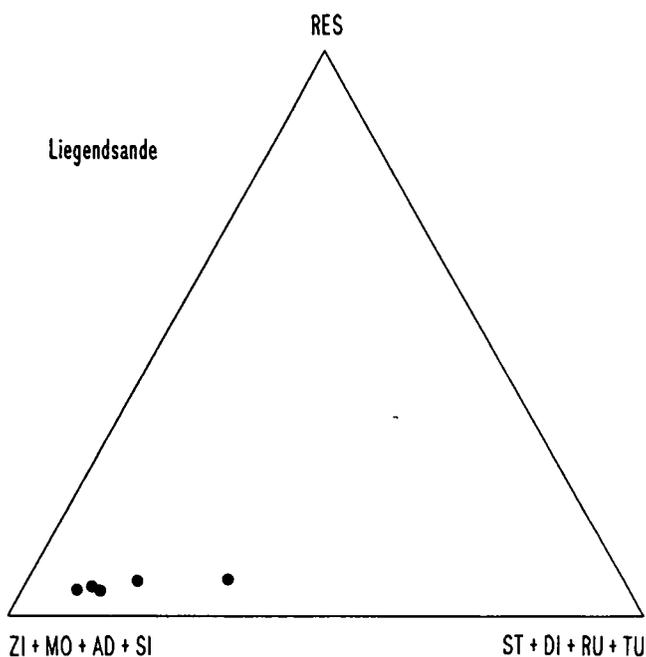


Abb. 3. Die Schwermineralverteilung der grobklastischen Ablagerungen im Dreieck (Zirkon + Monazit + Andalusit + Sillimanit) - (Staurolith + Disthen + Rutil + Turmalin) - RES (alle übrigen Schwerminerale).

bisher als eine geschlossene Sedimentationseinheit (O. THIELE, 1987) angesehen wurden, in Liegendsande, Pitzenberg-Schotter/Steinberg-Schotter und Schotter von Asing dreigeteilt werden (Abb. 3).

Die Liegendsande stellen die stratigraphisch älteste Einheit davon dar. Sie sind das Ergebnis einer regionalen Zusammenschwemmung der Zersatzdecken des moldanubischen Grundgebirges. Wie die Kartierung eines größeren geschlossenen Vorkommens um Ludham gezeigt hat, kann eine Entwässerungsrichtung in südliche- bis südöstliche Richtung, dem Abfall des Kristallins der Böhmisches Masse folgend, angenommen werden. Ob diese Zusammenschwemmung der Verwitterungsdecken lokal im unmittelbaren Vorfeld der Pitzenberg-Schotter-Sedimentation zu sehen ist oder ob ein Zusammenhang mit dem Auswaschungstertiär\*) von W. KLÜPFEL (1923) besteht, kann nicht endgültig beantwortet werden.

Die Lagerungsverhältnisse zum einen im Hangenden der Rittsteiger Schichten, zum anderen im Liegenden des Pitzenberg-Schotters engen die Aussage hinsichtlich des Sedimentationsalters der Liegendsande auf die Zeit zwischen tieferem Karpatien bis oberem Badenien ein.

#### 4.4. Pitzenberg-Schotter

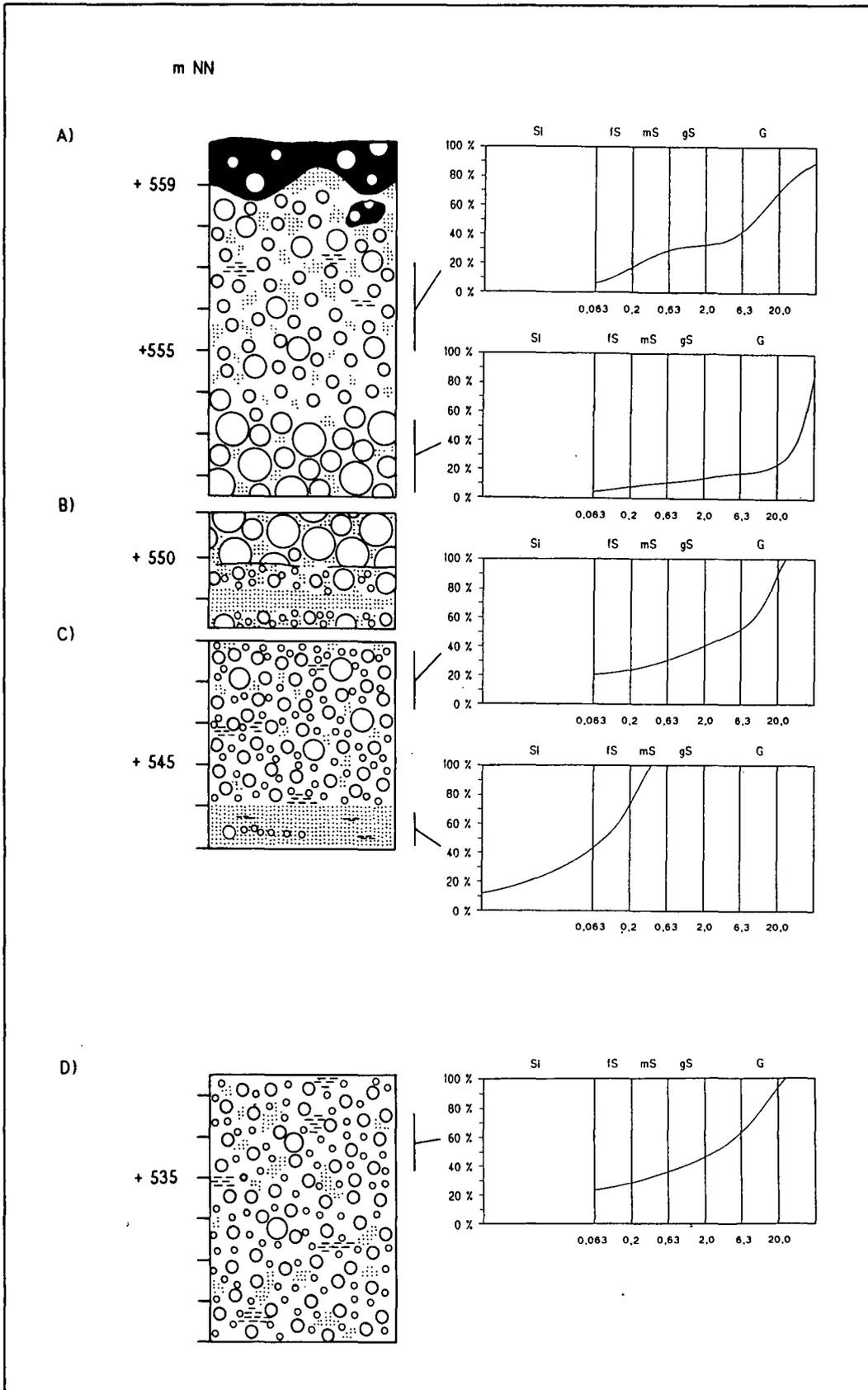
Weite Verbreitung finden im Untersuchungsgebiet weißgraue Fein- bis Grobkiese, die einen ausgesprochenen Restschottercharakter aufweisen. Die nach ihrer Typuslokalität am Pitzenberg bei Münzkirchen benannten Schotter müssen infolge ihrer identischen Ausbildung und der korrelierbaren Höhenlage als Äquivalente der ostniederbayerischen Quarzrestschotter betrachtet werden. Die jungtertiären Pitzenberg-Schotter liegen über große Bereiche unmittelbar dem Grundgebirge auf. Sie bilden keine zusammenhängende Sedimentdecke, sondern sind in mehreren isolierten Arealen verbreitet, zwischen denen das kristalline Grundgebirge auftritt. Die Basis der grobklastischen Sedimente senkt sich deutlich von Süden nach Norden bzw. Nordwesten. So lagern die Schotter im Süden bei Einödhausen um +530 mNN, im Gebiet um den Pitzenberg bei +510 mNN, im Norden nahe Esternberg bei +485 mNN und im Nordwesten bei Freinberg in einer Höhe von +460 mNN. Da die Schotter diskordant auf das schon vorgeformte Mittelgebirgsrelief der Böhmisches Masse geschüttet wurden, kann die Schotterbasis auch über kürzere Entfernungen beträchtlich variieren. Größere Kristallinauftragungen konnten vorallem bei Oberzeilberg sowie zwischen Prackenberg und Pieredt festgestellt werden. Das starke präsedimentäre Relief bei Prackenberg und Pieredt ist auch mittels einer refraktionsseismischen Untersuchung von H.M. MAURITSCH (1976) belegt. In zwei Schußpunktprofilen ist ein durch die Schotter plombierter "Talzug" zu erkennen, dessen Flanke auf 150 m horizontaler Entfernung um 40 m Höhendifferenz einfällt. Durch eine Brunnenbohrung der Gemeinde Esternberg zwischen Ober- und Unterkies-

ling ist eine maximale Mächtigkeit der Schotter von 56 m nachgewiesen.

Die Pitzenberg-Schotter zeigen infolge einer tiefgründigen Verwitterung einen ausgesprochenen Restschotter-Charakter. So setzt sich das Geröllspektrum zu 92–100 % aus Quarzen und Quarziten zusammen. Untergeordnet konnten Gneise, Granite, Amphibolite, rote quarzitisches Sandsteine, Lydite, Radiolarite und Brekzien festgestellt werden. Kristallingerölle und andere weniger widerstandsfähige Gerölle sind meist völlig kaolinisiert. Diese intensiv verwitterten Gerölle beweisen, daß die Pitzenberg-Schotter infolge einer in-situ-Verwitterung aus einem Vollschotter hervorgegangen sind, da sie bei einer mechanischen Umlagerung zerrieben worden wären (vgl. W.-D. GRIMM, 1957). Auch die Schwermineral- und Tonmineralverteilung zeigen die intensive Verwitterung des Sediments.

Die Schotter weisen einen deutlichen Wechsel der Korngrößen im Vertikalprofil auf. Es treten Fein- bis Mittelkiese, Mittel- bis Grobkiese und auch ausgesprochene Grobschotterlagen, die Gerölle mit bis zu 30 cm Durchmesser führen, auf. Sande sind nur untergeordnet in die Kiese eingeschaltet (Abb. 4). Das Zwischenmittel ist zumeist mittel- bis grobsandig, zeigt aber auch einen deutlichen Schluffgehalt. Trotz häufigerem Wechsel der Korngrößen im Profil sind interne Sedimentstrukturen zum großen Teil verwischt. Die Bearbeiter des ostniederbayerischen Quarzrestschotters, wie z.B. W.-D. GRIMM (1957), E. SCHAUERTE (1962) und H.J. UNGER (1984b) machen hierfür Setzungsvorgänge infolge der Materialabfuhr bei der Kaolinverwitterung verantwortlich. Generell ist im Vertikalprofil eine Zunahme der Korngröße von unten nach oben zu beobachten. Vorallem in den Aufschlüssen am Pitzenberg zeigen die weißgrauen Schotter eine intensive Durchädung mit kräftig rotorangen Bändern. Es ist anzunehmen, daß die färbenden Lösungen in Zusammenhang mit der Kaolinisierung des Schotters durch saure Verwitterungslösungen und der damit verbundenen Mobilisierung des Eisens aus den unverwitterten Fe-haltigen Mineralen (R. HEROLD, 1970) eingewandert sind. W.-D. GRIMM (1957) weist darauf hin, daß Färbungen dieser Art in Ostniederbayern im wesentlichen auf den Quarzrestschotterkomplex beschränkt sind. Eine deutliche Analogie zum ostniederbayerischen Quarzrestschotter stellt auch das Quarzkonglomerat dar. Es ist am Pitzenberg in einer in situ-Lagerung, einmalig östlich des Inns, im Hangenden der Schotter zu finden. Das Quarzkonglomerat stellt einen fossilen Einkieselungshorizont dar, der sich am Pitzenberg in einer Höhenlage von +559 mNN befindet. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 0 und 4 Metern. Es sind hauptsächlich Mittel- bis Grobkiese eingekiesel worden. Verkieselte Sandlagen treten am Pitzenberg nur selten auf. Der petrographische Bestand setzt sich ausschließlich aus Quarzen und Quarziten zusammen. Die untere Begrenzungsfläche zum unverfestigten Schotter ist stark gewellt. Das Quarzkonglomerat greift stellenweise zapfenartig in den unverfestigten liegenden Schotterkörper ein. Neben dem Einkieselungshorizont im Hangenden der Schotter finden sich auch einzelne leicht verfestigte oder verkieselte Bereiche innerhalb der oberen Partien des unverfestigten Schotters. Das Quarzkonglomerat ist außergewöhnlich zäh und zerspringt beim Zerschlagen durch die Gerölle hindurch. Die chemisch-mineralogischen Abläufe der Restschotterbildung und der

\*) Der Begriff „Auswaschungstertiär“ wurde von W. KLÜPFEL (1923) geprägt und bezeichnet Sande mit reicher Feldspatführung sowie feine gelbe Glimmersande, die diskordant über den Tonen des Braunkohlentertiärs lagern. Entsprechende Lagerungsverhältnisse, ohne die Diskordanz nachweisen zu können, könnten im Bereich Freinberg-Höh vorliegen.



**Abb. 4.**  
Korngrößenprofil des Pitzenberg-Schotters an der Typlokalität Pitzenberg, westlich von Münzkirchen, mit Quarzkonglomerat an der Oberkante des Schotters.  
A = Sallinger Schottergrube; B = Englhäminger Schottergrube; C = südöstliche Grube am Pitzenberg; D = südwestliche Grube.

Entstehung des Quarzkonglomerats wie sie in Ostniederbayern analog zu beobachten sind, werden von H.-R. BERCHM (1969), R. HEROLD (1970), W.-D. GRIMM (1977) sowie H.J. UNGER (1984b) erläutert.

Die Pitzenberg-Schotter zeigen über das gesamte Untersuchungsgebiet hinweg eine extrem starke Kaoli-

nisierung. In der Fraktion  $< 2 \mu\text{m}$  des Schotter-Zwischenmittels sind bis zu 95 % Kaolinit enthalten. In der Fraktion  $< 63 \mu\text{m}$  liegt der Kaolinitgehalt immer noch bei 60–65 %. Neben Kaolinit treten untergeordnet noch Illit/Muskovit und Quarz in der Tonfraktion auf. In einer Probe konnte außerdem ein sehr geringer Anteil eines

Tabelle 2.

Die Schwermineralspektren in den einzelnen lithostratigraphischen Einheiten im Untersuchungsgebiet.

Berechnet sind die Mittelwerte, angegeben in Kornprozent.

ZI = Zirkon; RU = Rutil; TU = Turmalin; AN = Anatas; DI = Disthen; ST = Staurolith; SI = Sillimanit; AD = Andalusit; EP = Epidot; GR = Granat; HB = Hornblende; MO = Monazit; SO = sonstige Schwerminerale; OP = opake Schwerminerale.

	ZI	RU	TU	AN	DI	ST	SI	AD	EP	GR	HB	MO	SO	OP
Rittsteiger Schichten n = 2	23,4	10,8	8,2	-	14,9	1,2	-	3,6	2,1	6,8	-	26,4	2,6	67,2
Limn. Süßwasserschichten n = 5	9,8	14,4	7,2	5,3	15,4	28,6	-	-	2,8	4,3	2,8	4,7	4,7	68,4
Liegendsande n = 5	48,9	6,8	4,7	2,4	2,1	3,4	9,1	11,0	0,5	-	-	9,9	1,2	83,5
Pitzenberg Schotter n = 64	12,2	18,1	7,8	2,5	12,6	36,2	4,3	3,6	1,5	-	-	0,5	0,7	73,1
Steinberg Schotter n = 5	23,1	20,4	2,9	0,8	10,9	32,1	-	-	2,8	2,6	0,5	1,1	2,8	67,6
Schotter von Asing n = 8	26,8	13,7	6,4	2,0	10,6	24,4	2,7	2,1	5,1	1,1	0,6	3,4	1,1	78,7

Illit/Vermiculit-Wechselagerungsminerale identifiziert werden. Nach G. MILLOT (1970) entstehen Illit/Vermiculit-Wechselagerungsminerale als Zwischenstufe bei der Verwitterung von Illit zu Vermiculit. Der hohe Kaolinitanteil im Schotter-Zwischenmittel beweist die starke Verwitterung, welcher die Pitzenberg-Schotter ausgesetzt waren, da Kaolinit als Endprodukt einer intensiven Silikat-Verwitterung entsteht. Da in den Schottern Kaolinit das eindeutig vorherrschende Tonmineral darstellt, entsprechen die Pitzenberg-Schotter tonmineralogisch der Steinkarfer Fazies (R. HEROLD, 1970), welche die am stärksten verwitterte Fazies des ostniederbayerischen Quarzrestschotter ist.

Die Schwermineralverteilung des Pitzenberg-Schotter ist über das gesamte Verbreitungsgebiet hinweg von einer Restmineralvergesellschaftung alpiner Herkunft gekennzeichnet, bei der die stabilen Schwerminerale angereichert wurden (Tab. 2). Neben einem Staurolith-(Rutil)-Disthen-Hauptmaximum tritt ein Zirkon-Turmalin-Nebenmaximum auf. Der Anteil des Zirkons in den einzelnen Proben schwankt beträchtlich, sodaß er zur Typisierung des Sediments nicht herangezogen werden kann. Schwerminerale, die eine geringe Stabilität aufweisen fehlen völlig oder treten nur unterrepräsentiert auf. Das Schwermineralspektrum zeigt deutliche Parallelen zu den Schwermineralverteilungen, die im Quarzrestschotter in Ostniederbayern festgestellt wurden. Dort wurde zuerst von F. NEUMAIER & H. WIESENER (1939) erkannt, daß die von der alpinen GE(H)- Kombination der Oberen Süßwassermolasse (vgl. W.-D. GRIMM 1965) abweichende Assoziation nicht auf ein außeralpines Liefergebiet hinweist, sondern das Endprodukt einer Verwitterungsauslese in den alpin geschütteten Schottern darstellt. Abweichend von den Befunden im Quarzrestschotter Ostniederbayerns findet man im Pitzenberg-Schotter etwas erhöhte Anteile an Zirkon, Andalusit und Sillimanit. Dies erklärt sich allerdings aus dem unterschiedlichen Material im Untergrund, welches teilweise von den alpin geschütteten Schottern aufgearbeitet wurde. Während die Pitzenberg-Schotter über den größten Teil ihres Verbreitungsgebiets unmittelbar dem moldanubischen Kristallin auflagern, bilden alpin geschüttete Molassesedimente die Unterlage des Quarzrestschotter in Ostniederbayern. W.-D. GRIMM (1973) untergliederte den Quarzrestschotter Ostniederbayerns in vertikaler Rich-

tung in Zonen mit verschiedenen Schwermineralkombinationen, die jeweils verschiedene Intensitäten deszendenter Verwitterung anzeigen. Die Rutil-Staurolith-Zirkon-Assoziation repräsentiert dabei die am stärksten verwitterte hangende Fazies des Quarzrestschotter. Im Pitzenberg-Schotter tritt diese Schwermineral-Assoziation sowohl flächenhaft, als auch über die gesamte vertikale Mächtigkeit auf. Somit kann der Pitzenberg-Schotter auch von den Schwermineralien her als Äquivalent der am stärksten verwitterten Fazies des ostniederbayerischen Quarzrestschotter angesehen werden.

Aufgrund der von E. BLISSENBACH (1957) festgestellten Schüttungsrichtungen des Quarzrestschotter fügt sich der Pitzenberg-Schotter nahtlos in die liefergebietsnähere Verlängerung der Passauer Rinne ein. Den einzigen Fossilfund aus dem Pitzenberg-Schotter erwähnt A. TOLLMANN (1985). Aufgrund eines Zahns von *Gomphotherium angustidens* (Cuv.) stellt er den Pitzenberg-Schotter in das obere Badenien bis tiefere Sarmatien. Zu derselben Alterseinstufung gelangt man durch die Parallelisierung mit dem Quarzrestschotter, der seit dem Fund eines linken  $m_3$  von *Mastodon angustidens* (Cuv.) in der Steinbacher Fazies durch W.-D. GRIMM datierbar ist.

#### 4.5. Steinberg-Schotter

Der Steinberg-Schotter ist in einem kleinen Gebiet südlich und nordwestlich der Ortschaft Steinberg verbreitet. Die Schotterbasis liegt im Süden bei +460 mNN und im Norden bei +465 mNN. Der Schotter liegt in seiner gesamten Verbreitung marinen Tonmergeln der Innviertler Gruppe auf. Das Sediment erreicht am Steinberg eine Mächtigkeit von 20 m. Petrographisch handelt es sich um braune bis braungraue Fein- bis Mittelkiese. Die größten Gerölle erreichen einen Durchmesser von 16 cm. Das Zwischenmittel (< 2 mm) ist fein- bis mittelsandig, mit einem deutlichen Schluffgehalt. Die Kiese werden in den hangenden Abschnitten von weißgrauen, sandigen Schlufflagen durchzogen, die von W. FUCHS (1968) als Kaolintone bezeichnet werden. Das Sediment zeigt in den wenigen Aufschlüssen eine deutliche Schichtung. Die qualitative Schotteranalyse belegt einen Restschotter, der sich zu

mehr als 88 % aus Quarzen und Quarziten zusammensetzt. Daneben finden sich kieselige Sandsteine, Amphibolite und Radiolarite. Weitere Angaben zur petrologischen Zusammensetzung des Steinberg-Schotter macht W. FUCHS (1968).

Schwermineralanalytisch zeigt der Steinberg-Schotter ein ausgeprägtes Staurolith-Hauptmaximum. Ein weiteres Maximum bilden die Mineralien Zirkon, Rutil und Disthen. Außerdem tritt ein geringer Anteil instabiler Mineralien wie Granat und Epidot auf (Tab. 2). Der reliktsche Charakter der Schwermineralkombination wurde bereits von W. FUCHS & G. WOLETZ (1964) erkannt. Daß diese reliktsche Zusammensetzung auf eine chemische Verwitterung zurückzuführen ist, zeigt der hohe Leukoxengehalt im Sediment, der als Verwitterungsprodukt titanhaltiger Mineralien entsteht (W. BOENIGK, 1983). Schwermineralien, auch verwitterungs-resistenter Art, die moldanubische Schüttungen anzeigen, fehlen vollständig. Es handelt sich somit um ein verwittertes alpin geschüttetes Sediment.

Der Steinberg-Schotter kann bislang aufgrund fehlender Fossilfunde nicht absolut datiert werden. So kann man nur versuchen mit Hilfe lithologischer Vergleiche eine stratigraphische Einstufung zu finden. W. FUCHS (1980) sowie A. TOLLMANN (1985) stellen den Steinberg-Schotter dem Südlichen Vollschotter Ostniederbayerns (Oberes Sarmatien) gleich. H.J. UNGER (1989) betrachtet den Steinberg-Schotter als Sediment der Lithozone L<sub>4</sub> und korreliert ihn mit der Misch- und Moldanubischen Serie des Oberen Sarmatiens bis Pannoniens in Ostniederbayern. Aufgrund der lithologischen Übereinstimmungen kann aber vielmehr eine Parallelisierung des Steinberg-Schotter mit dem Pitzenberg-Schotter vorgenommen werden. Beide Schotterkörper zeigen einen ausgeprägten Restschotter-Charakter, der sich einerseits in der reliktschen Schwermineralzusammensetzung und andererseits in dem hohen Anteil von Quarzen und Quarziten am Geröllbestand äußert. Im Schwermineralspektrum zeigen sowohl die Pitzenberg-Schotter als auch die Steinberg-Schotter ein Staurolith-Rutil-(Disthen)-Hauptmaximum. Lediglich die Zirkongehalte zeigen in den beiden Schottervor-

kommen unterschiedliche Werte mit z.T. starken Schwankungen in einzelnen Proben. Trotz der leicht verschiedenen Nebenmaxima kann für die beiden Schottervorkommen aufgrund des Schwermineralspektrums ein gemeinsames Herkunftsgebiet und ein analoges postsedimentäres Verwitterungsgeschehen angenommen werden. In den Korngrößen unterscheiden sich die Pitzenberg-Schotter durch die Grobschotterlagen, die in den Fein- bis Mittelkiesen des Steinberg-Schotter fehlen. Da aber in den tieferen Aufschlußbereichen des Pitzenberg-Schotter keine Grobschotterlagen ausgebildet sind, kann es sich beim Steinberg-Schotter um einen liegenden Abschnitt der Pitzenberg-Schotter handeln. Die Basis der Steinberg-Schotter liegt 50 m tiefer als die Unterkante der nur etwa 2,5 km entfernt lagernden Schotter am Pitzenberg. Es muß hier jedoch mit tektonischen Verstellungen gerechnet werden, da ein durch Luftbilder und Geländebefunde belegtes Lineament entlang des Wallenshamer Tales zwischen dem Schotterareal am Steinberg und den Schottern am Pitzenberg verläuft. Durch die jungtertiären Bewegungen am Südrand der Böhmisches Masse kam es wohl zu einer stärkeren Heraushebung des weiter nördlicher gelegenen Gebietes um den Pitzenberg relativ zum Steinberg-Schotter-Areal.

#### 4.6. Schotter von Asing

Bei Asing befindet sich ein Schottervorkommen, das sich in sedimentpetrologischer Hinsicht deutlich vom Pitzenberg-Schotter unterscheidet. Die Schotter bilden zwischen Asing und Buchet einen Nord-Süd verlaufenden schmalen Schotterzug. Die Basis der Schotter liegt bei +480 mNN. Ihre maximale Mächtigkeit beträgt 30 m. Stellenweise werden die Schotter von einer mächtigen Staublehmdecke überlagert. Die Körnung des Schotter ist sehr variabel. Die bimodale Kornverteilung weist Maximas im Grobsand- und Mittelkiesbereich auf. Auffallend ist der sehr geringe Gehalt an siltig-tonigem Material. Das Sediment zeigt deutliche Internstrukturen. Die Kiese bestehen vorwiegend aus

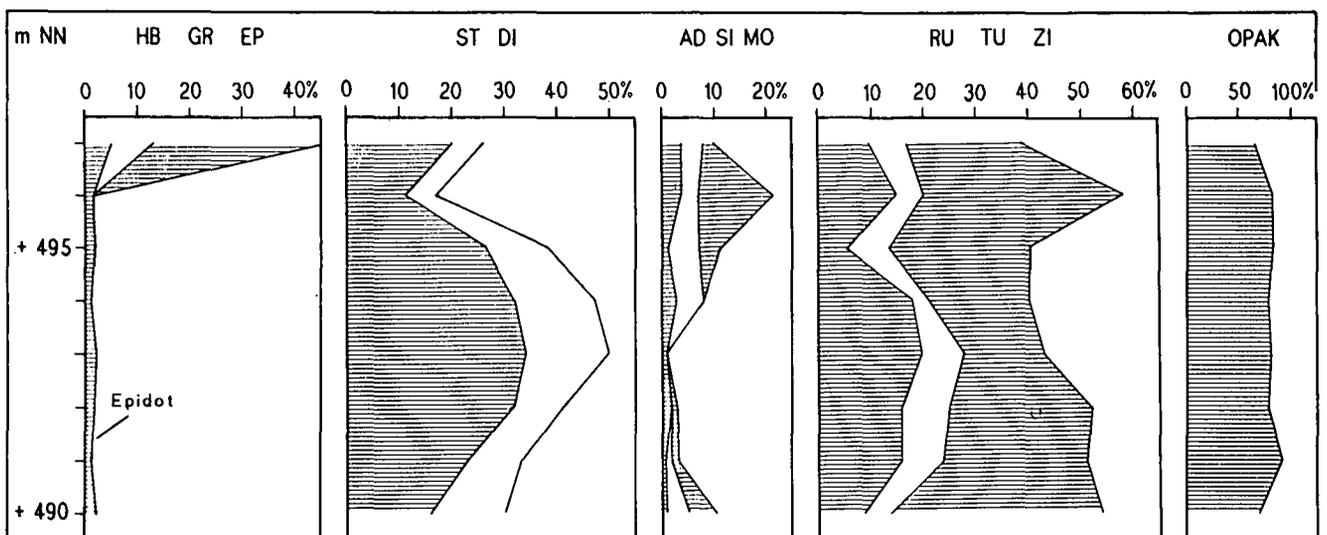


Abb. 5.  
Schwermineralprofil des Schotter von Asing am Aufschluß Windpessl.  
Leicht verwitterbar: HB = Hornblende; GR = Granat; EP = Epidot + Zoisit.  
Mittlere Stabilität: ST = Staurolith; DI = Disthen; AD = Andalusit; SI = Sillimanit; MO = Monazit.  
Sehr hohe Resistenz: RU = Rutil; TU = Turmalin; ZI = Zirkon.

Quarzen und Quarziten (76 %) sowie aus kristallinen Komponenten (20 %). In der Grobsandfraktion sind Feldspäte angereichert. Die Grobschotterlagen enthalten Gerölle mit bis zu 30 cm Durchmesser. Ein charakteristisches Merkmal der Schotter ist der hohe Gehalt an Eisenoxiden, der zu einer regelrechten Durchfärbung des Sediments mit Ortsteinbändern führt. Die Färbung der Kiese reicht von braunen und hellbraunen Farben bis zu rostroten und kräftig orangen Farbtönen in den sandigen Lagen.

Zur Schwermineralanalyse wurden Punktproben über die gesamte Mächtigkeit des Aufschlusses Windpessl entnommen. Das Schwermineralspektrum weist im Mittel ein Zirkon-Staurolith-Hauptmaximum auf. Der Ablauf der Sedimentation zeigt im Vertikalprofil aber eine Entwicklung, die von den Schwermineralpopulationen Staurolith-Disthen und Zirkon-Monazit bestimmt wird (Abb. 5). Der Aufschluß zeigt im Liegendbereich ein gleichwertiges Auftreten der beiden Assoziationen. Im mittleren Aufschlußbereich verschiebt sich dieses Verhältnis zugunsten der Kombination Staurolith-Disthen, um im Hangendbereich einer Zirkon-Monazit-Schüttung Platz zu machen. Während die Zirkon-Monazit-Assoziation einer moldanubischen Schüttung zuzurechnen ist, scheint die Kombination Staurolith-Disthen, die auch im Pitzenberg-Schotter auftritt, aus diesem aufgearbeitet zu sein. Es handelt sich also um eine moldanubische Schüttung, die bereichsweise, durch Aufarbeitung des Pitzenberg-Schotters, alpin geschüttetes Material miteingearbeitet hat.

Die Schotter von Asing stellen neben den Liegendsandsteinen und dem Pitzenberg-Schotter die dritte grobklastische Sedimentationseinheit dar, die von früheren Bearbeitern bislang zu einem Komplex zusammengefaßt wurden. Die Basisfläche des Schotters von Asing zeigt im Südwesten, bei Schwendt, einen rinnenförmigen Kontakt zum kristallinen Sockel. Im Norden haben sich die Schotter eine Rinne in die Pitzenberg-Schotter erodiert und das dabei gewonnene Material zum Aufbau des eigenen Schotterkörpers verwendet. Nach Auffüllung der Rinne dauerte die Sedimentation weiter an, sodaß die Schotter von Asing den Pitzenberg-Schotter noch heute um 10 m überragen.

Nach den Sedimentationsmechanismen zeigt sich eine Äquivalenz mit der im ostniederbayerischen Raum auftretenden Mischserie des Oberen Sarmatiens bis Pannoniens (vgl. J. STIEFEL, 1957). Hier wie dort arbeitete eine starke moldanubische Schüttung den älteren alpinen Untergrund mit auf. Der Unterschied, der vorallem in der größeren Korngröße des Schotters von Asing gegenüber der feiner-körnigen Mischserie in Ostniederbayern liegt, kann durch die Aufarbeitung des sehr groben Pitzenberg-Schotters erklärt werden.

## 5. Schlußfolgerungen

Die terrestrischen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSM), die im bearbeiteten Gebiet größtenteils als isolierte Sedimentdecken dem Kristallin der Böhmisches Masse auflagern, können vom Liegenden zum Hangenden in folgende Einheiten gegliedert werden:

- Rittsteiger Schichten
- Liegendsandstein
- Pitzenberg-Schotter und Steinberg-Schotter
- Schotter von Asing

In kleinen Senken, unmittelbar dem Kristallin auflagernd, treten limnisch-fluviatile Tone und Sande auf. Die Schwermineralverteilung der Sedimente zeigt ein Monazit-Zirkon-Hauptmaximum. Daneben treten in höheren Anteilen Disthen, Rutil, Turmalin, Andalusit und Epidot auf. Die Tone bestehen hauptsächlich aus Kaolinit und Montmorillonit, bei einem geringen Illit/Muskovit-Anteil. Die Sedimente können den in Ostniederbayern verbreiteten limnisch-fluviatilen Rittsteiger Schichten (Oberes Ottnangien bis Karpatien) zugeordnet werden.

Die Sande im Liegenden der alpin geschütteten Pitzenberg-Schotter sind aufgrund ihrer Schwermineralverteilung eindeutig moldanubischer Herkunft. Im Schwermineralspektrum zeigen die Sande ein extremes Zirkon-Hauptmaximum. Ein Nebenmaximum bilden die Mineralien Monazit-Sillimanit-Andalusit. Die fluviatilen Sande stellen eine eigene Sedimentationseinheit dar, die in dieser Arbeit als Liegendsandstein bezeichnet wird. Sie wurden im tieferen Karpatien bis oberen Badenien von kleineren lokalen Mäander-Flüssen abgelagert.

Die Pitzenberg-Schotter sind alpin geschüttete Fein- bis Grobkiese, die infolge einer tiefgründigen Verwitterung einen ausgeprägten Restschotter-Charakter aufweisen. Der Geröllbestand setzt sich zu 92–100 % aus Quarzen und Quarziten zusammen. In der Schwermineralverteilung weisen die Pitzenberg-Schotter ein Staurolith-(Rutil)-Disthen-Hauptmaximum auf. Die Mineralien Zirkon-Turmalin bilden ein Nebenmaximum. Leicht verwitterbare Schwermineralien treten stark zurück oder sind vollkommen ausgemerzt. Die Tonmineralverteilung im tonig-sandigen Zwischenmittel des grobklastischen Sediments zeigt ein deutliches Vorherrschen des Zweischicht-Tonminerals Kaolinit. Daneben tritt untergeordnet Illit/Muskovit auf. Die Pitzenberg-Schotter müssen aufgrund der vielfältigen lithologischen Übereinstimmungen als Äquivalente der ostniederbayerischen Quarzrestschotter (höheres Badenien bis tieferes Sarmatien) angesehen werden. Auch das Quarzkonglomerat im Hangenden der Schotter stellt eine analoge Ausbildung zum ostniederbayerischen Quarzrestschotter dar.

Der Steinberg-Schotter weist deutliche lithologische Übereinstimmungen mit dem Pitzenberg-Schotter auf. Es handelt sich ebenfalls um alpin geschüttete Kiese mit einem ausgeprägten Restschotter-Charakter der auf eine tiefgründige Verwitterung zurückzuführen ist. Der Geröllbestand setzt sich zu 88 % aus Quarzen und Quarziten zusammen. Das Schwermineralspektrum zeigt ein ausgeprägtes Staurolith-Hauptmaximum. Ein weiteres Maximum bilden die Mineralien Zirkon, Rutil und Disthen. Es ist nur ein geringer Anteil leicht verwitterbarer Mineralien wie Granat und Epidot vorhanden. Die Schotter am Steinberg bestehen aus Fein- bis Mittelkiesen. Grobschotterlagen, wie sie häufig in den Pitzenberg-Schottern auftreten sind hier nicht ausgebildet. Aufgrund der weitgehenden Übereinstimmungen im der Schwermineralverteilung und im Geröllbestand handelt es sich bei den Steinberg-Schottern vermutlich um einen feinkörnigeren Abschnitt der Pitzenberg-Schotter, dessen Basis infolge von jungtertiären tektonischen Bewegungen am Südrand der Böhmisches Masse heute um etwa 50 m tiefer liegt als die Unterkante der Schotter am Pitzenberg.

Bei den Schottern von Asing handelt es sich um eine moldanubische Schüttung, die sich stellenweise in die

alpin geschütteten Pitzenberg-Schotter einschnitt und diese dabei gleichzeitig aufarbeitete. Ein hoher Gehalt an Eisenoxiden führt zu einer regelrechten Durchädern der Fein- bis Grobschotter mit Ortsteinbändern. Die Schwermineralverteilung zeigt im Vertikalprofil einen Wechsel zwischen einer moldanubischen Zirkon-Monazit-Assoziation und einer Staurolith-Disthen-Kombination, die aus dem Pitzenberg-Schotter aufgearbeitet ist. Eine äquivalente Bildung stellt im östlichen Niederbayern die Mischserie (Oberes Sarmatien bis Pannonien) dar.

Eine neue stratigraphische Einstufung, die von H.J. UNGER (1984a) abweicht, ergibt sich für die etwa 10 m mächtige Abfolge limnisch-fluviatiler Pelite und Sande, die in der Tongrube bei Zwickledt, im Hangenden der marinen Tonmergel der Innviertler Gruppe aufgeschlossen ist. Die Pelite der limnisch-fluviatilen Abfolge zeigen in der Schwermineralzusammensetzung ein Staurolith-(Disthen)-Hauptmaximum. Die Nebenmaxima weisen in den basalen Teilen einen deutlichen Einfluß der alpinen Granat-Epidot-Hornblende-Assoziation auf, die zum Hangenden hin in eine moldanubische Zirkon-Monazit-Assoziation übergeht. Die Sande zeigen generell eine Zirkon-Monazit-Assoziation. Ähnliche Schwermineralverteilungen treten auch in den grundgebirgsnahen limnischen Süßwasserschichten im östlichen Niederbayern auf. Aufgrund der Schwermineralverteilung und der stratigraphischen Lage, im Hangenden der marinen Tonmergel der Innviertler Gruppe, sind die limnisch-fluviatilen Sedimente den limnischen Süßwasserschichten zuzuordnen, die als limnische Äquivalente der brackischen Oncophora-Schichten (Oberes Ottnangien) gelten.

#### Dank

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. W.-D. GRIMM (Inst. f. Allg. u. Angew. Geologie d. Universität München) für die Anregung und Betreuung der vorliegenden Arbeit. Seine Ratschläge und hilfreichen Hinweise, auch bei gemeinsamen Geländebegehungen, waren stets von großem Nutzen.

Mit Rat und Tat standen die Herren Dr. R. ROETZEL und Dr. Ch. RUPP (beide Geol. B.-A. Wien) zur Seite, denen wir für zahlreiche anregende Diskussionen danken. Insbesondere gilt unser Dank Herrn Dr. R. ROETZEL, der auch eine kritische Durchsicht des Manuskriptes übernahm.

Wir danken der Geologischen Bundesanstalt Wien für die finanzielle Förderung dieser Arbeit.

#### Literatur

- BERCHEM, H.-R.: Geologische Untersuchungen auf Blatt Griesbach im Rottal, 7545 (Maßstab 1 : 25000). – 78 S., 30 Abb., Inaug.-Diss. Univ. München 1969.
- BLISSENBACH, E.: Die jungtertiäre Grobschotterschüttung im Osten des bayerischen Molassetroges. – *Beih. Geol. Jb.*, **26**, 9–48, Hannover 1957.
- BOENIGK, W.: Schwermineralanalyse. – VIII + 152 S., 77 Abb., 7 Tab., 4 Taf., Stuttgart (Enke) 1983.
- FRIZ, O.: Untersuchung der Neudlinger Tonvorkommen. – Unveröff. Bericht Faber Castell'sche Forstverwaltung, 159–162, Nürnberg 1908.
- FUCHS, W. & WOLETZ, G.: Sande vom Rande des Sauwaldes. – 5 S., unveröff. Manuskript, Geol. B.-A., Wien 1964.
- FUCHS, W.: Kartierung auf ÖK 29 Schärding-Audorf. – Unveröff. Manuskriptkarte, Geol. B.-A., Wien 1965.
- FUCHS, W.: Die Sedimente am Südrande und auf dem kristallinen Grundgebirge des westlichen Mühlviertels und des Sauwaldes. – In: FUCHS, G. & THIELE, O.: Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich 1 : 100000. – 96 S., 9 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1968.
- FUCHS, W.: Die Molasse und ihr nichthelvetischer Vorlandanteil am Untergrund einschließlich der Sedimente auf der Böhmisches Masse. – In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der geologische Aufbau Österreichs, 1. Aufl., XIX+701 S., 164 Abb., Wien - New York (Springer) 1980.
- GRIMM, W.-D.: Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). – *Beih. Geol. Jb.*, **26**, 97–199, Hannover 1957.
- GRIMM, W.-D.: Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. – *Abh. Bayer. Ak. Wiss., math.-naturwiss. Abt., N.F.*, **121**, 1–135, München 1965.
- GRIMM, W.-D.: Stepwise heavy mineral weathering in the Residual Quartz Gravel, Bavarian Molasse (Germany). – *Contr. Sedimentology*, **1**, 103–125, Stuttgart 1973.
- GRIMM, W.-D.: Das obermiozäne Quarkonglomerat in Ostniederbayern ist kein Astroblem. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1977/4**, 373–384, Stuttgart 1977.
- HEROLD, R.: Sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Gesteinen der Molasse Niederbayerns. – 132 S., 20 Abb., 16 Tab., Inaug.-Diss. Univ. München 1970.
- HOLTZAPFFEL, T.: Les minéraux argileux. – Société géologique du nord, Publ. **12**, 136 S., Villeneuve d'Asque Cedex 1985.
- KLÜPFEL, W.: Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. – 90 S., 2 Abb., 2 Taf., Giessen 1923.
- MACKENZIE, R.C. (Ed): The differential thermal investigation of clays. – 456 p., Miner. Soc. (Clay Minerals Group), London 1957.
- MAURITSCH, H. M.: Bericht über die refraktionsseismischen Messungen im Gebiete von Münzkirchen. – 8 S., unveröff. Manuskript Mont. Univ. Leoben 1976.
- MILLOT, G.: Geology of clays. – 429 S., 75 Abb., 15 Tab., 12 Taf., New York - Heidelberg - Berlin (Springer) 1970.
- NEUMAIER, F. & WIESENER, H.: Geologische und Sedimentpetrographische Untersuchungen im Niederbayerischen Tertiär. – *Sbr. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Abt.*, **1939**, 177–252, München 1939.
- ROETZEL, R. & KURZWEIL, H.: Die Schwerminerale in niederösterreichischen Quarzsanden und ihre wirtschaftliche Bedeutung. – *Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.*, **7**, 199–216, Wien 1986.
- SCHAUERTE, E.: Die Geologie des Blattes Haidenburg und seiner Umgebung. – 150 S., 16 Abb., Inaug.-Diss. Univ. München 1962.
- SEITNER, L.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen der ostniederbayerischen Molasse im Gebiet zwischen Fürstzell, Neukirchen a. Inn und Rittsteig b. Passau (Teil 1). – 136 S., 50 Abb., Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München 1977.
- STADLER, J.: Geologie der Umgebung von Passau. – *Geogn. Jh.*, **38**, 39–118, München 1925.
- STIEFEL, J.: Ein Beitrag zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in Niederbayern. – *Beih. Geol. Jb.*, **26**, 201–259, Hannover 1957.
- THIELE, O.: Kurze Erläuterungen zur geologischen Karte der Republik Österreich 1 : 50000 Blatt 12 Passau (Provisorische Ausgabe). – Unveröff. Manuskript Geol. B.-A., 15 S., Wien 1987.

- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Band II Außerzentralalpiner Anteil. – XV + 710 S., 286 Abb., 27 Tab., Wien (Deuticke) 1985.
- UNGER, H.J.: Schichtenfolge Deckgebirge. – In: BAUBERGER W. & UNGER, H.J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000 Blatt Nr. 7446 Passau. – 175 S., 28 Abb., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1984a.
- UNGER H.J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 50000 Blatt Nr. L 7544 Griesbach im Rottal. – 254 S., 53 Abb., 19 Tab., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1984b.
- UNGER H.J.: Die Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten. – *Geologica Bavarica*, **94**, 195–237, München 1989.
- UNGER, H.J. & BAUBERGER, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000 Blatt Nr. 7546 Neuhaus a. Inn. – 103 S., 15 Abb., 7 Tab., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1985.
- WEBER-DIEFENBACH, K.: Erfahrungen mit der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse. – *Fortschr. Mineral.*, **57/1**, 233–234, Stuttgart 1979.
- WIESER, F.: Abschließendes geologisches Gutachten über die Wasserbezugsstellen für die Wasserversorgung Schärding. – Unveröff. Bericht Stadtamt Schärding, 1–15, geol. Karten 1 : 10000, Schärding 1964.
- ZÖBELEIN, H.K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). – *Neues Jb. Min. etc.*, **84**, 233–302, Stuttgart 1940.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 31. Oktober 1990.