

## Lithofazielle und genetische Aspekte der Schwermineralführung alpiner Lockersedimente (Inntal, Tirol)

GERHARD POSCHER\*) and GYÖNGYI LELKES-FELVÁRI\*\*)

4 Abbildungen, 1 Tabelle

Österreichische Karte 1:50.000  
Blätter 117, 118, 119

Tirol  
Inntal  
Quartärgeologie  
Glazialgeologie  
Schwermineralpetrographie

### Inhalt

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zusammenfassung .....                                                                                       | 407 |
| Abstract .....                                                                                              | 407 |
| 1. Allgemeines .....                                                                                        | 408 |
| 2. Schwermineralführung in proglazial-deltaischen und glazialen Environments (Melachdelta/Oberinntal) ..... | 408 |
| 2.1. Lithofazies und Environment .....                                                                      | 408 |
| 2.2. Schwermineralpetrographische Untersuchungen .....                                                      | 409 |
| 2.2.1. Fragestellungen .....                                                                                | 409 |
| 2.2.2. Methodik .....                                                                                       | 409 |
| 2.3. Ergebnisse .....                                                                                       | 409 |
| 2.4. Diskussion und Interpretation .....                                                                    | 412 |
| 3. Schwermineralführung lakustrin-prodeltaischer Sequenzen (Gnadenwaldterrasse/Unterinntal) .....           | 412 |
| 3.1. Lithofazies und Environment .....                                                                      | 412 |
| 3.2. Schwermineralpetrographische Untersuchungen .....                                                      | 412 |
| 3.2.1. Fragestellungen .....                                                                                | 412 |
| 3.2.2. Methodik .....                                                                                       | 413 |
| 3.3. Ergebnisse .....                                                                                       | 413 |
| 3.4. Diskussion und Interpretation .....                                                                    | 413 |
| 4. Schlußfolgerungen .....                                                                                  | 413 |
| Dank .....                                                                                                  | 413 |
| Literatur .....                                                                                             | 414 |

### Zusammenfassung

Der Einsatz schwermineralogischer Untersuchungsmethoden im Zusammenhang mit quartärgeologischen Fragestellungen wird an zwei Fallstudien aus den pleistozänen Mittelgebirgsterrassen des Tiroler Inntales erörtert.

Die Faziesabhängigkeit der Schwermineralführung wird am Beispiel des pleistozänen Melachdeltas an der Mündung des Sellraintales westlich von Innsbruck vorgestellt. Fragen der selektiven glazialabrasiven Einflußnahme auf die Schwermineralspektren als auch diesbezügliche Auswirkungen auf den proglazialen Raum werden diskutiert.

Ingenieurgeologische Untersuchungen im Bereich der Gnadenwaldterrasse östlich von Innsbruck unweit der Typlokalität Baumkirchen lieferten Hinweise über die Ausbildung diachroner lakustrin-deltaischer Sequenzen innerhalb des Terrassenkörpers. Diesen Hinweisen wurde flankierend auch mit schwermineralogischen Methoden nachgegangen. Auswirkungen differenter Liefergebiete im Zusammenhang mit der Ausbildung unterschiedlicher Seephase im unmittelbaren Vorfeld des Aufbaus des hochwürmzeitlichen Eistromnetzes werden erörtert.

### Lithofacies and genetic aspects of heavy mineral distribution in Alpine soft rocks (Inn Valley, Tyrol)

#### Abstract

The use of heavy mineral analysis in conjunction with Quaternary geological questions is discussed on the basis of two case studies from the Pleistocene terraces of the Tyrolean Inn valley.

Anschrift der Verfasser: \*) Ing. Mag. Dr. GERHARD POSCHER, ILF – Beratende Ingenieure ZT Ges.m.b.H., A-6020 Innsbruck, Framsweg 16;  
\*\*) Dr. GYÖNGYI LELKES-FELVÁRI – Magyar Természettudományi Múzeum (Naturhistor. Museum, Mineralogische Abteilung), Ludovika tér 2, H-1083 Budapest, Hungary

The heavy mineral composition depends on the facies and is presented by means of the example of the Pleistocene Melach delta at the mouth of the Sellrain valley west of Innsbruck. Questions concerning the selective glacially abrasive influence on the heavy mineral composition as well as the effects in this connection on the proglacial area are discussed.

Engineering geology investigations in the area of the Gnadenwald terrace east of Innsbruck not far from the locus typicus of Baumkirchen provided clues on the formation of diachronic lacustrine-deltaic sequences within the terrace. These clues were also investigated by means of accompanying heavy mineral analysis. The effects of the activities of various source areas in connection with the formation of different phases of lake sedimentation prior to Würmian glaciations are discussed.

## 1. Allgemeines

Die Geschichte der Quartärforschung im Tiroler Inntal liefert insbesondere im Zusammenhang mit Fragen des Baus und der Genese der Mittelgebirgsterrassen einige Beispiele zum flankierenden Einsatz (schwer)mineralanalytischer Untersuchungen für die Bearbeitung quartärgeologischer Fragen (u.a. ZOKE, 1944; LADURNER, 1954a, b; KÖHLER & RESCH, 1973).

In jüngerer Zeit wurden derartige Versuche teilweise in Kombination mit Vergleichsuntersuchungen an rezenten Sedimenten erneut unternommen (KASPAR, 1989; POSCHER, 1992, 1994a).

Zusätzlich liegen vermehrt Untersuchungen zur Schwermineralführung rezent-fluvialer Sedimente vor (u.a. KASCHANI, 1980; MACKENBACH, 1984; HERBST, 1985). Die außer-alpine Quartärliteratur ist in diesen Fragen vergleichsweise reichhaltiger und liefert vorzügliche Beispiele über den Einsatz schwermineralanalytischer Methoden in der Quartärforschung (z.B. MÜLLER, ORTMANN & EISSMANN, 1988).

Die nachfolgende Arbeit faßt Ergebnisse von Untersuchungen zusammen, in denen schwermineralanalytische Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit bei feldgeologisch-sedimentologischen und ingenieurgeologischen Fragestellungen getestet wurden. Die angeführten Beispiele nehmen für sich nicht in Anspruch für eine gebietsdeckende schwermineralpetrographische Bearbeitung der pleistozänen Terrassensedimente im mittleren Inntal zu stehen, da es sich lediglich um Tests handelt.

Die Ergebnisse sind jedoch von prinzipieller Bedeutung. Sie sollen aus der Sicht des angewandten tätigen Geologen, dem für die Beschäftigung mit diesen Fragen und Untersuchungen naturgemäß wenig Zeit zur Verfügung steht, der grundlagenwissenschaftlich tätigen Kollegenschaft Anregungen vermitteln, den nachgenannten Fragestellungen aus methodischer und regionalgeologischer Sicht vertiefend nachzugehen.

- Das erste Beispiel beschäftigt sich mit der glazialabrasiv bedingten Beeinflussung von Schwermineralspektren und dem Einsatz des Verfahrens zur Abgrenzung struktur- armer proglazialer sandiger Sedimente.
- Das zweite Beispiel zeigt den unterstützenden Einsatz der Schwermineralanalyse im Zusammenhang mit ingenieur- geologischen Fragestellungen hinsichtlich der Homogenitätsbeurteilung lakustrin-deltaischer Sedimente bei Baugrundfragen.

## 2. Schwermineralführung in proglazial-deltaischen und glazialen Environments (Melachdelta/Oberinntal)

### 2.1. Lithofazies und Environment

Der Internbau der pleistozänen Mittelgebirgsterrassen westlich von Innsbruck ist charakterisiert durch bis zu 150 m

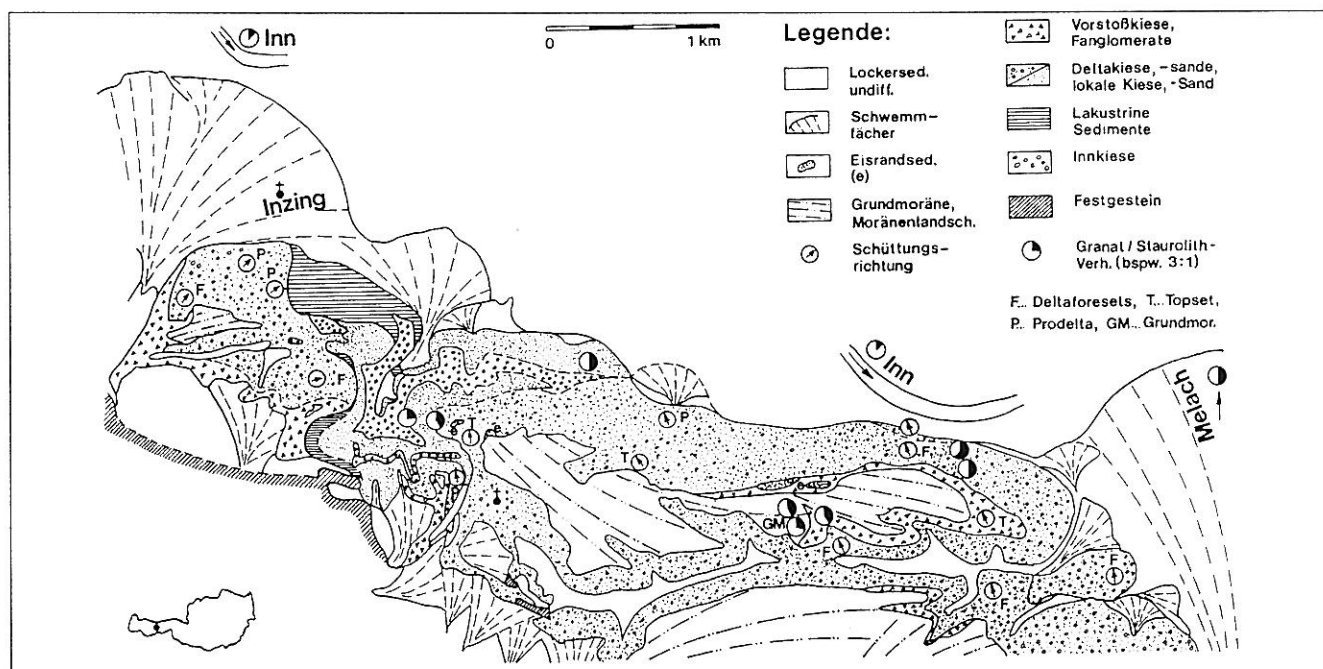


Abb. 1. Vereinfachte quartärgeologische Karte der Melachmündung (Granat-Staurolith-Verhältnis in verschiedenen Faziesbereichen).

mächtige Sedimente pleistozäner Deltas, die sich an den Seitentalmündungen aus basalen Schwemmfächersedimenten entwickeln und im Sedimentationsbecken des pleistozänen Innaltales mit lakustrinen Sedimenten verzahnen. Im Bereich der Stauwurzel dieses Sedimentationsraumes treten delataische Sedimente des Inn auf (Abb. 1).

Der bekannteste und am besten aufgeschlossene Deltakörper ist jener an der Mündung des Sellraintales (Melach). Die Foresets in Form dm-mächtiger Bänke sind gradiert, mit lagig sehr guter Sortierung von sandigem Kies und teilweise scharfkantigem Grus. Das Topset des Deltas wird von Grundmoräne plombiert. Die Sedimente werden in Analogie zur Gnadenwaldterrasse (siehe unten) als mittel- bis hochwürmzeitlich interpretiert.

Feinklastische Sedimente sind auf Abschnitte zwischen den mächtigen Deltakörpern beschränkt. Die Bändertone von Inzing stellen das bekannteste Vorkommen dieser Fazies dar. Dropstones in Sedimenten und Äquivalenten der Inzinger Bändertone geben einen Hinweis auf periglaziale Sedimentationsbedingungen. Während der letzten 50 Jahre haben sich zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten mit diesem Terrassenabschnitt beschäftigt, u.a. MAYR (1968), POSCHER (1988) und MOSTLER (1992). Eine Zusammenfassung des Kenntnisstandes findet sich in POSCHER (1993).

## 2.2. Schwermineralpetrographische Untersuchungen

### 2.2.1. Fragestellungen

Die quartärgeologische Kartierung des Gebietes und die lithofazielle Aufschlußdokumentation machte auf Probleme

Abb. 2a

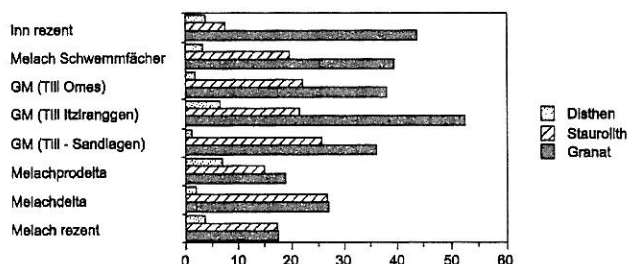


Abb. 2b

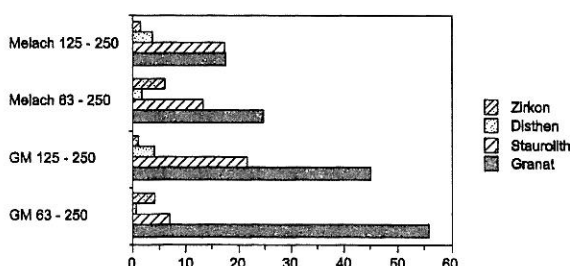


Abb. 2. Schwermineralverteilung in Abhängigkeit von Fraktion und Lithofazies (Kornprozentanteil am Gesamtspektrum). a) Rezent und pleisto-zäne Sedimente (125–250 µm) verschiedener Faziesbereiche (linkes Bild), b) Vergleich verschiedener Fraktionen von rezenten fluviatilen (Melach) und pleistozänen glazialen (GM ... Grundmoräne) Sedimenten desselben Liefergebietes (unteres Bild).

in der liefergebietsorientierten Abgrenzung und faziellen Zuordnung strukturarmer Sande aufmerksam. Neben der prinzipiellen Fragestellung, ob die liefergebietspezifischen Unterschiede – insbesondere zwischen Sedimenten der Melach (Sellraintal) und des Inn – den Einsatz schwermineralanalytischer Verfahren rechtfertigen, waren mit diesem methodischen Ansatz folgende environmentorientierten Fragestellungen verknüpft:

- In welchem Ausmaß können sich in glazialen Sedimenten glazial induzierter Bruch und subglaziale Abrasion im Vergleich zu fluviatilen Sedimenten auf die Zusammensetzung von Schwermineralspektren auswirken ?
- Inwieweit wirken sich mögliche glazial bedingte Verschiebungen im Spektrum auf proglaziale Sedimente aus und
- welchen Einfluß nimmt die Tillfazies auf die schwermineralpetrographische Charakterisierung von Grundmoränenmaterial (vgl. HALDORSEN, 1983) ?
- In welchem Maß prägen die Petrographie des lokalen Felsuntergrundes und dessen Inhomogenitäten aufgrund mangelnder Durchmischung normal zur Fließrichtung den Schwermineralbestand von Moränenmaterial, speziell von Grundmoränenmaterial (vgl. GROSS & MORAN, 1971; SAARNISTO & TAIPALE, 1984; CAMMERAAAT & RAPPOL, 1987) ?
- Inwieweit werden die Spektren proglazialer und glazialer Sedimente durch unterschiedliche Liefergebietsintensitäten bzw. Änderungen in der Ausdehnung des Einzugsgebietes beeinflusst ?

### 2.2.2. Methodik

Im vorliegenden Fall wurde zur Klärung dieser Fragen aus den Gesamtspektren das Verhältnis von Granat-Staurolith-Disthen-Zirkon eines möglichst engen Korngrößenintervalls (125 µ bis 250 µ) ausgewählt, wobei sich vor allem das Granat-Staurolith-Verhältnis als entscheidender und aussagekräftiger Parameter erwies.

Nach den mechanischen Stabilitätsreihen (Abrasion) von FRIESE und THIEL (cit. in MORTON, 1985) liegt Granat unmittelbar hinter Staurolith im Feld größter Abrasionsresistenz. Ferner sind Granat und Staurolith als hydraulisch äquivalent im Sinne von MORTON (1985) anzusehen, was aus ähnlicher Dichte und gleicher "Hydraulic Size" und annähernd identen, unregelmäßigen bis isometrischen Kornformen bzw. Kornmorphologien abzuleiten ist.

Die Proben wurden wie folgt am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck aufbereitet und seitens des Erstautors ausgewertet:

- Aufbereitung der Fraktionen 63 µ – 125 µ und 125 µ – 250 µ
- Abtrennung mittels Tetrabromäthan ( $\rho = 2,96$ )
- Abtrennungsdauer  $24 \pm 1$  Stunde
- Herstellung von 3–5 abgedeckten Streupräparaten je Probe
- Auszählergebnis in Kornprozenten

## 2.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Abb. 1 und 2 a, b dargelegt. Die tabellarischen Auszählergebnisse des jeweiligen Gesamtspektrums sind in POSCHER (1990) vollumfänglich enthalten.

Inn und Melach können hinsichtlich ihrer rezenten Sedimente durch das Verhältnis Granat-Staurolith eindeutig voneinander getrennt werden.

Während dieses Verhältnis rezent im Inn zwischen Telfs und Innsbruck in der Fraktion 125 µ bis 250 µ konstant um 6:1 liegt, beträgt es in der Melach ca. 1:1. Eine erwartete lokal-

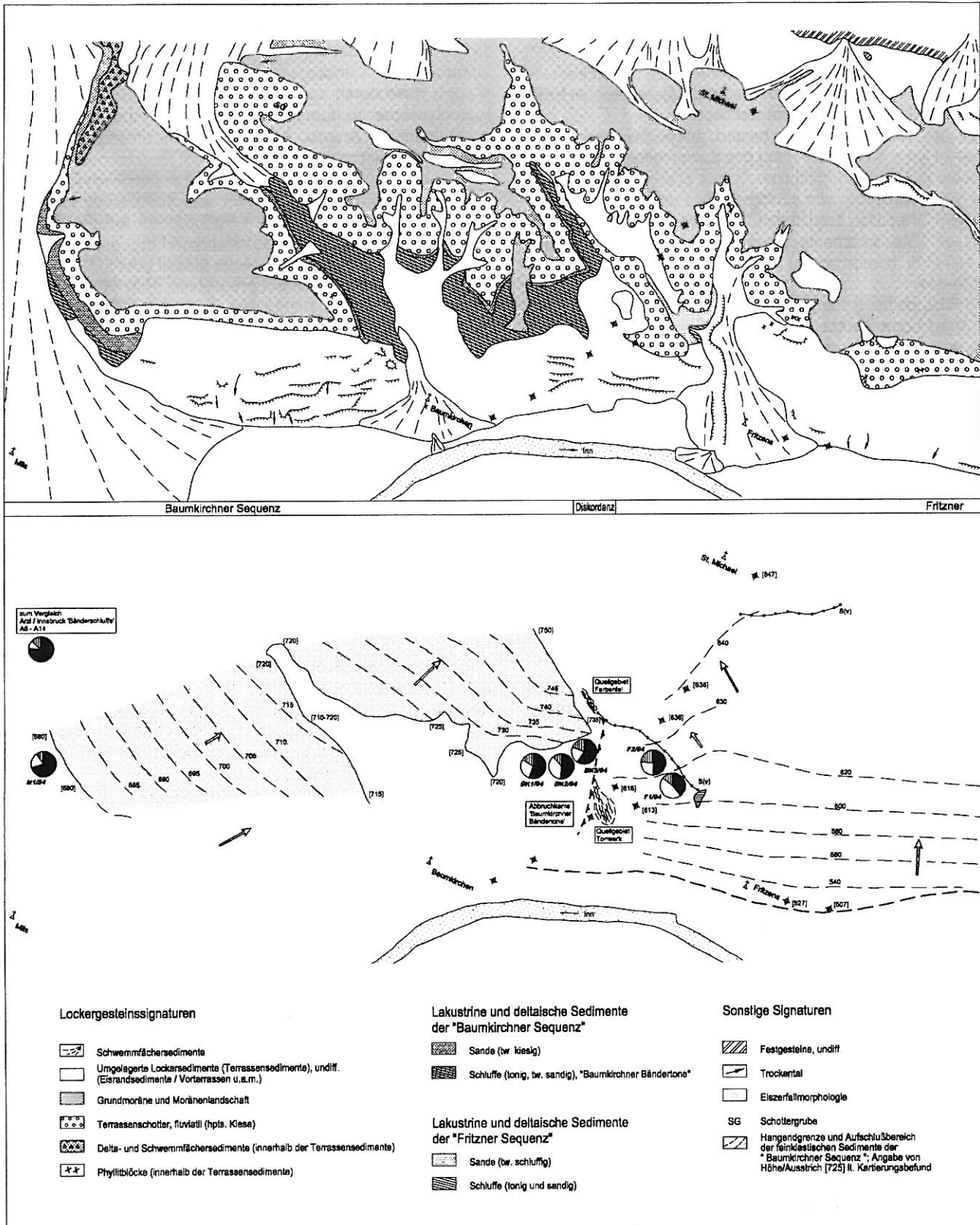


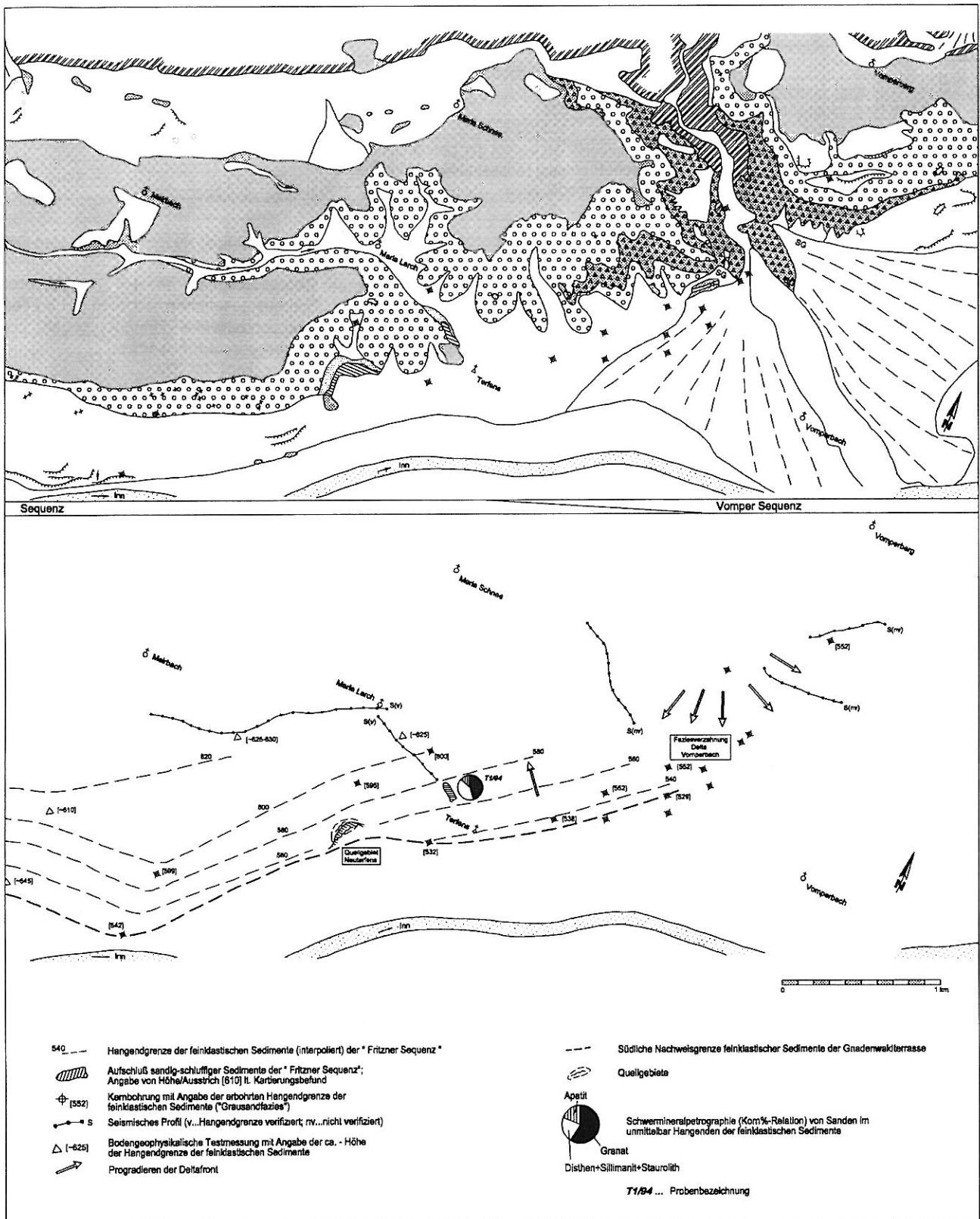
Abb. 3. Vereinfachte quartärgeologische Karte der Gadenwaldterrasse mit Verbreitung und Relief der Hangendgrenze der feinklastischen

geologisch bedingte Disthenvormacht in den Melachsedimenten kommt nicht zum Tragen (Abb. 2, 4).

Die Sedimente des pleistozänen proglazialen Deltas der Melach (Melachdelta in Abb. 2a) weisen im Mittel in Über-

einstimmung mit den rezenten fluvialen Sedimenten desselben Einzugsgebietes das durchschnittliche Verhältnis von Granat zu Staurolith von 1:1 auf, wobei eine stete Zunahme des Granatgehaltes vom Liegenden ins Hangende von 0,8:1





Sedimente (Granat-Apatit-Disthen+Sill+Stau – Verteilung in deltaisichen Sanden).

auf 1,2:1 entsprechend der Annäherung an die hangende Grundmoräne erfolgt.

Die feinsandig-siltigen Sedimente des pleistozänen distalen Prodeltas weisen ein Granat-Staurolith-Verhältnis um

1,4:1 auf, was den Einfluß des nahenden glazialen Environments auf die deltaische Sedimentation reflektiert.

• Die lokale Grundmoräne, die die pleistozänen Deltasedimente überlagert, zeigt nämlich eine deutliche Zunahme des

Tabelle 1

Probennahme und Aufbereitung von Schwermineralpräparaten

|                                                                                      | Probennahme | Fraktion             | Abtrennung     | Auswertung |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|----------------|------------|
| Referenzproben Arzl/Innsbruck                                                        | 1985        | 125–250 $\mu$ (GP-I) | Tetrabromäthan | MTM        |
| Rezente Sedimente (Inn, Sill, Melach)                                                | 1989        | 125–250 $\mu$ (GP-I) | Tetrabromäthan | MTM        |
| Gnadenwaldterrasse (Proben BK, F, M, T)                                              | 1994/1995   | 63–400 $\mu$ (GBA)   | GBA            | MTM        |
| GP-I ..... Aufbereitung am Geologisch-Paläontologischen Institut der Univ. Innsbruck |             |                      |                |            |
| MTM .... Magyar Természettudományi Múzeum/Budapest (Auswertung durch Co-Autorin)     |             |                      |                |            |
| GBA ..... Aufbereitung durch Geologische Bundesanstalt Wien                          |             |                      |                |            |

Granatanteiles, wobei die Tillfazies entscheidenden Einfluß auf das Verhältnis nimmt.

- Die lokal aufgeschlossene Grundmoräne ist eine Wechselfolge aus Lodgement-Till und sandigen Lagen. Lodgement-Till weist das höchste Granat-Staurolith-Verhältnis (1,75:1 bis 2,5:1) auf, während sandiger Melt-out-Till Verhältnisse von 1,4:1 (vergleichbar dem Topset des unmittelbar liegenden Deltas) zeigt.
- Besonders deutlich wird die glazialabrasiv bedingte Granatanreicherung bei Betrachtung des Gesamtschwermineralspektrums in der Fraktion von 63  $\mu$  bis 250  $\mu$ . Das Granat-Staurolith-Verhältnis rezenter fluviatiler Melachsedimente dieser Fraktion liegt bei etwa 1,9:1 (im Gegensatz von 1:1 der Fraktion 125  $\mu$  bis 250  $\mu$ ) und steigt innerhalb der Gesamtfraktion des Lodgement-Tills auf 8,2:1 (im Gegensatz von durchschnittlich 2,1:1 der Fraktion 125  $\mu$  bis 250  $\mu$ ) an (Abb. 2b).

## 2.4. Diskussion und Interpretation

Die relative Anreicherung von Granat in glazialen Sedimenten wird anhand dieses Beispiels deutlich und zeigt, daß bereits bei einem Sediment, das im Zuge einer Vorstoßphase eines Lokalgletschers gebildet wurde, je nach Fraktion eine Verdoppelung bis Vervielfachung des Granatanteiles im Vergleich zum fluviatil geprägten Spektrum eintritt.

Die vergleichsweise hohe Abrasionsbeständigkeit des Granats aber auch des Stauroliths ist bekannt. Die selektive Anreicherung von Granat in glazialen Sedimenten ist verschiedentlich – auch von älteren glazialen Sedimenten wie beispielsweise aus der Gondwanavereisung belegt (GRAVENOR, 1979; POSCHER, 1994b).

Die abnehmende Distanz des glazialen Environments zum Deltakomplex wird in der Zunahme des Granatanteils zum Hangenden hin als auch im Bereich des distalen Prodeltas deutlich.

## 3. Schwermineralführung lakustrin-prodeltaisicher Sequenzen (Gnadenwaldterrasse/Unterinntal)

### 3.1 Lithofazies und Environment

Chronologische Daten zum Sedimentaufbau der Terrasse existieren bislang nur für die Typlokalität Baumkirchen. Mittels <sup>14</sup>C-Altersdatierungen wurde in den siebziger Jahren an Holzresten innerhalb der "Baumkirchner Bändertone" nachgewiesen, daß das Inntal um ca. 26.000 Jahre vor heute noch weitestgehend eisfrei gewesen ist bzw. daß die Sedimente der Gnadenwaldterrasse unmittelbar im Vorfeld der letzten Talvereisung entstanden sein mußten (FLIRI, 1973; PATZELT & RESCH, 1986).

Im Abschnitt Mils-Terfens wird der Internbau der Terrasse durch folgende Sedimente bestimmt (Abb. 3):

- Im Raum Baumkirchen-Fritzens-Terfens liegen nach den

Kartierungsbefunden individuell ausgebildete "Oben-Grob-Sequenzen" vor,

- mit lakustrinen Bänderschluften an der Terrassenbasis (<750 m SH im Raum Baumkirchen, <615 m SH im Raum Fritzens-Terfens), die von teilweise geringmächtigen
- prodeltaisichen Sanden überlagert werden.
- Der Terrassenkomplex wird im Hangenden von einem >100 m mächtigen (glazi)fluviatilen Schotterkomplex mit überlagernder Grundmoräne (Lodgement Till) abgeschlossen.

Im Abschnitt Terfens-Vomperbach-Vomp ist die Situation durch einen

- Deltakomplex des pleistozänen Vomperbachs geprägt, der nach Westen auskartierbar mit den prodeltaisichen Sanden verzahnt und
- in der hangenden Topset Entwicklung eine ebenfalls auskartierbare Faziesverzahnung mit den Kiesen des Vorflutbereiches eingeht.

## 3.2. Schwermineralpetrographische Untersuchungen

### 3.2.1. Fragestellungen

Schwermineralpetrographische Untersuchungen wurden durchgeführt, um zu prüfen, ob und inwieweit eine Differenzierung der Sedimente, die unterschiedlichen Sequenzen zugeordnet werden, durch den Schwermineralbestand möglich ist.

Die Proben der Terrassensedimente entstammen großteils den prodeltaisichen Sanden im unmittelbar Hangenden der lakustrinen Sedimente der Gnadenwaldterrasse sowie von faziell vergleichbaren Sedimenten aus dem Bereich Arzl/Innsbruck, die für Referenzzwecke mit untersucht wurden. Zum Vergleich wurden rezente Sedimente von Sill, Melach und Inn schwermineralpetrographisch untersucht (Abb. 4).

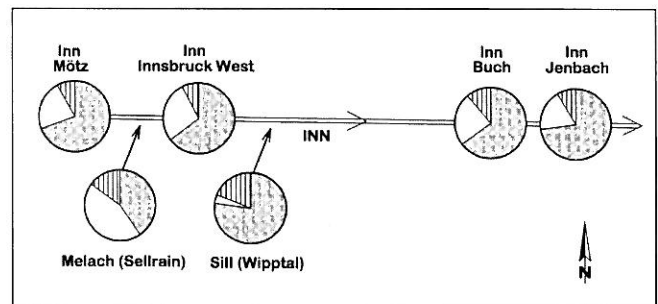


Abb. 4.  
Rezentvergleich zur Schwermineralpetrographie fluviatiler Sedimente (Legende siehe Abb. 3).

### 3.2.2. Methodik

Die Proben bzw. die aufbereiteten Präparate entstammen unterschiedlichen Beprobungskampagnen und wurden daher differenziert aufbereitet. Die Tabelle 1 gibt dazu eine kurze Übersicht.

Die Aufbereitung der Proben am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck erfolgte gemäß Kapitel 2.2. Die Auszählergebnisse liegen in Kornprozenten vor (GBA/POSCHER, 1998).

### 3.3. Ergebnisse

Folgende Ergebnisse liegen vor (Abb. 3):

- Die Sande der "Baumkirchner Sequenz" (im Hangenden der "Baumkirchner Bändertone") weisen im dargestellten Spektrum (Granat – Apatit – Disthen+Sill+Stau) durchwegs einen Granatanteil > 50% auf.
- Dies trifft für die Lokalität Baumkirchen (Proben BK 1/94, BK 2/94, BK 3/94) gleichermaßen zu wie für die Proben der Lokalität Mils (Probe M 1/94) und die Referenzproben (Proben A6 bis A14) von Arzl (ehem. "Tongrube" beim Vereinshaus).
- Die Proben aus dem Hangenden der tieferen Bänderschluße der "Fritzner Sequenz" (Proben F 1/94, F 2/94) weisen hingegen übereinstimmend einen relativ geringeren Granatanteil bei tendenziell höherem Apatit- und Disthen+Sill+Stau – Gehalt auf.
- Die Proben aus der "Baumkirchner Sequenz" weisen eine relativ höhere Übereinstimmung mit dem rezenten Innspektrum auf, als jene der "Fritzner Sequenz" (Abb. 4).

### 3.4. Diskussion und Interpretation

Lakustrin-deltatische Sedimente sind in der Gnadenwaldterrasse zwischen Baumkirchen und Gnadenwald sowie Terfens und Larchtal – wenn auch mit unterschiedlichen Niveaus – flächig verbreitet, wobei nach aktuellem Kenntnisstand von mindestens zwei Sequenzen ("Baumkirchner Sequenz", "Fritzner Sequenz") ausgegangen werden muß (Abb. 3). Dafür sprechen folgende Beobachtungen:

- Reliefunterschied und Differenz der Oberflächenneigung der Hangendgrenze der feinklastischen Sedimente mit zwei Homogenbereichen.
- Reliefanstieg der Hangendgrenze im Bereich Fritzens-Larchtal-Terfens in Richtung Norden mit weitestgehend konstanter Richtung der progradierenden deltatischen Sedimente ("Fritzner Sequenz"), während im westlichen Bereich der Reliefanstieg eine deutliche Ost-West Komponente aufweist ("Baumkirchner Sequenz").
- Anomalien in der Richtung der progradierenden Deltasedimente der "Fritzner Sequenz" und in den Schüttungsrichtungen der hangenden (fluviatilen) Schotter im Bereich des Farbentales, da die Schüttungsrichtung von den Erosionshorsten der "Baumkirchner Sequenz" kontrolliert wird.

Damit übereinstimmend zeigen sich die nachvollziehbaren Unterschiede in der Schwermineralfracht der Sedimente innerhalb der Gnadenwaldterrasse. Dafür können wiederum unterschiedliche Liefergebiete bzw. eine unterschiedliche Beteiligung verschiedener Liefergebiete verantwortlich sein und den einzelnen Sequenzen zugeordnet werden.

Als Ursachen für diese Unterschiede kommen u.a. in Betracht:

- (1) Reduktion des Granatanteiles aufgrund abnehmenden Einflusses granatreicher Liefergebiete des Oberinntales oder des Wipptales
- (2) Zunehmender Einfluß der Liefergebiete von Melach/Sellrain, was in einer relativen Anreicherung von Disthen+Sill+Stau zum Ausdruck kommen könnte bzw.
- (3) zunehmender Einfluß aus der südlichen Inntalflanke östlich von Innsbruck (Apatitführung).

In Übereinstimmung mit den Feldbefunden (Quarzphyllitblockzonen (AMPFERER, 1943) in den hangenden Terrassenschottern) und dem deutlich Süd-Nord-gerichteten Progradieren innerhalb der "Fritzner Sequenz" wird ein abnehmender Einfluß des Oberinntaler Raumes bei einer relativen Erhöhung des Anteiles lokaler Lieferanten aus der südlichen Talflanke (3) vorläufig als die wahrscheinlichste Ursache für die Verschiebungen im Schwermineralspektrum erachtet.

Die vorstehenden Überlegungen beinhalten einen weiteren interessanten Aspekt: Die bekannten "Bändertone von Baumkirchen" der "Baumkirchner Sequenz" wurden im Bereich des bestehenden Abbaus im Höhenbereich von 655–681 m SH mit 14C-Altern von ca. 27.000 bis 31.000 Jahren vor heute datiert (FLIRI, 1973; PATZELT & RESCH, 1986).

Der Umstand, daß zwischen diesen datierten Seesedimenten der relativ älteren Sequenz und der Ablagerung des > 100 m mächtigen Terrassenschotterkomplexes im unmittelbaren Vorfeld der Vereisung noch Zeit für eine oder mehrere zusätzliche Seephasen bestanden haben muß, verkürzt den Zeitraum für den Aufbau der Talvereisung erheblich.

## 4. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen im Bereich Melachdelta belegen die Ausdehnung der distalen Deltasedimente innerhalb der sandigen Sedimente des lakustrinen Beckens in Ergänzung zur Geländeaufnahme. Die Ergebnisse aus dem Bereich Gnadenwaldterrasse sind neben lithofaziellen und bodenmechanischen Indizien ein wertvoller weiterer Mosaikstein zum Nachweis unterschiedlicher lakustrin-deltatischer Sequenzen innerhalb des Terrassenkörpers.

Die beiden Beispiele zeigen, daß schwermineralanalytische Methoden mit Erfolg und mit vergleichsweise geringem Aufwand unterstützend bei quartärgeologischen Fragestellungen – durchaus auch mit ingenieurgeologischem Hintergrund – einsetzbar sind.

Voraussetzung dafür ist einerseits die Kenntnis lithofaziell bedingter Variabilitäten, wie dies am Fallbeispiel Melachdelta deutlich gemacht wurde. Entscheidend ist andererseits aber auch, daß sich die Auswertung – unter Berücksichtigung rezenter Spektren – auf einzelne aussagekräftige Leitminerale bzw. Mineralrelationen beschränken kann.

## Dank

Die Möglichkeit zur Durchführung schwermineralanalytischer Untersuchungen wurde im Zusammenhang mit der quartärgeologischen Aufnahme der Gnadenwaldterrasse freundlicherweise seitens der Geologischen Bundesanstalt, Hrn. Hofrat Direktor Schönlaub, offeriert.

Herr Dr. Hauser hat den nicht immer ganz einfachen Transfer von Proben und Präparaten zwischen Innsbruck, Wien und Budapest bewerkstelligt und betreut, wofür wir uns bedanken möchten.

Der Brenner Eisenbahn GmbH gilt unser Dank für die Erlaubnis zur Auswertung von Projektsunterlagen für die gegenständliche Veröffentlichung.

## Literatur

- AMPFERER, O.: Über grobblockige Einschlüsse in den Innaltalrassen. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I, 1–5, 45–55, Wien 1943.
- CAMMERAAAT, E. & RAPPOL, M.: On the Relationship of Bedrock Lithology and Grain size Distribution of Till in Western Allgäu (Western Germany) and Vorarlberg (Austria). – Jahrb. Geol. B.-A., 130/4, 383–389, Wien 1987.
- FLURI, F.: Beiträge zur Geschichte der alpinen Würmvereisung: Forschungen am Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Nordtirol). – Z. Geomorph., N. F., 16, 1–14, 5 Abb., 1 Tab., Berlin, Stuttgart 1973.
- GRAVENOR, C. P.: The nature of the Late Paleozoic glaciation in Gondwana as determined from an analysis of garnets and other minerals. – Can. J. Earth Sci., 16, 1137–1153, Ottawa 1979.
- GROSS, D. & MORAN, S.: Grain-size and mineralogical gradations within tills of the Allegheny Plateau. – In: GOLDTHWAIT (Ed.): Till: A Symposium, 251–274, Columbus (Ohio State University Press) 1971.
- HALDORSEN, S.: Mineralogy and geochemistry of basal till and their relationship to till-forming processes. – Norsk Geologisk Tidsskrift, 63, 15–25, Oslo 1983.
- HERBST, J.: Die Ursalzach – Schüttung – Eine Studie über das Liefergebiet aufgrund der Schwermineralführung. – Unveröffentl. Diss. Univ. Salzburg, 137 S., Beilagen, Salzburg 1985.
- KASCHANIAN, B.: Korngrößenverteilung und Schwermineralführung in den Flußsanden der Ziller (Tirol/Österreich). – Berliner geowiss. Abh., A29, 58 S., 11 Abb., 8 Tab., 3 Taf., 1 Karte, Berlin 1980.
- KASPAR, E.: Quartäre Ablagerungen im unteren Silltal südlich Innsbruck (Tirol) – Versuch einer zeitlichen Einordnung anhand der Sedimentologie. – Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. Innsbruck, 285 S., Beilagen, Innsbruck 1989.
- KÖHLER, M. & RESCH, W.: Sedimentologische, geochemische und bodenmechanische Daten zum Bänderton von Baumkirchen (Inntal/Tirol). – Veröffentl. Univ. Innsbruck, 86, 181–215, Innsbruck 1973.
- LADURNER, J.: Mineralführung und Korngrößen von Sanden aus Schlicker Tal (Bohrung) und Stubaital (Tirol). – Jb. Geol. B.-A., 97, 323–336, 2 Abb., 2 Tab., Wien 1954a.
- LADURNER, J.: Mineralführung und Korngrößen von Sanden (Höttinger Breccie und Umgebung). – TMPM F3, 5, 102–109, 4 Tab., Wien 1954b.
- MACKENBACH, R.: Jungtertiäre Entwässerungsrichtungen zwischen Passau und Hausruck (O. Österreich). – Sonderveröffentl. Geol. Inst. Univ. Köln, 55, 175 S. 45 Abb., Anhang, Köln 1984.
- MAYR, F.: Über den Beginn der Würm-Eiszeit im Inntal bei Innsbruck. – Z. Geomorph. N. F., 12, 256–295, 12 Abb., Berlin-Stuttgart, 1968.
- MOSTLER, W.: Die quartären Sedimente der Umgebung von Innsbruck und deren Bedeutung als Massenrohstoffe. – Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. Innsbruck, 122 S., Anhang, Innsbruck 1992.
- MORTON, A. C.: Heavy minerals in provenance studies. – In: ZUFFA (Ed.): Provenance of Arenites, 249–277, Dordrecht (Reidel) 1985.
- MÜLLER, A., ORTMANN, R. & EISSMANN, L.: Die Schwerminerale im fluvialen Quartär des mittleren Saale-Elbe-Gebietes. – Altenburger naturwiss. Forsch., 4, 70 S., 26 Abb., 9 Tab., Altenburg 1988.
- PATZELT, G. & RESCH, W.: Quartärgeologie des mittleren Inntales zwischen Innsbruck und Baumkirchen (Exkursion C am 3. April 1986). – Jber. Mitt. oberrhein. Geol. Ver., N. F., 68, 43–66, 6 Abb., Stuttgart 1986.
- POSCHER, G.: Bericht 1987 über geologische Aufnahmen im Quartär (Inntalrassen) auf Blatt 117 Zirl. – Jahrb. Geol. B.-A. 131/3, 436–437, Wien 1988b.
- POSCHER, G.: Jungpaläozoische, kaltzeitliche Sedimentation in der Beacon Supergroup der Heimefrontfjella, Neuschwabenland (Antarktis). – Unveröffentl. Diss. Univ. Innsbruck, 137 S., Innsbruck 1990.
- POSCHER, G.: Mikrotextuelle, sedimentpetrographische und geochemische Vergleichsuntersuchungen an jungpaläozoischen Diamiktiten der Ostantarktis, präkambrischen Diamiktiten Schottlands und glazialen Sedimenten der Ostalpen. – Jb. Geol. B.-A., 135/2, 493–511, 10 Abb., 3 Tab., 2 Taf., Wien 1992.
- POSCHER, G.: Neueregebnisse der Quartärforschung in Tirol. – Arbeitstagung Geol. B.-A. Mieming 1993, 7–27, 7 Abb., 3 Tab., Wien 1993.
- POSCHER, G.: Fazies und Genese der pleistozänen Terrassensedimente im Tiroler Inntal und seinen Seitentälern – Teil 1: Der Achenseedamm. – Jb. Geol. B.-A., 137/1, 171–186, 7 Abb., 5 Tab., 1 Taf., Wien 1994a.
- POSCHER, G.: Permokarbone glaziale und periglaziale Sedimentation in den Kottas-Bergen der Heimefrontfjella, Dronning Maud Land (Antarktis). – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, H. 11/12 (1992), 1373–1386, Stuttgart 1994b.
- SAARNISTO, M. & TAIPALE, K.: Influence of the Kuhmo Greenstone Belt (Eastern Finland) Upon the Lithology and Geochemistry of Till. – Stria, 20, 39–44, Uppsala 1984.
- ZÖKE, M. E.: Tiroler Bändertone. – Unveröffentl. Diss. Univ. Göttingen, 30 S., Göttingen 1944.

### Unveröffentlichte Berichte:

- GBA/POSCHER, G.: Sedimentologie der Gnadenwaldterrasse unter Berücksichtigung schwermineralpetrographischer Untersuchungen. – Unveröffentl. Kurzbericht, 3 S., 2 Tab., Flurling 1998.