download unter www.biologiezentrum.at

STRATIGRAPHIE UND FAZIES DER LEITHAKALKAREALE DER MITTELSTEIRISCHEN SCHWELLE (STEIRISCHES BECKEN, BADENIEN)

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

an der

Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

KARL FRANZENS UNIVERSITÄT

GRAZ

vorgelegt von

JULIUS GEORG FRIEBE

Graz, im Juni 1989

download unter www.biologiezentrum.at

VORWORT

Am Ende des Studiums heißt es zurückzublicken und all jenen zu danken, die das Zustandekommen meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein größter Dank gilt meinem leider allzu früh verstorbenen Vater sowie meiner Mutter, die das naturwissenschaftliche Interesse in mir weckten und nach Kräften förderten. Ihrem Verständnis dafür, daß sich mit der Zeit fast alle Räume des elterlichen Hauses mit verschiedensten Steinen füllten, verdanke ich es, daß ich im WS 1981/82 das Studium der Erdwissenschaften an der Karl Franzens Universität aufnahm. Meine Mutter ließ mir während der Zeit meines Studiums uneingeschränkte Hilfe zukommen.

Auf Anregung von Hr. Univ. Prof. Dr. H.-L. HOLZER begann ich im Frühjahr 1986 mit der Neubearbeitung der Leithakalkvorkommen zwischen Wildon und der Staatsgrenze. Ihm möchte ich für die verständnisvolle Betreuung besonders danken. Er ermöglichte mir eine großteils freie Bearbeitung des Gebietes sowie eine selbständige Beurteilung der Arbeitsschwerpunkte, ohne dabei auf wertvolle Anregungen zu verzichten.

Weiters möchte ich allen meinen Lehrern am Institut für Geologie und Paläontologie und am Institut für Mineralogie und Petrographie der Karl Franzens Universität sowie am Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie der Technischen Universität Graz danken, die mir die Grundlagen meiner Ausbildung vermittelt haben.

Wesentliche Beiträge und Anregungen zu meiner Arbeit verdanke ich Univ. Prof. Dr. L.P. BECKER (Kontakt zur STEWEAG, Bohrprotokolle), Univ. Prof. Dr. A. FENNINGER (Sedimentologie, Lithostratigraphie), Dr. R. FUCHS, ÖMV (Probenmaterial), Univ. Ass. Dr. K. KLIMA, TU (Tonmineralogie, Korngrößenanalyse), Dr. B. KRAINER (Sedimentologie), Dr. MÖRTH (Bohrprotokolle), Dr. P. MÜLLER, Budapest

download unter www.biologiezentrum.at

(Crustaceen), Univ. Doz. Dr. F. NEUBAUER (Tektonik), Dr. F. RIEPLER (Sedimentologie), Dr. F. RÖGL, NHMW (Foraminiferen), Univ. Doz. Dr. K. STATTEGGER (Schwerminerale, Statistik) und Hr. W. UNZOG (EDV).

Allen meinen Studienkollegen danke ich für zahlreiche Diskussionen nicht nur zur Sedimentologie des Steirischen Beckens und für ihre Hilfe in Fragen der EDV.

Mein Dank gilt weiters Hr. J. FRÜHWIRT, E. KOBER, F. TSCHERNE und J. TSCHOKEL, die mich bei den Laborarbeiten mit Rat und Tat unterstützten.

Datenmaterial wurde mir dankenswerterweise von der STEWEAG, Graz (Bohrprotokolle FHKW Mellach, Dillach) und von der ÖMV AG, Wien (Untersuchungen im Stbr. Retznei, Probenmaterial) zur Verfügung gestellt.
Der PERLMOOSER ZEMENTWERKE AG, Wien sei für die Erlaubnis der Begehung des Stbr. Retznei, der Fa. GREIN, Graz für die Möglichkeit einer Besichtigung des "Römersteinbruchs" (über Vermittlung von Univ. Prof. Dr. E.J. ZIRKL) gedankt.

Die Arbeit wurde vom Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen des Projekts "Beckenanalyse Steirisches Tertiär (BAST)" (Projektnummer P 6051 E und P 7195-GEO; Projektleiter Univ. Prof. Dr. H.-L. HOLZER) finanziell unterstützt.

download unter www.biologiezentrum.at

INHALT

1.	Zusammenfassung	1
2.	Einleitung und Problemstellung	6
3.	Historischer Rückblick	8
4.	Der Stand der Dinge	10
4.1.	Die paläogeographische Entwicklung des Steirischen Beckens im Zeitraum Karpatien - Sarmatien	11
4.2.	Bemerkungen zur "Steirischen Phase" der Alpidischen Orogenese	14
4.3.	Die Entstehung der Intrakarpatischen Becken mit besonderer Berücksichtigung des Wiener und des Steirischen Beckens	17
4.4.	Die paläogeographische Entwicklung der Paratethys im Miozän	21
5.	Grundzüge einer lithostratigraphischen Neugliederung der Ablagerungen des Badenien der Weststeiermark	23
6.	Sankt Florian Formation	29
7.	Kreuzberg Formation	38
7.1.	Zum Begriff "Urler Blockschutt"	46
7.2.	Ottenberg Member	47
7.3.	Verbreitung	48
7.4.	Charakteristische Aufschlüsse	48
7.5.	Interpretation und Diskussion	52
7.5.1.	Stratigraphie	52
7.5.2.	Paläoökologie	52
7.5.3.	Diskussion	53
8.	Eckwirt Formation	64
8.1.	Charakteristische Ausschlüsse	66
8.2.	Interpretation	67
9.	Weissenegg Formation	74
9.1.	Siliziklastika südlich Leibnitz	74
9.1.1.	Die Tonmergel und Feinsande	75
9.1.1.1.	Zur Bezeichnung "Schlier"	79
9.1.1.2.	Lithologie, Hauptverbreitungsgebiete	79
9.1.1.3.	Charakteristische Aufschlüsse	79
9.1.1.4.	Interpretation und Diskussion	81
9.1.2.	Die Sande der Gamlitzer Bucht	87
9.1.2.1.	Lithologie, Hauptverbreitungsgebiete	88
9.1.2.2.	Charakteristische Aufschlüsse	89
9.1.2.3.	Interpretation und Diskussion	91
9.1.3.	Verzahnung Weissenegg Formation - Kreuzberg Formation	97
9.1.4.	Vulkanite in den Siliziklastika der Weissenegg Formation	97
9.2.	Schuttfächer aus dem Sausal: Fastlkogel Member	100
9.2.1.	Aufschlüsse	102
9.2.2.	Sedimentologie und Diskussion	103
9.3.	Die Siliziklastika der Weissenegg Formation im Raum Wildon	107
9.3.1.	Aufschlüsse und Diskussion	109
9.4.	Die Leithakalkvorkommen der Mittelsteirischen Schwelle	123
9.4.1.	Die Fazies des Leithakalks	124
9.4.1.1.	Mikrofazies	126

download unter www.biologiezentrum.at

9.4.2. Kurze Bemerkungen zur Diagenese 137
9.4.3. Das Leithakalkareal von Wildon 145
9.4.3.1. Aufschlüsse 145
9.4.3.2. Diskussion und Interpretation 158
9.4.4. Riffe an der Ostflanke des Sausal 177
9.4.4.1. Aufschlüsse und Interpretation 177
9.4.5. Der Leithakalk von Retznei und Aflenz 187
9.4.5.1. Aufschlüsse 187
9.4.5.2. Interpretation 196
9.4.5.3. Tuffite 198
9.4.6. Der Leithakalk der Gamlitzer Bucht 206
9.4.6.1. Aufschlüsse 206
9.4.6.2. Diskussion 212
9.4.6.3. Interpretation 213
9.4.7. Der Leithakalk von Graßnitzberg 216
9.4.7.1. Aufschlüsse 216
9.4.7.2. Diskussion und Interpretation 218
10. Paläogeographische Schlußfolgerungen 219
11. Die Fossilien des Badenien 222
11.1. Rotalgen 222
11.1.1. Corallinaceen - Onkoide 223
11.1.1.1. Nomenklatur 223
11.1.1.2. Morphologie 224
11.1.1.3. Morphologie und Environment 226
11.2. Foraminiferen 229
11.2.1. Biostratigraphische Aussagekraft der Foraminiferen 229
11.2.2. Foraminiferen als Environmentindikator 231
11.2.3. Foraminiferenassoziationen im Arbeitsgebiet 233
11.2.3.1. "Leithakalkfauna" 233
11.2.3.2. Foraminiferen der Sande der Weissenegg Formation im Raum Wildon 236
11.2.3.3. Die Fauna des Off-shore Bereiches 236
11.3. Echinoideen 239
11.4. Arthropoda 239
11.5. Serpuliden 240
11.6. Mollusken 240
11.7. Coelenteraten 241
12. Schwermineralanalyse 242
12.1. Ergebnisse 243
12.2. Statistik 244
12.2.1. Diskussion der Ergebnisse 246
12.3. Interpretation 247
12.4. Liefergebiete 248
12.5. Vergleiche mit anderen Ablagerungen 249
13. Korngrößenanalysen 260
13.1. Überlegungen zur Auswertung von Korngrößenanalysen 260
13.2. Ergebnisse und Interpretation 264
13.2.1. Korngrößenparameter 264
13.2.2. Kornsummenkurven 264
14. Tonmineralanalyse 274
14.1. Ergebnisse 274
14.2. Interpretation 275
15. Literatur 276
16. Anhang 291
16.1. Schwermineral - Tabellen 291
16.2. Foraminiferenlisten 297

download unter www.biologiezentrum.at

16.3. Tabellen zu KG - analyse u.Tonmineralogie . 318
16.4. Erläuterungen zu den Säulenprofilen 323
16.5. Karten 324
16.6. Vortragskurzfassungen 333

download unter www.biologiezentrum.at

1. ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Dissertation beinhaltet eine sedimentologische, litho- und chronostratigraphische Neubearbeitung der Leithakalkvorkommen der Mittelsteirischen Schwelle und deren Beziehungen zum siliziklastischen Umfeld.
Zur Vereinfachung der Lithostratigraphie im Steirischen Becken werden folgende Einheiten vorgeschlagen:

"Steirischer Schlier": Um Verwechslungen zu vermeiden, wird angeregt, die von FLÜGEL & HERITSCH (1968) eingeführte Bezeichnung "Gamlitzer Schlier" durch den älteren Begriff "Steirischer Schlier" zu ersetzen.
Kreuzberg Formation: entspricht den älteren Bezeichnungen "Kreuzberg Schichten" und "Urler Blockschutt" und beinhaltet die (badenischen) Grobklastika am Westrand der Gamlitzer Bucht.
Ottenberg Member: ersetzt den älteren Begriff "Leithakonglomerat".
Sankt Florian Formation: entspricht den "Florianer Schichten" und umfasst die (flach)marinen Sedimente der Florianer Bucht über der "Steirischen Diskordanz".
Eckwirt Formation: Der Begriff "Eckwirt - Schotter" im Sinne von RIEPLER (1988) wird durch Einbeziehung von altersgleichen Deltafrontsedimenten am Nordwestrand des Arbeitsgebietes ausgeweitet.
Weissenegg Formation: umfasst die (flach)marinen Siliziklastika der Mittelsteirischen Schwelle und des Gnaser Beckens sowie die darin vorkommenden Leithakalkareale. In der Gamlitzer Bucht werden ihr die "Spielfelder Mergel" und "Spielfelder Sande" und der "Gamlitzer Tegel", in der Umgebung von Wildon die "marine Sand und Tegelfazies" (BEER & KOPETZKY, 1951) zugerechnet.
Lokale Schuttfächer aus dem Sausal werden als Fastlkogel Member abgetrennt.

Die "Steirische Phase" der Alpidischen Orogenese wird von der Karpatien / Badenien - Grenze weg ins höchste Karpatien gestellt. Die darauf folgende Erosion führte zur Bildung

download unter www.biologiezentrum.at

eines akzentuierten Reliefs, welches die unterbadenische Sedimentation kontrollierte.
Das Hauptverbreitungsgebiet der Kreuzberg Formation liegt außerhalb des Arbeitsgebietes. Sie beinhaltet Grobsande, Kiese und Schotter von unterschiedlichem Zementationsgrad, die (im Arbeitsgebiet) auf gravitativen Transport in marinem Milieu (Mass Flow ...) zurückzuführen sind. Sie kennzeichnet eine rasche Abtragung der Koralpe im im Anschluß an die "Steirische Phase". Diese als Ablagerung eines Braid Deltas interpretierte Einheit umfasst den Zeitraum Lagenidenzone bis tiefste Sandschalerzone.

Im Verzahnungsbereich zwischen Kreuzberg Formation und dem Leithakalk der Weissenegg Formation im Raum Gamlitz weisen die Konglomerate einen mitunter beträchtlichen Anteil an Bioklasten auf. Es können sämtliche Übergänge zwischen Konglomerat und Leithakalk beobachtet werden. Diese Sedimente wurden als Ottenberg Member von der Kreuzberg Formation s. str. abgetrennt.

Deltafrontsedimente des obersten Badenien (oberste Buliminen - Bolivinen - Zone = Verarmungszone) werden mit den "Eckwirt - Schottern" eines verzweigten Flusses im Thaler Becken zum Braid Delta - Komplex der Eckwirt Formation zusammengefasst. Die nördlich von Schloß Weissenegg anstehenden Grobsande und Kiese werden als Sandbarren interpretiert, die durch größere Rinnen zerschnitten wurden.
Auch hier liegt das Hauptverbreitungsgebiet außerhalb des Arbeitsgebietes.

Die Weissenegg Formation beinhaltet Gesteine der Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone, wobei jüngere Ablagerungen bevorzugt im Raum Wildon erhalten sind.
Die in der Gamlitzer Bucht auftretenden Feinklastika wurden unter der Sturmwellenbasis und in geringerem Ausmaß im Intervall zwischen Sturm- und Schönwetter - Wellenbasis (= mittleres Sublitoral) abgelagert. Sie umfassen den Zeitraum Lagenidenzone bis tiefste Sandschalerzone und führen eine

download unter www.biologiezentrum.at

meist reiche Mikrofauna.
Zeitgleich bildeten sich in Bereichen geringerer Wassertiefe Sandbarren (Spielfeld, Aflenz).
Der Einfluß der Kreuzberg - Schüttung ist gering. Turbiditische Bildungen finden sich im Steinbruch Retznei.
Die Feinklastika der Flamberger Bucht und im Großraum Wildon (Obere Lagenidenzone) wurden unter der Schönwetter - Wellenbasis im mittleren Sublitoral abgelagert und durch seltene Stürme und eine reiche Infauna überarbeitet. Untiefen sind ebenfalls durch Sandbarren gekennzeichnet.

In der Sandschalerzone und Buliminen - Bolivinen - Zone unterbrechen Sandbarren zweimal die Leithakalksedimentation. Verstärkter Einfluß der Eckwirt - Schüttung in der Buliminen - Bolivinen - Zone äußert sich in einem regen Wechsel von Siliziklastika und Leithakalk.

In der Weissenegg Formation sind in unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus Leithakalkbänke eingeschaltet. Im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle sind dies:

1.) Das Leithakalkareal von Wildon (oberste Obere Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone)
2.) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal (Lagenidenzone)
3.) Das Leithakalkareal von Retznei - Aflenz (Untere, Obere Lagenidenzone)
4.) Der Leithakalk der Gamlitzer Bucht (Untere, Obere Lagenidenzone)
5.) Das Leithakalkareal von Graßnitzberg an der südsteirischen Weinstraße (Sandschalerzone)

In der unteren Lagenidenzone ermöglichte eine Transgression, die auch zur Überflutung der Florianer Bucht führte, die Bildung des Leithakalks im Raum Gamlitz - Retznei (Rhodolithenkalk bzw. Korallenrasen) und von kleinen Fleckenriffen an der Ostflanke des Sausal. Die unterbadenische Transgression wurde kurz durch eine Phase geringerer Wassertiefe

download unter www.biologiezentrum.at

unterbrochen, welche durch feinkörnige Algenschuttkalke gekennzeichnet ist.
Die Haupttransgression erfolgte in den höheren Anteilen der Unteren und in der Oberen Lagenidenzone (mergelige Rhodolithenkalke in Retznei).
Im Raum Wildon finden sich in der Oberen Lagenidenzone erste Leithakalkbänke innerhalb der Siliziklastika. Ende der Oberen Lagenidenzone ist hier bereits ein ausgedehntes Corallinaceen - Biostrom entwickelt. Ihm ist im Norden eine Schutthalde vorgelagert, die im Zuge einer Regression an der Grenze Lagenidenzone / Sandschalerzone erosiv gekappt wird.
Die Sandschalerzone zeigt eine kontinuierliche Zunahme der Wassertiefe.
Ende der Sandschalerzone (?) erfolgt eine neuerliche Regression. Damit verbunden ist ist die Bildung einer jüngeren Schutthalde (Stbr. Weissenegg). Die jüngeren Sedimente zeigen nur geringe Meeresspiegelschwankungen, während in der Florianer Bucht regressive Bedingungen herrschen.

Die Regression am Ende der Oberen Lagenidenzone äußert sich in der Gamlitzer Bucht mit einem Vorstoß der Kreuzberg - Schüttung nach Osten. In der Sandschalerzone bildet sich das Leithakalkbiostrom von Graßnitzberg.
Jüngere Sedimente sind im Süden der Erosion zum Opfer gefallen.

Schwermineralanalyse

Die untersuchten Schwermineralspektren zeigen nur geringe Variationen in Raum und Zeit. Dominierendes Mineral ist Granat (im Extremfall ca. 90 Korn-% bei ca. 30 Gew.-% Schwermineralgehalt !). In einigen Proben der Kreuzberg Formation ist Epidot stärker vertreten. Proben aus der Eckwirt Formation zeigen eine Vormacht von Rutil und Turmalin bei gleichzeitig erhöhtem Epidot - Gehalt.
Mittels Fuzzy QMODEL Analyse lassen sich drei Probencluster

download unter www.biologiezentrum.at

unterscheiden: a) Granat - dominiert (im gesamten Arbeitsgebiet); b) Granat - Epidot - dominiert (vorwiegend in der Kreuzberg Formation); c) Resistent - Epidot - dominiert (fast ausschließlich in der Eckwirt Formation).
Die Bedeutung der Foraminiferen und der Corallinaceen für die Charakterisierung der Ablagerungen des Badenien wird kurz umrissen. Foraminiferenlisten zeigen die Faunen der für stratigraphische und paläoökologische Fragen herangezogenen Proben.

Die Dissertation beinhaltet weiters Bemerkungen zur Korngrößenverteilung und Tonmineralogie der untersuchten Sedimente.

Im Anhang sind zwei Vortragskurzfassungen (Informationstreffen österreichischer Sedimentologen, Innsbruck, 1988, und "Sediment '89", 4. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen, Innsbruck, 1989) sowie zwei Publikationen (FRIEBE, 1987, 1988) beigegeben.

download unter www.biologiezentrum.at

2. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

> "... Es bildet nämlich der von den nördlich gelegenen Gebirgsmassen her nach Süden streichende Zug des Plawutsch mit dem inselartig aus den tertiären Gebilden aufsteigenden vielästigen Rücken des Sausal eine Art von unzusammenhängendem Damm. Das ehemalige Tertiärmeer dürfte, wenn auch nicht ganz, doch größtentheils diese in Osten vorliegenden Partien älteren Gebirges überragt haben. Dessenungeachtet zeigt sich der Verlauf des Plawutsch und des Sausal von einem sehr wesentlichen Einfluß auf die Natur der zu beiden Seiten abgelagerten Gebilde. Die zwischen dem östlichen Fuße der Alpen und dem Sausal vorhandenen Tertiärgebilde weichen mehrfach in ihrer Facies ab von jenen östlich des Sausal;..." (ROLLE 1856: 536).

Dieses Zitat aus der ersten größeren Arbeit über das Weststeirische Tertiärbecken umreißt in wenigen Worten die Bedeutung der Mittelsteirischen (= Sausal -) Schwelle als trennendes Element zwischen den beiden großen Teilbecken des Steirischen Tertiärs.

Deren chronostratigraphische Korrelation über die Schwelle hinweg war, speziell in den 50-er Jahren, das Hauptanliegen der Tertiär - Forschung in der Steiermark. Die Fazies blieb dabei weitgehend unberücksichtigt. Die tektonische Stellung des Steirischen Beckens und seine Beziehungen zu den übrigen tertiären Becken wurde von einem fixistischen Standpunkt aus betrachtet.

Seit der letzten großen, zusammenfassenden Arbeit (KOLLMANN, 1965) erlebte das geologische Umfeld eine völlige Neubewertung. Die Erdölexploration im Wiener Becken und im Pannonischen Raum lieferte den Geophysikern, Paläontologen und Geologen eine Fülle von Daten, die es erlaubten, den

download unter www.biologiezentrum.at

Intrakarpatischen - Pannonischen Raum als Ganzheit zu erfassen. Die Revision der Chronostratigraphie und Faunenvergleiche (IGCP - Projekt No. 25: "Tethys - Paratethys Neogene") ermöglichte die Rekonstruktion der paläogeographischen Evolution der Paratethys. Ein plattentektonischer Versuch zur Genese der großen Einbruchsbecken ist ebenfalls erst wenige Jahre alt.

Auch wenn einige grundlegende Probleme noch auf eine Lösung warten, ist es an der Zeit, das Steirische Becken im Lichte dieser Paradigmata neu zu bewerten, nicht zuletzt um zu einer Klärung allfälliger offener Fragen, den gesamten Pannonischen Raum betreffend, beizutragen. Aus der alten Literatur sollten diejenigen spärlichen Daten herausgefiltert werden, die der neuen Betrachtungsweise standhalten. Als Schlüsselzone bieten sich dabei jene Regionen an, die als trennendes Element zwischen zwei Großeinheiten vermitteln, da in ihnen grundsätzliche Änderungen der Umweltbedingungen am ehesten in ihren Auswirkungen zu erfassen sind. Eine solche Zone ist, wie eingangs erwähnt, die Mittelsteirische Schwelle.

Im Karpatien und Badenien trennt sie Räume terrestrischer bzw. stark terrigen beeinlußter Sedimentation von vollmarin - pelagischem Milieu. Während im Karpatien die ökologischen Voraussetzungen für eine Karbonatsedimentation fehlen, ist im Badenien ein intensives Algen- und Korallenwachstum zu verzeichnen. Dieser Sedimentationstyp (carbonate buildup in a siliciclastic environment), bisher in der Annahme, daß sich Karbonat - und siliziklastische Sedimentation weitgehend ausschließen, vernachlässigt, erregt heute weltweit das Interesse der Sedimentologen (Siehe z.B. "Developments in Sedimentology, Band 42).

Daraus ergibt sich das Ziel dieser Arbeit: die faziellen und stratigraphischen Gegebenheiten in den Leithakalkvorkommen der Mittelsteirischen Schwelle und in deren siliziklastischem Umfeld neu zu erfassen und daraus ein paläogeographisches Modell zu erstellen, das seinerseits als Ausgangspunkt zur Erforschung der angrenzenden Räume als auch der Evolution des Steirischen Beckens nicht nur im Badenien herangezogen werden kann.

download unter www.biologiezentrum.at

3. HISTORISCHER RÜCKBLICK

Die Erforschungsgeschichte der steirischen Leithakalkvorkommen beginnt, sieht man von der Arbeit von SEDGEWICK & MURCHISON (1831) ab, in den 50-er Jahren des vorigen Jahrhunderts.

Der Begriff "Leythakalk" stammt aus dem Wiener Becken und wurde von KEFERSTEIN (1828) für die flachmarinen tertiären Kalke des Leithagebirges geprägt (fide STEININGER & PAPP, 1978; DULLO, 1983). ROLLE (1855, 1856) übernimmt ihn für zeitlich und faziell gleichartige Gesteine der Mittelsteirischen Schwelle. Auf seine ersten Untersuchungen folgen weitere Arbeiten, die einerseits die Korrelation zwischen Leithakalk und Florianer Schichten (= "Turritellen - Schichten" bei ROLLE, 1856), andrerseits die Dokumentation von Fossilfunden zum Inhalt haben (STUR, 1871; HILBER, 1877, 1878, 1913; BAUER, 1899; HOLLER, 1899).

Als der große Tertiärgeologe der Steiermark kann mit Recht A. WINKLER - HERMADEN gelten. In zahlreichen Publikationen seit dem Jahre 1913 liefert er viele der Grundlagen für den heutigen Kenntnisstand über das Steirische Tertiärbecken (ausführliche Literaturliste bei KOLLMANN, 1965).

HAUSER (1951, 1953) und HAUSER & KAPOUNEK (1953) untersuchen die vulkanischen Einflüsse im Raum Retznei und Gamlitz.

Die stratigraphische Neugliederung des Wiener Beckens im Zuge der Erdölexploration (GRILL, 1941, 1943) bleibt auch für die Steiermark nicht ohne Folgen. In einer Reihe von Dissertationen in den 50-er Jahren wird versucht, diese neuerworbenen Erkenntnisse auf das (West-) Steirische Becken zu übertragen (WALTER, 1951; BEER, 1953; JENISCH, 1956; DILLER, 1957; FRISCH, 1957; KOPETZKY, 1957). Diese Arbeiten enthalten auch teilweise ausführliche Kommentare zur älteren Literatur.

Eine Zusammenfassung aller Ergebnisse gibt KOLLMANN (1956).

download unter www.biologiezentrum.at

Aus jüngster Zeit liegen sowohl paläontologische Arbeiten (FLÜGEL, 1977, 1986; FRIEBE, 1987; VAVRA, 1988) als auch stratigraphisch - fazielle Detailstudien (FLÜGEL, 1972; KOLLMANN & RÖGL, 1978; EBNER, 1981; HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987; KRAINER, 1987a; FRIEBE, 1988) vor. Karbonatfazielle Vergleichsstudien hat DULLO (1983) durchgeführt.

download unter www.biologiezentrum.at

4. DER STAND DER DINGE

Die Grundlage für den derzeitigen Kenntnisstand über die Ablagerungen des Badenien im Steirischen Becken bilden einerseits die Arbeiten von WINKLER-HERMADEN, andrerseits eine Serie von Dissertationen aus den 50-er Jahren. Beide sind heute nur mehr bedingt gültig: die chronostratigraphische Einstufung, die meist auf der Foraminiferen - Gesamtfauna beruht, kann nicht unkritisch mit der heutigen Gliederung des Badenien korreliert werden. Keine der Arbeiten führt Kriterien für die Definition z.B. eines "tieferen Untertorton" an. Die Grenzen zwischen den einzelnen chronostratigraphischen Einheiten scheinen aus der heutigen Sicht rein willkürlich gezogen. [Inwieweit sie damals dem aktuellen Stand der Forschung entsprachen, soll hier nicht erörtert werden] *.

KOLLMANN (1965) hat dies teilweise erkannt und dem aktuellen Stand angepasst. Leider wurden dennoch manche unzulängliche Angaben übernommen, was aber bei dem Vorhaben, die Entwicklung des gesamten Steirischen Tertiärbeckens in einer einzigen Arbeit zusammenzufassen, durchaus entschuldbar ist. FLÜGEL (in FLÜGEL & HERITSCH, 1968) versuchte, die paläogeographische Evolution des Badenien in der Weststeiermark (basierend auf den Daten von BEER, 1953; DILLER, 1957; FRISCH, 1957; JENISCH, 1956; KOPETZKY, 1957 und WALTER, 1951) in 5 Kartenskizzen darzustellen. Dabei wurden die stratigraphischen Angaben jener Autoren mit der inzwischen anerkannten Zonengliederung im Wiener Becken gleichgesetzt. Dies war nicht immer problemlos: Um ein "mittleres Untertorton" übernehmen zu können, mußte eine "mittlere

- - - - -

* Es ist zu hoffen, daß bei einer etwaigen zukünftigen Änderung des Paradigmas (= chonostatigraphische Gliederung der Paratethys) die hier gemachten Angaben zur Stratigraphie nicht, wie bisher vielfach üblich, kritiklos übernommen, sondern von Grund auf neu bewertet werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Lagenidenzone", im Wiener Becken und in der gesamten Paratethys gänzlich unbekannt, eingeführt werden (siehe Abb.3 in den Beilagen, a.a.O.). Ob das "Mitteltorton" früherer Autoren mit der Sandschalerzone des Wiener Beckens bzw. das "Obertorton" mit der Buliminen - Bolivinen - Zone gleichgesetzt werden kann, erscheint heute äußerst zweifelhaft.
Somit bleibt bis heute die Arbeit von KOLLMANN (1965) die einzige, unter gewissen Einschränkungen einigermaßen verläßliche Quelle über die Evolution des Steirischen Beckens.

4.1. DIE PALAEOGEOGRAPHISCHE ENTWICKLUNG DES STEIRISCHEN BECKENS IM ZEITRAUM KARPATIEN - SARMATIEN (nach KOLLMANN, 1965).

Im Karpatien erfolgt die stärkste individuelle Absenkung der einzelnen Teilbecken. Das Meer dringt aus dem Mur - Becken gegen Norden in das Steirische Becken vor. In der gegen Süden offenen Ingressionsbucht (Gnaser Becken) werden der hochmarine "Steirische Schlier" (sandige Tonmergel mit reicher Mikro- und armer Makrofauna) und dessen randnahe Äquivalente abgelagert. Von Süden und Südosten werden Grobklastika eingeschüttet.

Im Weststeirischen Becken herrschen terrestrische Bedingungen vor (limnisch - fluviatile Sedimentation der "Mittleren und Oberen Eibiswalder Schichten"). Basal kommt es zu starker Kohlebildung. In der Gamlitzer Bucht werden limnische Sedimente des Weststeirischen Beckens von den höheren Anteilen des "Steirischen Schliers" bzw. dessen randmarinen Äquivalenten ("Leutschacher Sande", "Arnfelser Konglomerate") überlagert.

Eine weitere marine Ingressionsbucht bildet das Fürstenfelder und Fehringer Becken. Der eingeschränkte marine Einfluß von S führt zu einer vom "Steirischen Schlier" deutlich abweichenden Entwicklung, die gegen N schrittweise über

download unter www.biologiezentrum.at

lagunäre, schließlich in fuviatile Verhältnisse übergehen dürfte (obertägig nicht aufgeschlossen).
KOLLMANN bezeichnet die Einbeziehung randlicher Teile im Norden in die Beckenentwicklung unter gleichzeitiger Hebung im Süden als eines der Leitmotive der Tektonik im Steirischen Becken (a.a.O.: p. 524).
Im Karpatien tritt dazu ein andesitisch - dazitischer Vulkanismus (Gleichenberger Vulkangebiet, Vulkanareale von Landorf - Mitterlabill und Kalsdorf), der bis ins untere Badenien (bis zur Grenze Lagenidenzone / Sandschalerzone) anhält. Die damit verbundenen Tuffite wurden als stratigraphische Korrelationsmarker verwendet. Diese Tuffitstratigraphie wird heute zunehmend in Frage gestellt (vgl. RIEPLER, 1988).

Die Grenze Karpatien / Badenien ist durch verstärkte tektonische Aktivität gekennzeichnet ("Hauptphase der Steirischen Gebirgsbildung" nach STILLE, 1924). Diese beendet die individuelle Entwicklung der Teilbecken und führt zu einer regional das gesamte Becken erfassenden Absenkung.

Das Gnaser Becken ist im Badenien weiterhin mit dem Mur Becken in Verbindung und dehnt sich, unter Einbeziehung eines breiten Grundgebirgsstreifens nach Norden hin aus. An den Beckenrändern, über seichten Schwellen und an den Flanken des Sausal, der damals Inseln bildete, entsteht Leithakalk, während in den Becken makro- und mikrofossilreiche Sande und Mergel abgelagert werden.

Das Meer dringt über die Mittelsteirische Schwelle weit ins Weststeirische Becken bis an den Koralpenrand vor und bildet die durch makrofossilreiche Flachwassersedimente charakterisierte Florianer Bucht. Lediglich in der Bucht von Stallhofen und in Teilen der Köflach - Voitsberger Bucht herrschen terrestrische Bedingungen.

Die Gamlitzer Bucht ist ebenfalls vollmarin entwickelt. Im

download unter www.biologiezentrum.at

unteren Badenien ist ein sehr starker Fazieswechsel auf kurze Distanz gegeben ("Urler Blockschutt" - "Kreuzbergschichten" - "Leithakonglomerate" - Leithakalk). Die grobklastischen Gesteine bestehen, im Gegensatz zu jenen des Karpatien, vorwiegend aus Material der Koralpe.
Die marinen Bedingungen halten im Gnaser Becken das gesamte Badenien hindurch an.
Das Fürstenfelder und Fehringer Becken sind nur in der Lagenidenzone hochmarin entwickelt. Im mittleren und oberen Badenien herrscht marine Seichtwassersedimentation vor, die sich über das Allhauer Becken bis in die Friedberg - Pinkafelder Bucht hin erstreckt.
Durch die Überflutung der Auersbacher Schwelle wird eine direkte Verbindung zwischen Gnaser Becken und Fürstenfelder und Fehringer Becken geschaffen. Die Südburgenländische Schwelle ist teilweise landfest.

Im Sarmatien setzt eine schrittweise Verbrackung nicht nur des Steirischen Beckens ein. Die tektonische Aktivität an der Grenze Badenien / Sarmatien ist gering. Die Sedimentation ist, abgesehen von Schichtreduktionen an den Beckenrändern und auf den Hochzonen, kontinuierlich. Das Steirische Becken dehnt sich weiter nach Norden aus. Demgegenüber wird sein südlicher Teil im Sarmatien stärker herausgehoben, was eine Verschiebung der Beckenachse nach Norden zur Folge hat.
Die einzelnen Teilbecken bilden nun im Norden einen einheitlichen Sedimentationsraum. Fazielle Unterschiede sind lokaler Natur.
Das Sarmatien ist durch starken Faunenendemismus gekennzeichnet.

Eine moderne Darstellung der Ablagerungen des Sarmatien und Pannonien am Nordrand des Steirischen Beckens geben MOSER (1987) und KRAINER (1987a), der Nordwestrand wurde von RIEPLER (1988) bearbeitet.

download unter www.biologiezentrum.at

4.2. BEMERKUNGEN ZUR "STEIRISCHEN PHASE" DER ALPIDISCHEN OROGENESE

Tektonische Diskordanzen innerhalb der miozänen Füllung des Steirischen Beckens wurden erstmals von STUR (1871) beschrieben. In der Folge wurden vielfach sedimentologisch bedingte Winkeldiskordanzen als Folgen tektonischer Aktivität interpretiert (z.B. HILBER, 1913; PETRASCHECK, 1915).

PETRASCHECK (1915: 318) gibt, sich teilweise auf WINKLER (1913) beziehend, eine erste Zusammenstellung der bis dahin bekannten Diskordanzen. Solche befinden sich: zwischen "Eibiswalder Schichten" und "fluviatilem Blockschotter (Säugerfauna von Leoben)", zwischen "Schlier" und "Grunder Schichten" [denen er auch die Säugerfauna von Gamlitz (Labitschberg) zurechnet, die heute ins höchste Karpatien gestellt wird] und zwischen "Grunder Schichten" und "Leithakalk" bzw. "Badener Tegel".
Diese Einteilung basiert auf einer größtenteils falschen chronostratigraphischen Einordnung der betrachteten Aufschlüsse.

[PETRASCHECK (1915: 318f, Anm.1) läßt eine biostratigraphische Einstufung nicht gelten: "Auf Grund der Fauna allein wird man kaum widerlegen können,daß der Walbersdorfer Tegel Schlier sei" (p. 319; Der Aufschluß Walbersdorf / Bgl. wird heute in die Sandschalerzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone gestellt; vgl. RUPP, 1986. Er wird von PETRASCHECK zur Begründung der Diskordanz zwischen "Eibiswalder Schichten" und "fluviatilem Blockschotter" benötigt !?). Die Zuordnung der Säugerfauna von Gamlitz zu den marinen "Grunder Schichten" konnte nicht nachvollzogen werden.].
Aufbauend auf PETRASCHECK's Überlegungen definiert STILLE (1924: 185) die "Steirische Gebirgsbildung". Er unterscheidet zwischen einer "Vorphase" zwischen "Eibiswalder Schichten" und "Schlier" (incl. randmarine Äquivalente)(entsprechend der Grenze zwischen I. und II. Mediterranstufe) und eine "Hauptphase" zwischen "Grunder Schichten" und

download unter www.biologiezentrum.at

"Leithakalk" bzw. "Badener Tegel" (entsprechend der Grenze "Helvet" / "Torton").
Die ehemaligen "Grunder Schichten" der Steiermark umfassen Ablagerungen, die heute ins Badenien gestellt werden. Inwieweit die "Vorphase" heute noch eine Berechtigung hat, sei dahingestellt (KOLLMANN, 1965 weist darauf hin, daß die tieferen Anteile des "Schliers" zeitgleiche, marine Äquivalente der "Eibiswalder Schichten" sind). Es kann daher lediglich die STILLE'sche "Hauptphase" aufrechterhalten werden die in etwa mit der Grenze Karpatien / Badenien zusammenfällt (Zur genauen zeitlichen Einstufung siehe Kapitel 9.4.5.1.)

Eine Aufspaltung der "Steirischen Gebirgsbildung" in drei, manchmal auch vier Teilphasen erfolgte durch WINKLER-HERMADEN (1951a, 1951b). Als Kriterien werden sowohl Diskordanzen, als auch eine vermehrte Schüttung von Grobklastika als Folge einer Hebung des Liefergebietes (gleichzusetzen mit einer Teilphase im Becken) herangezogen. WINKLER-HERMADEN had dabei offensichtlich sedimentologisch bedingte Winkeldiskordanzen weigehend eliminiert. Bestehen bleibt eine unzulängliche stratigraphische Einstufung der betrachteten Aufschlüsse. Die Gültigkeit der WINKLER'schen "Teilphasen" wäre durch eine Neubearbeitung des Weststeirischen Beckens im Raum Eibiswald zu untersuchen.

Sinnvoller ist es allerdings, die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese als eine kontinuierliche Entwicklung zu betrachten, deren größte Aktivität im obersten Karpatien zu verzeichnen ist und die eine Diskordanz mit Schichtreduktion (KOLLMANN, 1965: 515) zwischen "Schlier" und Äquivalenten bzw. "Eibiswalder Schichten" und den Ablagerungen des obersten Karpatien (Flöz vom Labitschberg, Geröllmergel in Retznei) sowie des Badenien verursacht. Eine Zerhackung in Teilphasen ist damit hinfällig.

In diesem Sinne wird der Begriff in dieser Arbeit verwendet.

download unter www.biologiezentrum.at

Offen bleibt die Frage nach ihren Auswirkungen. WINKLER-HERMADEN (1951a) spricht von einer "großwelligen Faltung" und gliedert den "praetortonen" Bau in eine Reihe von Synklinalen und Antiklinalen.
Den heutigen Vorstellungen wird eine Verkippung einzelner Blöcke eher gerecht (siehe dazu Kap. 4.3.).

Die Bedeutung der "Steirischen Phase" für den Gesamtbau der tertiären Einbruchsbecken im intrakaptisch - pannonischen Raum bzw. für den Bau des Alpenorogens aus plattentektonischer Sicht ist derzeit noch nicht befriedigend geklärt.

download unter www.biologiezentrum.at

4.3. DIE ENTSTEHUNG DER INTRAKARPATISCHEN BECKEN MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES WIENER UND DES STEIRISCHEN BECKENS

Über die Genese des Steirischen Beckens gibt es derzeit noch keine eigenen Untersuchungen. Modelle für die Intrakarpatischen Becken haben SCLATER et al. (1980) und ROYDEN et al. (1982), für das Wiener Becken ROYDEN (1985) erstellt. Auf diese soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

SCLATER et al. (1980) unterteilen die Intrakarpatischen Becken in zwei Gruppen: 1) die periphären Becken (Wiener Becken, Westliches Donau Becken, Transkarpatisches Becken); 2) die zentralen Becken (östliches Donau Becken, Pannonisches Becken).
Die periphären Becken zeigen eine zwei-phasige Entwicklung. Auf eine initiale, rasche Absenkung folgt eine langandauernde, langsame Subsidenz. Der Wärmefluß ist nicht merklich erhöht. Die initiale Subsidenz wird als isostatische Ausgleichsbewegung auf eine Dehnung der Lithosphäre angesehen. Die zweite Phase ist eine Folge der Abkühlung der ausgedehnten Lithosphäre.
Die zentralen Becken dagegen weisen einen erhöhten Wärmefluß auf. Eine initiale Subsidenz fehlt. Sie werden auf eine Extension der Kruste mit Ausdünnung der subkrustalen Lithosphäre oder auf eine Ausdünnung der gesamten subkrustalen Lithosphäre und Teilen der Kruste durch Aufschmelzung und Erosion zurückgeführt.
Beide Typen sind direktes Ergebnis der Kontinent - Kontinent - Kollision, die den Karpaten - Bogen formte. Allerdings sind die exakten Beziehungen zwischen diesen Extensionsprozessen und strukturieller Evolution sowie Geometrie der Becken noch unklar (ROYDEN et al., 1982).

ROYDEN et al. (1982) sehen die Intrakarpatischen Becken (mit Ausnahme des Transsylvanischen Beckens) in Zusammenhang mit konjugierten Horizontalverschiebungen. Einige Becken (z.B. das Wiener Becken) werden als Pull - Apart Strukturen erklärt. Das Pannonische und das östliche Donau Becken be-

download unter www.biologiezentrum.at

nötigen eine zusätzliche Quelle für den erhöhten Wärmefluß. Ihre Genese steht in direktem Zusammenhang mit der Bildung der Karpaten.

Im ausgehenden Oligozän und frühen Miozän verursachte die Nordbewegung der Adriatischen Platte relativ zu Europa Kompression und Deckenstapelung in den Ostalpen. Gleichzeitig treten dextrale Bewegungen innerhalb der Platte parallel zu den Dinariden auf. Dadurch wurde die Intrakarpatische (Pannonische) Region nach Osten (eventuell auch nach Nordosten) ausgequetscht (continental escape, vgl. MOLNAR & TAPPONNIER, 1975; TAPPONNIER, 1977, NEUBAUER, 1988). Die bereits in der Unterkreide einsetzenden Überschiebungen in den Karpaten werden dadurch verstärkt. NEUBAUER (1988: 98) führt die Bildung des Karpaten - Bogens ausschließlich auf die Ausquetschung eines Keiles aus dem Alpen - Orogen gegen (Nord-) Osten im Oligozän zurück.

Im Badenien ist die Deckenstapelung in den Ostalpen und Westkarpaten bereits weitgehend abgeschlossen, nicht aber in den Ostkarpaten. Die (nur noch geringe) Konvergenz zwischen Adria und Europa wird zu diesem Zeitpunkt von einem dextralen Störungssystem im Süden (Periadriatische Naht, Vardar Störungszone; BURCHFIEL, 1980) und einem sinistralen im Norden (Defreggen - Antholz - Linie, Tauernnordrandstörung - Mandlinger Zug - Ennstalstörung, Trofaiach Linie, Mur - Mürz - Furche; NEUBAUER, 1988) aufgenommen. Adria und die pannonische Region sind weitgehend voneinander entkoppelt.

Die Krustenverkürzung (Ost - West) in den Ostkarpaten, ausgelöst durch den gravitativen Zug der abtauchenden Platte (Russische Plattform) muß durch Ost - West - Extension in der Intrakarpatischen Region ausgeglichen werden (Bildung der zentralen Becken). Das Transsylvanische Becken resultiert aus einer Rotation der absinkenden Platte (ROYDEN et al., 1982: 724).

Pull - Apart Strukturen treten bevorzugt an den periphären intrakarpatischen Becken auf. Das Wiener Becken kann hierbei als Musterbeispiel gelten (ROYDEN, 1985). Es verdankt seine Entstehung dem diachronen Ende von Krustenverkürzung und

download unter www.biologiezentrum.at

Deckenstapelung in den Ostalpen und den Karpaten. Die frühen Anteile der Beckensubsidenz werden auf unterschiedliche Richtungen und Beträge der Überschiebungen in den beiden Orogenen zurückgeführt. Im ausgehenden Karpatien und im Badenien sind die orogenen Bewegungen westlich des Beckens bereits weitgehend abgeschlossen, während im Osten die Bewegung noch anhält. Im Grenzbereich zwischen diesen beiden Zonen treten Nordost - Südwest - streichende, sinistrale Horizontalverschiebungen und, damit verbunden, Pull - Apart - Strukturen auf. Die alpidischen Decken, die den heutigen Untergrund des Wiener Beckens bilden, werden um ca 50 % ausgedünnt. Die Folge ist eine rasche Subsidenz während des Badenien als isostatische Ausgleichsbewegung (erste, initiale Phase). Der voralpidische Untergrund (überfahrener Kontinentalrand von Europa) ist davon nicht betroffen.

Subsidenz und Extension in nachbadenischer Zeit (die Überschiebungstektonik in West- und Zentralkarpaten ist ebenfalls zum Stillstand gekommen) werden auf tektonische Vorgänge weiter im Osten zurückgeführt, die genauen Beziehungen sind unklar.

Die bis heute andauernde zweite Phase der Subsidenz ist auf die Abkühlung der ausgedünnten Kruste zurückzuführen.

Die Pull - Apart Natur des Wiener Beckens ist durch dessen Störungsmuster und Gesamtmorphologie erkennbar. Innerhalb des Beckens lassen sich drei große, NE - SW - streichende, sinistrale Störungszonen unterscheiden: 1) die nordöstliche Verlängerung der Mur - Mürz - Linie (seismisch aktiv); 2) eine Horizontalverschiebung, die in ihrem nördlichen Anteil mit der Klippenzone zusammenfällt; 3) eine in die Flyschzone hineinreichende Störungszone, die mit dem Schrattenburg - Bulhary und dem Steinberg Bruch korrespondiert. Dazwischen vorkommende, Nord - Süd - streichende Verwerfer zeigen vorwiegend Vertikalbewegungen.

Die en echelon Anordnung dieser großen Horizontalverschiebungen, der rhomboedale Umriß des Beckens und die rasche Verlagerung des Gebiets größter Absenkung (bzw. Extension) sind charakteristisch für ein Pull - Apart Becken (ROYDEN, 1985).

download unter www.biologiezentrum.at

Es muß offen bleiben, inwieweit sich dieses Modell auf das Steirische Becken übertragen läßt.
ROYDEN et al. (1982) wollen auch im Steirischen Becken ein ähnliches, sinistrales Störungsmuster erkenen. Ähnlich dem Wiener Becken hat das Steirische Becken eine periphäre Lage. Die Subsidenzgeschichte (erste größere Absenkungen im Karpatien: Steirischer Schlier; Hauptsubsidenzphase im Badenien: marine Ingression in das Weststeirische Becken; langsame Absenkung ab dem Sarmatien bis heute) beider Becken ist ebenfalls vergleichbar. Probleme bringt jedoch der Vulkanismus, der, im Gegensatz zum Wiener Becken, einen erhöhten Wärmefluß anzeigt. Weitere Argumente für eine Pull - Apart Natur des Steirischen Beckens sind bei FLÜGEL (1988) angeführt.

Für den Vulkanismus konnte keine befriedigende Erklärung gefunden werden. ROYDEN et al. (1982) versuchen, den miozänen Anteil durch eine Süd - bis West - fallende Subduktionszone zu erklären.

KRÖLL (1988: 18) betrachtet das Oststeirische Becken als einen asymmetrischen Senkungsraum der durch Kippung entstanden und gegen Südosten eingesunken ist. Das Becken von Liebach (ein Teilbecken des Weststeirischen Beckens) weist ebenfalls eine starke Asymmetrie auf.

NEUBAUER (mündl. Mitt.) sieht die Genese des Steirischen Beckens (wie auch des Lavanttal Beckens und der intrakarpatischen Becken) als Folge der Verkippung von Blöcken innerhalb eines durch die Konvergenz zwischen Europa und Adria ausgequetschten bzw. vom aufsteigenden Penninikum der Tauern abgleitenden Keiles (siehe auch NEUBAUER, 1988). Die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese wäre damit ein Abbild der Verkippung und weniger eine großwellige Faltung im Sinne von WINKLER-HERMADEN (1951a, 1951b etc.).

download unter www.biologiezentrum.at

4.4. DIE PALAEOGEOGRAPHISCHE ENTWICKLUNG DER PARATETHYS IM MIOZAN (nach RÖGL & STEININGER, 1983, 1984; STEININGER & RÖGL, 1984)

Die Paratethys wurde aufgrund ihrer eigenständigen faunistischen und geodynamischen Entwicklung im Neogen vom Mediterran (= neogene Tethys) abgetrennt. Sie umfasst den marinen Bereich nördlich des alpidischen Orogens und erstreckt sich zeitweise vom Rhône - Becken bis zum Aralsee. Sie läßt sich in eine Westliche, Zentrale und östliche Paratethys untergliedern.

Die Westliche Paratethys umfasst die Alpenvortiefe zwischen Rhône - Becken und Wiener Becken. Die Intrakarpatischen Becken und die Karpatenvortiefe bilden die Zentrale Paratethys. Die östliche Paratethys erstreckt sich vom Podolischen Massiv bzw. Schwarzen Meer bis zum Aralsee.

Die Paratethys ist zeitweise mit dem Mediterran über Jugoslawien und kurzfristig über die nordalpine Molasse, mit dem Indopazifik über den Mesopotamischen Trog verbunden.

Die Entwicklung der (Zentralen) Paratethys ist bei RÖGL & STEININGER (1983, 1984) ausführlich dargelegt. Daher soll hier lediglich der Zeitabschnitt vom Karpatien bis zum Sarmatien wiederholt werden.

Die marine Sedimentation ist im Karpatien sehr stark eingeschränkt. Die Westliche Paratethys ist verlandet, die Verbindung zwischen Zentrale Paratethys und östliche Paratethys ist unterbrochen. Mit dem Mediterran ist die Zentrale Paratethys über Nord - Jugoslawien verbunden. Gleichzeitig führen die ersten Absenkungen im Pannonischen Raum in jenem eng begrenzten Gebiet zu massiven Transgressionen. In den terrestrischen Sedimentationsräumen kommt es zur Kohlebildung.

An der Wende Karpatien / Badenien treten in der Zentrale Paratethys bedeutende tektonische Bewegungen auf

download unter www.biologiezentrum.at

("Steirische Phase"), die einerseits zu Hebungen in den Ostalpen, andrerseits zum Einbruch der Intrakarpatischen Becken führen. Im Mittleren Osten wird die Meeresverbindung zwischen Ostmediterran, Paratethys und Indopazifik kurzfristig reaktiviert.
Mit Beginn des Badenien werden das gesamte Mediterran und weite Teile der Paratethys von einer marinen Transgression erfasst. Die Paratethys ist mit dem Mediterran über einen marinen Tiefwassertrog in Nord - Jugoslawien und zu einem geringeren Ausmaß mit dem Indopazifik verbunden. Letzteres bewirkt eine Erhöhung der Meerestemperatur und ein Vordringen subtropischer Faunen weit nach Norden.

Im Mittleren Badenien ist die Zentrale Paratethys erneut nur mit dem Mediterran, nicht mehr aber mit der östliche Paratethys verbunden. Der Austausch zwischen Mediterran und Indopazifik ist eingeschränkt. Im Pannonischen Raum dauern die vollmarinen Verhältnisse an. Die Karpatenvortiefe dagegen wird abgeschnürt (Evaporitserien).

Das Obere Badenien bringt eine völlige Neugestaltung der marinen Verbindungswege. Die Paratethys öffnet sich nach Osten zum Indopazifik, sie ist nun gänzlich vom Mediterran isoliert. Der Austausch zwischen Indopazifik und Mediterran ist gering.

Im Unteren Sarmatien beginnt die endgültige Isolation der Paratethys von den Weltmeeren. Zentrale Paratethys und Mediterran sind wieder verbunden, in der Paratethys herrscht aber bereits reduzierte Salinität vor. Endemische Faunen sind häufig.

Die Aussüßungs- und Verlandungstendenzen setzen sich im Pannonien fort. Die mediterrane Salinitätskrise im Messinien (= Pontien) führt zum Zerfall der Paratethys in einzelne, riesige Binnenseen: Pannonisches, Dazisches, Pontisches und Kaspisches Becken.

download unter www.biologiezentrum.at

5. GRUNDZUEGE EINER LITHOSTRATIGRAPHISCHEN NEUGLIEDERUNG DER ABLAGERUNGEN DES BADENIEN DER WESTSTEIERMARK

Die Diskussion um die Parallelisierung der Sedimente der Florianer Bucht mit jenen östlich der Mittelsteirischen Schwelle und die damit verbundenen stratigraphischen Modelle haben zu einer Unzahl von Schichtbezeichnungen geführt, deren Inhalt heute oft nur unbefriedigend nachvollzogen werden kann. Die Gleichsetzung von Lithostratigraphie und Chronostratigraphie war dabei durchaus üblich und zeigt sich in Bezeichnungen wie "Torton von ... (Lokalität)".

Um dieses Chaos zu entwirren, wird hier eine lithostratigraphische Neugliederung des bearbeiteten Gebietes vorgeschlagen. Die bisher gebräuchlichen Schichtbezeichnungen sind bei der Diskussion der einzelnen Einheiten in Form von Synonymielisten angeführt, sollten aber in Hinkunft nicht mehr verwendet werden. Zum besseren Verständnis alter Bezeichnungen und deren Bedeutungswandel werden Zitate aus den entsprechenden Arbeiten wiedergegeben.

Es werden folgende Formationsnamen vorgeschlagen (Abb. 1):

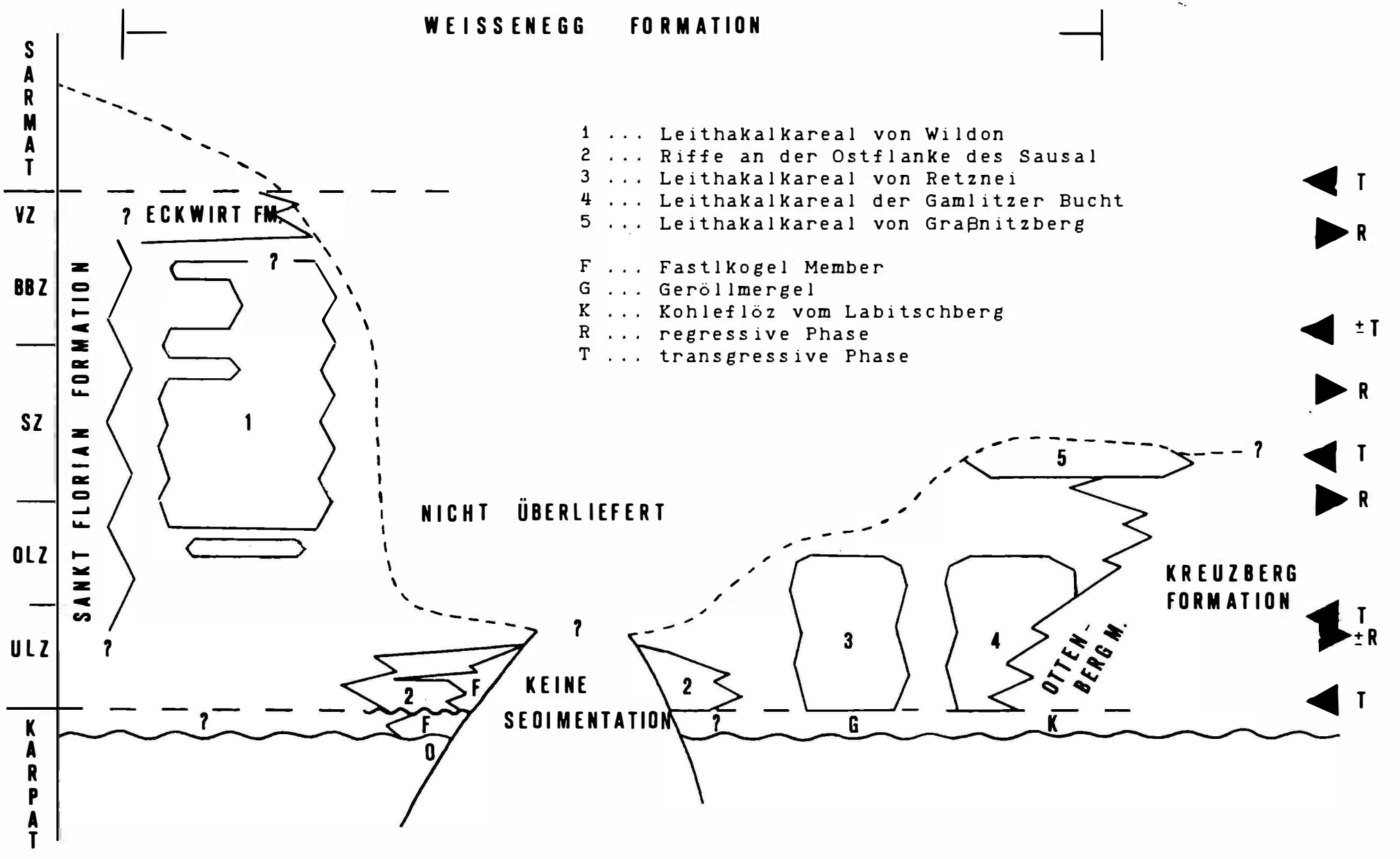
WEISSENEGG FORMATION

umfasst die rand- und flachmarinen Ablagerungen des Gnaser Beckens sowie der Gamlitzer und der Flamberger Bucht, die jünger als die "Steirische Phase" der Alpidischen Orogenese sind. Im Norden bildet die Eckwirt Formation, im Osten "brackische, vorwiegend graue, mehr oder minder sandige Tonmergel" mit "dm-starken meist harten Sandsteinlagen und vereinzelten, mehrere Meter mächtigen Feinschotter- und Kieslagen" (Elphidium reginum - Zone; KOLLMANN, 1965: 558) die Hangendbegrenzung.
Eine Begrenzung nach Westen ist derzeit nicht möglich.

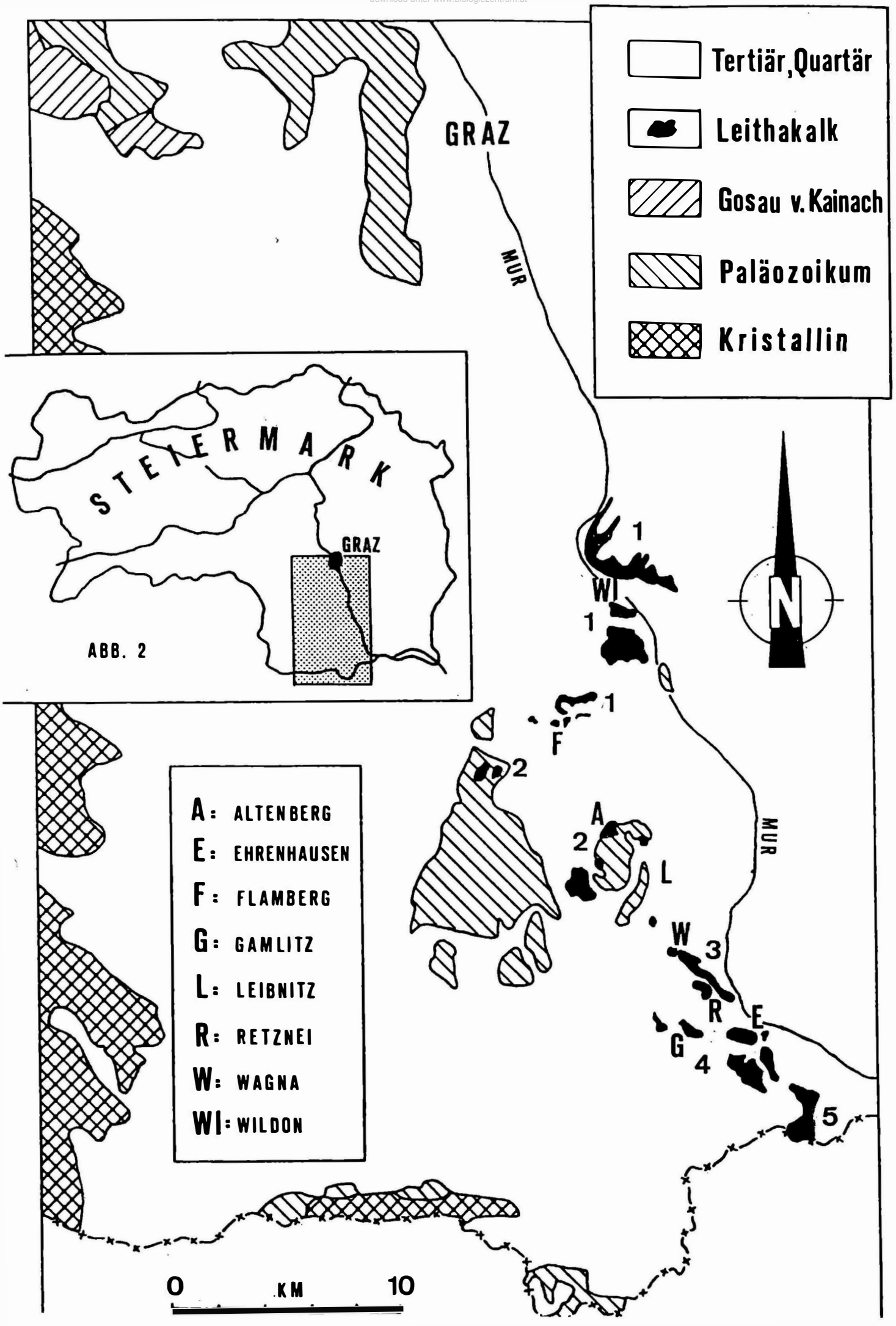
Sie beinhaltet die ehemaligen "Spielfelder Sande", "Spielfelder bzw. Gamlitzer Mergel, Tegel etc." und die Siliziklastika in der Umgebung von Wildon und der Flamberger Bucht.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 1



download unter www.biologiezentrum.at



download unter www.biologiezentrum.at

In der Weissenegg Formation sind in unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus Leithakalkbänke eingeschaltet. Im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle sind dies (Abb. 2):

1.) Das Leithakalkareal von Wildon (oberste Obere Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone)
2.) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal (Lagenidenzone)
3.) Das Leithakalkareal von Retznei - Aflenz (Untere, Obere Lagenidenzone)
4.) Der Leithakalk der Gamlitzer Bucht (Untere, Obere Lagenidenzone)
5.) Das Leithakalkareal von Graßnitzberg an der südsteirischen Weinstraße (Sandschalerzone)

FASTLKOGEL MEMBER

zusammenfassende Bezeichnung für lokale Schuttfächer aus dem Sausal.

SANKT FLORIAN FORMATION

Sie entspricht den "Florianer Schichten", "Pölser Mergeln" etc. und beinhaltet die randmarinen Ablagerungen der Florianer Bucht, die jünger als die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese sind. Ihr Verbreitungsgebiet liegt außerhalb des Arbeitsgebietes. Es sei hier lediglich eine Synonymieliste angeführt.

Eine Begrenzung zur Weissenegg Formation läßt sich anhand der, in der Literatur gemachten Angaben nicht durchführen. Eine Vereinigung mit dieser erscheint sinnvoll, wird aber, da eine eigene Bearbeitung des Gebietes fehlt, hier noch nicht durchgeführt.

KREUZBERG FORMATION

umfasst die grobklastische Entwicklung am Westrand der Gamlitzer Bucht, die jünger als die "Steirische Diskordanz" ist. Bereiche, die durch die angrenzende Leithakalk - Sedimentation beeinflusst sind, werden als

download unter www.biologiezentrum.at

OTTENBERG MEMBER von der KREUZBERG FORMATION S.STR. abgetrennt.

ECKWIRT FORMATION (sensu RIEPLER, 1988)
umfasst die Ablagerungen eines Braided River - Braid Delta - Komplexes im Norden der Florianer Bucht. Das Liegende bilden die Schichten von Tobelbad und die Weissenegg Formation, im Hangenden folgen die Waldhofschichten.

Diskussion

Alle hier vorgeschlagenen lithologischen Einheiten sind als informelle Einheiten zu betrachten. Das Datenmaterial reicht derzeit nicht aus, Formationen im Sinne der von der International Subcomission on Stratigraphic Classification vorgeschlagenen Richtlinien (HEDBERG, 1976) zu definieren. Typusprofile können aufgrund der starken faziellen Heterogenität und der unbefriedigenden Aufschlußverhältnisse nicht angegeben werden. Liegend- und Hangendgrenze sind in den meisten Fällen nicht aufgeschlossen bzw. der Erosion zum Opfer gefallen.

Für die Einführung einer übergeordneten und die Ablagerungen von Gnaser Becken sowie der Gamlitzer und der Flamberger Bucht zusammenfassenden Formation waren folgende Überlegungen ausschlaggebend:

Es kann nicht Sinn einer lithostratigraphischen Neugliederung sein, aufgrund lokaler Änderungen der Lithologie erfassbare Einheiten in den Rang einer Formation zu erheben und somit zur weiteren Aufsplitterung beizutragen.

Es ist nicht statthaft, alle Leithakalkvorkommen im Steirischen Becken, die primär bereits voneinander isolierte Körper in unterschiedlicher stratigraphischer Position innerhalb eines sedimentären Systemes darstellen, in einer Formation zusammenzufassen, ohne dieses übergeordnete System in die Formation einzubeziehen.

download unter www.biologiezentrum.at

Die wenigen aus den Bohrungen im Gnaser Becken bekannt gewordenen Daten (KOLLANN, 1965) reichen derzeit nicht aus, etwaige Unterschiede zwischen Galitzer und Flamberger Bucht und Gnaser Becken zu erfassen.

Als Hangendes der Weissenegg Formation werden Brackwassersedimente der Elphidium reginum - Zone angegeben. Inwieweit diese Grenze lithologisch erfassbar ist, bleibt dahingestellt. Die Hauptunterschiede liegen nicht so sehr im Sediment selbst, als im Fauneninhalt, der beträchtliche Unterschiede zwischen der Weissenegg Formation und den Ablagerungen des Sarmatien aufweist und somit ein unterschiedliches Environment anzeigt. Die Badenien / Sarmatien - Grenze jedenfalls darf, obwohl vorwiegend auf Änderungen der ökologischen Bedingungen beruhend, nicht in die Definition der Weissenegg Formation einfließen.

download unter www.biologiezentrum.at

6. SANKT FLORIAN FORMATION

Der Arbeitsbegriff Sankt Florian Formation umfaßt die badenischen Ablagerungen der Florianer Bucht und entspricht der älteren Bezeichnung "Florianer Schichten". Namensgebend ist die Gemeinde St.Florian in der Weststeiermark.

Das Liegende bilden Gesteine des Karpatien ("obere Eibiswalder Schichten"). Die Liegendgrenze der Sankt Florian Formation wird mit der "Steirischen Phase" der alpidischen Orogenese definiert. Das Hangende ist der Erosion zum Opfer gefallen. Gegen Westen verzahnt sie mit dem "Schwanberger Blockschutt" (KOLLMANN, 1965), im Osten wird sie vom Leithakalk von Wildon vertreten.

BEER & KOPETZKY (1951) gliedern das Badenien des Weststeirischen Beckens in die eigentliche "Florianer Beckenfazies" im Westen, eine "Schwellenfazies" (entsprechend der Verbindungslinie Plabutsch - Sausal) und eine "marine Sand- und Tegelfazies" im Osten, die sich von der Florianer Beckenfazies durch eine reiche Mikrofauna unterscheidet.
Die "marine Sand- und Tegelfazies" wird hier der Weissenegg Formation zugerechnet. Die Erfassung der sedimentologischen und paläontologischen Bedeutung der "Schwellenfazies" ist nicht Ziel dieser Arbeit. Ebensowenig wird auf die Gliederungen der Ablagerungen der Florianer Bucht von WALTER (1951), JENISCH (1956), DILLER (1957) (jeweils 5 lithologische Einheiten) bzw. KOPETZKY (1957) (8 lithologische Einheiten) eingegangen. Da jedoch die Schichtbezeichnungen der einzelnen Autoren auf das jeweilige Arbeitsgebiet beschränkt sind, wäre eine umfassende Revision von Nöten.

Einen Überblick über die bisher verwendeten Bezeichnungen gibt folgende Liste:

Autor: ROLLE 1856
Bezeichnung: Turritellen-Schichten; Fossilreiche Tegel schichten von St.Florian; Das meerische Sand- und Tegelgebilde

download unter www.biologiezentrum.at

Alter: ---

Bemerkungen: "Die fossilreichen Tegelbildungen von St. Florian und die Leithakalke des nahen Sausal sind im Allgemeinen als verschiedene Facies von ziemlich der gleichen Ablagerung anzusehen. Man kann zwar an einigen Stellen den Leithakalk dem Tegel aufgelagert sehen und demnach als jüngere Schicht erkennen, doch ist der Unterschied im geologischen Alter jedenfalls nur ein geringer. Der Hauptgrund der Abweichung zwischen der St. Florianer Tegelbildung und dem Leithakalk des Sausal ist vielmehr in der Verschiedenheit der Ablagerungsverhältnisse beider Schichtpartien zu erblicken." (p.538).

Autor: STUR 1871

Bezeichnung: Schichten von St.Florian (partim)

Alter: ---

Bemerkungen: Liegendes: Eibiswalder Schichten; Hangendes: Leithakalk (bei Dexenberg).

STUR rechnet alle mergeligen und sandigen Ablagerungen rund um den Sausal zu den "Schichten von St.Florian", darunter auch solche, die heute dem Karpatien zugerechnet werden (z.B. hangendste Anteile des Steirischen Schlier, das Kohleflöz vom Labitschberg etc.)

Autor: HILBER 1878

Bezeichnung: unterer Sand von Hasreith

Alter: 1. Mediterranstufe ?

Bemerkungen: ---

Autor: HILBER 1878

Bezeichnung: Mergel von Pöls, Florianer Tegel (= Tegel von St. Florian). Letzterer wird aufgeteilt in die liegende Gastropodenschichte und die hangende Acephalenschichte.

Alter: 2. Mediterranstufe

download unter www.biologiezentrum.at

Bemerkungen: wird parallelisiert mit dem "Horizont von Grund" im Wiener Becken.
"... so halte ich doch den Florianer Tegel für wesentlich älter als den Leithakalk." (p.541).

Autor: HILBER 1878
Bezeichnung: Obere Sand- und Schotterlagen (incl. Cinnamonumsandstein), Tegel von Flammberg
Alter: 2. Mediterranstufe
Bemerkungen: zeitgleich mit dem Leithakalk;
wird parallelisiert mit dem "Badener Tegel" im Wiener Becken.

Autor: WINKLER 1913
Bezeichnung: Florianer Tegel, Pölser Mergel (Grunder Schichten)
Alter: oberes Helvet
Bemerkungen: Ablagerungen des "Grundermeeres".
Die Einführung des Begriffes "Grunder Stufe" ("Grunder Horizont", "Grunder Schichten" etc.) hat mehr Verwirrung als Nutzen gebracht. Er vereinigt die "Eibiswalder Schichten" und die "Florianer Schichten". Das Alter wird mit "oberes Helvet" angegeben. Der "Florianer Tegel" soll das "Basisniveau der 2. "Mediterranstufe" bilden.

Autor: WINKLER 1924
Bezeichnung: Florianer Tegel (Pölser Mergel)
Alter: vor der 2. Mediterranstufe
Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk
Ablagerungen des "Grundermeeres" ("Grunder Schichten")

Autor: WINKLER 1926
Bezeichnung: Florianer Tegel
Alter: ---
Bemerkungen: "Dagegen halte ich jetzt die gewöhnlich als Grunderschichten angesehenen Florianer Tegel

download unter www.biologiezentrum.at

für etwas älter [als die "Grunderschichten von Gamlitz"] und mit V.HILBER für Aquivalente des Schliers" (Anm.p.52).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939

Bezeichnung: Florianer Schichten (umfassen: Hasreither Sande, Florianer Tegel, Oisnitzer Schichten, Pölser Mergel, Obere Sand- und Schotterbildungen)

Alter: "Es ist wahrscheinlich, daß sie transgredierend auftreten und jüngeren (basal-tortonischen) Alters sind ... . Die genaue Einreihung der "Florianer Schichten" und ihre Altersstellung zum Torton ... ist noch nicht eindeutig sichergestellt." (p.21/22).

Bemerkungen: Liegendes: Eibiswalder Schichten; gelten als Aequivalente der Grunder Schichten des Wiener Beckens.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1940

Bezeichnung: Florianer Tegel

Alter: Torton

Bemerkungen: Liegendes: "Eibiswalder Schichten"; verzahnt gegen Westen mit dem "Schwanberger Schutt".

Deutung als brackisch marine Bildungen des "Meeres der 2. Mediterranstufe".

Die Begriffe "Weststeirisches Becken" und "Florianer Bucht" werden gleichgesetzt.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Florianer Schichten, Florianer Tegel

Alter: Torton

Bemerkungen: Liegendes: Eibiswalder Schichten;

Detailgliederung: Liegendkomplex; brackische Sande von Hasreith; marin-brackische Haupttegelzone; Hangendsande (p.444).

Die Florianer Schichten gehen im Westen und Südwesten in brackisch-fluviatile Bildungen über

download unter www.biologiezentrum.at

bzw. verzahnen bei Deutschlandsberg und Schwanberg mit dem "Schwanberger Schutt".

WINKLER-HERMADEN rechnet die "Pölser Mergel", "Oisnitzer Sande" und "Rostellarientegel" ebenfalls zu den "Florianer Schichten", ohne aber deren (litho-) stratigraphische Position anzugeben.

Autor: WALTER 1951

Bezeichnung & Alter & Bemerkungen (vom Liegenden ins Hangende):

* Kreuzbergsande (oberstes Helvet bis Untertorton);
  es entspricht: "Kreuzbergschotter = Kreuzbergsand = Untere Sande = Sand von Hasreith = Basislagen der fluviatilen Sand - Kiesentwicklung in der westlichen Florianer Bucht = Blockschutt zwischen Stainz und Deutsch - Landsberg = Schwanberger Blockschutt und dieser wieder ist gleichzustellen einem Horizont der unteren oder mittleren Kreuzbergschotter." (p.75).
* untere Florianer Tegel (Untertorton und unteres Mitteltorton);
  "Es wären also folgende Horizonte gleichzustellen: Untere Florianer Tegel = mittlere Horizonte der dunkelgrünen Sande = marine Florianer Tegel der östlichen Florianer Bucht = Gamlitzer Tegel = Unterer Leithakalk. (p.76).
* Spielfelder Sande (oberes Mitteltorton);
  "... tritt im Osten des Arbeitsgebietes nur in vereinzelten Sandlinsen innerhalb einer geschlossenen Masse Florianer Tegels auf." (p.17), bildet im Westen einen geschlossenen Horizont.
  Es entspricht: "Spielfelder Sande = Cinnamonumsandstein = Sande zwischen den Tegelhorizonten der Florianer Bucht = Sande unter der Mergel -

download unter www.biologiezentrum.at

Sandentwicklung der Sausalosthangsedimente." (p.76).

* obere Florianer Tegel (Obertorton);
  es entspricht: "obere Florianer Tegel der westlichen Florianer Bucht = Hangendtegel der östlichen Florianer Bucht = Pölser Mergel = Mergelsande und Feinkonglomerate am Sausalosthang = untere Leithakalkanteile des oberen Leithakalks." (p.77).
* Pölser Sande (fluviatil) (Obertorton);
  es entspricht: "Pölser Sand = oberer Sand von St. Florian (HILBER) = Oisnitzer Sande = oberster Horizont der dunkelgrünen Sande = oberer Leithakalk" (p.77).

Autor: BEER & KOPETZKY 1951

Bezeichnung: Florianer Beckenfazies [umfasst (vom Liegenden ins Hangende): Basissande (= Sande von Hasreith); Pölser Mergel (beides Untertorton); Grobsand; Wechsellagerung Sand - Tegel (beides Mitteltorrton); Hangendsande (Obertorton)]

Alter: Torton

Bemerkungen: "... daß in der Literatur unter "Florianertegel" durchaus Verschiedenartiges zusammengefasst wurde, was heute in oberstes Helvet und Torton getrennt werden muß. ... Der Begriff des Pölser Mergels bedeutet nur ein Äquivalent der tortonen Anteile des Florianertegels. Die von ROLLE für das Florianerbecken durchgeführte Trennung der später als Florianertegel zusammengefassten Schichtgruppe in liegende Rostellarientegel und hangende Turritellenschichten wird den tatsächlich gegebenen Verhältnissen am meisten gerecht." (p.362).

Sie gliedern das Torton des Weststeirischen Beckens in die eigentliche Florianer Beckenfazies im Westen, eine Schwellenfazies und eine marine Sand- und Tegelfazies im Osten, die sich von der Florianer Beckenfazies durch eine reiche

download unter www.biologiezentrum.at

Mikrofauna (= Gamlitzer Schlier) unterscheidet.

Autor: JENISCH 1956

Bezeichnung: --

Alter: Torton

Bemerkungen: JENISCH bezeichnet die einzelnen Schichten nach rein lithologischen Gesichtspunkten ohne Verwendung von Ortsnamen. Er führt jedoch eine Parallelisierung mit anderen "Kartenblattformationen" aus den 50-er Jahren an.

Autor: KOPETZKY 1957

Bezeichnung & Alter (vom Liegenden ins Hangende):

* Tonmergel von Wetzelsdorf und Kleinpreding (tiefes Untertorton)
* Übergangszone (tiefes Untertorton)
* Basisgrobsande (höheres Untertorton)
* Mergelzone (Pölser Mergel) und erster Tuffithorizont (höheres Untertorton)
* Zweiter Grobsandhorizont (tieferes Mitteltorton)
* Zweiter Tuffithorizont (tieferes Mitteltorton)
* Hangendsande (Höheres Mitteltorton)
* Verlandungssedimente (Obertorton)

Bemerkungen: KOPETZKY trifft seine Gliederung aufgrund von mikropaläontologischen Kriterien. Er betrachtet dabei zu sehr die Gesamtfauna, ohne zu bedenken, daß diese sehr starke, faziell bedingte Änderungen innerhalb einer Zeitebene aufweisen kann. Seine Foraminiferenliste läßt keine Abtrennung der Einheiten aufgrund von Leitfossilien erkennen. Die Stratigraphie der "Florianer Schichten" bedarf daher einer Revision.

Autor: DILLER 1957

Bezeichnung & Alter & Bemerkungen (vom Liegenden ins Hangende):

* Unterer Sand (oberes Untertorton);
  entspricht dem "Kreuzbergsand" von WALTER (1951)

download unter www.biologiezentrum.at

bzw. den "Sandeinschaltungen" von JENISCH (1956).

* Mergelhorizont (oberes Untertorton);
  entspricht dem "Unteren Florianer Tegel" von WALTER (1951) bzw. dem "Karbonatischen Ton" von JENISCH (1956).
* Grobsandhorizont (Mitteltorton);
  entspricht dem "Spielfelder Sand" von WALTER (1951) bzw. dem "Sand, Grobsand" von JENISCH (1956).
* Wechsellagerung (Mitteltorton);
  entspricht dem "oberen Florianer Tegel" von WALTER (1951) bzw. der "Wechsellagerung von Sand und sandig-karbonath. Ton" von JENISCH (1956).
* Hangendsand (Mitteltorton);
  entspricht dem "oberen Sand" von STUR (1871), dem "Pölser Sand" von WALTER (1951) bzw. dem "Sand und Sandstein" von JENISCH (1956).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1958

Bezeichnung: Florianer Schichten

Alter: Torton

Bemerkungen: zeitgleich zum Leithakalk

Autor: KOLLMANN 1965

Bezeichnung: ---

Alter: "Torton": Untere Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone

Bemerkungen: übernimmt die Gliederung nach KOPETZKY (1957), revidiert aber die Alterseinstufung aufgrund der Tuffite: oberster Tuffithorizont = Oberkante Obere Lagenidenzone. Daß er dadurch die Parallelisierung zwischen dem Leithakalk und den Sedimenten der Florianer Bucht auseinanderreißt, die nach KOPETZKY mikropaläontologisch belegt ist, läßt ihn allerdings nicht an etwaige Unzulänglichkeiten in der KOPETZKY'schen Stratigraphie denken.

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: FLÜGEL & HERITSCH 1968

Bezeichnung: ---

Alter: "Torton": Untere Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone

Bemerkungen: übernehmen die Gliederung nach KOPETZKY (1957) bzw. KOLLMANN (1965).

Autor: FLÜGEL 1984

Bezeichnung: Florianer Schichten, Pölser Mergel

Alter: Baden

Bemerkungen: ---

download unter www.biologiezentrum.at

7. KREUZBERG FORMATION

Als Kreuzberg Formation (Arbeitsbegriff) werden marine bis fluviatile (?) Sande, Kiese und Schotter zusammengefasst, die im Westteil der Gamlitzer Bucht auftreten und die jünger als die "Steirische Diskordanz" sind. Die Formation beinhaltet auch den (ehemaligen) "Urler Blockschutt" und die "Leithakonglomerate"

Das Liegende bilden Gesteine, die älter sind als die "Steirische Phase" der Alpidischen Orogenese und ein karpatisches Alter besitzen: "Steirischer Schlier", "Leutschacher Sande" und "Arnfelser Konglomerate". Gegen Osten verzahnt sie mit (Fein-) Sanden der Weissenegg Formation und seltener mit dem Leithakalk der Gamlitzer Bucht. Das Hangende bildet der Leithakalk von Graßnitzberg (Weissenegg Formation).

Der Name wurde erstmals von WINKLER [(1924): "Kreuzbergschotter"] verwendet. Namensgebende Lokalität ist der Kreuzberg westlich Gamlitz.
Über die verschiedenen, für diese Formation verwendeten Bezeichnungen gibt folgende Synonymieliste Auskunft.

Autor: SEDGWICK & MURCHISON 1831
Bezeichnung: millstone conglomerate, millstone group
Alter: ---
Bemerkungen: Hangendes: coralline white limestone of Ehrenhausen.

Autor: ROLLE 1855
Bezeichnung: Leithakalk - Conglomerat
Alter: ---
Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk am Platsch

Autor: STUR 1871
Bezeichnung: Gamlitzer Schotter
Alter: ---

download unter www.biologiezentrum.at

Bemerkungen: Liegendes: "Tegelgebilde von St.Florian" (Fehlinterpretation des Steirischen Schlier); Hangendes: Mergel an der Basis des Leithakalks.

Autor: HILBER 1877
Bezeichnung: durch Kalk cementiertes Quarzconglomerat
Alter: ---
Bemerkungen: "... geht nach oben zu durch allmähliche Verfeinerung des Materials in einen compacten, mit Säure brausenden Sandstein über" (p.262). Hangendes: Leithakalk und "Gamlitzer Tegel" abwechselnd. Entstehung in etwa zeitgleich zum Leithakalk.

Autor: WINKLER 1913
Bezeichnung: ---
Alter: ---
Bemerkungen: WINKLER trennt noch nicht zwischen Kreuzbergschichten und Arnfelser Konglomeraten und stellt alles ins obere Helvet.

Autor: WINKLER 1924
Bezeichnung: Kreuzbergschotter
Alter: 2. Mediterranstufe
Bemerkungen: zeitgleich mit dem Leithakalk und den "Sanden und Mergeln des Ostens"

Autor: WINKLER 1924
Bezeichnung: marine Blockschotter des Ostens
Alter: ---
Bemerkungen: ident mit dem Leithakonglomerat ?? Soll lateral in den "Arnfelser Schotter" übergehen.

Autor: WINKLER 1926
Bezeichnung: Urler Blockhorizont Alter: 2. Mediterranstufe
Bemerkungen: "Für die durch fluviatile Schichtungsart

download unter www.biologiezentrum.at

und gröbstes Blockwerk gekennzeichneten Blockschuttmassen an der Basis des höheren Mittelmiozäns schlage ich die Bezeichnung "Urler Blockschotter" vor." [Fußnote: "Nach ihrem markanten Auftreten am Urlkogel bei Gamlitz"](p.55).

Der "koralpine Schuttkegel" entstand durch ein "wiederauflebendes carinthisches Delta", das "mediterrano- carinthische Delta". (Aufgrund der Mesozoikumsgerölle wird eine Einschüttung aus dem Kärntner Raum angenommen).

Autor: WINKLER 1926

Bezeichnung: Kreuzbergkonglomerate, Kreuzbergschotter

Alter: 2. Mediterranstufe

Bemerkungen: ---

Autor: WINKLER-HERMADEN 1929

Bezeichnung: Kreuzbergschotter, Urler Blockschutt

Alter: jungmediterran

Bemerkungen: Liegendes: Leutschacher Sande;

abgelagert durch das "mediterrano - karinthischen Delta".

Der "Urler Blockschutt" wird als ein Teilhorizont der "Kreuzbergschotter" angesehen.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1938

Bezeichnung: Kreuzbergkonglomerate und Schotter

Alter: oberes Helvet

Bemerkungen: Liegendes: "Leutschacher Sande" bzw "älterer Schlier"; Hangendes: "Urler Blockschutt"

Laterale Beziehungen: "... im Gebiete von Ratsch, Steinberg und Platsch ist dagegen die ... Schichtserie schon in feinkörniger Schliermergel- und Sandfazies entwickelt" (p.36/37).

Deutung als "ein mächtiger, in das marine Bildungsmedium vorgebauter Schuttkegel, dessen Geröllzufuhr durch Gebirgsbäche von den kristallinen Randbergen des weststeirischen Beckens her erfolgt ist" (p.36).

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: WINKLER-HERMADEN 1938

Bezeichnung: Urler Blockschutt

Alter: oberes Helvet bis unteres Torton (nach der Tabelle p.19)

Bemerkungen: Liegendes: "Kreuzbergkonglomerate", von diesen durch Sande getrennt; Hangendes: "Leithakonglomerat".

WINKLER-HERMADEN trennt diese "oberste Lage der groben Blockschotter" (p.38) von den übrigen Blockschotterlagen in den "Kreuzbergkonglomeraten" ab. Hauptkriterium dafür dürfte die enorme Größe mancher Komponenten gewesen sein. Er weist auf die Heterogenität des "Urler Blockschutts" in Bezug auf die Geröllpertrographie hin.

Deutung als eingetiefte Rinnen, die sich im Zuge einer Regression in die Unterlage eingeschnitten haben.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1938

Bezeichnung: Leithakonglomerat

Alter: unteres Torton

Bemerkungen: Liegendes: "Urler Blockschutt"; Hangendes Leithakalk (kontinuierlicher Übergang). Deutung als marine Bildung (Strand) am Beginn einer Transgression.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939

Bezeichnung: Kreuzbergschotter

Alter: "Zwischenserie"; "... läßt sich derzeit auf paläontologischem Wege noch nicht genau fixieren." (p.26).

Bemerkungen: die tieferen Anteile verzahnen mit den "Leutschacher Sanden"; geht östlich von Leutschach in die Schlierfazies über.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939

download unter www.biologiezentrum.at

Bezeichnung: Urler Blockschutt

Alter: "Zwischenserie"

Bemerkungen: "Wenn unter dieser Bezeichnung ein Blockschotterhorizont besonders herausgegriffen wurde, so geschah dies deshalb, weil er durch sein weites Vordringen in den Meeresbereich hinein besonders hervortritt und weil er durch seine grobe, blockreiche Zusammensetzung in die Augen springt" (p.29).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939

Bezeichnung: Leithaschotter und Konglomerate

Alter:

Bemerkungen: Liegendes: "Schlierschichten und ihre Geröllzüge"; Hangendes: allmählicher Übergang in den Leithakalk.
Deutung als Strandfazies.

Autor: BEER & KOPETZKY 1951

Bezeichnung: Kreuzbergschichten

Alter: Torton

Bemerkungen: entsprechen in ihren tieferen Anteilen den tortonen Basissanden der Florianer Bucht.

Autor: BEER 1951

Bezeichnung: Kreuzbergserie

Alter: Torton (oberste Anteile Mittel- bis Obertorton)

Bemerkungen: Liegendes: Leutschacher Sande

Autor: BEER 1951

Bezeichnung: basale Konglomerate und Schotter der unteren Leithakalkbildungen.

Alter: Untertorton

Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Kreuzbergschotter

Alter: "Zwischenserie" zwischen Helvet und Torton;

download unter www.biologiezentrum.at

"Übergangsbildungen zum Torton"

Bemerkungen: Hangendes: "sandiger, mariner Schichtkomplex"; geht zwischen Leutschach und Spielfeld schrittweise in "Schliersande und Mergel" über. Deutung als "Schutt- und Deltakegel, teilweise schon in der Strandzone des Meeres zur Ablagerung gekommen" ; "z.T. wildbachartiger Charakter"; steht in Zusammenhang mit der "Hauptphase der Steirischen Gebirgsbildung".

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Urler Blockschutt

Alter: "Zwischenserie", "Übergangsbildungen zum Torton"

Bemerkungen: Liegendes: "Kreuzbergschotter" bzw. "sandiger, mariner Schichtkomplex";
"... entspricht nur einer Teilphase aus der großen mittelmiozänen Vorschüttung von Schutt- und Deltakegeln in das Schliermeer hinein, und zwar der jüngsten ..."
Stellt das Abbild einer weiteren Pase der "Steirischen Orogenese" dar.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: sandiger, mariner Schichtkomplex

Alter: "Zwischenserie", "Übergangsbildungen zum Torton"

Bemerkungen: zwischen "Kreuzbergschotter" und "Urler Blockschutt"; soll altersgleich sein mit dem "Kohlenflöz von Gamlitz" [letzteres wird heute dem obersten Karpatien zugerechnet, vgl. KOLLMANN (1964)].

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Leithakonglomerat

Alter: unteres Torton

Bemerkungen: Liegendes: "Urler Blockschutt"; Hangendes: Leithakalk.

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: Kreuzbergserie

Alter: Unter- bis Mitteltorton

Bemerkungen: die unteren Anteile der "Keuzbergserie" vertreten faziell den "unteren Leithakalk"; die oberen Anteile gehen gegen Osten in den "Spielfelder Sand" über (Verzahnungsbereich mit dem "Spielfelder Mergel").

FRISCH versteht unter der "Kreuzbergserie" den "Kreuzbergschotter" und den "höheren Schlier" (bezugnehmend auf WINKLER-HERMADEN 1951a). Der "Urler Blockschutt" wird in den oberen Anteil miteinbezogen.

Deutung: Delta- und Schuttkegel.

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: basale Konglomerate des unteren Leithakalks

Alter: Untertorton

Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk

"Gegen Westen gehen sie in die unteren Grobschuttablagerungen der Kreuzbergserie über, so daß es möglich ist, sie mit den tieferen Anteilen der Kreuzbergserie zu parallelisieren." (p.12).

Entspricht den "Leithakonglomeraten" anderer Autoren.

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: LeithakalkKonglomerate und Leithakalksandsteine

Alter: Untertorton

Bemerkungen: Sie stellen einen Verzahnugsbereich zwischen "Kreuzbergschottern" und Leithakalk dar. Es kommen alle Übergänge zwischen reinen Konglomeraten und reinem Kalk vor.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1958

Bezeichnung: Kreuzbergserie

Alter: "Zwischenserie"

download unter www.biologiezentrum.at

Bemerkungen: ---

Autor: KOLLMANN 1965
Bezeichnung: Kreuzbergserie
Alter: unteres "Torton", OLZ
Bemerkungen: Liegendes: › laut Text: "Steirischer Schlier"; laut Taf.3: "Urler Blockschutt" bzw. "Leithakonglomerat". Verzahnt sich laut Taf.3 mit dem "Spielfelder Mergel und Sand"

Autor: KOLLMANN 1965
Bezeichnung: Urler Blockschotter
Alter: unteres "Torton", ULZ
Bemerkungen: Liegendes: laut Text: "Steirischer Schlier"; laut Taf.3 "Kohleflöz vom Labitschberg" (Karpatien). Verzahnt nach Taf.3 mit dem "Leithakonglomerat".

Autor: KOLLMANN 1965
Bezeichnung: "Leithakonglomerat"
Alter: unters "Torton", ULZ
Bemerkungen: verzahnt nach Taf.3 sowohl mit dem "Urler Blockschotter" als auch mit dem "Nulliporenkalk von Retznei"; entwickelt sich laut Text aus der "Kreuzbergserie" heraus.

Autor: FLÜGEL & HERITSCH 1968
Bezeichnung: Blockschotter ["Urler Blockschutt", WINKLER, (1926)]
Alter: Unter-Torton
Bemerkungen: Liegendes: "marines Helvet"; Hangendes: "Kreuzberg Schotter".
Stratigraphische Tabelle von KOLLMANN 1964 übernommen.

Autor: FLÜGEL & HERITSCH 1968
Bezeichnung: "Kreuzberg Schotter"
Alter: Unter-Torton
Bemerkungen: Liegendes: "Blockschotter", "Arnfelser

download unter www.biologiezentrum.at

Konglomerate"; geht gegen Osten in Sande und Tonmergel über.
Stratigraphische Tabelle von KOLLMANN 1964 übernommen.

Autor: FLÜGEL & HERITSCH 1968
Bezeichnung: "Leithakonglomerat und -schotter"
Alter: Unter-Torton
Bemerkungen: Hangendes: "Leithakalk Serie"; Liegendes: paläozoisches Grundgebirge.
"Ihre Basis [die der "Leithakalk Serie"] bilden, dem paläozoischen Grundgebirge des Sausal direkt auflagernd, wechselnd mächtige Schieferbrekzien und -Konglomerate. Sie gehen gegen Osten zu in die marinen, teilweise fossilführenden "Leithakonglomerate und -schotter über. ... Diese Schotter verzahnen sich beckenwärts mit den vorwieged organogen gebildeten Leithakalken, die auch ihr Hangendes bilden." (p.35).

Autor: FLÜGEL 1984
Bezeichnung: Urler Schotter, Kreuzbergschotter
Alter: unteres Baden
Bemerkungen: Wie viele Autoren vor ihm, sieht FLÜGEL die "Urler Schotter" als Liegendes der "Kreuzbergschotter".

7.1. ZUM BEGRIFF "URLER BLOCKSCHUTT" ("URLER BLOCKHORIZONT", "URLER BLOCKSCHOTTER")

Die von WINKLER (1926) angeführten Kriterien ("fluviatile Schichtungsart", durch gröbstes Blockwerk gekennzeichnete Blockschuttmassen ...) reichen für eine Abtrennung eines "Urler Blockschutts" von der Kreuzberg Formation nicht aus. Die Idee eines einzigen, durchgehenden Blockschutthorizontes ist aufgrund sedimentologischer Überlegungen nicht haltbar und kann auch im Gelände nicht nachvollzogen werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Der Begriff "Urler Blockschutt" hat daher keinerlei Berechtigung und ist ersatzlos zu streichen ! Die bisher mit diesem Namen bezeichneten Gesteine sind der Kreuzberg Formation zuzurechnen !

Damit wird auch die Frage nach dessen stratigraphischer Position (liegend oder hangend der "Kreuzbergschotter", vgl. Synonymieliste) hinfälig !

7.2. OTTENBERG MEMBER

Von der Kreuzberg Formation s.str. kann in den tieferen Anteilen ein Ottenberg Member abgetrennt werden.

Derivatio nominis: nach dem Ort Ottenberg südwestlich Ehrenhausen.

Das Ottenberg Member entspricht dem älteren Begriff "Leithakonglomerat" (bzw. "Leithaschotter"), der aufgrund der Tatsache, daß vergleichbare Gesteine im Leithagebirge (Burgenland) nicht vorkommen, nicht aufrecht erhalten werden kann. Es charakterisiert den Verzahnungsbereich der Kreuzberg Formation mit dem Grubtal Member und unterscheidet sich von der Kreuzberg Formation s.str. durch einen erhöhten Gehalt an marinen Fossilien [Ostreen, Balanen, Gastropoden, Corallinaceen (Schutt und selten kleine Rhodolithen), sehr selten auch Einzelkorallen]. Ins Hangende, aber auch lateral, ist, durch Zunahme des Algenschutts auf Kosten des siliziklastischen Materials ein kontinuierlicher Übergang von Konglomerat zu Leithakalk gegeben (Facies mixing; MOUNT, 1984). Eine Umkrustung von Geröllen durch Algen, wie sie seit WINKLER-HERMADEN (1939) immer wieder erwähnt wird, kommt zwar vor , bildet aber die Ausnahme (Abb. 3 & 4). Beckenwärts nimmt die Korngröße im Ottenberg Member rasch ab.

Das Ottenberg Member entspricht sedimentologisch der Kreuz-

download unter www.biologiezentrum.at

berg Formation s.str. und wird mit dieser gemeinsam behandelt. Im Arbeitsgebiet kommen überwiegend Gesteine des Ottenberg Members vor.

7.3. VERBREITUNG DER KREUZBERG FORMATION

Das klassische Verbreitungsgebiet liegt im Umfeld des Kreuzberges westlich Gamlitz, zwischen Saggau - Tal und Pößnitz - Tal außerhalb des Arbeitsgebietes. Westlich des Saggau - Tales bis zum Koralpen - Kristallin ist sie der Erosion zum Opfer gefallen. Im Osten bildet das Ottenberg Member beiderseits des Gamlitzbaches das Liegende des Leithakalks. Höhere Anteile sind am Urlkogel und im Gebiet von Ratsch an der Weinstraße aufgeschlossen.

7.4. CHARAKTERISTISCHE AUFSCHLUESSE

Urlkogel (Kt. 5/4):

Am Urlkogel waren in einem Straßenanriß Sande und Schotter der höheren Anteile der Kreuzberg Formation aufgeschlossen. Das Profil (Abb. 5 & 6) zeigt eine Wechsellagerung von parallellaminiertem, stellenweise durchwühltem, marinem Silt und Feinsand mit mächtigeren Grobsand- und Konglomeratbänken. Diese besitzen eine erosive Basis und sind sowohl normal als auch invers gradiert. Sie sind polymikt und enthalten Kristallinkomponenten bis zu 25 cm Durchmesser (Gneis, Pegmatit). Paläozoische und mesozoische Gerölle aus dem Remschnigg sind auf die Korngröße von 1 bis 2 cm und darunter beschränkt.
SM: Probe GG15 (Tab. 1 - 3) (siehe auch Proben GG10 bis GG12 aus dem Verzahnungsgebiet mit der Weissenegg Formation).

WINKLER (1926) bezeichnete diese Sedimente als "Urler Blockschutt" und deutete sie als fluviatile Bildungen. Es finden sich aber keinerlei Hinweise auf einen fluviatilen Transport, der Ablagerungsraum ist rein marin.

download unter www.biologiezentrum.at

Ratsch an der Weinstraße, Witscheinberg (Abb. 7 & 8, Kt. 5/7):

Distale Äquivalente der Ablagerungen am Urlkogel waren in Witscheinberg durch die Neuanlage eines Weinberges aufgeschlossen. Abb. 7 zeigt eine Wechsellagerung von meist gradiertem, massigem (Mittel-) Sand mit erosiver Basis und feinsandigem Silt. Es können mehrere fining upward Zyklen unterschieden werden. Die Interpretation als turbiditische Bildungen liegt nahe. Erosiv eingeschnittene Schotterlagen führen fast ausschließlich Kristallingerölle. Das SM - Spektrum ist Granat - dominiert (Tab. 1 - 3 : Proben XX11, XX13).

Kiesentnahmestellen zwischen Ehrenhausen und Ottenberg (Kt.5/20):

Die Kiesentnahmestellen zwischen Ehrenhausen ("Fuchsmühle" = "Kochmühle") und Ottenberg gelten neben dem Aufschluß an der Straße Ehrenhausen - Gamlitz als "klassisches" Vorkommen des Ottenberg Member.

Der Anteil an Biogenen (Bryozoen, Ostreen, Balaniden) ist gering. In den höheren Partien werden Algendebris und Bryozoen häufiger. Die Entwicklung wird von kiesig - grobsandigem Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies abgeschlossen.

Die massigen Kies- und Schotterbänke sind in unterschiedlichem Maße (wolkig) karbonatisch zementiert. Einzelne Bänke sind durch dünne Mergellagen getrennt, die lateral auskeilen können. Schrägschichtungskörper fehlen.

Die Gerölle sind gut gerundet. Es dominiert Quarz, kristalline Gesteine (Gneis, Pegmatit, selten Amphibolit und Glimmerschiefer) kommen untergeordnet vor. Erwähnenswert sind Dazit - Gerölle, die in den höheren Anteilen der Kreuzberg Formation nicht mehr gefunden werden. Sie deuten auf eine Schüttung aus südwestlicher Richtung hin.

SM-Proben: GO60 bis GO63 (Tab. 1 - 3).

Kiesentnahmestelle an der Straße Ehrenhausen - Gamlitz (Kt. 5/19):

Aufgeschlossen ist die Überlagerung der Kreuzberg Formtion

download unter www.biologiezentrum.at

(Ottenberg Member) durch den Leithakalk der Gamlitzer Bucht. Die generelle Abfolge ist Abb. 9 a) & b) (aus FLÜGEL & HERITSCH, 1968 bzw. BEER, 1953), sowie Abb. 10 zu entnehmen. Abb. 11 zeigt ein Detail aus den basalen, schräggeschichteten Sanden und Schottern (eine Rinne, in schräggeschichtete, gradierte Grobsand- und Schotterlagen eingeschnitten, wird erosionsdiskordant von korngestütztem, massigem Konglomerat überlagert).

Der Übergang von Konglomerat zu Leithakalk ist durch die Zunahme des Corallinaceendebris gegenüber den Siliziklastika kontinuierlich. Eine Umkrustung von Geröllen durch Rotalgen (WINKLER, 1939) kommt zwar vor, ist aber nicht die Regel.

In den SM-Spektren tritt Granat zu Gunsten des Epidot zurück. Der hohe Opakanteil ist durch den hohen Gehalt an Limonit bedingt (Tab. 1 - 3 Proben KM01 bis KM04).

Steinbruch Ottenberg (Abb. 13, Kt.5/26):

Die alten Mühlsteinbrüche von Ottenberg geben Einblick in die distalen Anteile des Ottenberg Member im Verzahnungsbereich mit der Weissenegg Formation.

Wenig zementierter Mittelsand wechselt mit Kalksandstein. Letzterer zeigt im Dünnschliff folgende Zusammensetzung (Schliff 115 / GO23e; 500 ausgezählte Punkte):

Grundmasse (Mikrit und Ton)	59.6 %
Corallinaceendebris	9.8 %
Echinodermatenschutt	3.0 %
Molluskenschill	4.0 %
Foraminiferen	2.6 %
andere Biogene (rekristallisiert)	6.2 %
Quarz	2.8 %
Quarz, polykristallin	2.8 %
lithische Komponenten	9.2 %
Glimmer, Feldspat, SM	Spuren

SM-Proben: GO23, GO99 (Tab. 1 - 3)

download unter www.biologiezentrum.at

Straße Gamlitz - Eckberg, "Altes Winzerhaus" (Kt.5/2)

In einem Anriß an der Straße sind Grobsande und Kiese aufgeschlossen. Durch die Entfernung zum nächsten Leitha-Kalkvorkommen ist kein Algendebris vorhanden. Neben Steinkernen von Gastropoden und Bivalven kommen Spurenfossilien (3 bis 5 cm dicke Röhren) vor.

Der basale Kies zeigt folgendes Geröllspektrum (266 Gerölle):

Quarz	53.0 %
Pegmatit	10.9 %
Gneis	5.6 %
Glimmerschiefer	0.8 %
Quarzit	3.4 %
paläozoischer Schiefer	6.4 %
paläozoischer (?) Kalk, dunkel	4.5 %
mesozoischer (?) Kalk, hell	10.9 %
calcitische Kluftfüllung	1.1 %
Lydit	0.4 %
Dazit	0.4 %
sonstige	2.6 %

SM-Proben: GG01, GG02 (Tab. 1 - 3)

Abbruch zur Bahnlinie Ehrenhausen - Spielfeld (Abb. 14, Taf 5/12):

Matrixgestützte, gradierte Konglomerate sind in Sande unterschiedlicher Korngröße eingeschaltet. Das Sediment wird gegen das Hangende feiner. Am Top treten Kalkbänke auf (sandiger Kalk und Leithakalk in bioklastischer Algen Schutt Fazies). Das Geröllspektrum wird von Quarz dominiert, daneben tritt Pegmatit, Gneis und Quarzit auf, selten Amphibolit, Phyllit und Glimmerschiefer. Kein Kalk. An Fossilien kommen vor: Serpuliden, dickschalige Bivalven (Ostreen, Pectiniden), Steinkerne von Gastropoden und Bivalven, selten Korallen. In den Sanden ist Bioturbation häufig.

SM-Proben: EE12, EE13 (Tab. 1 - 3).

download unter www.biologiezentrum.at

In den Wäldern um Ottenberg finden sich mehrere Aufschlüsse, die alle Übergänge zwischen dem Konglomerat des Ottenberg Member und dem Leithakalk der Gamlitzer Bucht zeigen (Abb.12, Kt. 5/22).

7.5. INTERPRETATION UND DISKUSSION

7.5.1. STRATIGRAPHIE

Aus der Kreuzberg Formation konnten keine biostratigraphisch verwertbaren Mikrofaunen gewonnen werden. Das Alter ergibt sich aus den Beziehungen zu den angrenzenden Gesteinen und kann mit Untere Lagenidenzone bis Sandschalerzone angegeben werden.
Von den bei FRISCH (1957; Faunenliste: Proben 14 bis 25 und 46 bis 49) angegebenen Foraminiferen kann lediglich *Uvigerina acuminata* als Hinweis auf die Lagenidenzone gewertet werden.

7.5.2. PALAEOOEKOLOGIE

Der Ablagerungsraum der Kreuzberg Formation bot keinen günstigen Lebensraum für marine Organismen. Die starke räumliche Verlagerung der Sedimentschüttung mit der Zeit ermöglichte dennoch einigen opportunistischen Flachwasserbewohnern (Gastropoden, Ostreen, Balanen) die Besiedelung von Arealen mit niedrigem Sediment - Input. Diese wurden bei der nächsten Schüttung teilweise umgelagert.
Die meisten Biogene des Ottenberg Members sind von den angrenzenden Räumen eingeschwemmt worden. Algenschutt dominiert, Rhodolithen sind rar, ebenso Umkrustungen von Geröllen durch Corallinacen.
Foraminiferen finden sich im Verzahnungsbereich mit der Weissenegg Formation. Die Fauna unterscheidet sich kaum von der dort beschriebenen, ist aber individuenärmer.

download unter www.biologiezentrum.at

7.5.3. DISKUSSION

Da das Hauptverbereitungsgebiet der Kreuzberg Formation außerhalb des Arbeitsgebietes liegt, können über den Ablagerungsraum keine generell gültigen Angaben gemacht werden.

Das Sediment zeigt sowohl Hinweise auf Rinnenfüllungen (z.B. Straße Ehrenhausen - Gamlitz), als auch auf gravitativen Transport [grain flow, debris flow (z.B. am Urlkogel) und turbidity currents (im distalen Bereich)]. Das zumindest teilweise marine Ablagerungsmilieu ist über Fossilien nachgewiesen.

Die beiden großen Vorstöße von Schottern nach Osten am Beginn der Lagenidenzone und am Beginn der Sandschalerzone sind mit einem Rückgang der Wassertiefe bzw. mit Hebungen im Liefergebiet verbunden.

Die Kreuzberg Formation wird als Ablagerung eines (oder mehrerer) Braid Deltas (sensu McPHERSON et al., 1987) interpretiert, das zur Zeit der Lagenidenzone den westlichen Teil der Gamlitzer Bucht, welche wahrscheinlich durch Verwerfer gegliedert war (Horst - Graben - Strukturen), aufgefüllt und somit zu einem Reliefausgleich geführt hat. Als Liefergebiet fungierten Koralpe und Remschnigg.

download unter www.biologiezentrum.at

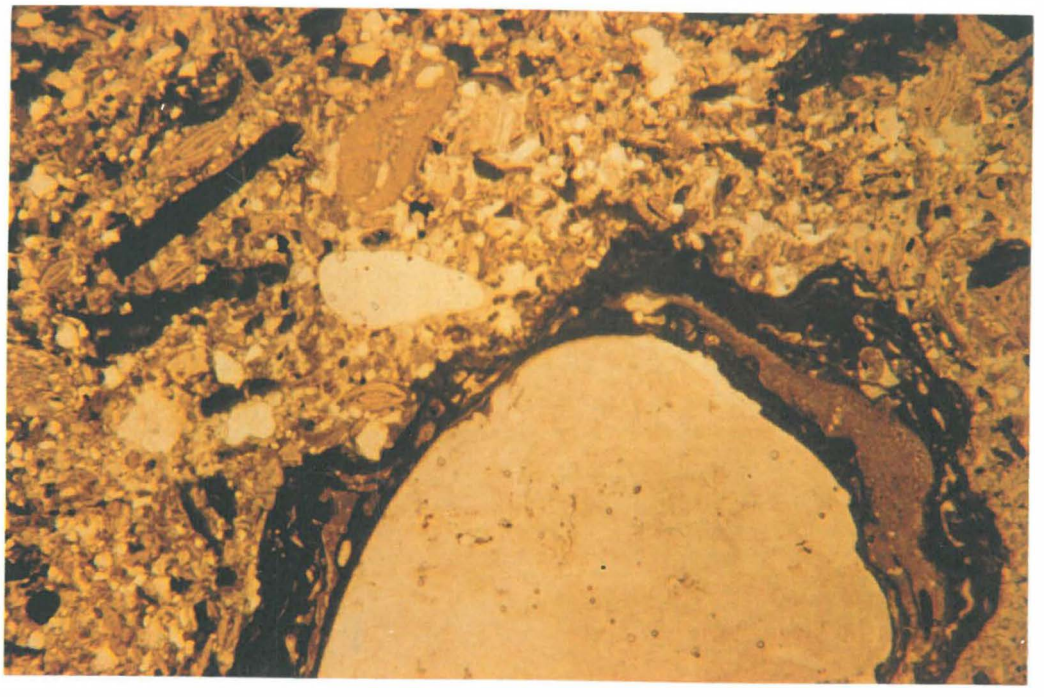


Abb. 3 Ottenberg Member
Umkrustung eines Quarzgerölls durch Corallinaceen.

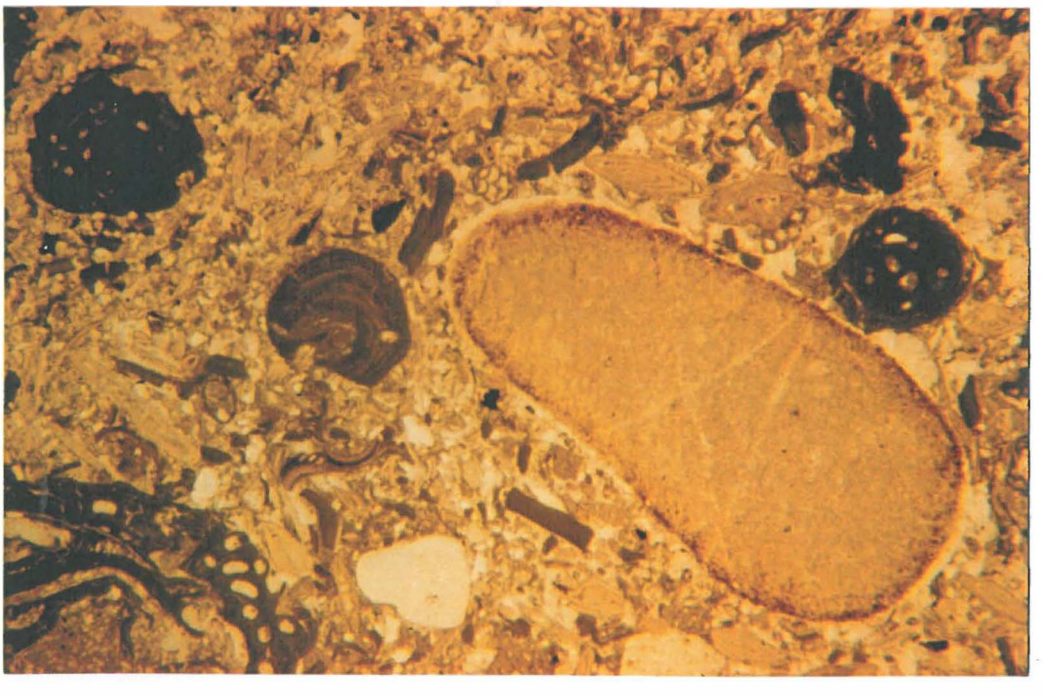


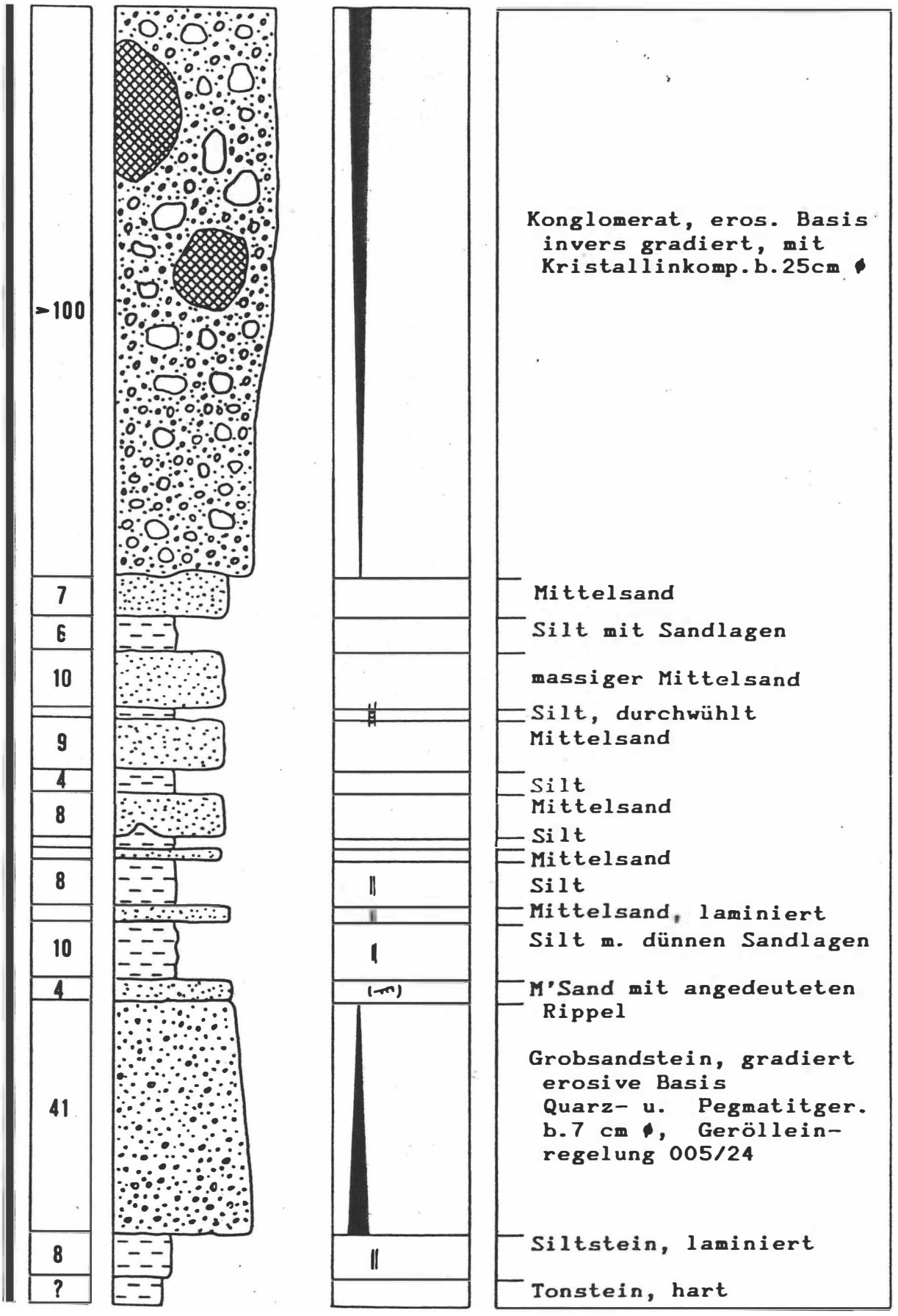
Abb. 4 Ottenberg Member
Das Feinkonglomerat geht durch kontinuierliche Zunahme des Algenschutts und der Foraminiferen in Leithakalk über.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 5

Urlkogel

10 cm



download unter www.biologiezentrum.at

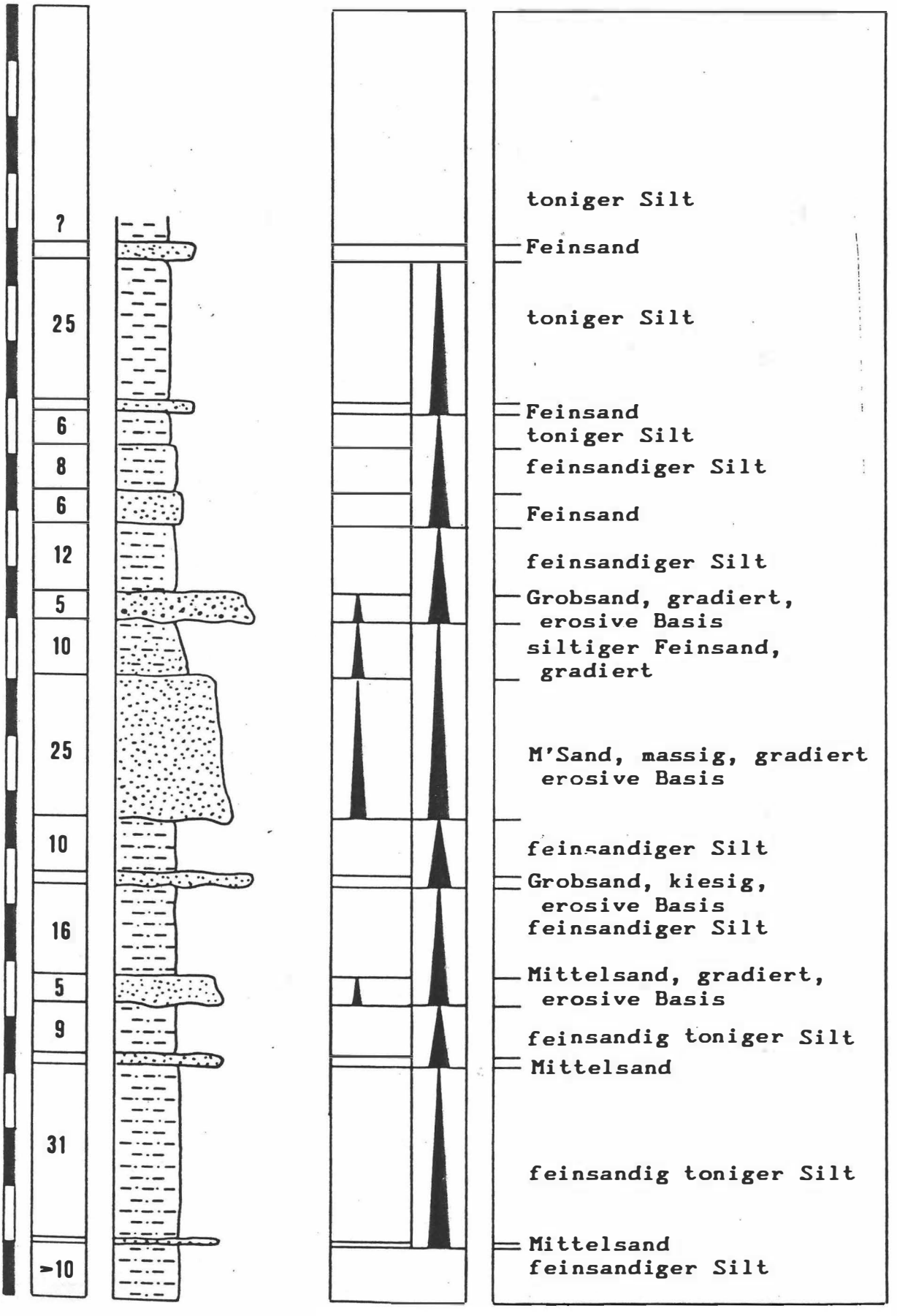
Abb. 6 Urlkogel,
Kreuzberg Formation
Mass - Flow - Sedimente:
Eine Wechsellagerung von
± gradierten Kiesbänken
mit Geröllen bis 25 cm
Durchmesser und Fein- bis
Mittelsanden deutet auf
gravitativen Transport im
subaquatischen Teil des
Kreuzberg Braid Deltas
(?) hin.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 7

Ratsch / Weinstraße: Witscheinberg

10 cm

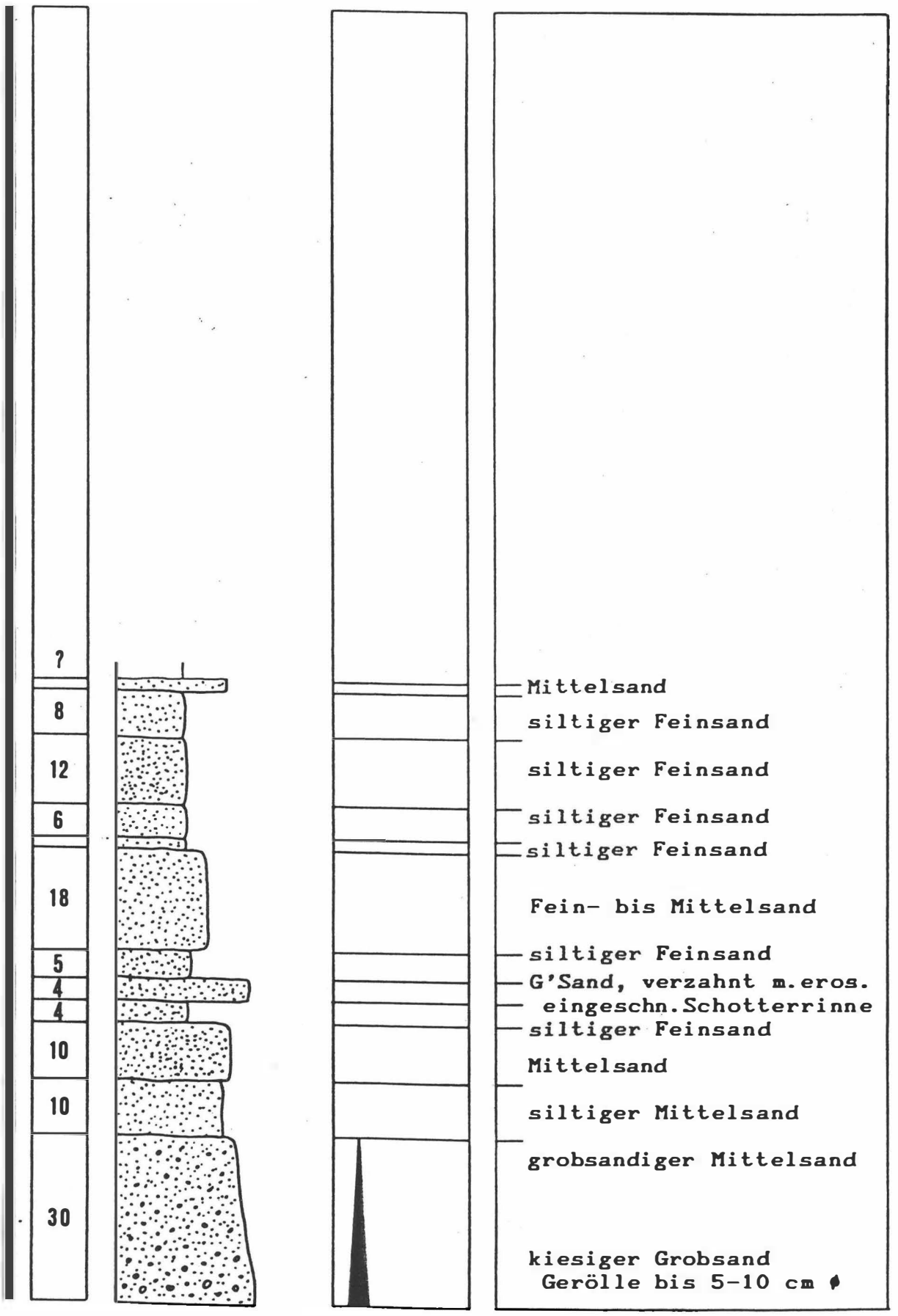


download unter www.biologiezentrum.at

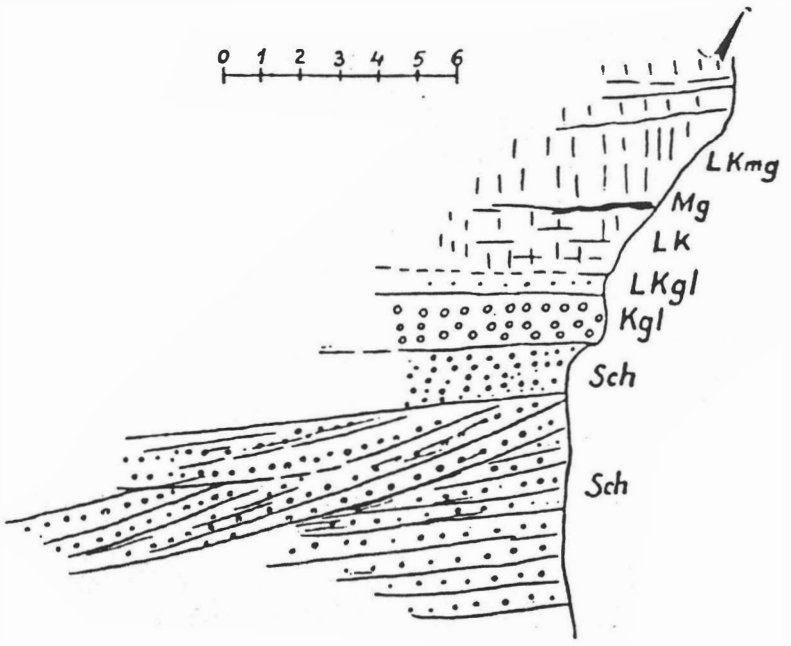
ABB. 8

Ratsch / Weinstraße: Witscheinberg

10 cm



download unter www.biologiezentrum.at



Leithaschotter im ehem. Leithakalk-Bruch an der Straße Ehrenhausen – Gamlitz (A. WINKLER-HERMADEN, 1939). Sch = Schotter, Kgl = Konglomerat, Lkgl = Konglomerat mit reichlich Nulliporen, LK = Leithakalk, LKmg = Leithakalk mit Mergelzwischenlagen, Mg = Mergellagen

Abb. 9a. aus FLÜGEL & HERITSCH (1968)

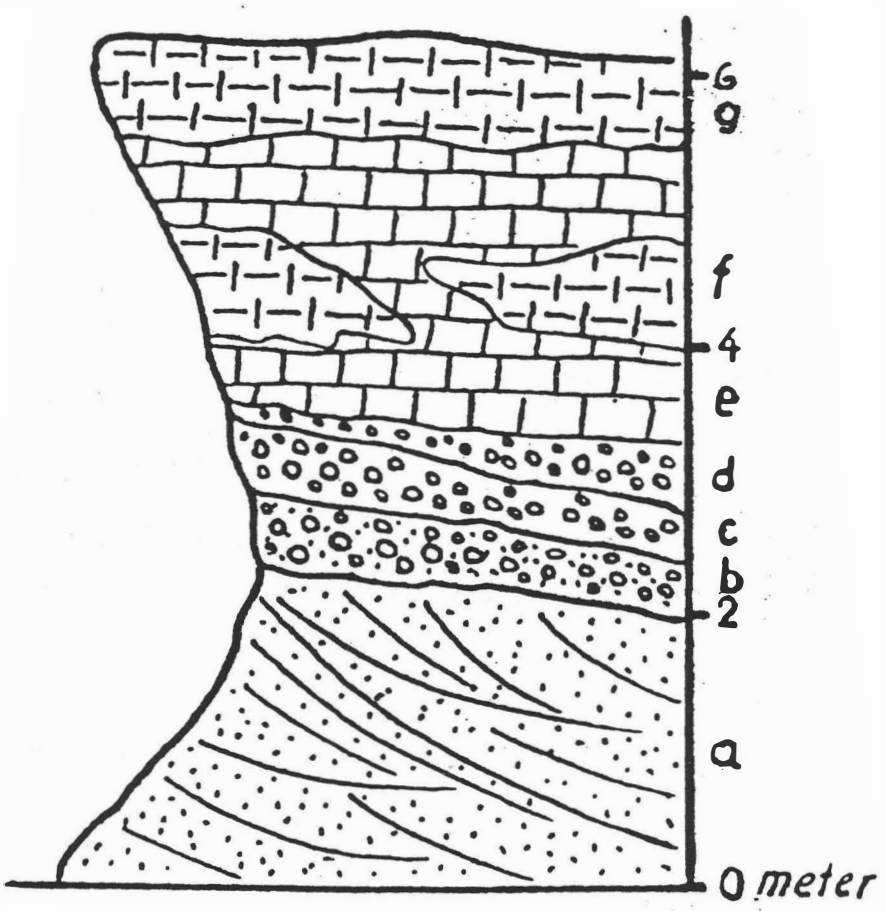


Abb. 9b. aus BEER (1953)
a ... kreuzgeschichtete Sande und Kiese b ... Quarzsand und Schotter c ... Brandungsschotter d ... Schotter mit Nulliporen e ... Nulliporenkalk f ... Wechsellagerung von Nulliporenmergel und Kalk g ... Nulliporenmergel

download unter www.biologiezentrum.at

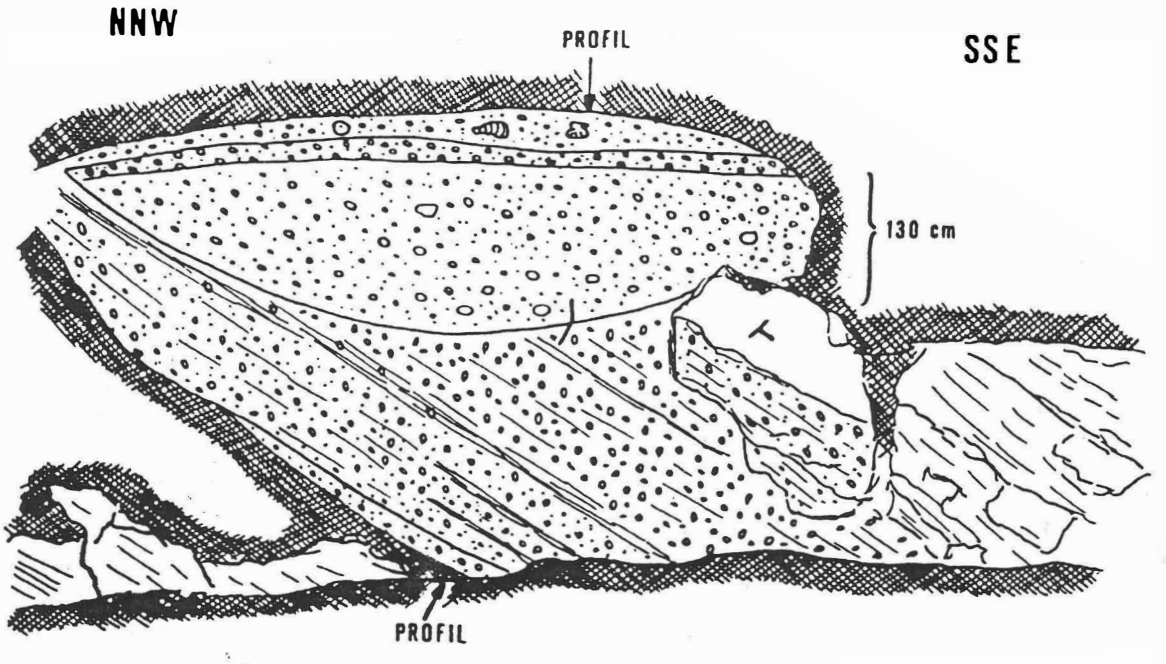


Abb. 11. Stbr. a. d. Str. Ehrenhausen - Gamlitz
Aufschlußskizze
Basale Entwicklung: Eine Rinne, in schräggeschichtete, gradierte Grobsand - und Schotterlagen eingeschnitten, wird erosionsdiskordant von korngestütztem, massigen Konglomerat überlagert. Im Hangenden tritt erster Algenschutt auf.

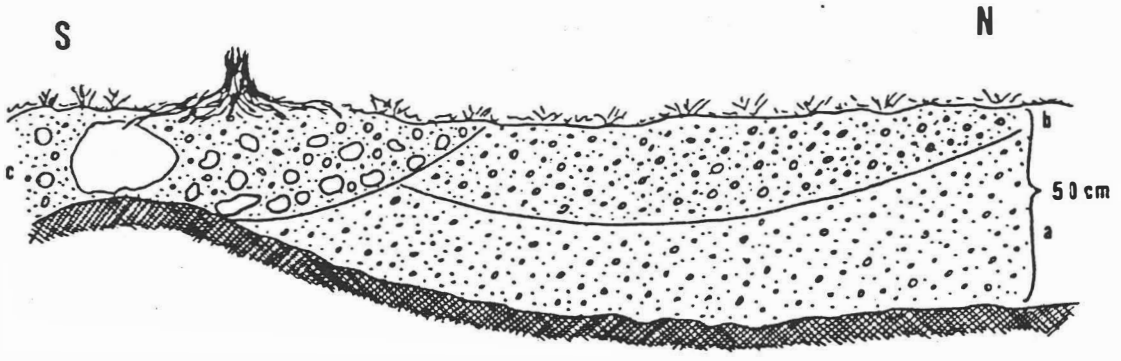


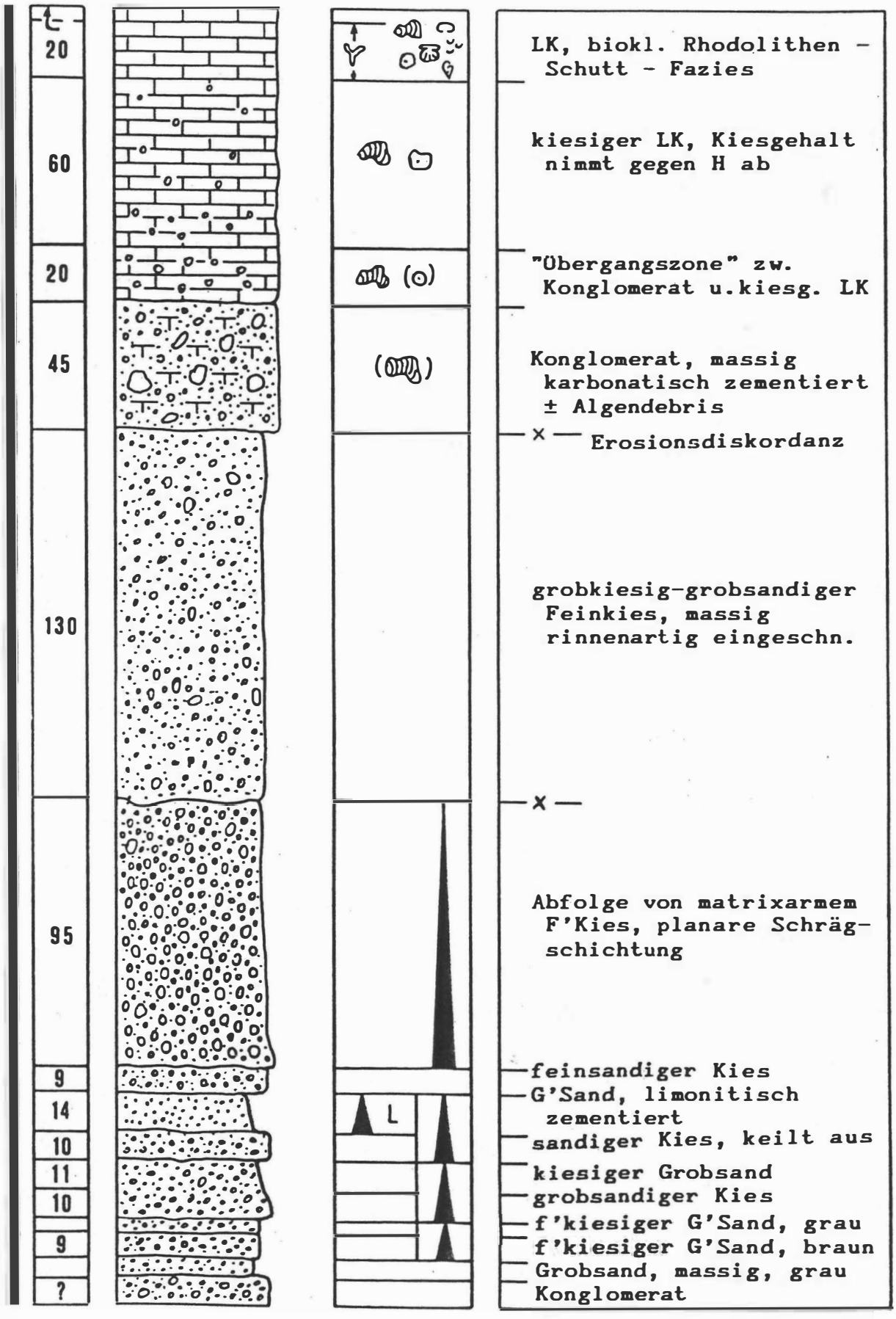
Abb. 12. Ottenberg
Aufschlußskizze
Die Kiese und Schotter des Ottenberg Member zeigen erosiv eingeschnittene Rinnen mit Geröllen von 25 cm Durchmesser.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 10

Str. Ehrenhausen - Gamlitz (ehem. Stbr.)

20cm

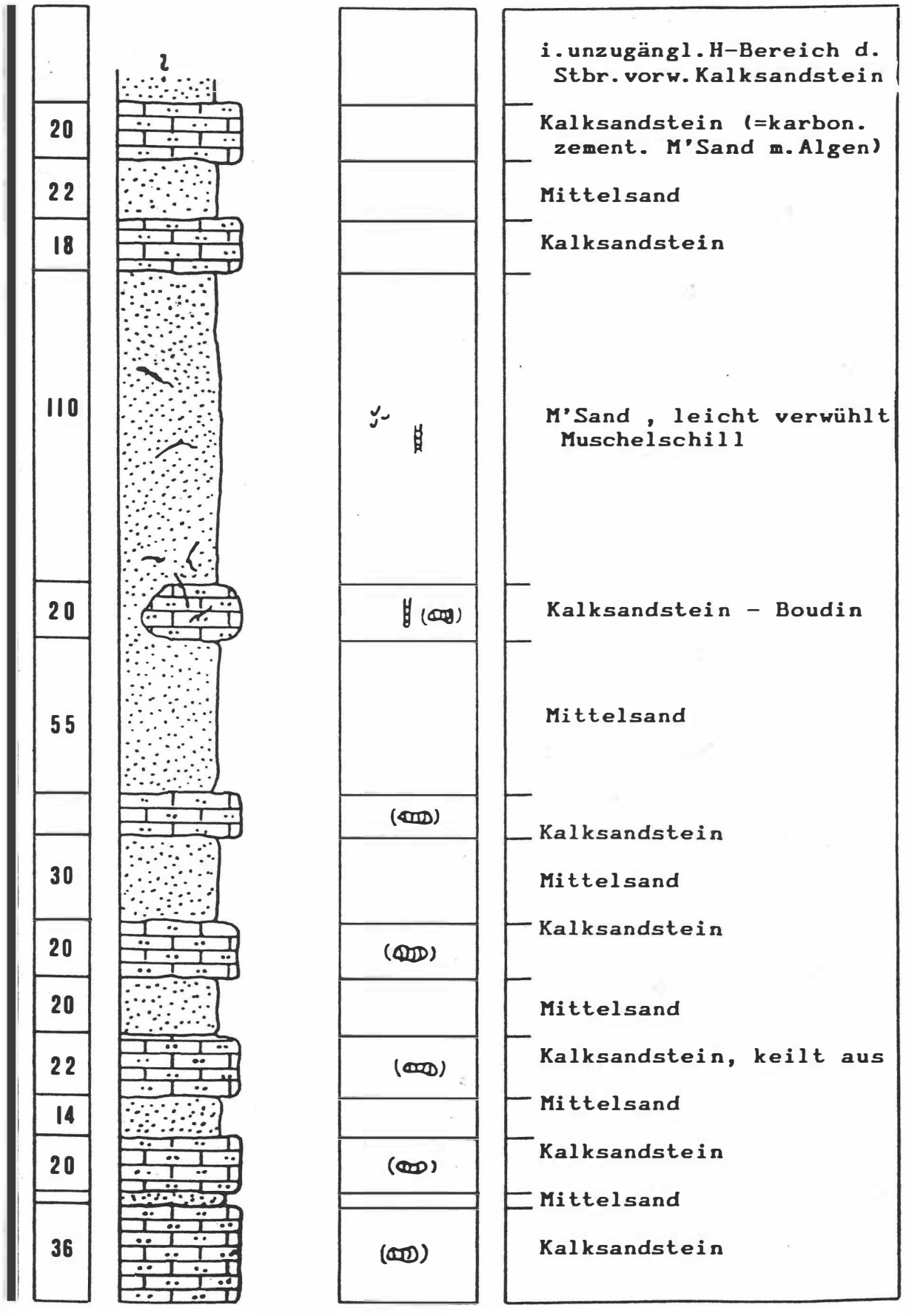


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 13

Ottenberg

20 cm

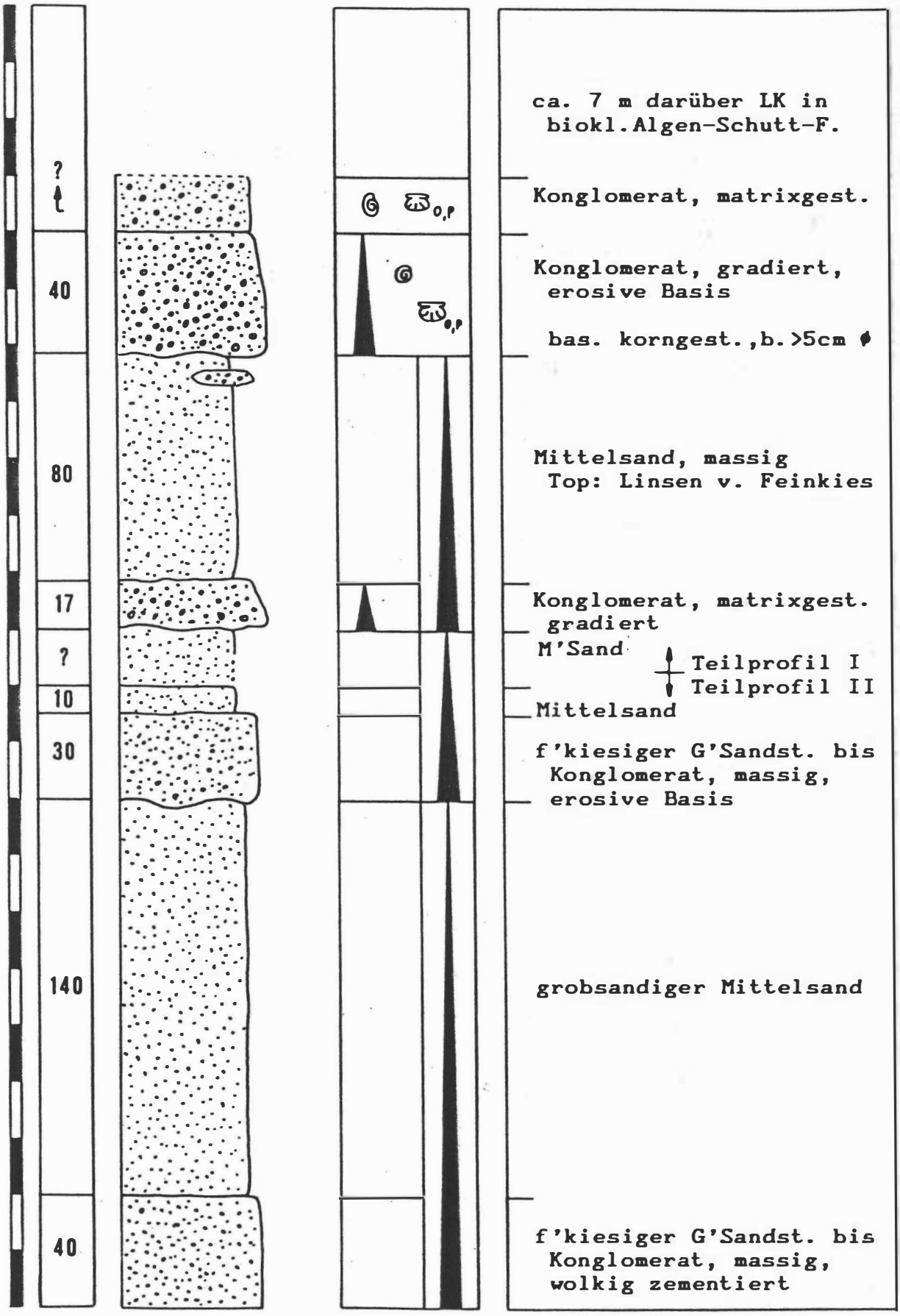


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 14

Ehrenhausen: Anriß a.d. Bahnlinie n. Spielfeld

20 cm



download unter www.biologiezentrum.at

8. ECKWIRT FORMATION

Die Eckwirt Formation (Arbeitsbegriff) beinhaltet Sande, Kiese und Schotter eines Braides River - Braid Delta Komplexes am Nordrand des Weststeirischen Beckens. Die Eckwirtschotter wurden von RIEPLER (1988) als Ablagerungen eines verzweigten Flusses interpretiert. Der Begriff wird hier durch Einbeziehung von Deltafrontsedimenten aus dem Raum Dillach nördlich Schloß Weissenegg erweitert.

Das Liegende bilden im Becken von Rein, Bucht von Stallhofen etc. die "Schichten von Rein - Stiwoll - St. Oswald" (FLÜGEL,1961), am Nordrand des Weststeirischen Beckens die Schichten von Tobelbad (RIEPLER, 1988) und in Dillach Leithakalk und marine Sande und Mergel der Weissenegg Formation.

Das Hangende bilden die Waldhofschichten (RIEPLER,1988) bzw. "tonige Sande und Tegel" des Untersarmat (Elphidium reginum - Zone; vgl. WEBER & WEISS, 1983).

Ältere Bezeichnungen sind:

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a
Bezeichnung: erosionsdiskordant gelagerter Hangendkomplex (partim)
Alter: Torton, Grenzhorizont zum Sarmat
Bemerkungen: WINKLER-HERMADEN versteht unter diesem Begriff die obersten Leithakalke und Sande am Kollischberg. Brackische Einschläge seien vorhanden.

Autor: FLÜGEL, 1958
Bezeichnung: kristalliner Grobschotter
Alter: Torton
Bemerkungen: Liegendes: Konglomerat von Stiwoll, Lehme (mit Bentonitlage, Ziegelei Hundsdorf)

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: FLÜGEL, 1959

Bezeichnung: "Schotter des Eckwirtes"

Alter: Torton

Bemerkungen: Liegendes: bentonitführende Tone v. Hundsdorf

Autor: FLÜGEL, 1961

Bezeichnung: Eckwirt - Schotter

Alter: Lagenidenzone

Bemerkungen: Die Altersangabe beruht auf Funden von Tuffiten.

Autor: KOLLMANN, 1965

Bezeichnung: Grobsand und Schotterhorizont (mit nußgroßen Quarz- und Tongeröllen)

Alter: Torton / Sarmat - Grenze

Bemerkungen: "Diese, wohl an eine Schichtlücke geknüpften Bildungen lassen auf eine örtliche Emersionsphase an der Torton / Sarmat - Grenze schließen."

Autor: KOLLMANN, 1965

Bezeichnung: Eckwirtschotter

Alter: Torton

Bemerkungen: die Alterseinstufung erfolgte über Tuffe.

Autor: RIEPLER, 1988

Bezeichnung: Eckwirtschotter, Eckwirtkiese

Alter: oberes Baden

Bemerkungen: RIEPLER dehnt den von FLÜGEL ursprünglich für Sedimente des Beckens von Rein etc. verwendeten Begriff auf Kiese und Schotter am Nordrand des Weststeirischen Beckens aus und interpretiert diese als Ablagerungen eines verzweigten Flusses.

download unter www.biologiezentrum.at

8.1. CHARAKTERISTISCHE AUFSCHLUESSE

Dillach

Der Leithakalk wird bei Dillach nördlich Schloß Weissenegg von schräggeschichteten Kiesen und Grobsanden überlagert.

Dillach, Aufschluß A (Abb. 15, Kt. 1/2)

Rinnensande (Mittel- bis Grobsande, bisweilen Kiesgerölle an der Basis der einzelnen Rinnen) schneiden in horizontal geschichteten Mittelsand und grobsandigen Kies ein. Die Rinne wird mehrfach reaktiviert, Sedimenttransport findet in ihr über einen längeren Zeitraum hinweg statt.

Dillach, Aufschluß B (Abb. 16 a - c, Kt. 1/3)

Der Aufschluß zeigt eine Dreigliederung in basalen Kies in muldenförmigen Rinnen (Gt), schräggeschichteten Mittelsand [Pi - Schrägschichtungskörper (ALLEN, 1963), St] und hangend horizontal geschichteten Feinsand (Sh) (Lithofaziestypen nach MIALL, 1978). Rip - up clasts im Kies zeigen ein erosives Einschneiden in ältere Sedimente an.

SM - Proben: WK01, WK15, WK16

Steilabbruch zur Mur bei Schloß Turmhof, 340 Meter SH (Abb. 17, Kt. 1/1):

Im Steilabbruch beim "Jungfernsprung" sind Abfolgen von Feinsand, kiesigem Mittelsand und (Fein-) Kies aufgeschlossen. Die gröberen Sande zeigen großdimensionale Schrägschichtungskörper, die Schüttung erfolgte von Westen. Sie werden von massigem Grobsand mit muldenförmigen Siltlagen überlagert. Den hangenden Abschluß bildet horizontal geschichteter Feinsand.

Afram (Abb. 18, Kt. 1/13)

Am östlichen Ortsende von Afram sind ebenfalls schräggeschichtete Sande (Pi - Schrägschichtungskörper; St), überlagert von horizontal geschichtetem Feinsand (Sh) aufge-

download unter www.biologiezentrum.at

schlossen.

Erosiv eingeschnittene Rinnen fehlen hier. Die Sande sind feinkörniger als diejenigen von Dillach.

Bohrungen der STEWEAG in Dillach (Kt. 1/4)

Im Jahre 1984 abgeteufte Erkundungsbohrungen der STEWEAG durchörterten Ablagerungen der Buliminen - Bolivinen - Zone und Verarmungszone.

Die Bohrungen FA3, FA4, FA6 und FA7 [Abb. 58 bis 62 (Kapitel 9.4.3.1.)] zeigen einen regen Wechsel zwischen Leithakalk in bioklastischer Algen bzw. Rhodolithen Schutt Fazies und Tonmergeln. Einzelne Leithakalkbänke keilen gegen Westen rasch aus. Foraminiferenfunde stellen den Kalk in die Buliminen - Bolivinen - Zone.

In den Bohrungen FA1 und FA2 (Abb. 19 & 20, umgezeichnet nach L.P.BECKER: unveröff. Gutachten) wurden Sande und Kiese der Verarmungszone angetroffen, die mit Tonmergeln wechsellagern. Sedimentstrukturen konnten an den meist gestörten Bohrkernen nicht festgestellt werden. Keine Mikrofossilien.

Die SM - Proben tragen die Bezeichnung FA**, die erste Ziffer weist auf die jeweilige Bohrung hin (Tab. 1 - 3).

8.2. INTERPRETATION

Die Ablagerungen von Dillach werden als Bildungen der Deltafront eines aus Nordwesten progradierenden Deltas gedeutet. Ablagerungen des zugehörigen Flusses liegen in den Eckwirtschottern (sensu RIEPLER, 1988) vor. Die Sande von Afram werden als distributory mouth bar gedeutet. Der Sandgehalt nimmt gegen Osten rasch ab und ist im Stiefingtal nur noch gering.

Aufgrund ihrer lithostratigraphischen Position zwischen dem obersten Leithakalk und Sedimenten des Sarmatien werden diese Aufschlüsse mit der Verarmungszone in Stiefingtal und Sassbachtal (KOLLMANN & RÖGL, 1978) korreliert, welche weiter im Osten, im Sassbachtal, weitaus weniger deutlich ausgebildet ist als im Stiefingtal.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Zaesur in der Foraminiferenfauna an der Grenze Badenien / Sarmatien ist rein ökologisch (marine Regression bzw. Progradation eines Deltas) bedingt. Die (küstennahe) Verarmungszone entspricht den höheren Anteilen der Buliminen - Bolivinen - Zone der Beckenareale.

Diese Gesteinseinheit ist gegen Osten im Gelände nicht weiter zu verfolgen. Das Hauptverbreitungsgebiet der Deltasedimente lag in der heutigen Murebene.

download unter www.biologiezentrum.at

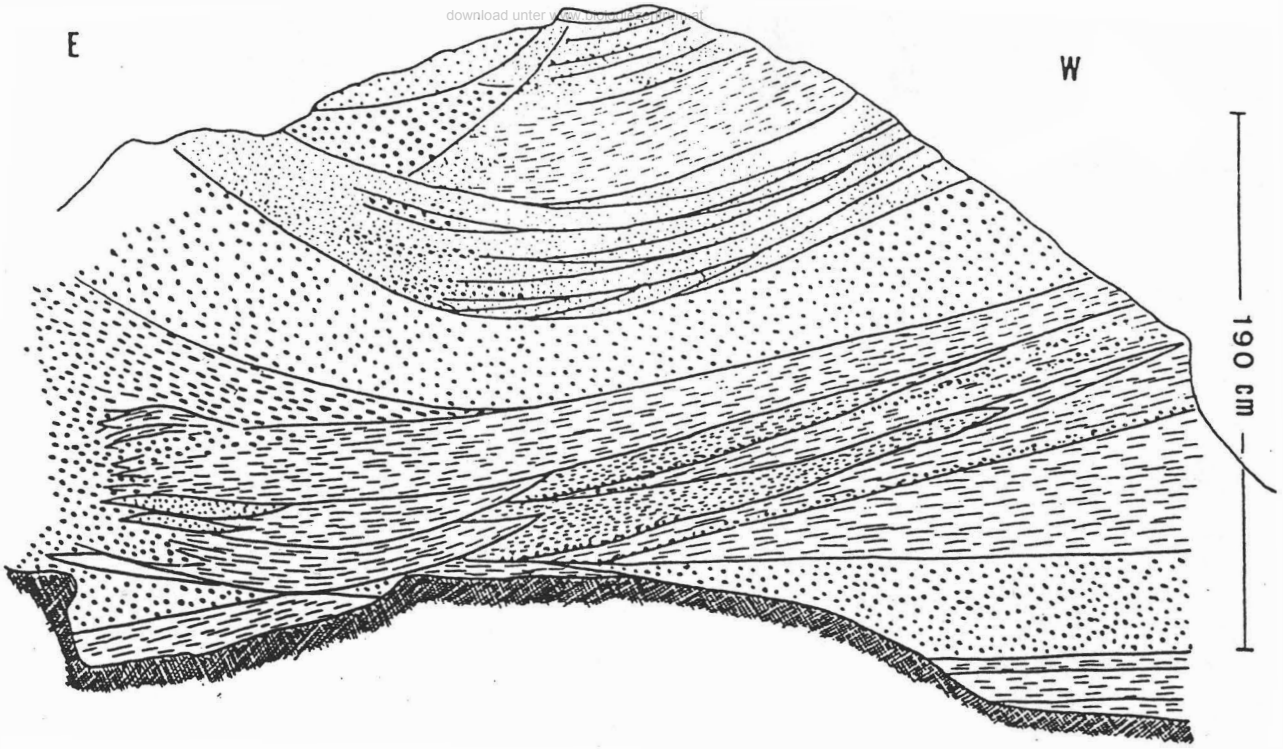


Abb. 15. Dillach, Aufschluß A
Aufschlußskizze:
Sandbarren hangend der obersten Leithakalkbank (Delta-Front Ablagerungen, oberstes Badenien = Verarmungszone):
basal horizontal geschichteter Mittelsand und grobsandiger Kies; darin eingeschnitten Rinnen von Mittel- bis Grobsand, bisweilen Kiesgerölle an der Basis, lateral mit stark sandigem Kies verzahnend, unterbrochen von kiesgefüllter Rinne.

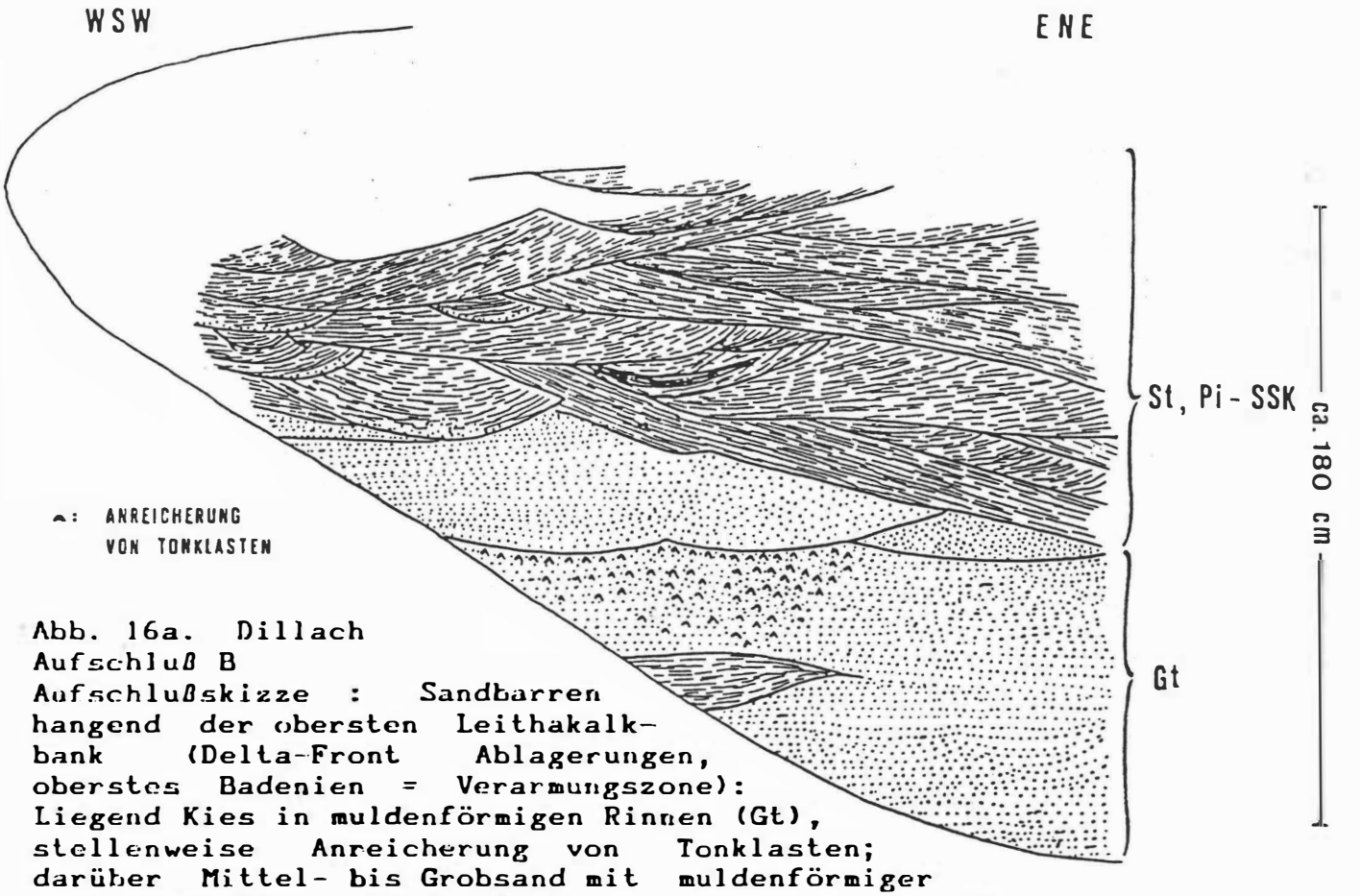


Abb. 16a. Dillach
Aufschluß B
Aufschlußskizze : Sandbarren hangend der obersten Leithakalk-bank (Delta-Front Ablagerungen, oberstes Badenien = Verarmungszone):
Liegend Kies in muldenförmigen Rinnen (Gt), stellenweise Anreicherung von Tonklasten; darüber Mittel- bis Grobsand mit muldenförmiger Schrägschichtung [Pi-Schrägschichtungskörper (ALLEN 1963), St].

download unter www.biologiezentrum.at

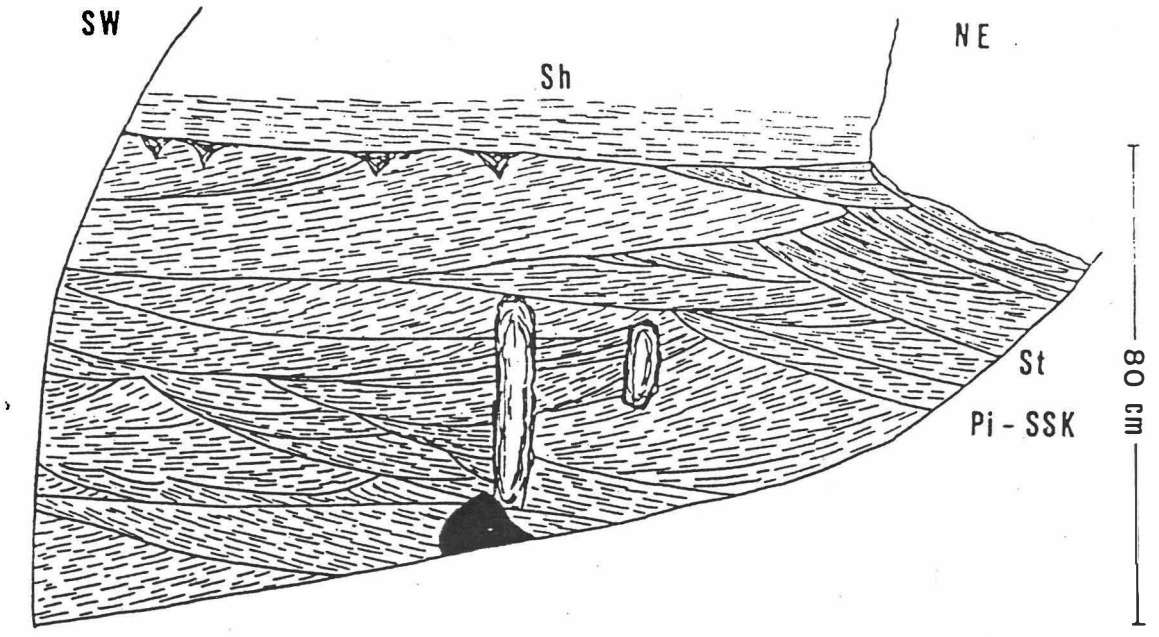


Abb. 16b. Dillach, Aufschluß B
Aufschlußskizze:
Mittel- bis Grobsand mit Pi-Schrägschichtungskörper (St) (vgl. Abb. 16a) und Entwässerungsstrukturen, darüber horizontal geschichteter Feinsand (Sh).
Lithofaziestypen nach MIALL 1978.

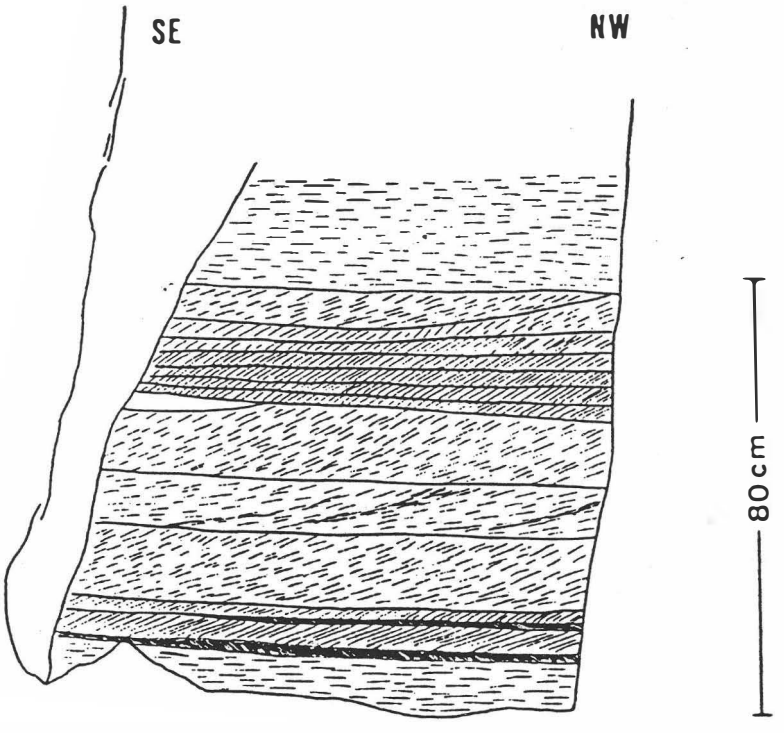


Abb. 16c. Dillach, Aufschluß B
Aufschlußskizze:
Schräggeschichteter Sand, überlagert von horizontal geschichtetem Feinsand.

download unter www.biologiezentrum.at

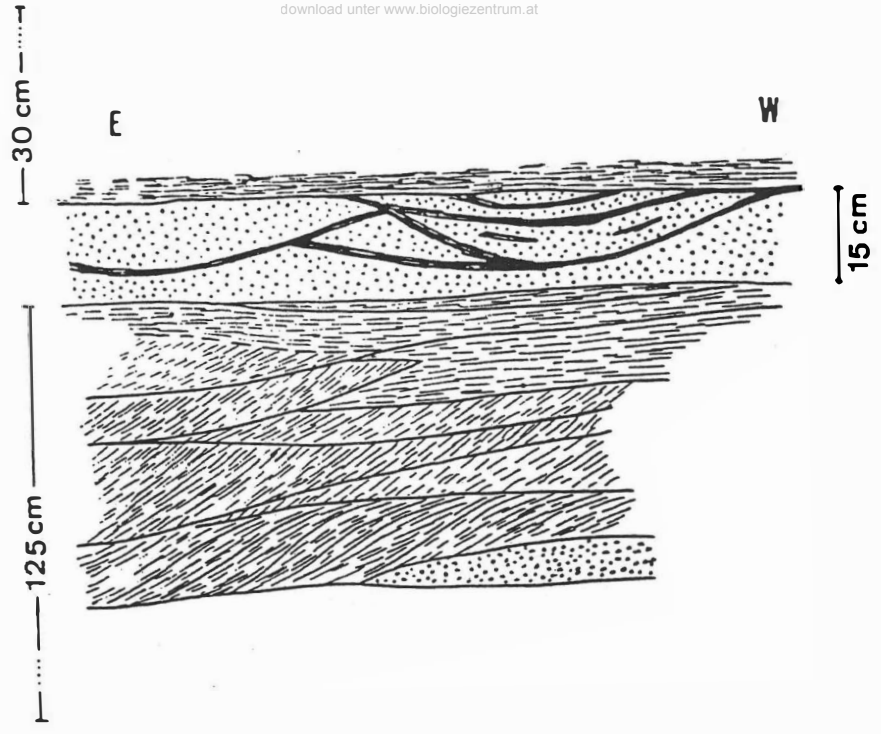


Abb. 17. Steilabbruch zur Mur bei Schloß Turmhof
Aufschlußskizze (s. Text)

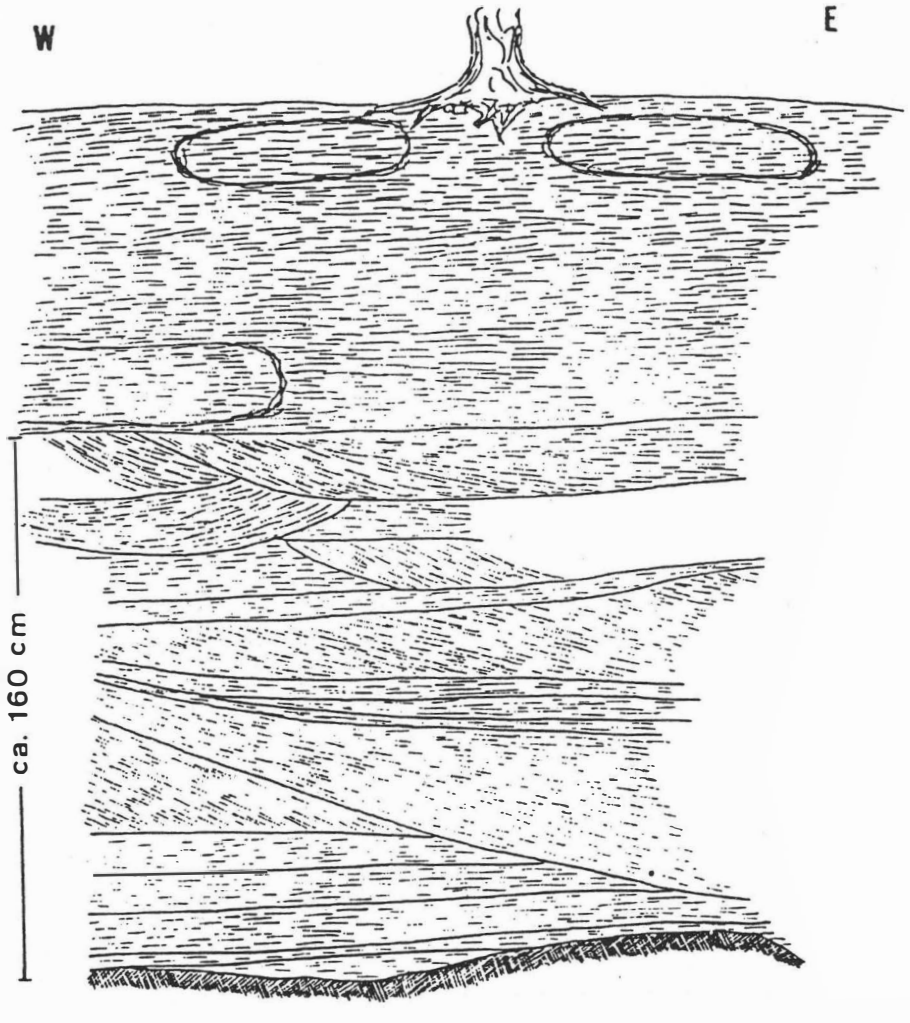


Abb. 18. Afram
Aufschlußskizze: Deltafront - Barren
Schräggeschichtete Sande (Pi - SSK) werden von horizontal geschichtetem Feinsand überlagert.

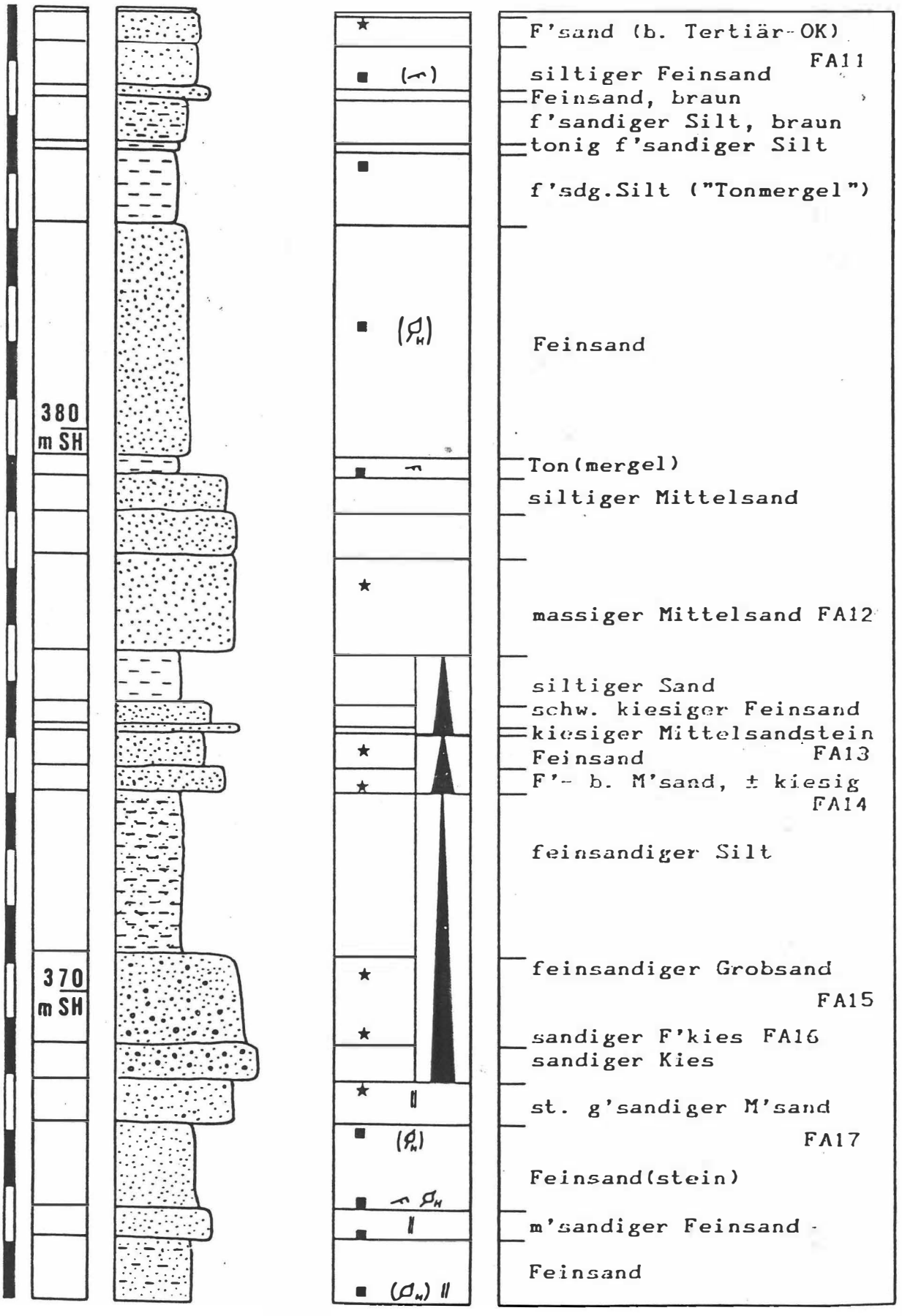
download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 19

Dillach FA 1

GOK 389,78 m SH
Tertiär-OK 0,35 m Teufe
Endteufe 25,30 m

100cm



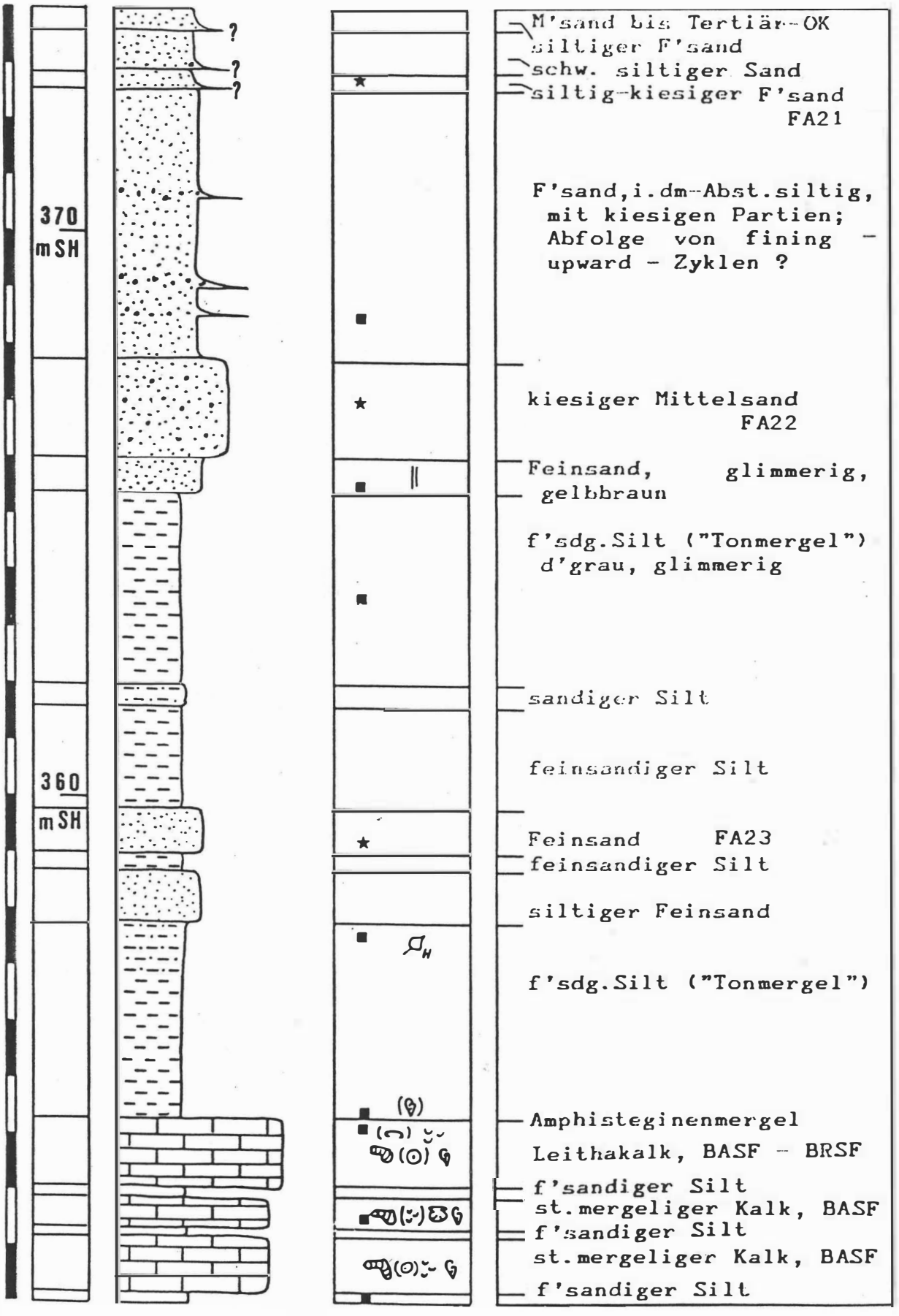
download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 20

Dillach FA2

GOK 378,00 m SH
Tertiär - OK 3,50 m Teufe
Endteufe 27,00 m

100cm



download unter www.biologiezentrum.at

9. WEISSSENEGG FORMATION

Die Weissenegg Formation (Arbeitsbegriff) umfasst die flachmarinen Gesteine des Gnaser Beckens sowie der Gamlitzer und der Flamberger Bucht. Eine Abgrenzung zur westlich anschließenden Sankt Florian Formation läßt sich nach den der Literatur entnommenen Daten nicht durchführen und war nicht Zweck dieser Arbeit.

Die Liegendgrenze bildet die "Steirische Diskordenz". Die Weissenegg Formation wird von südöstlichen Ausläufern der Eckwirt Formation im Nordwesten und von "brackischen, vorwiegend grauen, mehr oder minder sandigen Tonmergel" mit "dm-starken meist harten Sandsteinlagen und vereinzelten, mehrere Meter mächtigen Feinschotter- und Kieslagen" (Elphidium reginum - Zone; KOLLMANN, 1965: 558) im Gnaser Becken überlagert.

Typuslokalität ist der aufgelassene Steinbruch Weissenegg der Perlmooser Zementwerke nördlich Wildon. In ihm sind sowohl der Leithakalk als auch die Siliziklastika in ihrer Wechsellagerung aufgeschlossen. Als Parastratotypus ist der Steinbruch Retznei der Perlmooser Zementwerke zu betrachten. Diese beiden Steinbrüche zeigen aber lediglich einen kleinen Ausschnitt der faziell sehr heterogenen Weissenegg Formation.
Mikrofazielle Besonderheiten sind den Aufschlußbeschreibungen zu entnehmen.

9.1. SILIZIKLASTIKA SUEDLICH LEIBNITZ

Im Großraum Gamlitz - Ehrenausen - Spielfeld lassen sich im Gelände zwei lithologische Grundtypen feststellen, die teils scharf voneinander getrennt sind, teils aber auch Übergänge zeigen: feinsandiger Silt und Tonmergel bilden das Liegende (ehemals "Gamlitzter Tegel, Schlier, Mergel", "Spielfelder Mergel"), Sande variabler Korngröße folgen im Hangenden (vormals "Spielfelder Sande").

download unter www.biologiezentrum.at

9.1.1. DIE TONMERGEL UND FEINSANDE

Ihr Liegendes bilden die Leithakalkareale von Retznei und der Gamlitzer Bucht sowie distale Anteile der Kreuzberg Formation. Die liegenden Einheiten können lokal fehlen, die Tonmergel sind dann direkt dem "Steirischen Schlier" aufgelagert und von diesem durch die "Steirische Diskordanz" getrennt (nach WINKLER-HERMADEN 1939; diese Situation konnte im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden).

Die verschiedenen, für diesen Kleinbereich verwendeten Bezeichnungen gibt folgende Synonymieliste wieder:

Autor: SEDGWICK & MURCHISON 1831
Bezeichnung: "... we find the coral limestone succeeded and perhaps in part replaced, by light-coloured, unctous marl, with bands of micaceous calc-grit, which, near the bridge of Strass, are superseded by blue, sandy marls." (p.391).
Alter: ---
Bemerkungen: ---

Autor: ROLLE 1855
Bezeichnung: Tegel im Liegenden des Leithakalkes unweit Spielfeld
Alter: ---
Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk

Autor: ROLLE 1856
Bezeichnung: graue, feinsandige Mergel (partim)
Alter: ---
Bemerkungen: Hangendes: Leithakalk;
ROLLE fasst unter diesem Begriff Gesteine zusammen, die heute in "Steirischen Schlier" und Gamlitz Formation aufgespaltet sind.

Autor: STUR 1871
Bezeichnung: Tegelgebilde von Spielfeld, Foraminiferenmergel

download unter www.biologiezentrum.at

Alter: ---

Bemerkungen: "... offenbar als Aequivalent des Tegelgebildes von St.Florian ..." (p.562).

Autor: HILBER 1877

Bezeichnung: Gamlitzer Tegel, Tegel der Weinleiten

Alter: zweite marine Stufe

Bemerkungen: Liegendes: Leithakalk bzw. "Conglomerat" abwechselnd;
zeitgleich mit dem Leithakalk, der "stock- oder lagerförmige Einfügungen im Tegel" bildet (p.263).

Autor: WINKLER 1913

Bezeichnung: mittelsteirischer Schlier (partim)

Alter: Unteres Helvetien

Bemerkungen: = "Foraminiferenmergel" bei STUR 1871
Hangendes: Leithakalk vom Platsch
WINKLER rechnet dazu auch den "Steirischen Schlier" von Retznei, Wagna, "Tillenbacher" (sic)

Autor: WINKLER 1924

Bezeichnung: marine Sande und Mergel (des Ostens) (partim)

Alter: 2. Mediterranstufe

Bemerkungen: fazielle Vertretung der "Kreuzbergschotter" im Raum Gamlitz - Ehrenhausen.

Autor: WINKLER 1926

Bezeichnung: Grunderschichten von Gamlitz

Alter: ---

Bemerkungen: ---

Autor: WINKLER-HERMADEN 1938

Bezeichnung: jüngere Schlier- (marine Mergel-Fazies) (sic)

Alter: (unteres) Torton

Bemerkungen: Liegendes: Leithakalk; Hangendes: "Sande von Spielfeld"

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939a

Bezeichnung: marine Mergel und Sande, = jüngerer, mittelmiozäner Schlier; = jüngere Schlier (= Mergelfazies) (sic)

Alter: Torton

Bemerkungen: gleichzeitig mit dem "Riffwachstum", vielfach auch den Leithakalk überlagernd; nahezu unmerklicher Übergang vom "liegenden Schlier" in den "hangenden Schlier".

Autor: HAUSER 1951

Bezeichnung: Leithamergel

Alter: unteres Mitteltorton (unterster Teil des Spiroplectamminahorizontes)

Bemerkungen: Liegendes: Leithakalk von Retznei

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: marine Mergelzone (z.T. schlierartig) (Spielfeld, Gamlitz - Leibnitz, Gebiet an der Ostflanke des Sausal = Spielfelder Mergel)

Alter: unteres Torton

Bemerkungen: parallelisiert die "Spielfelder Mergel" mit dem "Florianer Tegel".

Autor: BEER 1951

Bezeichnung: toniger Sand

Alter: ---

Bemerkungen: im Hangenden des "Steirischen Schliers" von Wagna über der Steirischen Diskordanz.

Autor: BEER 1951

Bezeichnung: Gamlitzer Tegel

Alter: Untertorton

Bemerkungen: ---

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: Spielfelder Mergel

Alter: Untertorton (Obere Lagenidenzone)

Bemerkungen: Hangendes: "Spielfelder Sand";

download unter www.biologiezentrum.at

entspricht den tieferen Anteilen des "Gamlitzer Tegels".

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: Tonmergel des Mitteltorton

Alter: Mitteltorton (Sandschalerzone)

Bemerkungen: ist vergleichbar den höheren Anteilen des "Gamlitzer Tegels" und kann petrographisch kaum vom "Spielfelder Mergel" unterschieden werden.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1958

Bezeichnung: obere Schlier-Serie

Alter: "Zwischenserie"

Bemerkungen: ---

Autor: KOLLMANN 1964

Bezeichnung: Tonmergel

Alter: Unter-"Torton" (Untere Lagenidenzone)

Bemerkungen: Liegendes: laut Text: Leithakalk; Laut Taf.3: Verzahnung mit dem "Nulliporenkalk von Retznei etc.", der stellenweise auch das Liegende bildet.

Autor: KOLLMANN 1964

Bezeichnung: Spielfelder Mergel und Sande (partim)

Alter: Unter-"Torton" (Obere Lagenidenzone)

Bemerkungen: Liegendes: "Nulliporenkalk von Retznei etc." bzw. "Tonmergel"

Autor: FLÜGEL & HERITSCH 1968

Bezeichnung: Gamlitzer Schlier (= Steirischer Schlier bei WINKLER-HERMADEN 1939)

Alter: ---

Bemerkungen: Der "Gamlitzer Schlier" im Sinne von FLÜGEL & HERITSCH entspricht **NICHT** dem "Gamlitzer Schlier" im Sinne von HILBER (1877), sondern ist dem karpatischen "Steirischen Schlier" gleichzusetzen !

download unter www.biologiezentrum.at

9.1.1.1. ZUR BEZEICHNUNG "SCHLIER"

WINKLER-HERMADEN 1938 führt den Namen "jüngere Schlier-(marine Mergel-) Fazies ein, der in der Folge Verwirrung stiften sollte. Er selbst läßt diese Bezeichnung 1951 wieder fallen und ersetzt sie durch "Spielfelder Mergel". FLÜGEL & HERITSCH 1968 setzen den "Gamlitzer Schlier" (ursprünglich als Synonym zu "jüngere Schlierfazies" gedacht) mit dem karpatischen "Steirischen Schlier" gleich. Die Frage nach der "Helvet / Torton - Grenze" (vgl. KOPETZKY 1957) dürfte, ebenso wie die stratigraphische Gleichsetzung der Leitha-kalkvorkommen vom Platsch bzw. Graßnitzberg mit demjenigen der Gamlitzer Bucht (WINKLER-HERMADEN 1938) dazu nicht unwesentlich beigetragen haben. Dieser Fehler wurde bis in jüngste Arbeiten übernommen (zuletzt: FLÜGEL 1984, SUETTE & UNTERSWEG 1985).

9.1.1.2. LITHOLOGIE

Blaugraue, harte, foraminiferenreiche Tonmergel, teilweise mit Sandlagen, und sandige Mergel. Die Gesteine weisen mitunter einen hohen Pyritgehalt (meist in Form pyritisierter Fossilien) auf.
Mit inbegriffen sind distale, turbiditartige Ausläufer der Kreuzberg Formation, die nur wenig Komponenten in Kiesgröße aufweisen und aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit und Verbreitung nicht auskartiert werden können.

Hauptverbreitungsgebiete: Nördlich des Gamlitzbaches in Retznei und Weinleiten, südlich des Gamlitzbaches zwischen Ehrenhausen und Staatsgrenze.

9.1.1.3. CHARAKTERISTISCHE AUFSCHLÜSSE

Steinbruch Retznei (Kt. 4/4,5):
Blaugraue Tonmergel, mit zwischengeschalteten Feinsandlagen, im Hangenden der Leithakalkentwicklung.

download unter www.biologiezentrum.at

Physikalische Sedimentstrukturen wurden durch die intensive Bioturbation zerstört. Die Sande weisen zum Teil turbiditartigen Charakter (T_{a-c}-Zyklen) auf.
Gesteinsinhalt und -abfolge sind aus den Profilen Abb. 21 & 22 zu ersehen.
Die Tonmergel enthält eine zartschalige Molluskenfauna und irreguläre Seeigel (*Brissopsis* sp., meist pyritisiert). Crustaceen (*Protunus* sp.) sind selten, Pflanzenhäcksel sehr selten.
Die Formaminifern sind ebenfalls größtenteils pyritisiert. Eine Zusammenstellung der gefundenen Species ist Tab. 10 zu entnehmen (Proben RN20, RN41, RN71).
Bemerkenswert ist das Auftreten der Großforaminifere *Palmula appendicifera*.

SM - Gehalt: Aus den Tonmergeln konnten keine SM - Daten gewonnen werden. Die Sande zeigen eine deutliche Granat - Vormacht und können mit den Spektren der Kreuzberg Formation verglichen werden (siehe Tab. 1 - 3, Probe RN51).

Weinleiten bei Gamlitz (Kt. 5/24):
Anrisse an der Straße nach Retznei und am Höhenrücken führen blaugrauen, verwühlten, siltigen Feinsand mit einer zartschaligen, pyritisierten Molluskenfauna.
Die Foraminiferenfauna ist spärlich (Proben GW01 und GW02, Tab. 5).
Es liegen keine SM - Daten vor.

Im Gebiet zwischen Ehrenhausen und dem Ewitschbach (Kt. 5) können an Feldrainen Lesesteine von graublauem Tonmergel gefunden werden. Sie führen eine reiche Foraminiferenfauna. *Orbulina suturalis* dominiert, Lageniden sind häufig (Tab. 10 : Proben EE01, EE02, EE03, EE20).
Es liegen keine SM Daten vor.

Straßenkehre WNW'Brennerstock, 361 m SH (S' Aflenz a.d.Sulm) (Kt. 4/6):

download unter www.biologiezentrum.at

Eine Baugrube und ein Straßenanriß lieferten gelbgraue Tonmergel mit planktonischen Foraminiferen in großen Mengen und zartschaligen Bivalven. Das Gestein ist stark durchwühlt.

Dünne Lagen mit idiomorphen Biotit - Plättchen weisen auf geringe vulkanogene Sedimentanteile hin. Die biotitreicheren Partien zeigen eine Verarmung der Mikrofauna (vgl. Tab. 6 : Proben RA33, RA34).

Autobahnbaustelle bei Spielfeld (Kt. 5/15):

Durch den Bau der A 9 wurde bei Spielfeld blaugrauer, feinsandig - mergeliger Silt der Oberen Lagenidenzone in großer Mächtigkeit aufgeschlossen.

Physikalische Sedimentstrukturen (horizontale Lamination) sind aufgrund der starken Bioturbation kaum erkennbar.

Kleine Ostreen sind häufig. Die Foraminiferenfauna unterscheidet sich nur gering von denjenigen der vorgenannten Aufschlüsse (Tab. 6 : Proben SA01, SA03).

Der Silt wird durch eine 30 bis 40 Zentimeter mächtige Leithakalkbank in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies und durch stark zementierten, glaukonitischen Mittelsandstein (2 Meter mächtig aufgeschlossen) mit Ostreen und Pectiniden unterlagert.

Weitere Foraminiferenfaunen aus der Gamlitz Formation sind bei FRISCH (1957) angeführt [Proben 26 bis 33 (p.54 und Faunenliste)].

9.1.1.4. INTERPRETATION UND DISKUSSION

Stratigraphie

Die Tonmergel umfassen den Zeitraum von der Unteren Lagenidenzone bis zur Sandschalerzone. Sie werden nach unten durch die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese begrenzt.

Probe RA33 ("Brennerstock") enthält neben reichem Benthos

download unter www.biologiezentrum.at

planktonische Foraminiferen in großer Menge. Das Auftreten von *Praeorbulina glomerosa* bei gleichzeitigem Fehlen von *Orbulina suturalis* stellt diese Probe in die Untere Lagenidenzone. *Uvigerina pygmoides* hat ihre Hauptverbreitung in der Oberen Lagenidenzone und Sandschalerzone, kommt aber mitunter auch schon in der Unteren Lagenidenzone vor. *Uvigerina macrocarinata* konnte nicht beobachtet werden. Die Obere Lagenidenzone ist im Gebiet zwischen Ehrenhausen und dem Ewitschbach vertreten. Probe EE03 enthält *Praeorbulina glomerosa* und *Orbulina suturalis* nebeneinander. Die Uvigerinen sind duch *U. pygmoides, U. macrocarinata* und *U. semiornata* vertreten. *Globigerinoides quadrilobatus* ist ein weiteres Indiz für die Obere Lagenidenzone.
An der Basis des hangenden Leithakalk von Graßnitzberg wurde eine Foraminiferenfauna gewonnen, die durch das Auftreten von *Uvigerina venusta venusta* der Lagenidenzone zuzuordnen ist. Das Plankton lieferte keine zusätzlichen Hinweise (Proben XX06 und XX08, Tab. 6).

Sedimentologie

+ Die geringe Beeinflussung durch die Kreuzberg - Schüttung deutet auf eine größere Entfernung zur Küstenlinie und auf größere Wassertiefe hin.

+ Eine geringe Korngröße ist charakteristisch für Offshore - Sedimente (WALKER 1984).

+ Bioturbation überwiegt über physikalische Sedimentstrukturen: keine oder nur geringe Aufarbeitung durch High Energy Events (WALKER 1984, DECELLES 1987).

+ Die Erhaltung von Turbiditstrukturen erfordert eine Ablagerung unter der Sturmwellenbasis (WALKER 1984).

+ Die Mudline kann aufgrund der Nähe zum Sedimentlieferanten Kreuzberg - (?)Braid - Delta nicht zur Interpretation herangezogen werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Paläoökologie

+ Foraminiferen

Flachwasserformen sind durchwegs selten, lediglich *Heterolepa dutemplei* tritt bisweilen etwas häufiger auf. *Gyroidinoides soldanii* und *Melonis pompilioides* kommen rezent im Bathyal, seltener im äußeren Neritikum vor, *Cibicides ungerianus* und *Spiroplectammina carinata* werden vorwiegend im äußeren Neritikum angetroffen (MURRAY 1973, RUPP 1986). *Cancris auriculus* weist auf tieferes inneres und flaches mittleres Neritikum hin, ist aber im Probenmaterial nur selten vertreten.

Die Nodosariidae (ausgenommen *Lagena*) beiben rezent stets unterhalb der Pterygokline (= obere Verbreitungsgrenze konsequent Wellenbewegung meidender Benthos - Ostracoden, in der Gamlitz Formation nicht direkt erfaßbar; liegt knapp unterhalb der Sturmwellenbasis) (LIEBAU 1980).

Cancris auriculus und die häufig vorkommenden Nodosariidae verlangen euhaline Bedingungen (RUPP 1986).

Der relativ hohe Anteil an Sandschalern kann als Indikator für eine erhöhte Sedimentationsrate angesehen werden (RUPP 1986).

Planktonische Foraminiferen treten in großer Anzahl auf.

+ Echinoideen

Irreguläre Seeigel (Retznei) sind nicht direkt als paläobathymetrische Anzeiger zu verwenden, sind aber ein Hinweis auf ein stabilisiertes Substrat (SMITH, 1984: 122).

+ Crustaceen

Portunus sp. (Retznei) tritt nach MÜLLER 1984 in Wassertiefen von 20 bis 30 Metern auf und wird rezent (Mittelmeer) bis in 70 Meter Tiefe beobachtet (RIEDL 1970).

+ Mollusken

Die zartschaligen Mollusken sind ebenfalls ein Hinweis auf ein hypokymatisches Milieu.

download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion

Sowohl sedimentologische als auch paläoökologische Faktoren zeigen eine Ablagerung der Tonmergel unter der Sturmwellenbasis, bzw. in Ausnahmefällen knapp darüber (z.B. Weinleiten: geringer Anteil an Nodosariidae, Sandkomponente), an. Diese liegt an ozeanischen Küsten in etwa 40 bis 80 Meter Tiefe, in Nebenmeeren (Mittelmeer, Persischer Golf) zwischen 20 und 40 Meter, mit Extremwerten um 60 Meter an exponierten Stellen (LIEBAU 1980). Damit gut in Einklang zu bringen sind die rezenten Verbreitungsgrenzen von *Portunus sp.*. Als Untergrenze des Ablagerungsraumes kann das äußere Neritikum (höhere Anteile) gelten (Foraminiferen - Benthos).

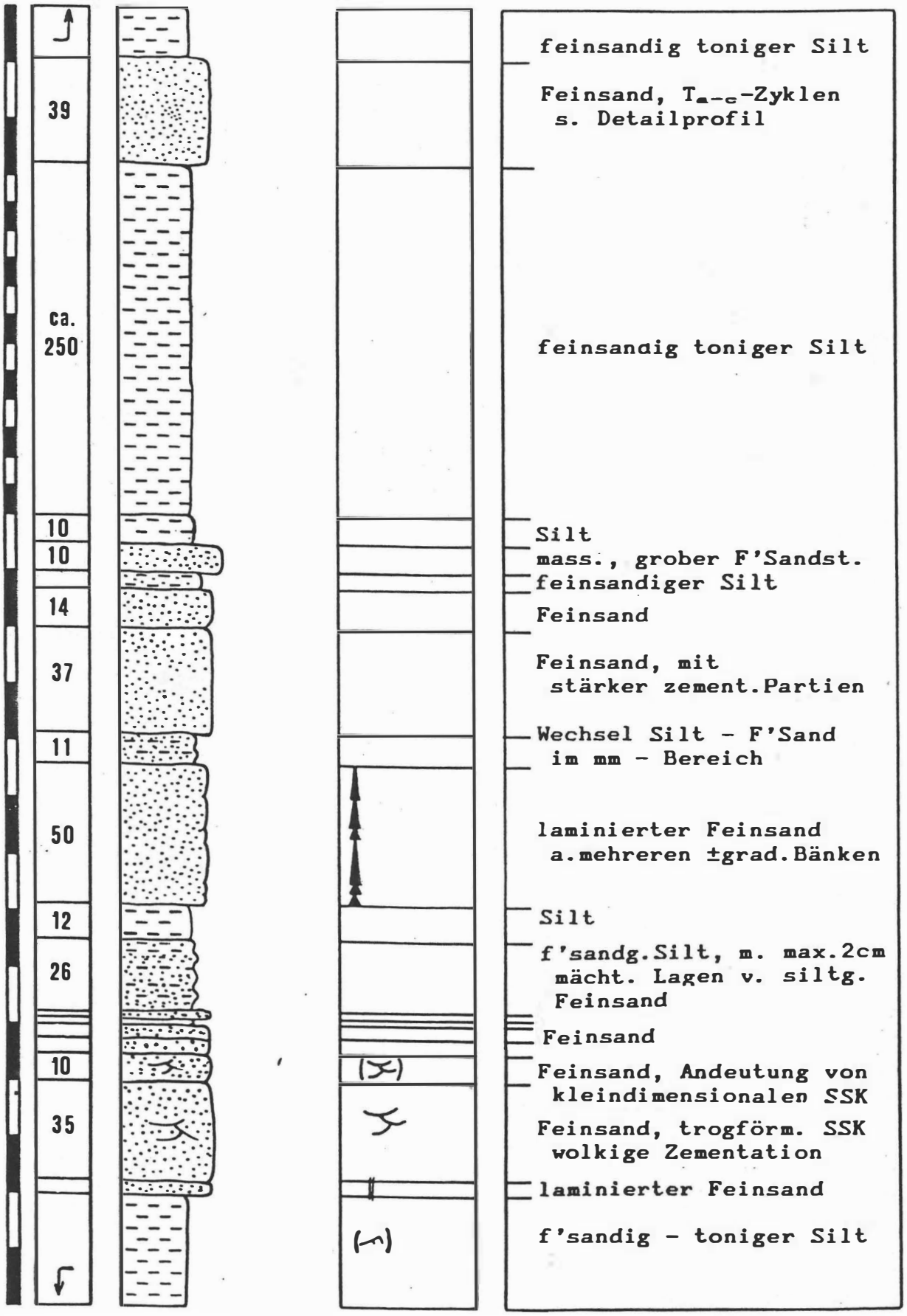
Daraus ergibt sich:
Ablagerungsraum = unteres Sublitoral, infraneritische (hypokymatische) Fazies (Terminologie nach LIEBAU 1980).

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 21

Stbr. Retznei

20 cm

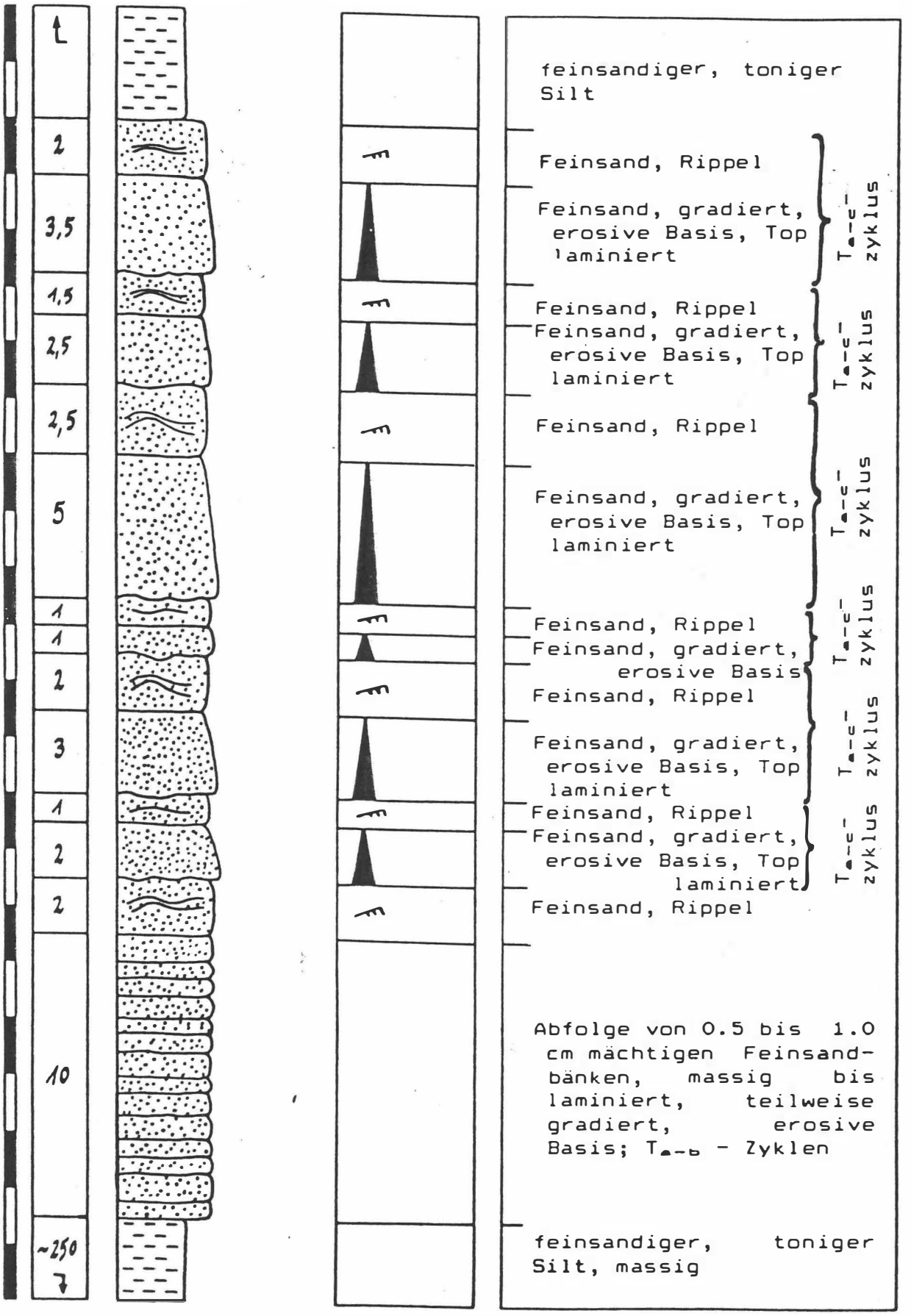


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 22

Stbr. Retznei, Hangendsande (Detail)

2 cm



download unter www.biologiezentrum.at

9.1.2. DIE SANDE DER GAMLITZER BUCHT

Über den Feinsanden und Tonmergeln folgen Sande unterschiedlicher Korngröße, die bisweilen auch mit ersteren verzahnen. Ihr Hangendes bilden der Leithakalk von Graßnitzberg sowie die höheren Anteile der Kreuzberg Formation.
Bisher waren folgende Bezeichnungen für diese Gesteine in Gebrauch:

Autor: WINKLER 1924
Bezeichnung: marine Sande und Mergel (des Ostens) (partim)
Alter: 2. Mediterranstufe
Bemerkungen: fazielle Vertretung der "Kreuzberg-schotter" im Raum Gamlitz - Ehrenhausen.

Autor: WINKLER-HERMADEN 1938
Bezeichnung: Sande von "Spielfeld"
Alter: (oberes) Torton
Bemerkungen: Liegendes: jüngere Schlier- (marine Mergel-) Fazies"

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939a
Bezeichnung: Sande von Spielfeld
Alter: Torton
Bemerkungen: ---

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a
Bezeichnung: marine Sande (Sande von Spielfeld)
Alter: mittleres Torton
Bemerkungen: parallelisiert die "Sande von Spielfeld" mit dem "Cinnamonum - Sandstein" von Wildon.

Autor: BEER 1951
Bezeichnung & Alter:
* Zone der Wechsellagerung von Sand und Ton (Untertorton)
* Obere Sande (Unter- bis Mitteltorton)
Bemerkungen: ---

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: FRISCH 1957

Bezeichnung: Spielfelder Sand

Alter: Mitteltorton (Sandschalerzone)

Bemerkungen: Verzahnungsbereich der "oberen Anteile der Kreuzbergserie" mit dem "Spielfelder Mergel". FRISCH konnte keinerlei Kreuzschichtungskörper beobachten. Ein Aufschluß bei Spielfeld, östlich der Autobahn zeigt eine sehr flache, großdimensionale Schrägschichtung (flache Sandbarren). Da eine Überarbeitung des Sediments durch marine Prozesse gegeben ist, wurde der "Spielfelder Sand" nicht der Kreuzbergserie zugerechnet.

Autor: KOLLMANN 1964

Bezeichnung: Spielfelder Mergel und Sande (partim)

Alter: Unter-"Torton" (Obere Lagenidenzone)

Bemerkungen: Liegendes: "NulliporenKalk von Retznei etc." bzw. "Tonmergel"

9.1.2.1. LITHOLOGIE

Mittelsande bis Grobsande, die, bis auf wenige Lagen, nicht zementiert sind. Das Sediment ist relativ homogen, der Feinanteil ist gering. Schrägschichtungskörper sind meist nicht zu erkennen, lediglich größere Aufschlüsse (z.B. am Bubenberg) zeigen eine sehr flachwellige, großdimensionale Schrägschichtung (low angle, large scale cross-bedding). Häufiger tritt Horizontallamination auf. Der Einfluß der Kreuzberg Formation ist gering.

Hauptverbreitungsgebiete

östliche Begrenzung des LeithaKalks bei Aflenz a.d. Sulm, höhere Hügel zwischen Ehrenhausen und Spielfeld, Bubenberg bei Spielfeld.

download unter www.biologiezentrum.at

9.1.2.2. CHARAKTERISTISCHE AUFSCHLUESSE

Katzengraben bei Spielfeld (Abb. 23 - 25, Kt. 5/14):

Der tiefere Teil des Aufschlusses wird von Feinsanden des "Steirischen Schlier" (Karpatien) gebildet (Foraminiferenprobe YY05).

Zwischengeschaltete Lagen von Sandstein zeigen turbiditartigen Charakter. Die Gradierung kann durch basale Granatseifen ersetzt sein.

In erosiv eingeschnittenen, kiesigen Rinnen kommen folgende Gerölle vor (125 ausgezählte Gerölle):

Quarz	19 %
quarzitischer Gneis	7 %
Pegmatit	14 %
Quarzit	9 %
Gneis	3 %
Quarzphyllit	2 %
Grünschiefer	2 %
Silikatmarmor	1 %
Kalk	19 %
Dolomit	19 %
Sonstige	5 %

Das Geröllspektrum ist mit demjenigen des Geröllmergels im Steinbruch Retznei vergleichbar.

Das SM - Spektrum ist von Granat dominiert, der in den Seifen über 90 % des Gesamtspektrums ausmacht.

Über den turbiditisch beeinflussten Feinsanden liegen diskordant (teilweise kiesige) Mittelsande. Gröbere Bänke sind stärker zementiert. Das Sediment zeigt Horizontallamination, eine low angle, large scale cross - stratification ist undeutlich erkennbar. Makrofossilien und Spurenfossilien sind selten.

Das SM - Spektrum zeigt eine deutliche Dominanz von Granat (Probe YY04, Tab. 1 - 3).

download unter www.biologiezentrum.at

Bubenberg bei Spielfeld (Kt. 5/16):

Am Waldrand oberhalb der Autobahnbaustelle ist ein ehemaliger Hohlweg tief in die Sande der Weissenegg Formation eingeschnitten. Der Mittelsand zeigt sehr großdimensionale, sehr flache Schrägschichtungskörper, die jedoch nur undeutlich zu erkennen sind. Daneben tritt Horizontallamination auf.

Makrofossilien konnten nicht gefunden werden, Spurenfossilien sind selten.

Die Grenze zum unterlagernden Tonmergel / Feinsand ist nicht aufgeschlossen.

Das SM - Spektrum ist von Granat dominiert (Probe SA02).

Schießkogel bei Spielfeld (Kt. 5/25):

Die Erhebung des Schießkogels wird, wie auch die übrigen Hügel in der Umgebung von Spielfeld, von Fein- bis Mittelsand aufgebaut. Gute Aufschlüsse sind selten, lediglich Weganrisse bieten Einblicke.

Granat tritt weniger häufig auf, Turmalin ist etwas angereichert (ca. 10 % ; Probe XX26). Eine Verzerrung des SM - Spektrums durch Verwitterungseinflüsse kann nicht ausgeschlossen werden.

"Römersteinbruch", Aflenz an der Sulm (Kt. 4/2,3):

Der Steilabfall zur Sulm südlich der Ziegelei Wagna ist in seinen höheren Bereichen durch Mittelsand bis Mittelsandstein gekennzeichnet. Der Zementationsgrad wechset stark. Der Sand ist gebankt mit Bankmächtigkeiten von 20 bis 30 cm. Einzelne Bänke zeigen Andeutungen einer Hummocky cross stratification und seltener einer kleindimensionalen, trogförmigen Schrägschichtung.

Mikro- und Makrofossilien fehlen. In den tiefern Partien kommen mitunter schlecht erhaltene Blattabdrücke und Pflanzenhäcksel vor.

Schwerminerale: Granat - Vormacht, (Probe RR15).

Der Sand verzahnt gegen Westen mit Algenschuttkalken (Algen - Foramininferen - Schutt - Kalke, "Aflenzer Stein") des Leithakalkareals von Retznei. Der Kalk ist bereits nach wenigen Metern weitgehend sandfrei.

download unter www.biologiezentrum.at

Sande der Weissenegg Formation treten am Rosenberg bei Retznei im Hangenden des Leithakalkes auf (Kt. 4). Stellenweise kommen Spurenfossilien (*Ophiomorpha*) vor.

9.1.2.3. INTERPRETATION UND DISKUSSION

Stratigraphie

Aus den Sanden der Weissenegg Formation im Raum Ehrenhausen - Gamlitz konnten keine biostratigraphisch verwertbaren Foraminiferenfaunen gewonnen werden. Das Alter ergibt sich aus Vergleichen mit den angrenzenden Gesteinen und kann mit Unterer Lagenidenzone bis Sandschalerzone angegeben werden. Foraminiferenfunde an ihrer Basis sind bei FRISCH (1957: 21 und Faunenliste: Proben 54 & 55) angeführt. Das häufige Vorkommen von *Orbulina suturalis* verweist auf die Obere Lagenidenzone und Sandschalerzone, *Uvigerina semiornata brunnensis* auf die Sandschalerzone. *Uvigerina pygmoides* kommt in der Lagenidenzone und unteren Sandschalerzone vor (PAPP et al., 1978).
Das Alter der Sande im Katzengraben kann aufgrund ihrer Lage direkt über der "Steirischen Diskordanz" mit oberstes Karpatien bis Untere Lagenidenzone angegeben werden.
Die Armut an Benthos ist faziell bedingt.

Sedimentologie und Paläoökologie

Die Sande sind Produkte der Aufarbeitung des durch die "Kreuzberg - Schüttung" eingebrachten Materials. Das Feinmaterial ist weitgehend ausgewaschen. Dem Benthos wurden dadurch Substrat und Nahrung entzogen. Physikalische Prozesse überwiegen gegenüber der Bioturbation. Spurenfossilien sind selten.
An Sedimentstrukturen kommen Horizontallamination und low angle, large scale cross-bedding (eventuell großdimensionale Hummocky - cross - stratification ?) vor.

download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion

Große Sandkörper sind den Tonmergeln der Weissenegg Formation und der Diskordanzfläche der "Steirischen Phase" aufgelagert. Die Deutung als Sandrücken innerhalb des Schelfs wäre naheliegend. Dagegen spricht das Fehlen jeglicher trogförmiger Schrägschichtungskörper, wie sie in diesem Ablagerungsraum zu erwarten sind (vgl. WALKER, 1984). WALKER weist darauf hin, daß nur sturminduzierte Prozesse größere Sandmengen auf den offenen Schelf unter die mittlere (Schönwetter-) Wellenbasis transportieren können. Derartige Sturmsandlagen erreichen kaum Mächtigkeiten über 100 cm und sind durch toniges Sediment voneinander getrennt.
Als Ablagerungsraum kommt der Bereich oberhalb der mittleren (Schönwetter-) Wellenbasis in Frage (mittleres Sublitoral, epineritische Fazies sensu LIEBAU 1980). Diese Deutung wird durch die Verknüpfung mit Algenschuttkalken ("Aflenzer Stein") aus dem Shoreface (Aflenz an der Sulm) unterstützt.

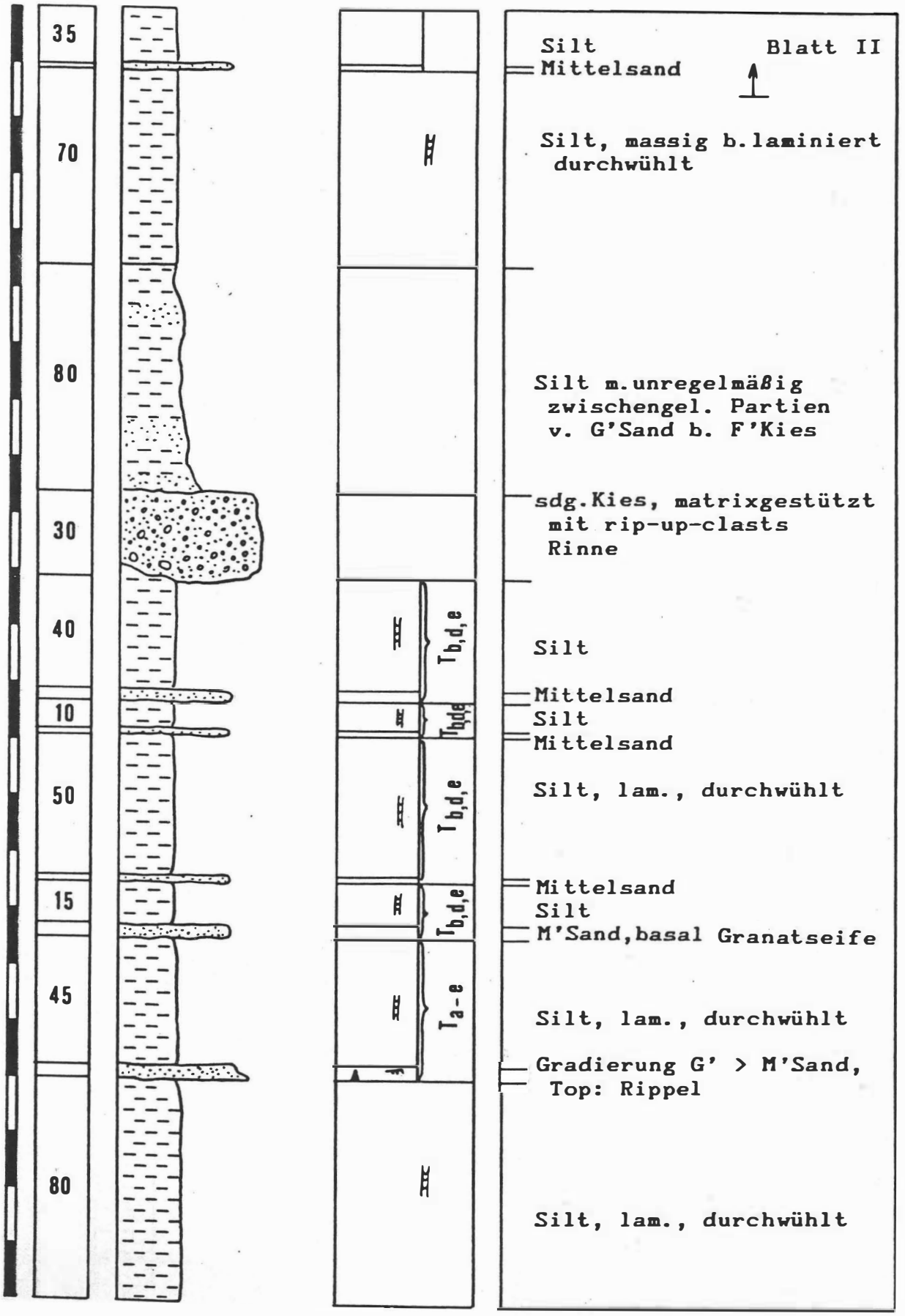
Sediment aus dem Bereich zwischen mittlerer Wellenbasis und Sturmwellenbasis wurde im Arbeitsgebiet nicht beobachtet, ist aber bei FRISCH (1957: 21, 56) als Ausnahmeerscheinung vom Muranriß am Bubenberg südöstlich Spielfeld beschrieben. Der scharfe Kontakt zwischen Tonmergel / Feinsand und Mittel- bis Grobsand deutet auf einen raschen Rückgang der Wassertiefe, verbunden mit einer Aufarbeitung der Offshore - Sedimente oberhalb der Sturmwellenbasis, hin.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 23 a

Spielfeld: Katzengraben (1)

20 cm

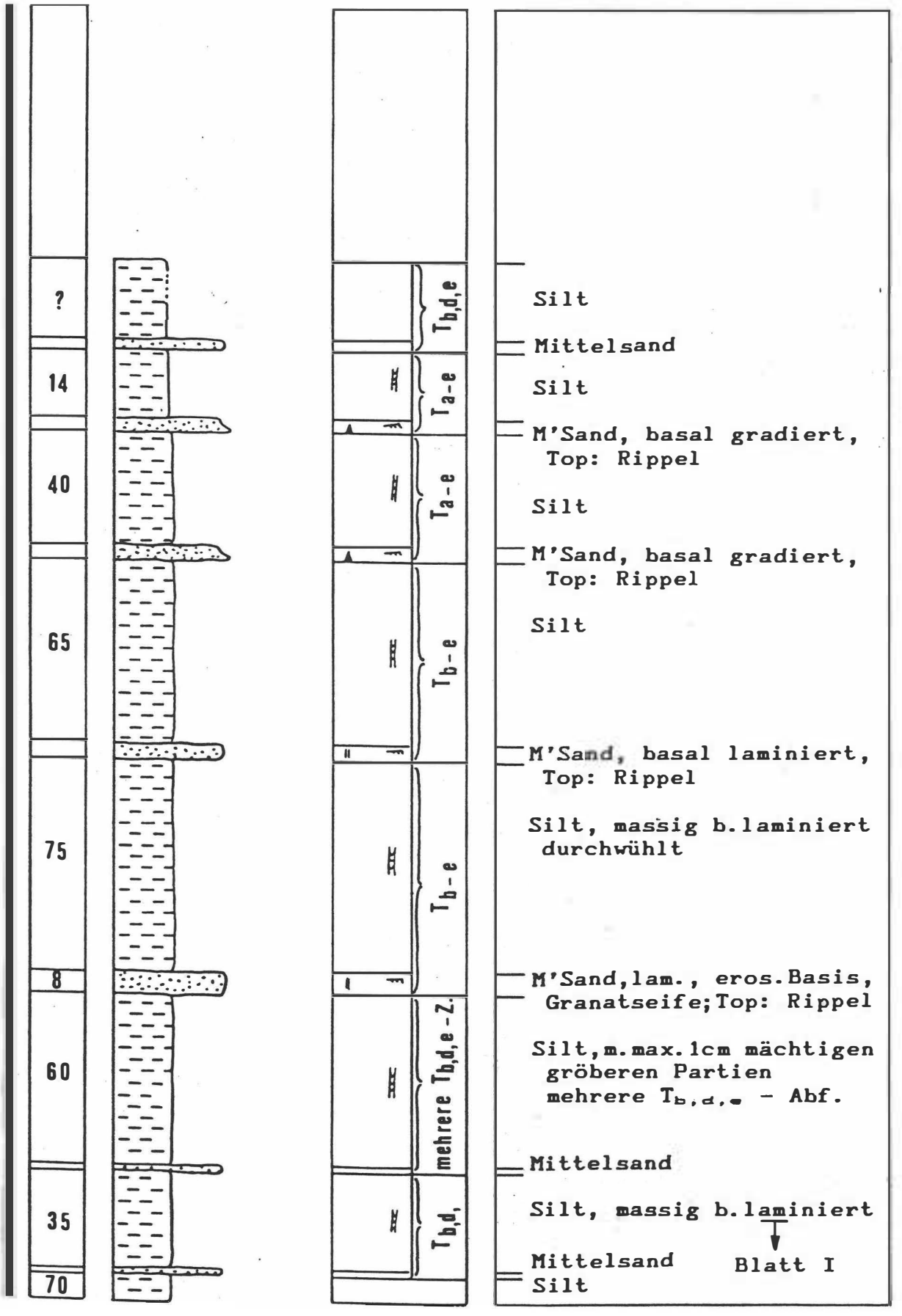


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 23b

Spielfeld: Katzengraben (2)

20 cm



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 24 a Spielfeld, Katzengraben
Detail aus dem "Steirischen Schlier": gröbere Bänke zeigen eine erosive Basis und sind gradiert.

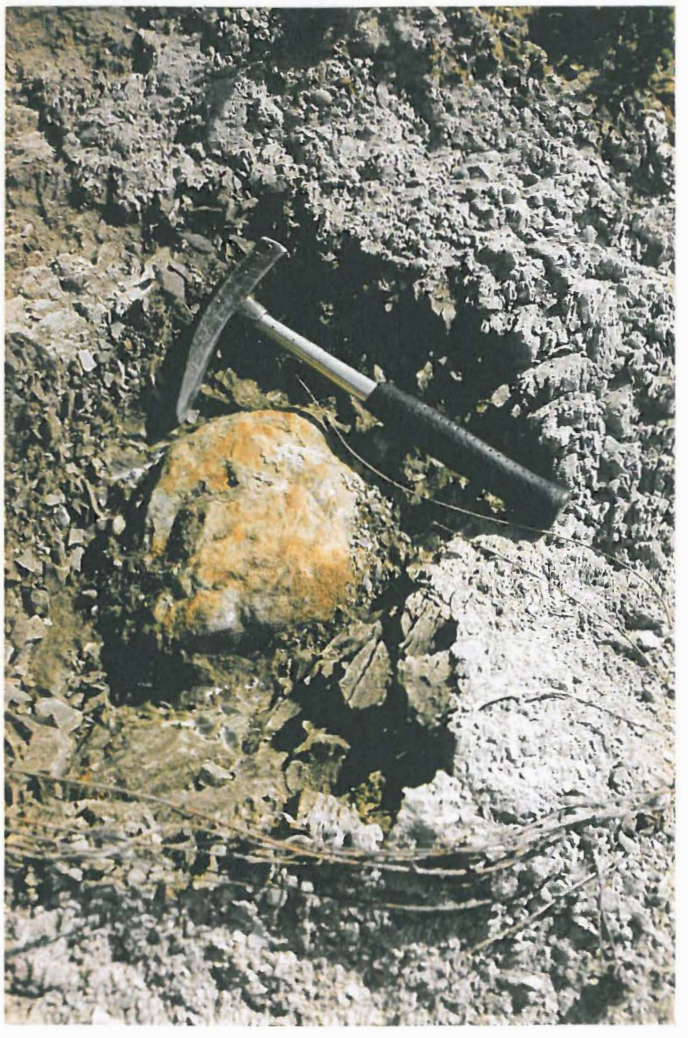


Abb. 24 b Spielfeld, Katzengraben
Im "Steirischen Schlier" finden sich große Kristallingerölle in feinklastischer Matrix (Foto) oder in kiesigen Lagen. Das Geröllspektrum kann mit jenem des Geröllmergels von Retznei verglichen werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 24 c Spielfeld, Katzengraben
Kohle im "Steirischen Schlier"

Abb. 25 Spielfeld, Katzengraben
Die "Steirische Diskordanz"

download unter www.biologiezentrum.at

9.1.3. VERZAHNUNG WEISSENEGG FORMATION - KREUZBERG FORMATION

Sandige Partien der Weissenegg Formation waren bei Bauarbeiten an der Straße Gamlitz - Eckberg aufgeschlossen. Es handelt sich um eine Wechselfolge von Silt und Fein- bis Mittelsand (vgl. Abb. 27), die mitunter (besonders in den hangenden Partien in der Nähe des Urlkogels) Kristallingerölle bis zu 20 cm Durchmesser enthalten können (Gneis, Pegmatit).
Die Sande zeigen Parallellamination, Rippel- (Kleinstrippel) und Flaserschichtung und fallen flach gegen Norden bis Nordosten ein. Foraminiferen wurden nicht gefunden. Seltene Echinodermatenreste weisen auf einen marinen Ablagerungsraum hin.

Interpretation

Die Weissenegg Formation zeigt hier starken Einfluß der Kreuzberg Formation, mit der es weiter gegen Westen verzahnt. Das Sediment wurde oberhalb der Sturmwellenbasis, aber unterhalb der mittleren (= Schönwetter-) Wellenbasis abgelagert (= mittleres Sublitoral s. LIEBAU, 1980).

FRISCH (1957) rechnet diese Sedimente bereits zur "Kreuzberg Serie", während sie von WINKLER-HERMADEN (1938 etc.) als "Schlier" bezeichnet werden.

9.1.4. VULKANITE IN DEN SILIZIKLASTIKA DER WEISSENEGG FORMATION

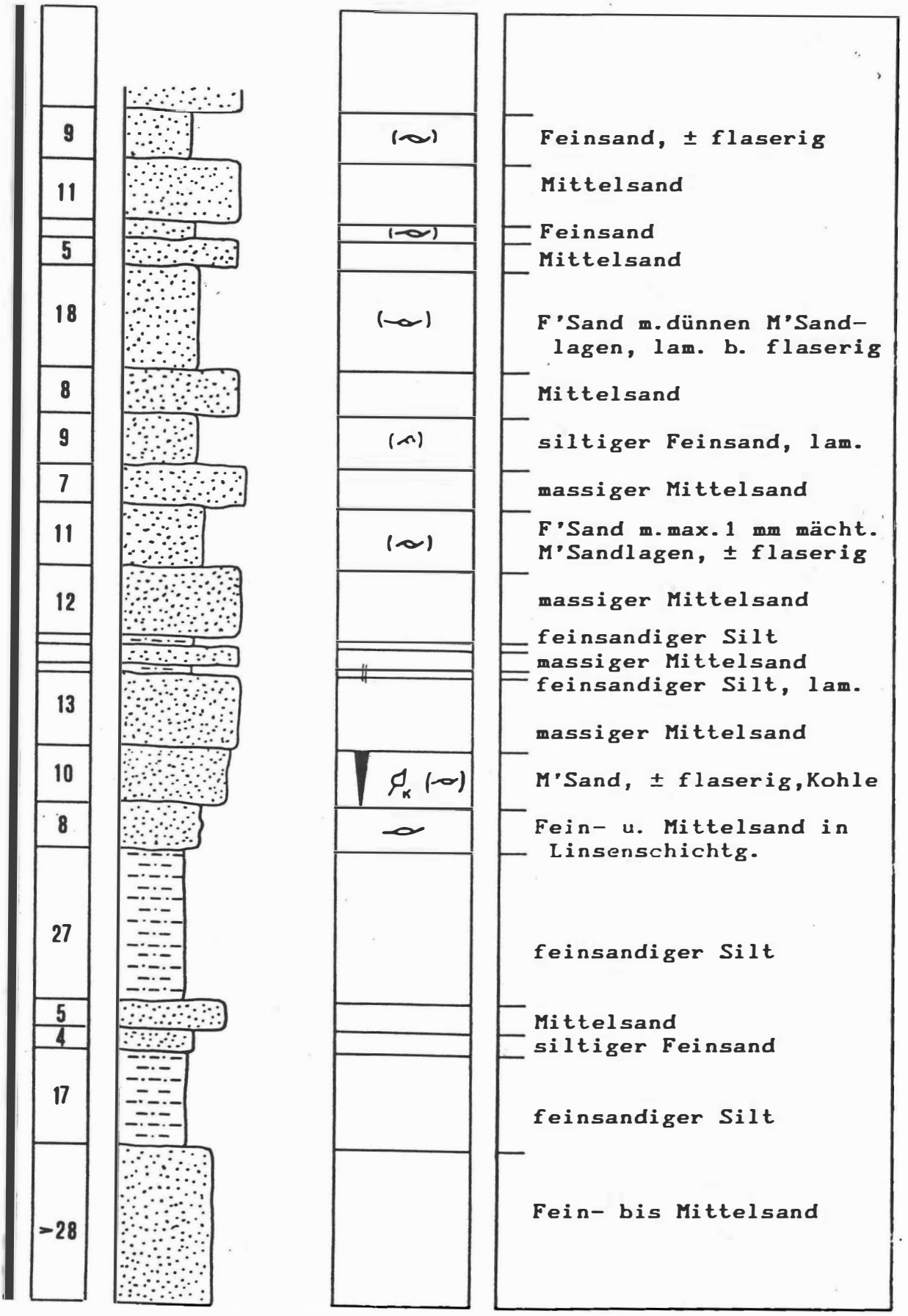
HAUSER 1953 beschreibt einen Hornblende - Biotit - Dazittuff vom Urlkogel südlich Gamlitz, der von WINKLER-HERMADEN (1938) erstmals erwähnt wurde. Er vergleicht ihn mit Vorkommen im Bachergebirge und bei Mureck und nimmt eine Ablagerung nahe am Eruptionsherd an. Ob jedoch, wie EBNER (1981: Abb. 3) nahelegt, das Vulkangebiet von Gleichenberg als Eruptionsherd in Frage kommt, ist allein aufgrund des Chemismus mehr als fraglich.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 26

Urlkogel

10 cm



download unter www.biologiezentrum.at

Äquivalente dieses Tuffites werden von FRISCH (1957) an mehreren Punkten in der Umgebung gefunden. Ein weiteres Vorkommen befindet sich in Sulz (Gemeinde Ratsch an der Weinstraße) und war durch Drainagearbeiten aufgeschlossen. Der Tuffit liegt innerhalb der westlichen Anteile der Weissenegg Formation in der Gamlitzer Bucht im Verzahnungsbereich mit der Kreuzberg Formation. (FRISCH, 1957 stellt die Tuffite vom Urlkogel bereits in die "höheren Anteile der Kreuzbergserie").

Das SM - Spektrum (Proben XX21, XX22; ohne Berücksichtigung des Biotits) zeigen eine Vormacht von Hornblende (ca. 65 %). Granat macht etwa 30 % des Gesamtspektrums aus (Mischung mit Sedimenten der Weissenegg Formation), andere Schwerminerale kommen nur in Spuren vor.

FLÜGEL & HERITSCH (1968) nehmen, basierend auf der Gleichsetzung "Gamlitzer Schlier" = "Steirischer Schlier" ein karpatisches Alter der Tuffite an. Die von FRISCH angeführten Foraminiferen lassen keine stratigraphische Einstufung zu. Aufgrund der lithostratigraphischen Position ist der Tuffit in der höchsten Lagenidenzone bis tieferen Sandschalerzone abgelagert worden.

download unter www.biologiezentrum.at

9.2. SCHUTTFAECHER AUS DEM SAUSAL - FASTLKOGEL MEMBER

Als Fastlkogel Member (Arbeitsbegriff) werden lokale Schuttfächer aus dem Sausal zusammengefasst. Namensgebend ist der Fastlkogel nördlich Heimschuh, wo Sausalschiefer - Brekzien von Leithakalk überlagert werden bzw. stellenweise die Leithakalksedimentation unterbrechen (Typuslokalität).
Die Gesteine sind jünger als der "Steirische Schlier" und verzahnen mit Sedimenten der Florianer Bucht und dem Leithakalk des Pernitschkogel.
Das Fastlkogel Member unterscheidet sich von der Kreuzberg Formation durch seinen hohen Gehalt an paläozoischen Schiefer- und Kalkgeröllen.

Synonyma:

Autor: WINKLER 1929
Bezeichnung: grobe Schotter
Alter: ---
Bemerkungen: "... zieht ein Tertiärstreifen durch, den ich trotz späterer tektonischer Verstellungen als Ausfüllung einer alten Talrinne auffassen möchte. Hier tritt an der Basis der Leithakalke ein Zug gröberer Schotter auf ... Es sind vorwiegend paläozoische Sandsteine, sandige Dolomite, Kieselschiefer, schwach metamorphe Kalke, verschiedene Sandsteine von kretazischem Aussehen usw., ein Material, welches seine Herkunft aus dem Bereich des Grazer Paläozoikums und der Kainacher Gosau nahelegt. Ich vermute, daß hier die Einmündung eines von Norden kommenden Flußlaufes in das Jungmediterranmeer vorliegt." (p. 20 / 21).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1939b
Bezeichnung: grobe Konglomerate
Alter: ---
Bemerkungen: im Liegenden der Leithakalke am Fastlkogel. Aufgrund von paläozoischen Karbonat-

download unter www.biologiezentrum.at

geröllen nimmt WINKLER-HERMADEN eine Zufuhr aus dem Grazer Paläozoikum an.

"... lassen auf eine Winkeldiskordanz zwischen ihnen und den auflastenen Leithakalken schließen (Anzeichen für die "steirische" Gebirgsbildungsphase !)" (p.102).

Autor: BEER 1951

Bezeichnung: Untere Sausalschieferbrekzien

Alter: helvet-tortone Übergangszone, an der Basis des Tortons

Bemerkungen: Liegendes: "Helvet-Schlier"
Aufarbeitungsprodukte des Schiefers durch die Brandung (Transgressionskonglomerate).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Schieferschuttbrekzien

Alter: (Unter-) Torton

Bemerkungen: Vorkommen: Seggauberg bei Leibnitz

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: Schieferschuttbrekzien mit Roterde vermischt

Alter: ---

Bemerkungen: Vorkommen: an der Westflanke des Sausals
"... unter der Auflagerung der Florianer Schichten und sich mit diesen verzahnend" (p.442).

Autor: KÜCHMEISTER 1959

Bezeichnung: Nördlichste Ausläufer der Kreuzbergserie

Alter: "Zwischenserie" sensu WINKLER-HERMADEN; oberstes Helvet ?

Bemerkungen: KÜCHMEISTER führt ein Einfallen von 40° gegen Westen an, bemerkt aber gleichzeitig, daß sich diese Konglomerate nicht weiter nach Osten verfolgen lassen (p.26). Der Anteil an Schieferschutt nimmt gegen das Hangende zu. Basal ist Rotverwitterung vorhanden (p.27). KÜCHMEISTER

download unter www.biologiezentrum.at

deutet dieses Sediment als "... einen nördlichsten Rest der Kreuzbergserie ..., der durch tektonische Verstellung in einem alten Tallauf vor der Erosion geschützt, erhalten wurde." (p.37) Er nimmt eine Schüttung aus dem Grazer Paläozoikum und von der Glein - Alpe an (p.32).

9.2.1. AUFSCHLUESSE

Buschenschank Schneeberger (Abb. 27)

Oberhalb des Weingartens der Buschenschank Schneeberger ist eine Abfolge von kiesigem Mittelsand und Konglomerat aufgeschlossen. Einzelne Bänke sind sowohl normal als auch invers gradiert (undeutlich). Die Konglomerate sind matrixreich, chaotisch und polymikt. An Komponenten kommen (neben Quarzgeröllen) Sausalschiefer, paläozoische Kalke und Kristallingerölle vor. Die maximalen Korngrößen liegen zwischen 10 und 15 Zentimeter. Es wurden keine Mikro-, Makro- oder Pflanzenfossilien gefunden. Die Gesteine fallen mittelsteil nach Westen ein.

Diese Abfolge wird mit einer Winkeldiskordanz von flach gegen Osten einfallendem Konglomerat überlagert, das gegen das Hangende durch kontinuierliche Zunahme des Karbonatanteils in Leithakalk übergeht.

Straße am Osthang des Fastlkogels (Abb. 28)

Ein durch den Straßenbau östlich des Fastlkogels aufgeschlossenes Profil zeigt eine Abfolge von Sanden unterschiedlicher Korngröße, in die Schotterlagen eingeschaltet sind. Wenige Grobsandlagen sind gradiert. Die Schotter sind matrixreich, aber nicht matrixgestützt, chaotisch und polymikt. An Komponenten kommen (neben Quarz) Sausalschiefer (Phyllite), paläozoische Karbonate (Barrandei - Kalk, Crinoidenkalk, dolomitischer Sandstein etc.) und Kristallingerölle (Pegmatit, Schiefergneis, Augengneis, Glimmerschiefer etc.) vor. Der maximale Korndurchmesser liegt bei 30 Zentimeter, der durchschnittliche in den Konglomeraten um 5 Zentimeter.

download unter www.biologiezentrum.at

Granat dominiert das Schwermineralspektrum (Proben PF41, PF42, PF43).

Die Gesteine fallen mittelsteil gegen Norden bis Nordwesten ein.

Das Profil wird vom Leithakalk des Fastlkogel überlagert.

Pernitschkogel

Die Leithakalkvorkommen vom Pernitschkogel und des Buchkogel (Korallenrasen) sind durch eine gering mächtige Konglomeratbank getrennt. Sie entspricht lithologisch dem Konglomerat an der Basis des Leithakalks in Aufschluß "Schneeberger" und ist stark zementiert. Sie liegt in etwa söhlig.

9.2.2. SEDIMENTOLOGIE UND DISKUSSION

Die unregelmäßige Wechsellagerung zwischen Sandstein und Konglomerat und die chaotische Textur der matrixreichen Konglomeratbänke bei gleichzeitigem Fehlen von Schrägschichtungskörpern indizieren gravitativen Transport (mass flow, grain flow, etc.) in marinem Milieu.

Sowohl die großen Phyllitklasten als auch die paläozoischen Kalke schließen große Transportweiten aus. Ein Transport von Norden, wie er von WINKLER (1929), WINKLER-HERMADEN (1939b) und KÜCHMEISTER (1959) angenommen wird, kann aufgrund der sedimentologischen Gegebenheiten in der Florianer Bucht ausgeschlossen werden. Gosau - Gesteine konnten nicht nachgewiesen werden. Eine von FRIEBE (1988) noch in Erwägung gezogene Herkunft der Karbonate aus dem Remschnigg ist ebenfalls nicht aufrechtzuerhalten. Die paläozoischen Karbonate stammen ausschließlich aus heute vollständig der Erosion zum Opfer gefallenen Bereichen des Sausal - Paläozoikums.

Die Konglomerate sind die Ablagerungen eines lokalen Fan Deltas (sensu McPHERSON et al., 1987), welches einen tektonischen Graben zwischen Sausal s.str. (Demmerkogel) und dem Paläozoikum von Kittenberg - Kogelberg - Wiesberg auf-

download unter www.biologiezentrum.at

füllte. Die Kristallingerölle fordern zwingend eine Schüttung von Westen (aus Richtung der Koralpe). Das Westfallen ist Folge einer lokalen, postsedimentären Verkippung noch während der Lagenidenzone.

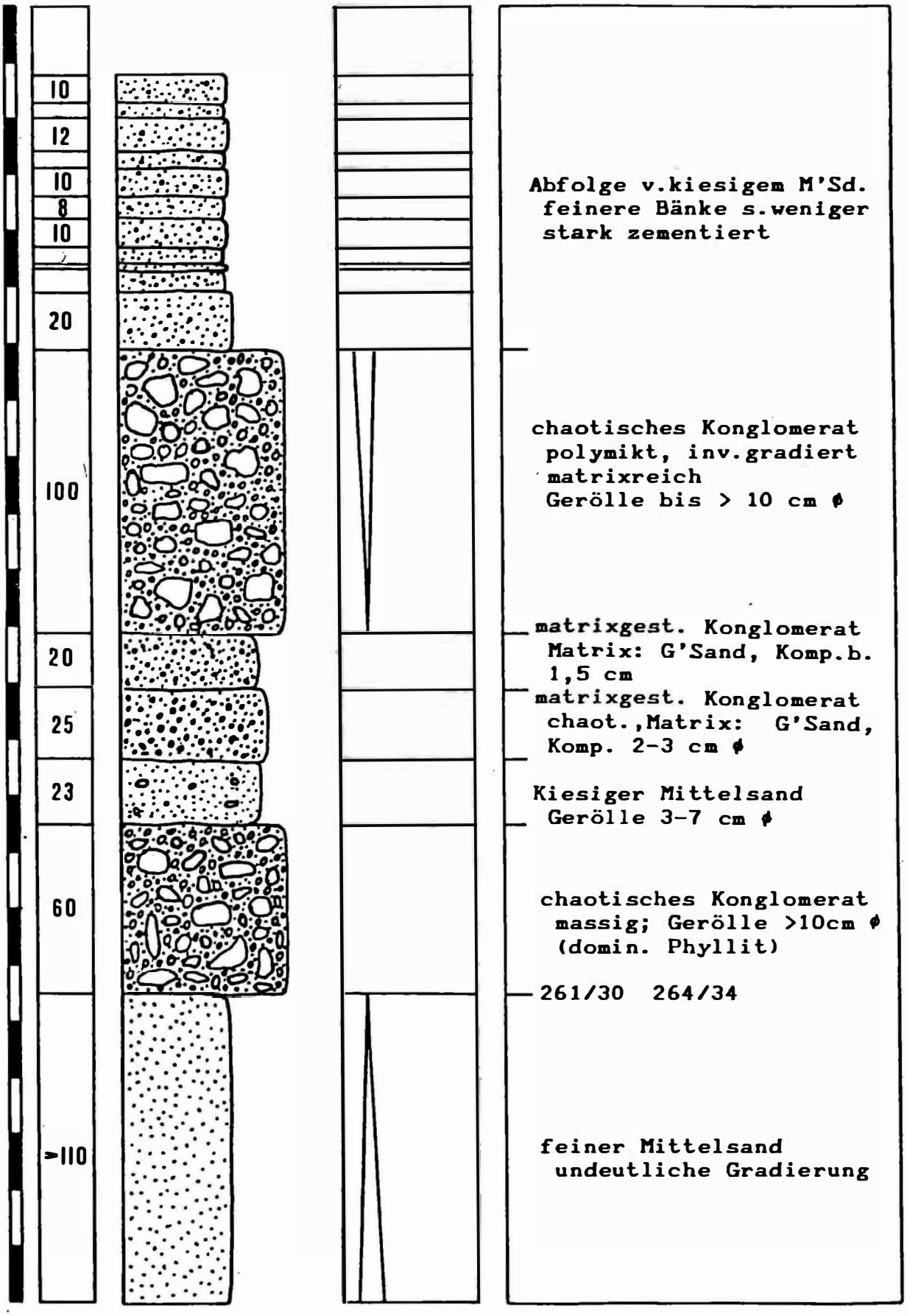
Die Konglomeratbank zwischen Fernitschkogel und Buchkogel ist das Ergebnis einer jüngeren Reaktivierung des Fan Deltas, welche die Leithakalk - Sedimentation unterbrach.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 27

Buschenschank "Schneeberger"

20 cm



download unter www.biologiezentrum.at

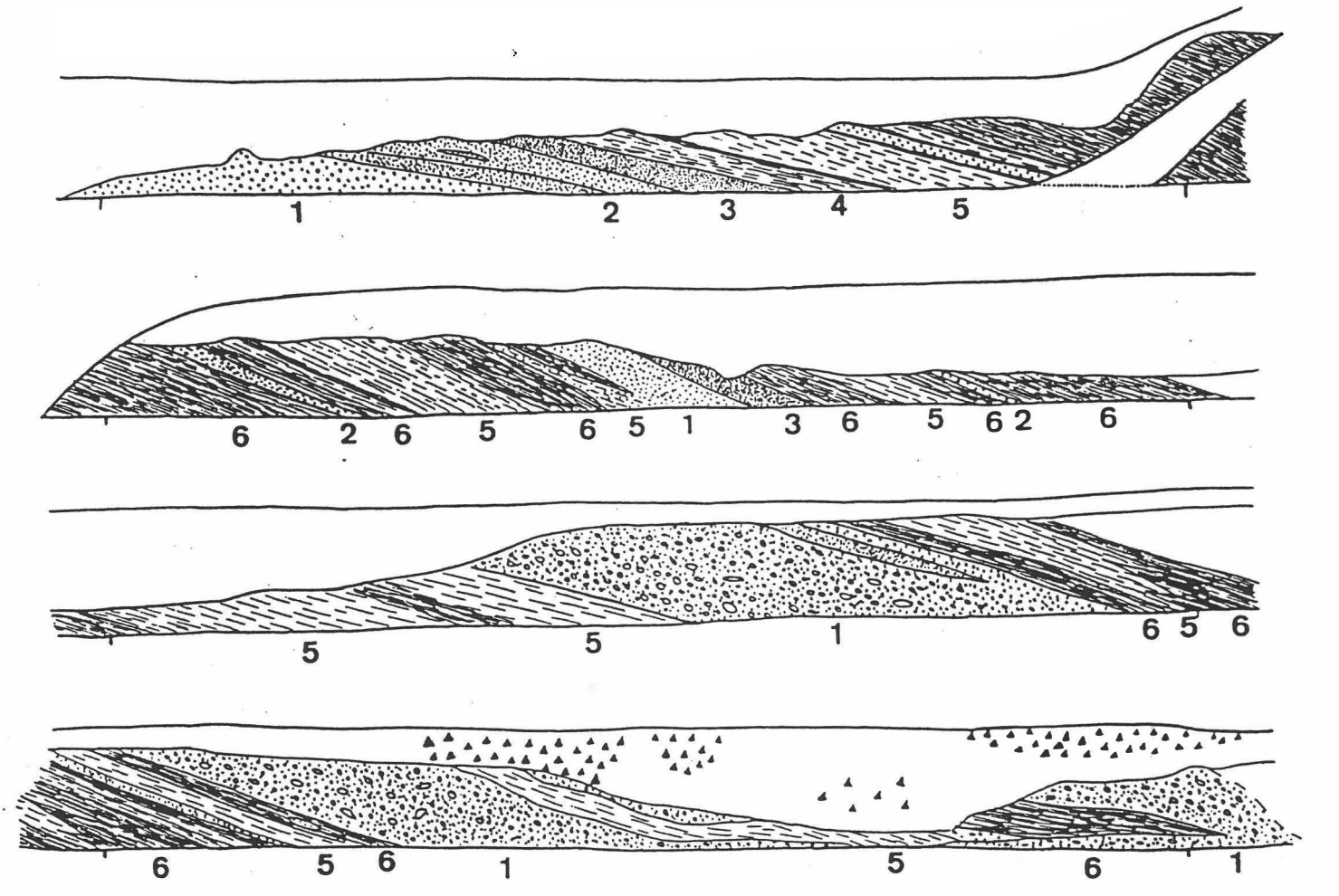


Abb. 28. Straßenprofil Fastlkogel
Aufschlußskizze:
1 ... Schotter - Konglomerat, mit Geröllen bis 25 cm Durchmesser, chaotisch, polymikt
2 ... Feinkies
3 ... Mittel- bis Grobsand, sehr unreif
4 ... kiesig - grobsandiger Feinsand
5 ... Mittelsand
6 ... siltiger Feinsand
Breite jeweils 30 Meter.

download unter www.biologiezentrum.at

9.3. DIE SILIZIKLASTIKA DER WEISSENEGG FORMATION IM RAUM WILDON

Die Siliziklastika in der Gegend um Wildon wurden mit keinem eigenen Namen belegt, sondern in vielen Fällen den "Florianer Schichten" zugerechnet, oder einfach als "Tonmergel (etc.) von ... (Lokalität)" bezeichnet. BEER & KOPETZKY (1951) unterscheiden eine "marine Sand- und Tegelfazies" von der eigentlichen "Florianer Beckenfazies", die durch eine "Schwellenfazies" getrennt sind. Diese Begriffe sind aber nicht als lithostratigraphische Einheiten zu verstehen.

Die Ablagerungen der Flamberger Bucht wurden meist ebenfalls den "Florianer Schichten" zugerechnet.

Die Siliziklastika zeigen eine enge Wechsellagerung mit dem Leithakalkareal von Wildon.

Bisher waren folgende Bezeichnungen in Verwendung:

Autor: HILBER 1878
- Bezeichnung: Obere Sand- und Schotterlagen (incl. Cinnamonumsandstein), Tegel von Flammberg
- Alter: 2. Mediterranstufe
- Bemerkungen: zeitgleich mit dem Leithakalk; wird parallelisiert mit dem "Badener Tegel" im Wiener Becken.

Autor: TERZAGHI 1908
- Bezeichnung: ---
- Alter: ---
- Bemerkungen: TERZAGHI bearbeitet die "Florianer Schichten" in der Flamberger Bucht und stellt eine Unzahl von Schichtbezeichnungen auf (z.B. "Sande vom Stationswirt" etc.), die aber in der neueren Literatur nicht weiter verwendet werden. Eine Aufzählung dieser Schichtbezeichnungen erübrigt sich.

download unter www.biologiezentrum.at

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: marine Sande: Cinnamonumsandstein von Wildon, "wahrscheinlich auch Hangendsande von St.Andrae in der Florianer Bucht".

Alter: Torton

Bemerkungen: WINKLER-HERMADEN spricht von marinen Sanden, will aber "... die fossilleeren, nur Pflanzenreste führenden Sandsteine unter der Leithakalkplatte des Buchkogel bei Wildon auf fluviatile Beeinflussung zurückführen." (p.444).

Autor: WINKLER-HERMADEN 1951a

Bezeichnung: erosionsdiskordant gelagerter Hangend-komplex (partim)

Alter: Torton, Grenzhorizont zum Sarmat

Bemerkungen: WINKLER-HERMADEN versteht unter diesem Begriff die obersten Leithakalke und Sande am Kollischberg. Brackische Einschläge seien vorhanden.

Autor: FLÜGEL, HAUSER & PAPP 1952

Bezeichnung: Tonmergel im Liegenden des Basalts

Alter: unteres Torton bzw. oberes Helvet

Bemerkungen: Wird mit dem "Florianer Tegel" verglichen.

Autor: KÜCHMEISTER 1959

Bezeichnung: ---

Alter: Torton

Bemerkungen: Die Bezeichnung der lithostratigraphischen Einheiten in der Flamberger Bucht bestehen bei KÜCHMEISTER aus deren lithologischem Inhalt und ihrer relativen Position zum Leithakalk bei Dexenberg.

Autor: KOLLMANN 1965

Bezeichnung: "Zwischenpaket" (im Raum Weissenegg)

Alter: Sandschalerzone oder Buliminen - Bolivinen - Zone ?

Bemerkungen: ---

download unter www.biologiezentrum.at

9.3.1. AUFSCHLUESSE UND DISKUSSION

Bohrungen FHKW Mellach der STEWEAG (Kt. 1/5):
[Abb. 29 & 30 (umgezeichnet nach L.P.BECKER: unveröffentlichtes Gutachten; bzw. MÖRTH: Bohrprotokoll)]
Bei Erkundungsbohrungen zum Bau des Fernheizkraftwerkes Mellach der STEWEAG wurden Tonmergel der Oberen Lagenidenzone angefahren. Diese zeigen lagenweise Anreicherungen von Makrofossilien (z.B. *Turritella sp.*, *Pecten sp.*, *Venus sp.*, *Cardium sp.* etc., seltener irreguläre Seeigel), die mit Ausnahme der Pectiniden und Echiniden in Steinkernerhaltung vorliegen.

Die Foraminiferenfauna ist arten- und individuenarm (siehe Kap. bzw. Tab. 7 : Proben MW17, MW34, MW35, MW45, MF40, MF42). Sehr selten kommen Blattabdrücke und Pflanzenhäcksel vor. Physikalische Sedimentstrukturen (Parallellamination, Kleinstrippel) sind meist der Bioturbation zum Ofer gefallen.

Die Tonmergelentwicklung ist durch eine mehrere Meter mächtige, flach (5·) gegen Norden bis Nordosten einfallende Leithakalkbank unterbrochen.
SM-Proben: FF12.

Die Foraminiferenfauna enthält wenig biostratigraphisch verwertbare Species. *Orbulina suturalis* tritt ab der Oberen Lagenidenzone auf, *Globigerina regularis* ist ab der Sandschalerzone selten. Uvigerinen fehlen.
Das Sediment wurde in flachem, vollmarinem Milieu (Wassertiefe etwa 40 bis 50 Meter) abgelagert und durch eine reiche Infauna überarbeitet.

Oberburgstall, Graben östlich Ghf. "Harkamp"
(Abb. 31 & 32, Kt. 2b)
Einen Einblick in die Schichtfolge der Flamberger Bucht im Verzahnungsbereich mit dem Leithakalk des Wildon Member ermöglicht ein Graben östlich des Gasthofes "Harkamp" (Oberburgstall). In eine Abfolge von siltigem und mittel-

download unter www.biologiezentrum.at

sandigem Feinsand sind Grobsandlagen mit einer reichen Makrofossilführung (z.B. *Pecten sp.*, *Linga sp.*, *Arca sp.*, *Cardium sp.*, *Turritella sp.*, *Conus sp.*, *Natica sp.* etc.) eingeschaltet. Die Feinsande selbst enthalten wenig Fossilien, die meist als Schill - Lagen angereichert sind. Bioturbation ist häufig. An physikalischen Sedimentstrukturen können Kleinstrippel und Horizontallamination beobachtet werden.
Härtlingsbänke zeigen eine erosive Basis und eine leichte Gradierung. Die Abfolge wird von stark mergeligem Leithakalk, der arm an Algendebris ist, überlagert.
Es liegen keine SM - Daten vor.
Die Foraminiferenfauna (Proben DD23, DD24; Tab. 8) liefert keine Altershinweise. Eine Probe aus einer Amphisteginenmergellage (DD22) ist in die Obere Lagenidenzone (eventuell auch tiefere Sandschalerzone) zu stellen.
In Probe DD24 deutet die Dominanz von *Ammonia beccari* sowie der überdurchschnittlich hohe Anteil an Milioliden auf zumindest zeitweise hypersaline Bedingungen hin.

Die Gesteine werden als Ablagerungen einer flachen Lagune mit einer zeitweise eingeschränkten Verbindung zum offen marinen Raum angesehen. Die gradierten Härtlingsbänke deuten auf Sedimentumlagerung durch Stürme hin (Tempestite). In ruhigen Zeiten wurde das Sediment durch seine Infauna überarbeitet. Am Ende der Oberen Lagenidenzone ermöglicht eine Transgression die Bildung des Leithakalks.

Wildon, Zufahrtstraße zum Schloß Schwarzenegg (Kt. 2/1):
In der Straßenböschung ist folgende Abfolge aufgeschlossen:

H * > 100 cm siltiger Feinsandstein, laminiert, pale yellowish brown, mit reichlich Pflanzenabdrücken.
Keine Mikro- und Makrofossilien.
HILBER (1878) bezeichnet dieses Gestein als "Cinnamonumsandstein".

download unter www.biologiezentrum.at

* ca. 60 cm siltiger Feinsandstein, glimmerreich, olive grey, geschichtet im cm - Bereich, intern laminiert, keinerlei Fossilien.
* ca. 300 cm siltiger Fein- bis Mittelsand, glimmerreich, olive grey, laminiert, im Hangenden 20 bis 30 Zentimeter mächtige Bänke mit interner Lamination und Flaserschichtung.
  Keine Mikro- und Makrofossilien, stellenweise Pflanzenhacksel und *Ophiomorpha* - Bauten.

L * > 400 cm Mittelsandstein, massig, glimmerreich, yellowish grey, keinerlei Fossilien.
SM - Probe: SB01.

Aufgrund seiner lithostratigraphischen Position (zwischen Mergeln der Oberen Lagenidenzone und Leithakalk der Sandschalerzone) ist dieser Aufschluß in die Obere Lagenidenzone (höhere Anteile) zu stellen.

Die basalen Sande werden als Bildungen einer Untiefe (etwa vergleichbar den Sanden im Raum Spielfeld) interpretiert. Die Blätter wurden an deren Leeseite abgelagert. Häufigkeit und relativ gute Erhaltung der Pflanzenabdrücke schließen einen längeren Transportweg aus. Als Liefergebiet kommen die Paläozoikumsaufbrüche von Lebring und südlich Weitendorf oder der Sausal in Frage.

Wildoner Schloßberg (Abb. 33, Kt. 2/3))
Am Südhang des Wildoner Schloßberg ist der Grenzbereich zwischen den tieferen siliziklastischen Anteilen der Weissenegg Formation und dem Leithakalk von Wildon aufgeschlossen.

Die Basis bildet ein kiesiger Grobsandstein (max. Korngröße 1 Zentimeter). Eine trogförmige Schrägschichtung ist angedeutet. *Ophiomorpha* - Bauten sind häufig.
Darüber folgt toniger, sandiger Silt mit Grobsandlinsen, der durch allmähliche Zunahme des Foraminiferengehaltes

download unter www.biologiezentrum.at

kontinuierlich in Amphisteginenmergel übergeht. Es folgt ein zunächst stark mergeliger, dann reiner Leithakalk (bioklastische Algen Schutt Fazies), dessen einzelne Bänke durch Amphisteginenmergel getrennt sind.
SM: Probe SB07.
Der tiefste Amphisteginenmergel (Probe SB10, Tab. 8) ist durch ein überdurchschnittlich häufiges Auftreten von Milioliden gekennzeichnet. Gleichzeitig kommt Algenschutt vor. Die anderen Mergellagen zeigen die übliche "Leithakalkfauna".
Uvigerina venusta venusta (Probe SB11) stellt diesen Aufschluß in die Sandschalerzone.

Der Grobsandstein an der Basis wird analog den Sandsteien bei Schloß Schwarzenegg als Sediment einer Untiefe über der mittleren Wellenbasis gedeutet (Regressionsphase an der Grenze Obere Lagenidenzone / Sandschalerzone). Eine Transgression in der Sandschalerzone ermöglichte die Bildung von Leithakalk.

Wildoner Buchkogel, SW - Gehänge (Kt. 2/7):
In einem kleinen Graben sind Feinsande der Florianer Bucht (Obere Lagenidenzone?) aufgeschlossen. Die Schichtfolge ist in Abb. 33a dargestellt.
SM: Probe SB05; Keine Mikrofauna.

Steinbruch Weissenegg, Schicht "g" und "h" nach KOLLMANN (1965) (Abb. 34, Kt. 1/6,7):
Die Leithakalkentwicklung ist durch Sandbarren (im Vorfeld eines in die Florianer Bucht progradierenden Deltas ?) unterbrochen. Die Abfolge zeigt einen übergeordneten coarsening upward - Trend. Die hangenden Bänke sind normal gradiert, Pflanzenhäcksel und Spurenfosslien (*Ophiomorpha* - Bauten) sind lagenweise häufig. Der Amphisteginenmergel "i" kündigt die Rückkehr zu günstigeren Lebensbedingungen an.
SM - Proben: WH01, WH03, WI01.

download unter www.biologiezentrum.at

Aus den Schichtgliedern "g" und "h" konnten keine Mikrofossilien gewonnen werden. Der Amphisteginenmergel "i" und Mergellagen in "f" führen eine typische "Leithakalkfauna", die keine Unterscheidung zwischen Sandschalerzone und Buliminen - Bolivinen - Zone zuläßt.

Steinbruch Weissenegg, Schichtkomplex "l" - "m" nach KOLLMANN (1965) (Abb. 35 & 36, Kt. 1/6,7):

Schichtkomplex "l" - "m" bildet eine Abfolge von rippelgeschichtetem Feinsand [Kappa - Schrägschichtungskörper (ALLEN, 1963); Abb. 36] und Mittelsand. In diese ist eine ca. 60 Zentimeter mächtige (lateral schwankend) Bank von sandigem, aber dennoch hartem Kalk in bioklastischer Algen Schutt Fazies ("n") eingeschaltet. Liegend der Kalkbank sind Spurenfossilien selten, hangend dazu häufig (*Ophiomorpha* - Bauten etc.).

Basal kommen isolierte Kiesgerölle vor. Pflanzenhäcksel und Kohleschmitzchen sind im gesamten Komplex zu finden.
Die Schichtfolge wird durch weitere Leithakalkbänke abgeschlossen.
SM: Proben WL01, WL02.

Die Sande sind weitgehend mikrofossilleer. Weder Kalkbank "n" noch die hangenden Kalke liefern eine biostratigraphisch interpretierbare Foraminiferenfauna. Aufgrund der lithostratigraphischen Position ist der Schichtkomplex in die höhere Sandschalerzone bis tiefere Buliminen - Bolivinen - Zone zu stellen: Er wird von Leithakalk der Sandschalerzone unterlagert. Die überlagenden Sande und Kiese können mit der Verarmungszone im Stiefingtal (entspricht der höheren Buliminen - Bolivinen - Zone) korreliert werden.

In der Buliminen - Bolivinen - Zone unterbrechen verstärkt terrigene Sedimente die Leithakalk - Sedimentation. Es handelt sich um sehr flachmarine Sande, die durch marine Strömungen von einem weiter im Nordwesten gelegenen Braid Delta [heute erodiert; Ablagerungen des zugehörigen

download unter www.biologiezentrum.at

Flusses sind in den Eckwirtschottern (RIEPLER, 1988) gegeben) verfrachtet wurden. Die hohe Wassertrübe verhinderte das Wachstum der Corallinaceen, die aber bei günstigeren Lebensbedingungen (vollmarine Rekurrenzen) sofort wieder Fuß fassten.

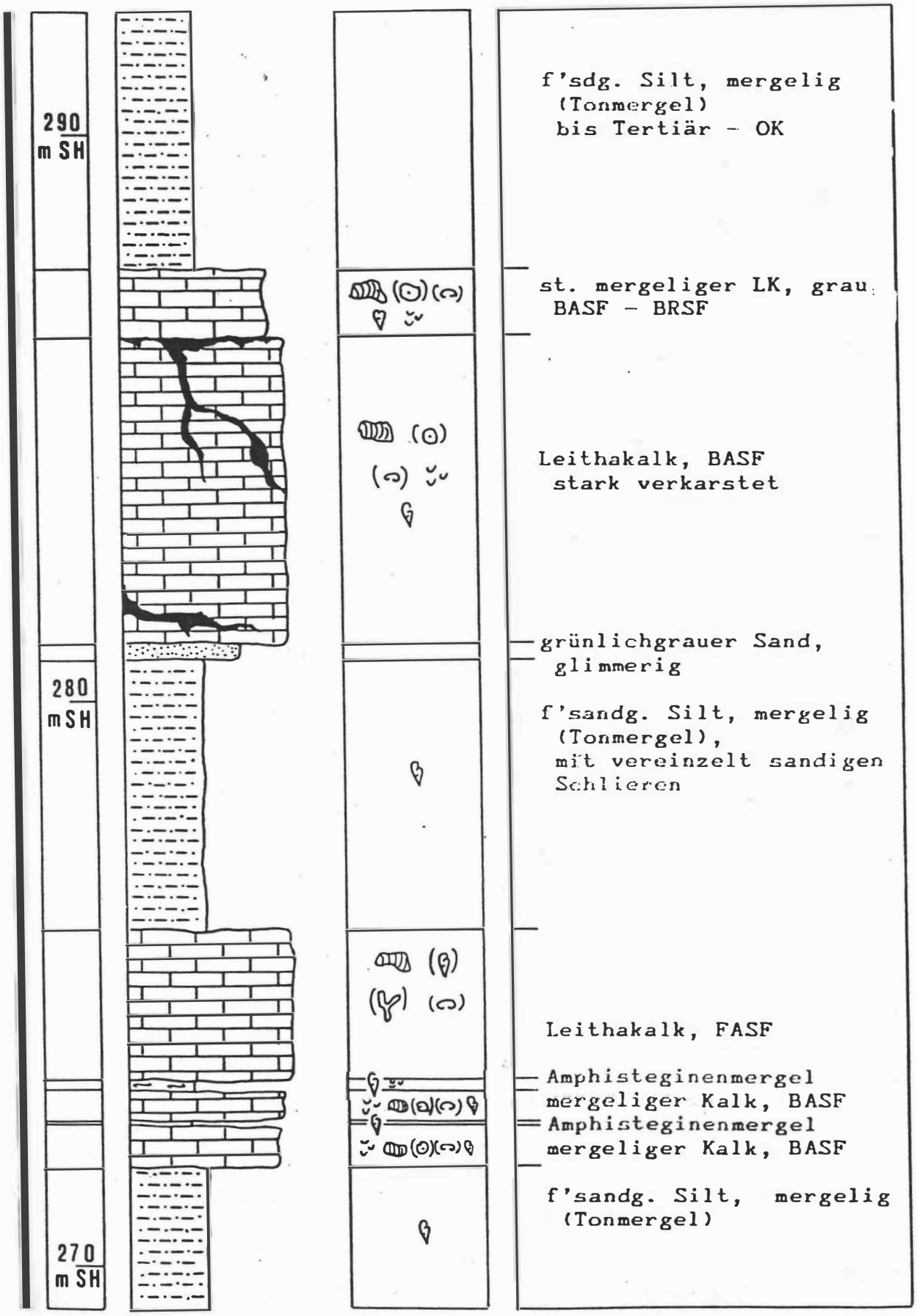
download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 29

FHKW Mellach W5

GOK 300,7 m SH
Tertiär - OK 5,5 m Teufe
Endteufe 31,5 m

100 cm



download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 30

FHKW Mellach W6

GOK 294,5 m SH
Tertiär-OK 0,2 m Teufe
Endteufe 17,4 m

100 cm

290 m SH

280 m SH

Muralluvionen

feinsandiger Silt,
mergelig
(Tonmergel)
dunkelgrau

stark mergeliger Kalk,
BASF, hellgrau

Leithakalk, FASF,
hellbraun,
stark verkarstet

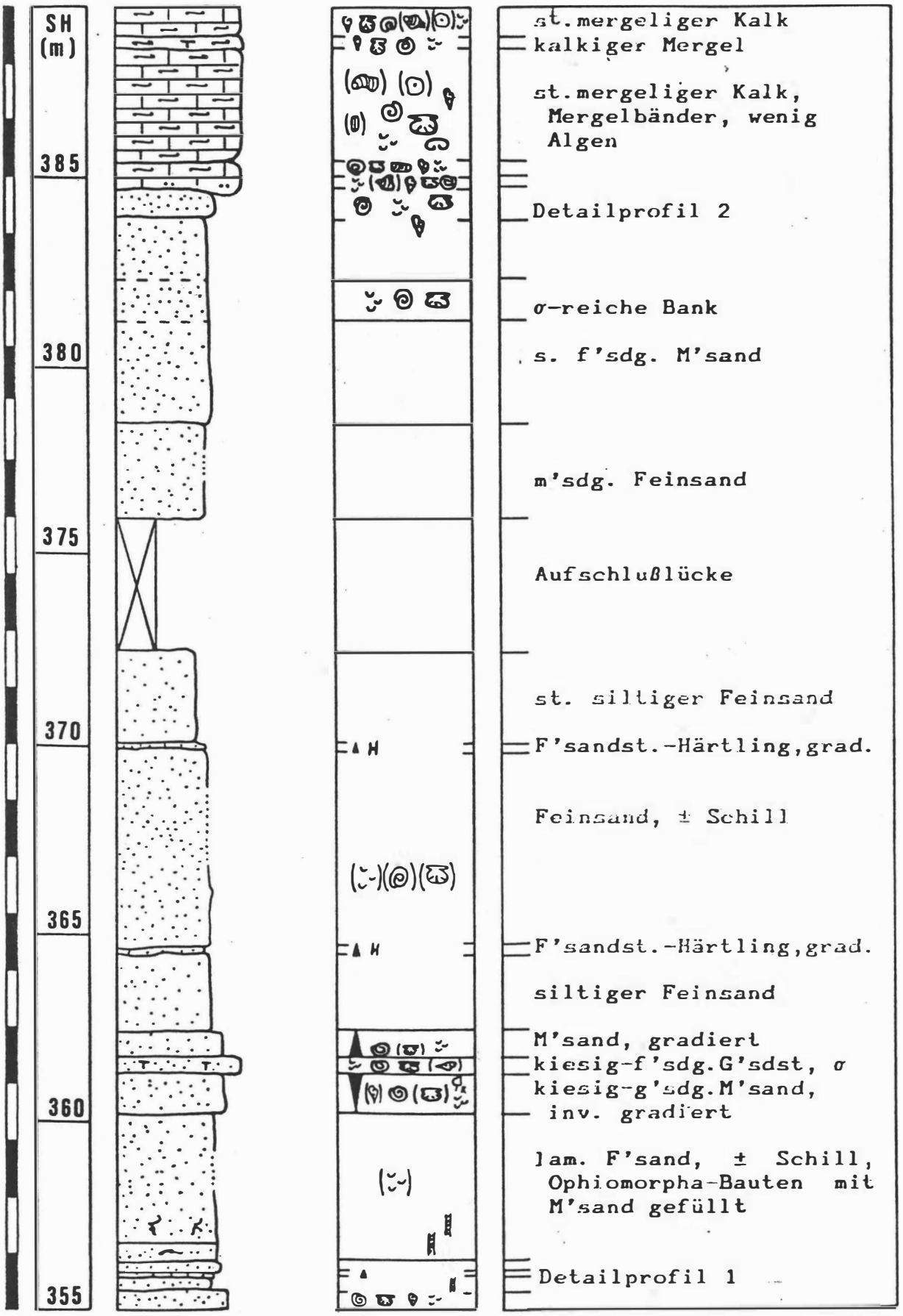
Sandstein, grau

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 31

Sammelprofil Oberburgstall

150 cm

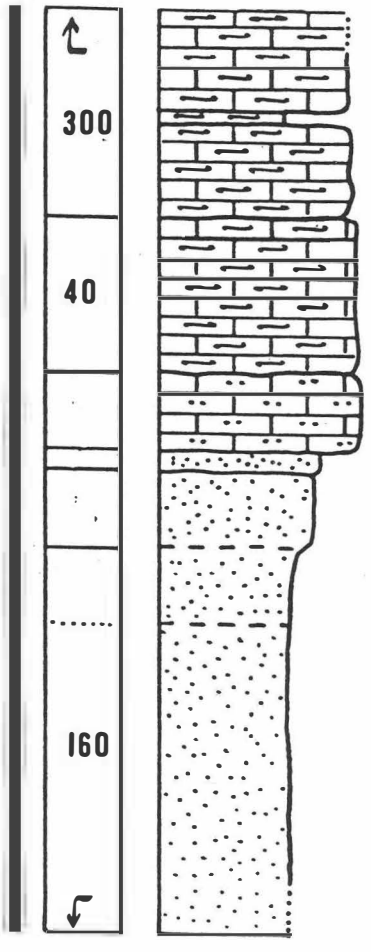


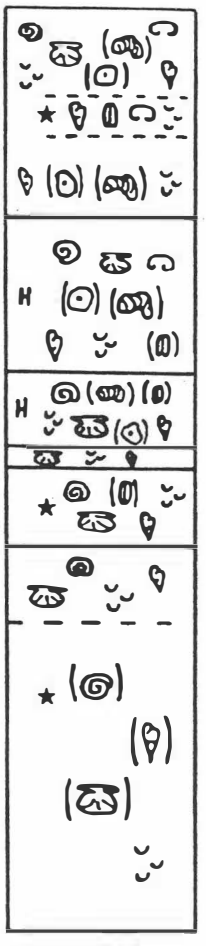
download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 32

Detailprofile (1) & (2) Oberburgstall

20 cm





2

st. mergeliger Kalk mit Amphisteginenmergel – Bändern, wenig Algen

st.mergeliger Leithakalk wenig Algen

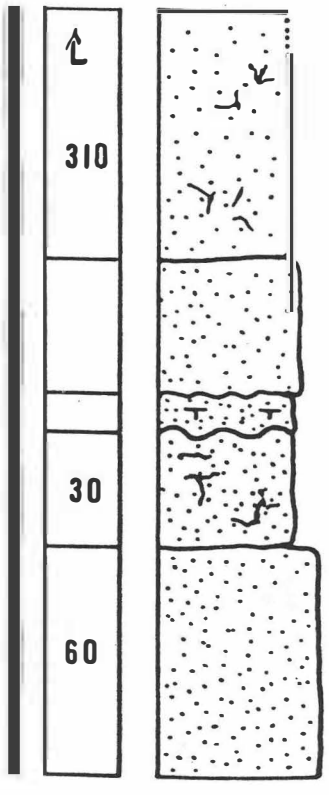
kiesiger Leithakalk

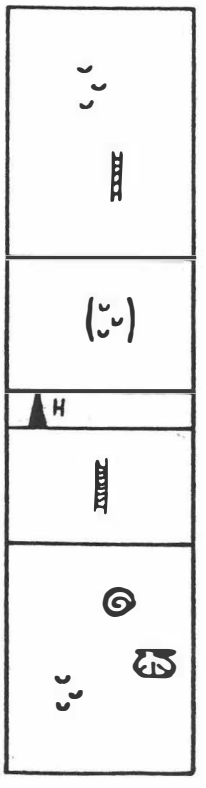
Muschelschillbank

σ-reicher, feinkiesiger Mittelsand

siltiger Feinsand, σ in Nestern zus.geschwemmt

siltiger Feinsand, ± Schill, wenig σ





1

Feinsand Ophiomorpha-Bauten gefüllt m. M'sand

feiner M'sand

m'sdg.F'sandst.,gradiert

m'sdg. Feinsand

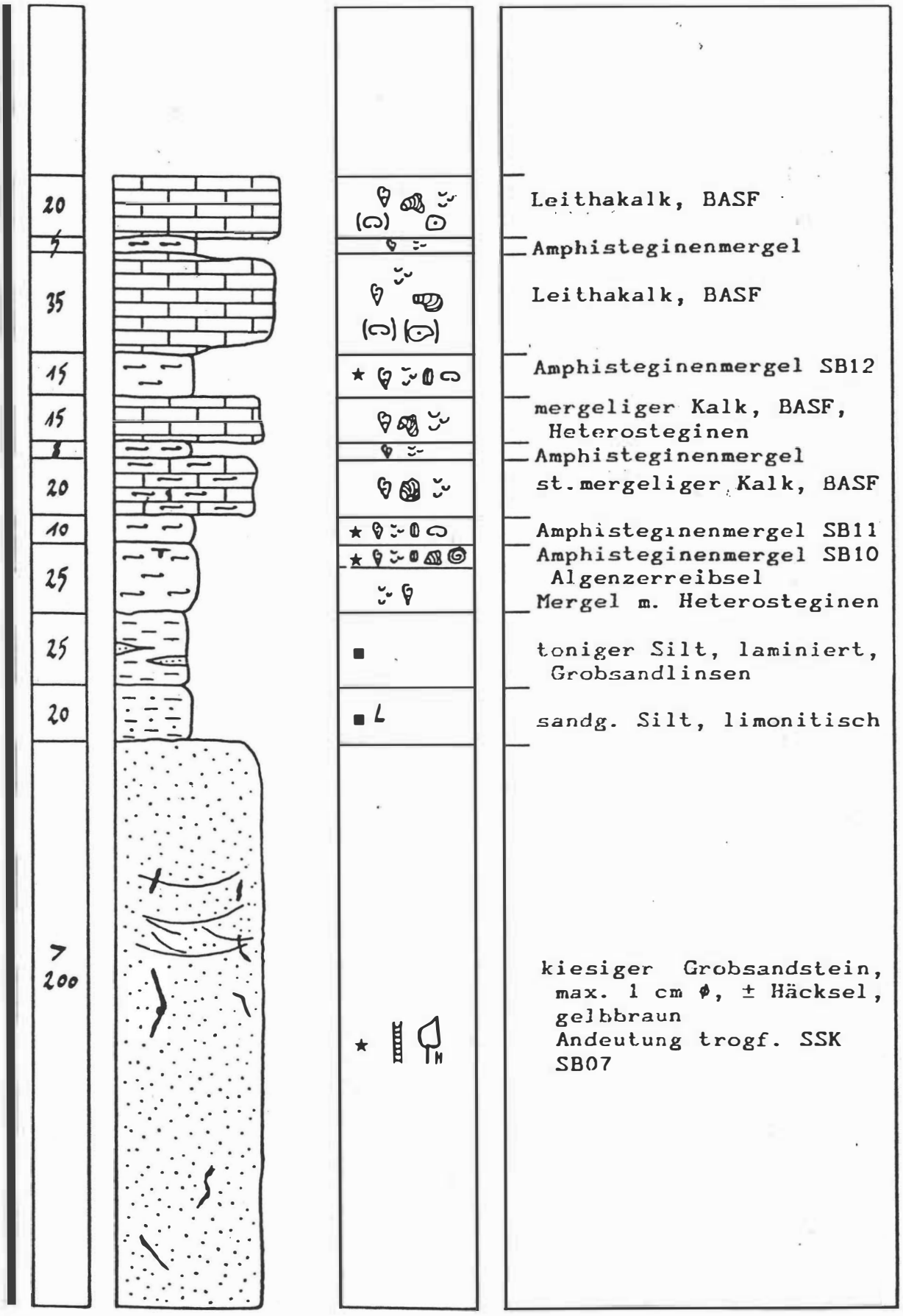
g'sdg. M'sand, massig

download unter www.biologiezentrum.at

ABB.33

Wildoner Schloßberg - S

20cm

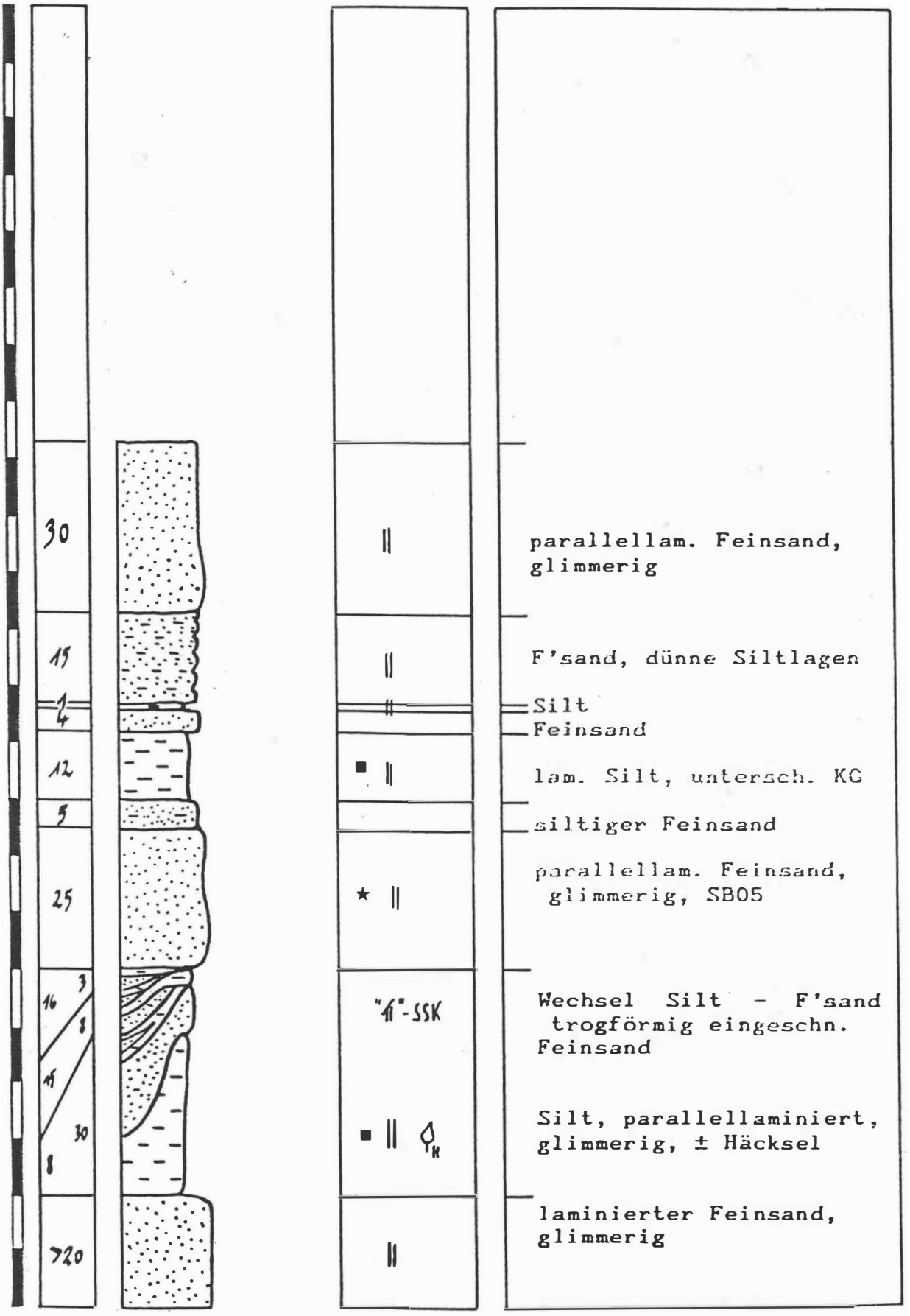


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 33 a

Treffling

10 cm

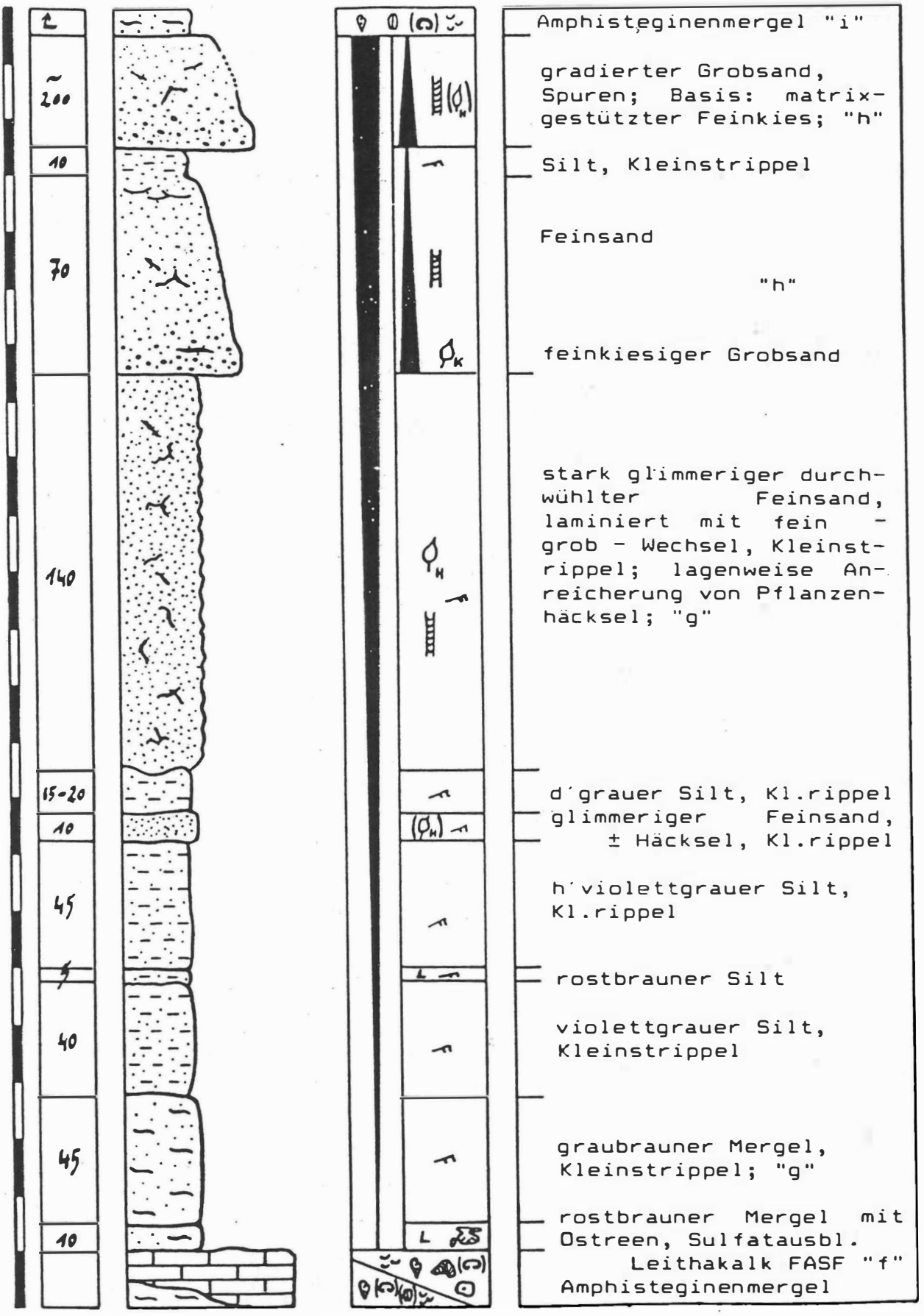


download unter www.biologiezentrum.at

ABB 34

Weissenegg, NW-Bruch (Schicht g, h n. KOLLMANN)

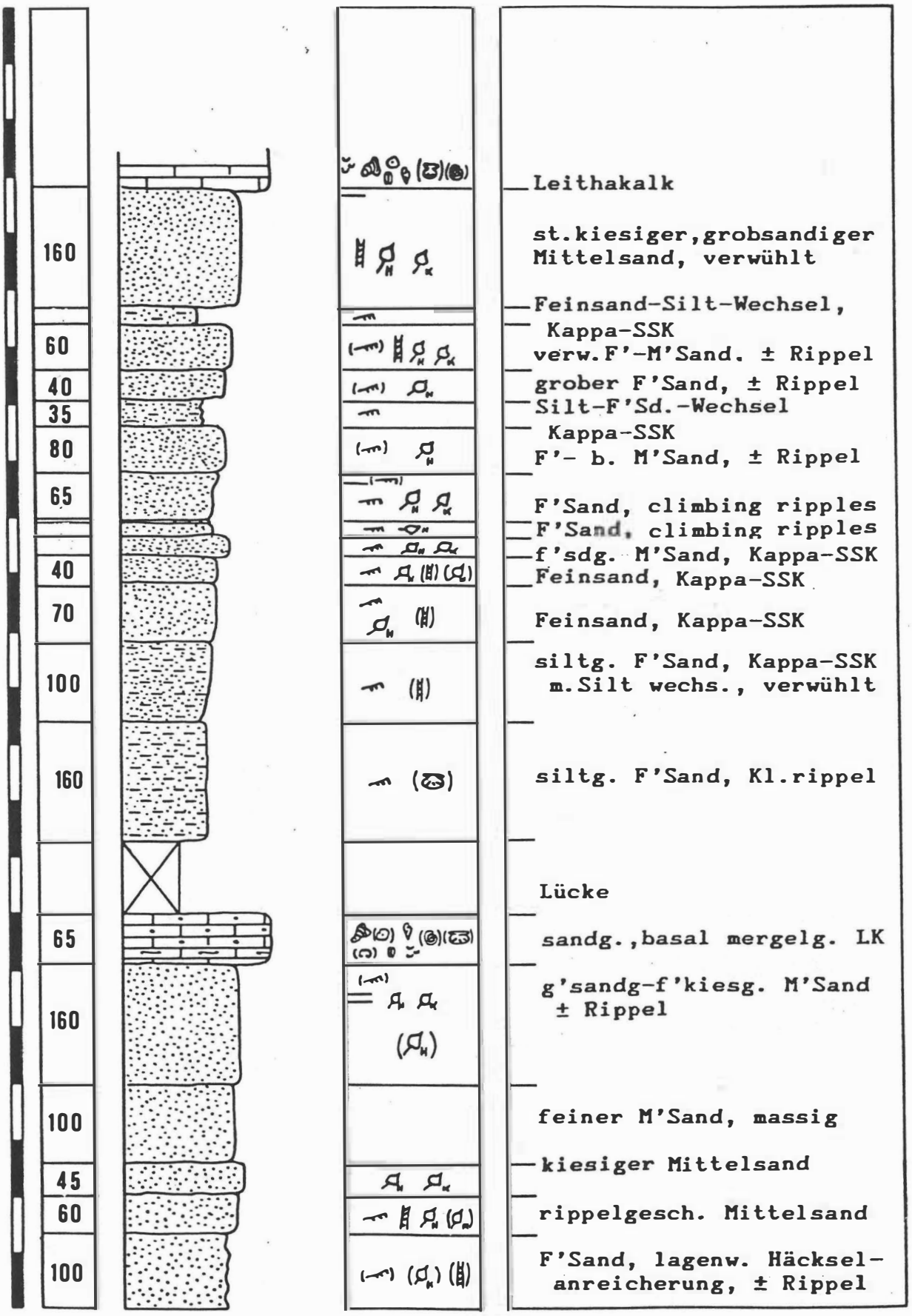
20 cm



download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 35

Weissenegg, SE-Bruch; "l" & "m" n. KOLLMANN — 75 cm



download unter www.biologiezentrum.at

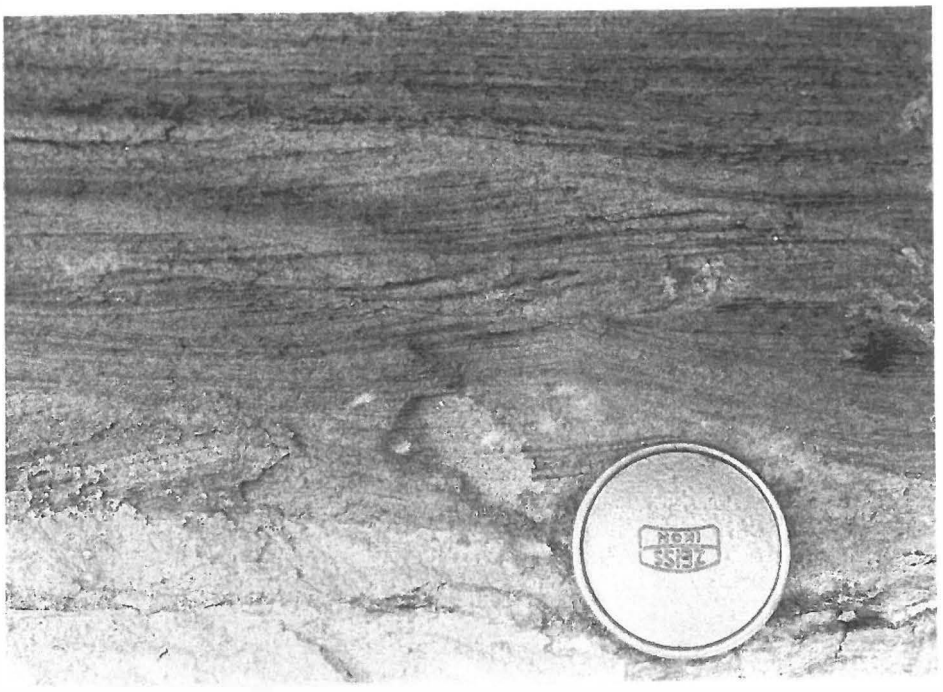


Abb. 36 a Weissenegg SE, Schichtkomplex "m"
rippelgeschichteter Sand (climbing ripples), überlagert von horizontal geschichtetem Sand.

Abb. 36 b Weissenegg SE, Schichtkomplex "m"
rippelgeschichteter Sand (Strömungsrippel)

download unter www.biologiezentrum.at

9.4. DIE LEITHAKALKVORKOMMEN DER MITTELSTEIRISCHEN SCHWELLE

Die karbonatische Randfazies des Wiener Beckens wird seit KEFERSTEIN (1828), nach einer aus dem Sprachgebrauch übernommenen Bezeichnung, "Leithakalk" genannt. In den ersten geologischen Arbeiten wird der Name für zeitlich und faziell gleichartige Gesteine im Steirischen Becken überommen. REUSS (1871) führt das Synonym "Nulliporenkalk" ein.

Der Leithakalk bildet keinen zusammenhängenden Körper, sondern zerfällt im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle in 5 voneinander isolierte Areale unterschiedlicher stratigraphischer Position und Fazies.
Es werden folgende Bereiche unterschieden (Abb. 2):

1.) Das Leithakalkareal von Wildon (oberste Obere Lagenidenzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone)
2.) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal nordwestlich Leibnitz (Lagenidenzone)
3.) Das Leithakalkareal südlich Leibnitz mit Fleckenriffen (Untere Lagenidenzone, Obere Lagenidenzone)
4.) Der Leithakalk der Gamlitzer Bucht (Untere Lagenidenzone, Obere Lagenidenzone)
5.) Das Leithakalkareal von Graßnitzberg an der südsteirischen Weinstraße (Sandschalerzone)

Für die Leithakalkareale wurden keine Synonymielisten erstellt. Die in älteren Arbeiten vorkommenden Bezeichnungen "Leithakalk (Nulliporenkalk, Lithothamnienkalk) von ... (Lokalität)" können mit Hilfe der Ortsangabe mit den Teilbereichen korreliert werden.

Die Dreiteilung in einen "unteren, mittleren und oberen Leithakalk" (entsprechend einem "Unter-, Mittel- und Obertorton") im Sinne von WINKLER-HERMADEN (1943) bzw. die Zweiteilung in einen "unteren und oberen Leithakalk" (WINKLER-HERMADEN, 1951a) hat nur historische Bedeutung (falsche stratigraphische Einstufungen etc.).

download unter www.biologiezentrum.at

Aufgrund genereller Trends lassen sich im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle zwei Großgruppen unterscheiden:

* A) In den Leithakalkvorkommen der Lagenidenzone, mit Ausnahme jener der Gamlitzer Bucht, treten Stockkorallen gesteinsbildend in Erscheinung (Korallenrasen).
* B) In der Sandschalerzone und Buliminen - Bolivinen - Zone kommen Stockkorallen zwar vor, bilden aber keine strukturiellen Riffe. Als Hauptsedimentlieferant fungieren Corallinaceen.

Im Gegensatz zum Leithagebirge, wo der größte Teil des Leithakalkes in der Sandschalerzone und Buliminen - Bolivinen - Zone gebildet wurde, während in der Lagenidenzone nur geringmächtige Kalkbänke vorkommen, entstanden die Leithakalareale im Steirischen Becken vorwiegend in der Lagenidenzone und Sandschalerzone.

Der Leithakalk der Steiermark ist nicht auf die Mittelsteirische Schwelle beschränkt. Neben den obertägigen Vorkommen von St.Anna a. Aigen - Klapping (Südburgenländische Schwelle) konnte Leithakalk im Gnaser Becken, an den Flanken des Gleichenberger Vulkans und auf der Auersbacher Schwelle durch Bohrungen (z.B. Perlsdorf nordwestlich Gnas, Paldau 1, Übersbach 1 etc.) und durch vulkanische Auswürflinge in pliozänen Vulkaniten (z.B. Unterweißenbach bei Feldbach) nachgewiesen werden (KOLLMANN, 1965).

9.4.1. DIE FAZIES DES LEITHAKALKS

Erste Angaben zur Fazies gibt ROLLE (1856). Er unterscheidet zwischen "Nulliporen - Leithakalk", "Anthozoen - Facies" und "Bryozoen - Facies". In jenen Tagen stehen jedoch nicht der Ablagerungsraum selbst, sondern die Beziehungen zwischen dem Leithakalk und den umgebenden Gesteinen, speziell der Florianer Bucht, im Vordergrund.

download unter www.biologiezentrum.at

Im Band VI der Reihe "Chronostratigraphie und Neostratotypen" wird der Leithakalk durch die Angabe einer Typuslokalität neu definiert. Der Begriff wird dadurch zur Bezeichnung für eine sedimentäre Fazies und nicht für eine lithostratigraphische Einheit. Faziostratotypus ist der Steinbruch "FENK" NNW Großhöflein im Burgenland, "... weil hier die sedimentären und biogenen Faktoren, die zu seiner Bildung führten, am deutlichsten erkennbar sind. Dieser Aufschluß kann daher nur als Beispiel für eine im einzelnen stark wechselnde randnahe Kalkfazies gewertet werden ..." (STEININGER & PAPP, 1978: p. 194).
Es werden folgende (Mikro-) Faziestypen angeführt:

* Lithothamnienkalk
* Lithothamnienmergel
* Lithothamnien / Bryozoenkalk
* Korallenkalk
* Molluskenkalk
* Isognomum / Ostrea Fazies.

Die Bezeichnung "Lithothamnienkalk" für einen vorwiegend aus Corallinaceen bestehenden Kalk ist insoferne unglücklich gewählt, als neben Lithothamnium noch andere Vertreten der Corallinaceen maßgeblich am Aufbau des Gesteins beteiligt sind.

Eine mikrofazielle Neubearbeitung erfolgte durch DULLO (1983). Er definiert 10 Mikrofaziestypen (Abb. 37), die zur Wiederholung hier kurz erläutert werden. Angaben zur Mikrofazies beziehen sich vorwiegend auf diese Arbeit.
Für den Steinbruch "FENK" werden von DULLO alle Mikrofaziestypen mit Ausnahme der Foraminiferen - Algen - Mollusken - Fazies angeführt.

Harter, splittriger Leithakalk in bioklastischer - Rhodolithen -Schutt - Fazies und Foraminiferen - Rhodolithen - Schutt - Fazies wurde wiederholt als "Riffkalk" bezeichnet

download unter www.biologiezentrum.at

(z.B. KOLLMANN, 1965). Anhäufungen von Rhodolithen zeigen mitunter eine deutliche Erhebung über den umgebenden Meeresboden (bis 30 Meter im Wildon Member) Die Algen - Onkoide bilden kein starres Riffgerüst. Sie sind nicht sessil, sondern werden von Stürmen bewegt und gewendet. Leithakalk ohne gerüstbildende Korallen kann daher nicht als als "Riffkalk" bezeichnet werden (s. BRAITHWAITE, 1973; GEISTER, 1983).
Die Korallenvorkommen im Sausal und von Retznei umfassen Korallengemeinschaften, Korallenrasen und selten echte Korallenriffe (Nomenklatur nach GEISTER, 1983).

Als neutrale Bezeichnung für Leithakalkvorkommen bietet sich "Biostrom" bzw., wo ein ausgeprägtes Relief vorhanden ist, "Bioherm" an.

9.4.1.1. MIKROFAZIES

1.) Bioklastische Algen - Schutt - Fazies (Wackestones, Floatstones) (Abb. 38)
Abgebrochene Aste globularer und säuliger Rhodolithen in mikritischer Matrix sind für diesen Mikrofaziestyp kennzeichnend. Ihr Anteil beträgt 45 % . Bioklasten (= nicht bestimmbare Fragmente unterschiedlicher Organismen mit ursprünglich aragonitischer Schalenmineralogie) sind relativ häufig (7 %), andere Organismen von untergeordneter Bedeutung.
Sie entspricht der "algal branch packstone facies" und teilweise der "algal debris wackestone facies" im Miozän von Malta (BOSENCE & PEDLEY, 1982), bzw. der "organodetrital facies" des Heilig - Kreuz - Gebirges (Polen) (STUDENCKI, 1988).

2.) Bioklastische Rhodolithen - Schutt - Facies (Floatstones)
Sie unterscheidet sich vom vorgenannten Faziestyp durch das häufige Auftreten von vollständigen Rhodolithen (30 %).

download unter www.biologiezentrum.at

3.) Bioklastische Algen - Mollusken - Fazies (Floatstones)
Sie entspricht in Wesentlichen der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies. Als Unterscheidungsmerkmal treten vorwiegend laminierte Rhodolithen, die einen Kern aus Molluskenschalen (meist Bivalven) besitzen, auf.
DULLO nimmt ein Environment erhöhter Wasserenergie an, das ein gleichmäßiges, laminares Umwachsen der Muschelschalen durch Corallinaceen ermöglicht.

4.) Bioklasten - Fazies (Wackestones, Packstones)
Feinkörnige, sparitische Bioklasten (25 %), die sich auf Korallen oder Mollusken zurückführen lassen, charakterisieren das ansonsten monoton wirkende Schliffbild.

5.) Korallen - Bryozoen - Baffiestone - Fazies
DULLO unterscheidet drei Haupttypen von autochthonen Sedimentfängen:

* Stöcke von *Tarbellastraea reussiana* (in Lebensgemeinschaft mit *Ceratoconcha*, gelegentlich mit dünnen Corallinaceen - Kusten). In den Zwickeln findet sich Bioklastengrus in mikritischer Grundmasse.

* Strauchförmige *Porites* - Kolonien, oft von kugeligen Bryozoen oder dünnen, laminaren Corallinaceen - Krusten überwachsen. Daneben kommen feinkörnige Bioklasten, ästige Algen - Fragmente und (umkrustete) Molluskenschalen vor.

* Strauchförmige Bryozoen fungieren als Sedimentfänger. Gröbere Corallinaceen - Äste überwiegen gegenüber den Bioklasten.

6.) Foraminiferen - Algen - Mollusken - Fazies (Rudstones)
Dieser Mirkofaziestyp unterscheidet sich von der bioklastischen Algen - Mollusken - Fazies durch eine sparitische Zementation und ein häufigeres Vorkommen von Algenschutt und Foraminiferen.

download unter www.biologiezentrum.at

7.) Pflaster - Fazies (Rudstones)

Vollständige Rhodolithen (31 %) und Corallinaceen - Debris (30 %), die nur schwach zementiert sind, kennzeichnen diese Fazies. Andere Faunenelemente sind selten.

Das "rhodolithe pavement" von Malta (BOSENCE & PEDLEY, 1982) kann nicht mit der Pflaster - Fazies gleichgesetzt werden, da in letzterer eine mikritische Matrix fehlt.

8.) Foraminiferen - Rhodolithen - Schutt - Fazies (Rudstones)

Sie unterscheidet sich von der Pflaster - Fazies durch den größeren Anteil an Algenschutt (43 %) auf Kosten der Rhodolithen (18 %). Die Rhodolithen können im Sediment lagig angeordnet sein. Ihr Abstand zueinander ist größer als 10 cm.

9.) Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies (Rudstones - Packstones) (Abb. 39)

Corallinaceen - Bruchstücke von 1 bis 5 mm Größe, sparitisch zementiert, dominieren das Schliffbild (54 %). Neben den Foraminiferen sind die Bryozoen etwas stärker vertreten.

DULLO setzt diesen Typ mit der "algal branch packstone facies" von Malta (BOSENCE & PEDLEY, 1979) gleich. Nach BOSENCE & PEDLEY (1982) besitzt jene allerdings eine mikritische Matrix.

10.) Foraminiferen - Fazies (Grainstones - Packstones)

Foraminiferen dominieren mit 12 % das Schliffbild. Die Corallinaceen - Fragmente erreichen immer noch 44 % . Austern können stellenweise kleine Bänkchen bilden.

Von diesen Mikrofaziestypen konnte DULLO die bioklastische Algen - Schutt - Fazies, die bioklastische Rhodolithen - Schutt - Fazies, die bioklastische Algen - Mollusken - Fazies, die Bioklasten - Fazies und die Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies in dem im Südostteil des Steinbruch Weissenegg aufgenommenen Vergleichsprofil beobachten.

download unter www.biologiezentrum.at

Der Leithakalk in der Steiermark weist stellenweise beträchtliche Änderungen gegenüber den im Wiener Becken erstellten Mikrofaziestypen auf.

* Die Korallen - Bryozoen - Bafflestone - Fazies, wie sie von DULLO beschrieben wurde, tritt in der Steiermark nur untergeordnet auf. Der dritte Typ (bäumchenförmige Bryozoen als Sedimentfänger) konnte nicht beobachtet werden, strauchartig verzweigt *Porites* - Kolonien sind selten.

  Porites bildet entweder flache Krusten oder massige, knollige oder pilzförmige Stöcke und kommt selten alleine vor. Meist tritt sie gemeinsam mit *Tarbellastraea reussiana* auf. *Montastraea oligophylla*, von DULLO überhaupt nicht beobachtet, zählt in der Steiermark zu den Hauptriffbildnern (z.B. Nikolaikapelle / Waldschach; Retznei usw.) Weitere Korallen kommen in exponierten Riffen vor.

  Korallenrasen (strukturelle Riffe mit Ausbildung eines Riffgerüstes, aber ohne nennenswerte Erhebung über die Umgebung) treten im Steirischen Becken - im Gegensatz zum Wiener Becken - häufiger als Korallengemeinschaften auf (Nomenklatur nach GEISTER, 1983).

* Gesteine mit *Porites sp.* in kleinen, massigen, kugeligen Kolonien oder incrustierend, aber ohne andere Korallen, werden, da kein sedimentfangendes Gerüst ausgebildet ist, nicht der Korallen - Bryozoen - Bafflestone - Fazies zugerechnet. Das Sediment entspricht, abgesehen von den Korallen, der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies.
  Verbreitung: Steinbruch Retznei: oberste Leithakalkbänke im "Hauptstock".

* Bioklastische Porites - Rhodolithen - Pflaster - Fazies (Rudstones):
  Das Gestein besteht, analog der Pflaster - Fazies, aus

download unter www.biologiezentrum.at

dicht gelagerten Rhodolithen von maximal 10 Zentimeter Durchmesser. Unterscheidungsmerkmal ist das relativ häufige Auftreten von kleinen, massigen, kugeligen *Porites* - Kolonien, die fast immer von Corallinaceen umkrustet sind, sowie eine mikritische Grundmasse (Mikrit & Biogene). Der Zementationsgrad ist gering. Sie unterscheidet sich von der zuvor genannten Fazies durch den geringeren Anteil an Matrix.
Im Gelände konnten folgende Verteilungen beobachtet werden:

Rhodolithen:	25 - 50 %
Porites:	20 - 40 %
"Matrix":	30 - 35 %

Dieser Typ kann am ehesten mit dem "Rhodolith Pavement" von Malta (BOSENCE & PEDLEY, 1982) oder des Heilig Kreuz Gebirges (Polen) (STUDENCKI, 1988) verglichen werden, wenngleich jene Vorkommen keine *Porites* - Kolonien enthalten.
Verbreitung: Steinbruch Retznei, Basisentwicklung.

* Die Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies im Sinne von DULLO ist durch das häufige Auftreten von Algen - Schutt und eine sparitische Zementation gekennzeichnet. Die astförmigen Corallinaceen - Fragmente werden auf das Zerbrechen ästiger Rhodolithen zurückgeführt.

In einer im Arbeitsgebiet beobachteten Varietät dieses Mikrofaziestypus dominieren Fragmente von incrustierenden (und seltener bäumchenförmigen) Corallinaceen (meist *Lithophyllum sp.*). Sie bildeten ca. 0.5 mm dicke Krusten auf dem Sediment, bestehend aus einem coaxialen Hypothallus und einem wenige Zelllagen dicken, nur einseitig entwickelten Perithallus. Diese wurden durch high - energy - events in ca. 2 -5 mm lange Fragmente zerbrochen (Abb. 40). Bruchstücke von Rhodolithen sind selten, ebenso Foraminiferen. Das Sediment weist geringen siliziklastischen Einfluß auf.

download unter www.biologiezentrum.at

Incrustierende Corallinaceen auf weichem Substrat sind Anzeiger für extreme Ruhigwasserbereiche (während incrustierende Corallinaceen auf Hartsubstrat starke Wasserenergie indizieren). Einige stärker gebogene Bruchstücke weisen auf die (ehemalige) Existenz von Boxwork - Rhodolithen (BOSENCE, 1983a), entstanden durch das seltene Umwenden der Algenkrusten, hin. Das geschützte Environment wurde (periodisch ?) von Stürmen überarbeitet.
Dieser Mikrofaziestypus kann in Bezug auf die Allocheme (nicht aber auf die Grundmasse) mit dem "Algal Crust Packstone" von Malta (BOSENCE & PEDLEY, 1982) verglichen werden.

Vorkommen: Tongrube Wagna

Zusammensetzung (500 Punkte):

Fragmente incrustierender Corallinaceen	46.4 %
Fragmente ästiger Corallinaceen	3.2 %
Echinodermaten	1.0 %
Mollusken	0.8 %
Bryozoen	1.0 %
Foraminiferen	5.6 %
Sparit	38.4 %
Siliziklastika	3.6 %

* Eine Varietät der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies enthält Boxwork - Rhodolithen anstelle der sonst üblichen lamellaren und columnaren Typen (Abb. 41). Sie bildet meist schon im Gelände erkennbare, wenige Zentimeter mächtige Lagen innerhalb von Kalken der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies s. str. und weist meist einen erhöhten Mergelgehalt auf.

Dieser Mikrofaziestyp wird als Indikator für ein geschütztes Environment mit reduzierter Wasserenergie bzw. für größere Wassertiefe angesehen.

download unter www.biologiezentrum.at

Er kann mit dem "Crustose Algal Marl" oder dem "Algal Debris Wackestone" von Malta (BOSENCE & PEDLEY; 1982) verglichen werden.

Vorkommen: Steinbruch Retznei

* Siliziklastische Heterosteginen Fazies (Grainstones) (Abb. 42)

Diese Fazies ist durch das häufige Auftreten von Heterosteginen (*Heterostegina cf. papyracea gigantea*) und Siliziklastika (Sandfraktion, gelegentlich aber auch Gerölle bis 2 Zentimeter Durchmesser) gekennzeichnet. Mitunter kommen Bryozoen - Stöcke vor. Algenschutt ist selten, ebenso andere Allocheme.

Vorkommen: Graßnitzberg

Zusammensetzung (3 Proben, je 500 Punkte):

	Durchschn.	Streuung	m.Bryozoen
Corallinaceenschutt	4.1 %	2.2 - 5.4 %	9.6 %
Echinodermaten	1.8 %	0.8 - 2.4 %	2.0 %
Mollusken	1.4 %	0.4 - 2.4 %	0.4 %
Bryozoen	4.7 %	0.4 - 13.0 %	26.0 %
Foraminiferen	25.0 %	21.8 - 26.8 %	11.0 %
Bioklasten	3.7 %	2.0 - 6.8 %	1.6 %
Mikrit	7.7 %	2.6 - 15.0 %	11.2 %
Sparit	40.0 %	37.0 - 43.2 %	25.2 %
Siliziklastika	11.6 %	8.6 - 15.4 %	13.0 %

Siliziklastika (200 Körner):

Quarz	62.0 %	
Quarz, polykristallin	11.5 %	
lithische Komponenten	8.0 %	
Feldspat	2.0 %	
Glimmer	4.0 %	
Schwerminerale	12.5 %	(vorwiegend Granat)

download unter www.biologiezentrum.at

* Bioklastische Foraminiferen - Fazies (Wackestones - Packstones)

Planktonische Foraminiferen in einer ehemals mikritischen, rekristallisierten Grundmasse (Mikrosparit) prägen das Schliffbild. Umkristallisierte Mollusken - und Ostracoden - Schalen und Bioklasten sind häufig. Corallinaceendebris fehlt (Abb. 43).

Das Sediment wird als Bildung des mittleren bis unteren Sublitoral (n. LIEBAU, 1980) angesehen, wobei die Karbonatsedimentation aus dem angrenzenden Algenbiostrom gegenüber terrigener Tonsedimentation überwiegt.

Vorkommen: Ottenberg

Zusammensetzung (500 Punkte):

Algen - Schutt	0.0 %
Echinodermaten	2.2 %
Mollusken	9.2 %
Bryozoen	5.6 %
planktonische Foraminiferen	9.0 %
benthische Foraminiferen	8.2 %
Serpuliden (Röhren)	0.8 %
Bioklasten	3.2 %
Mikrosparit	56.2 %
Pseudosparit	3.4 %
Glaukonit	2.2 %

* Siliziklastische Leithakalk - Faziestypen (Abb. 44)

Im Verzahnungsgebiet mit der Kreuzberg Formation treten mergelige und sandige Kalke unterschiedlicher Mikrofazies auf. Eine Aufsplitterung ist nicht sinnvoll.

Der Gehalt an Siliziklastika (Sandfraktion) liegt um 10 % , die Grundmasse (Mikrit - Pseudosparit - Ton) macht ca. 50 % der Schliff - Fläche aus. Bryozoen (um 9 %) und Foraminiferen (um 7 %) sind häufiger vertreten, der Gehalt der übrigen Allocheme schwankt zwischen 2 und 5 % .

Vorkommen: südlich Gamlitz

download unter www.biologiezentrum.at

* durch intensive Drucklösung verzerrte Mikrofazies

Typus A:

Das Schliffbild ist geprägt von Corallinaceen - Debris und Heterosteginen in mikritischer Matrix. Der Mikrofaziestyp vermittelt zwischen der bioklastischen Algen - Schutt - Fazies und der siliziklastischen Heterosteginen - Fazies und unterscheidet sich von ersterer durch das Auftreten von *Heterostegina cf. papyracea gigantea*, von letzterer durch das Fehlen von siliziklastischen Komponenten (Abb. 45).

Die Matrix ist teilweise der Drucklösung zum Opfer gefallen und, in geringerem Ausmaß, von Pseudosparit überprägt. Die Algen - Äste sind zum größten Teil durch Drucklösungssuturen begrenzt. Sie nehmen mitunter den gesamten Raum zwischen Heterosteginen und anderen Allochemen ein.

Zonen stärkerer Drucklösung sind wolkig über den gesamten Dünnschliff verteilt.

Vorkommen: Graßnitzberg

Zusammensetzung (2 Schliffe, je 500 Punkte):

Corallinaceen - Debris	28.3 %	23.8 - 32.8 %
Echinodermaten	3.8 %	3.2 - 4.4 %
Mollusken	4.0 %	3.4 - 4.6 %
Bryozoen	7.3 %	3.0 - 11.6 %
Foraminiferen	25.3 %	24.2 - 26.4 %
Bioklasten	2.5 %	2.2 - 2.8 %
Mikrit	26.2 %	24.6 - 27.8 %
Pseudosparit	1.9 %	1.0 - 2.8 %
Siliziklastika	0.7 %	0.0 - 1.4 %

Typus B:

Die Grundmasse ist fast vollständig weggelöst. Schliffbeherrschend sind stark angelöster Algenschutt, Bioklasten (vornehmlich umkristallisierte Molluskenschalen) und Foraminiferen. Die Bioklasten sind parallel zur

download unter www.biologiezentrum.at

Schichtung eingeregelt. Eine Unterscheidung zwischen ihnen und etwaigem (Pseudo-) Sparit zwischen den Komponenten ist nicht immer durchführbar.
Der Algen - Debris ist generell von Drucklösungssäumen umgeben und fungiert als eine "Ersatzgrundmasse".

Unter den Foraminiferen ist *Astigerinata planorbis*, sonst nur selten im Kalk zu finden, ungemein häufig.
Vorkommen: Wurzing: Tafernerbrüche; Stbr. Weissenegg: Schicht "K" nach KOLLMANN (1965)

Schliff 63 (Stbr. Weissenegg) (Abb.46) zeigt einen Übergang von stark durch Drucklösung beanspruchtem Gestein zu weitgehend drucklösungsfreiem. Es werden 4 Zonen unterschieden:

a) Ansammlung von *Astigerinata planorbis*, wenigen anderen Foraminiferen, Echinodermaten - Bruchstücken und wenig Siliziklastika in Sandfraktion. Intensive Drucklösung: wenig Grundmasse, kein Algenschutt, aber reich an Rückstandstonen.

b) Abnahme des Gehalts an Rückstandstonen. Foraminiferen (speziell *Astigerinata planorbis*) dominieren, dazwischen kommen Mikrit und selten Reste von Algen - Fragmenten vor.

c) Foraminiferen, Echinodermaten- und Molluskenschutt in mikritischer Matrix. Kein Algenschutt, aber auch keine Drucklösung.

d) Wie vorher, nur mit Algen - Debris, der im Liegenden geringe Anzeichen von Drucklösung aufweist (= bioklastische Algen - Schutt - Fazies). Der Anteil an Echinodermaten ist überdurchschnittlich hoch. Gegen das Hangende wird der Mikrit durch Pseudosparit überprägt.

download unter www.biologiezentrum.at

Zusammensetzung (je 250 Punkte):

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Corallinaceen - Debris	48.3	0.3	0.9	0.0	29.6	30.0
Echinodermaten	5.1	6.8	9.0	13.6	14.0	8.8
Mollusken	3.6	7.2	4.8	3.2	5.2	3.6
Bryozoen	0.3	0.0	0.6	0.0	0.8	1.2
Foraminiferen	6.6	14.3	17.7	14.8	10.0	8.0
Serpuliden	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
Bioklasten	28.8*	8.4	10.2	9.2	4.0	1.6
Mikrit	0.3	1.5	33.9	56.8	26.2	17.2
(Pseudo-) Sparit	3.9	1.1	6.6	0.0	9.6	29.6
Rückstandstone	0.0	57.8	8,7	0.0	0.0	0.0
Glimmer	0.0	0.7	1.2	0.4	0.0	0.0
Siliziklastika Rest	3.0	1.9	6.3	2.0	0.4	0.0

(1) Wurzing ("Taferner Bruch")

(2) Weissenegg, Schicht "k": Schliff 63, a)

(3) Weissenegg, Schicht "k": Schliff 63, b)

(4) Weissenegg, Schicht "k": Schliff 63, c)

(5) Weissenegg, Schicht "k": Schliff 63, d), liegend

(6) Weissenegg, Schicht "k": Schliff 63, d), hangend

* vorwiegend Molluskenschill

download unter www.biologiezentrum.at

9.4.2. KURZE BEMERKUNGEN ZUR DIAGENESE (nach DULLO, 1983; ergänzt)

Marin phreatische Zone

Die bioklastischen Faziestypen sind durch eine mikritische Grundmasse charakterisiert. Diese kann sowohl mechanisch - sedimentärer (PEDLEY; 1979), als auch diagenetischer (DABRIO et al.; 1981) Natur sein. Der Hauptanteil der Matrix besteht aus peloidalem Mikrit, dessen detritische Genese durch Hohlraumfüllungen (Bohrlöcher, Zwickel), die mitunter ein Geopetalgefüge aufweisen, belegt ist. Die Mikrit - Peloide sind durch chemisch gefällten, randständigen Mg - Calcit zementiert (DULLO; 1983). Strukturloser Mikrit tritt gemeinsam mit Mikrit - Peloiden auf. Dünne Mikritrinden um Allocheme lassen sich auf die Tätigkeit endolithischer Organismen zurückführen.

In den sparitischen Faziestypen weisen Zementbänder aus orientiert mit der c - Achse senkrecht zum Substrat gewachsenen, nadeligen Kristallen auf die frühdiagenetische Zementation hin. Zwischen ihnen und den Allochemen können dünne Mikritrinden auftreten. Zementbänder können, wenn auch nicht so ausgeprägt, auch in den bioklastischen Faziestypen vorkommen.

Phreatische Süßwasserzone

Süßwasserdiagenese führt sowohl zur Lösung von Carbonat, als auch zur Zementation. Nichtselektive Lösung, wie sie auch in der vadosen Zone auftritt, konnte im Arbeitsgebiet nicht gefunden werden. Von den Lösungserscheinungen sind der Mikrit (Gesteinsporosität) und aragonitische Allocheme (Partikelporosität) betroffen. Die Lösungsporen werden durch blockige, gegen das Poreninnere gröber werdende Kristalle gefüllt, die über die alten Strukturen hinweggreifen und diese völlig überprägen können. Septen von Korallen und Molluskenschalen sind oft nur noch an den sie umgebenden Mikritrinden erkennbar.

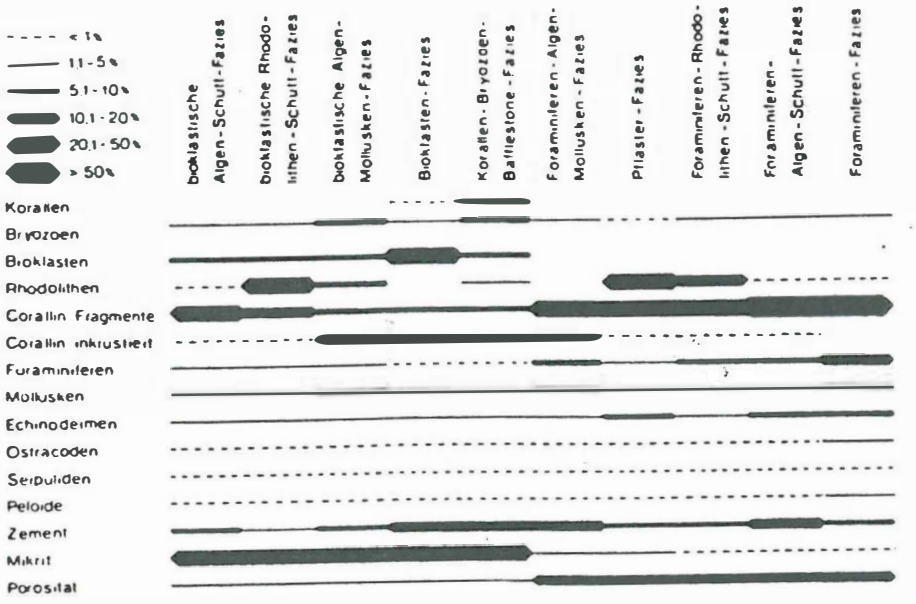
download unter www.biologiezentrum.at

Syntaxialer Rindenzement ist charakteristisch für die phreatische Süßwasserdiagense (LONGMAN, 1980), kann aber auch im marin phreatischen Milieu entstehen (DULLO, 1983).
Die Mikrit - Matrix ist oft von Sammelkristallisation betroffen. Diese führt zu Blockkristallen in einer mikritischen Grundmasse bzw. zu Pseudosparit, der ältere Strukturen verwischt.
DULLO (1983) führt die Foraminiferen - Mikrofaziestypen auf phreatische Süßwasserzementation zurück, während nach PEDLEY (1979) eine sparitische Zementation auch frühdiagenetisch in marin phreatischem Milieu erfolgen kann.

Vadose Zone

Hinweise auf eine Diagense in der vadosen Zone wurden im Arbeitsgebiet selten gefunden. Vadoser Silt beschränkt sich meist auf junge Spalten.
Die Lösung von aragonitischen Komponenten allein kann nicht als Hinweis auf die vadose Zone gewertet werden. Kompaktion in diesem Milieu wurde nicht beobachtet.

download unter www.biologiezentrum.at



Häufigkeit der mikrofaziellen Merkmale in den Faziestypen der Leithakalke.

Abb. 37. aus DULLO (1983)

Abb. 44 Ottenberg Member
Das karbonatisch zementierte Feinkonglomerat ist reich an Algen-, Bryozoen- und Molluskenschutt.

download unter www.biologiezentrum.at

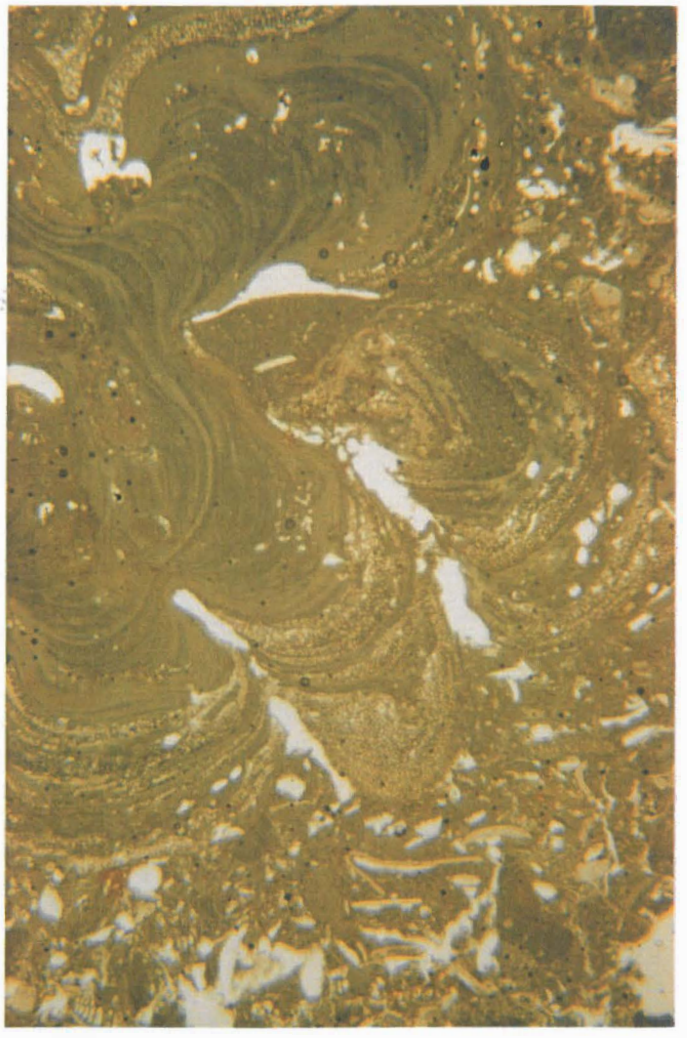


Abb. 38 Bioklastische Rhodolithen - Schutt - Fazies
Die Algen *Lithothamnium sp.* (Corallinaceae) (1) und *Solenomeris sp.* (Solenoporaceae) (2) bilden zusammen einen kleinen Rhodolithen (Durchmesser ca. 13 mm) von säulenförmiger Wuchsform mit dicken Ästen (hochenergetisches Milieu). Der Rhodolith ist - besonders im Zentrum - angebohrt (3), ehemalige Hohlräume zeigen ein Geopetalgefüge (4). Die Grundmasse ist vorwiegend mikritisch, die Umkristallisation von Aragonit zu Calcit ist nur gering.

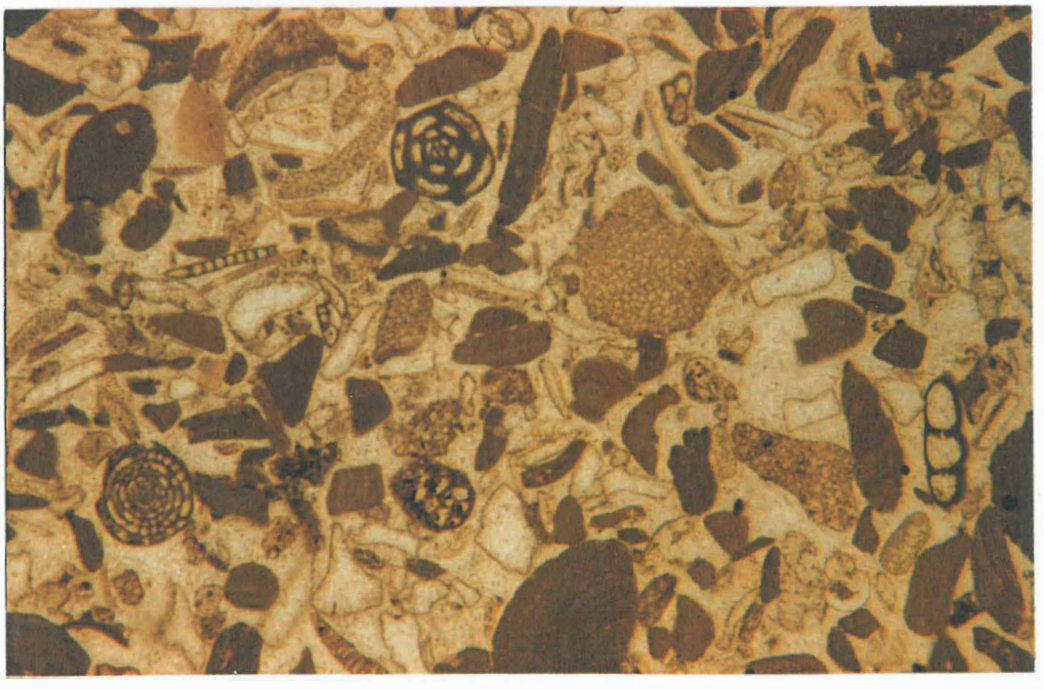


Abb. 39 Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies
Corallinaceen - Debris (1), Foraminiferen [*Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) (2), Milioliden (3)] und Bryozoen (4) sind sparitisch zementiert. Ehemals aragonitische Allocheme sind vollständig rekristallisiert und nur noch an ihrer Mikritrinde zu erkennen (5). (Stbr. Weissenegg, Schicht "v").

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 40 Sonderform der Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies. Der Algenschutt stammt von incrustierenden und bäumchenförmigen Algen. (Ziegelei Wagna).

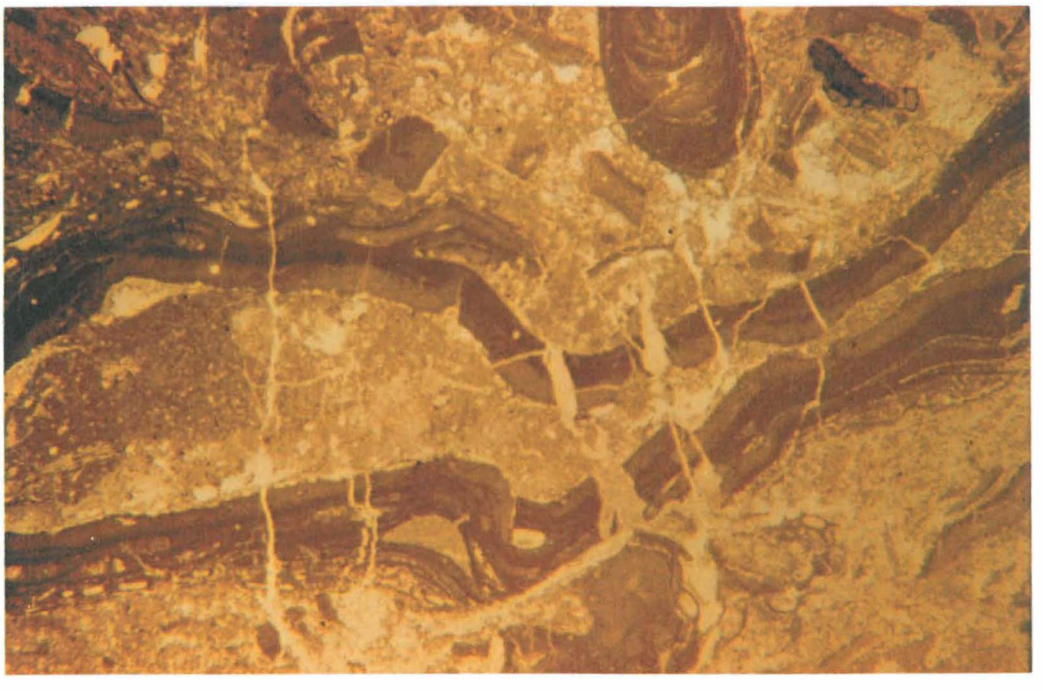


Abb. 41 Stbr. Retznei
Boxwork - Rhodolith

download unter www.biologiezentrum.at

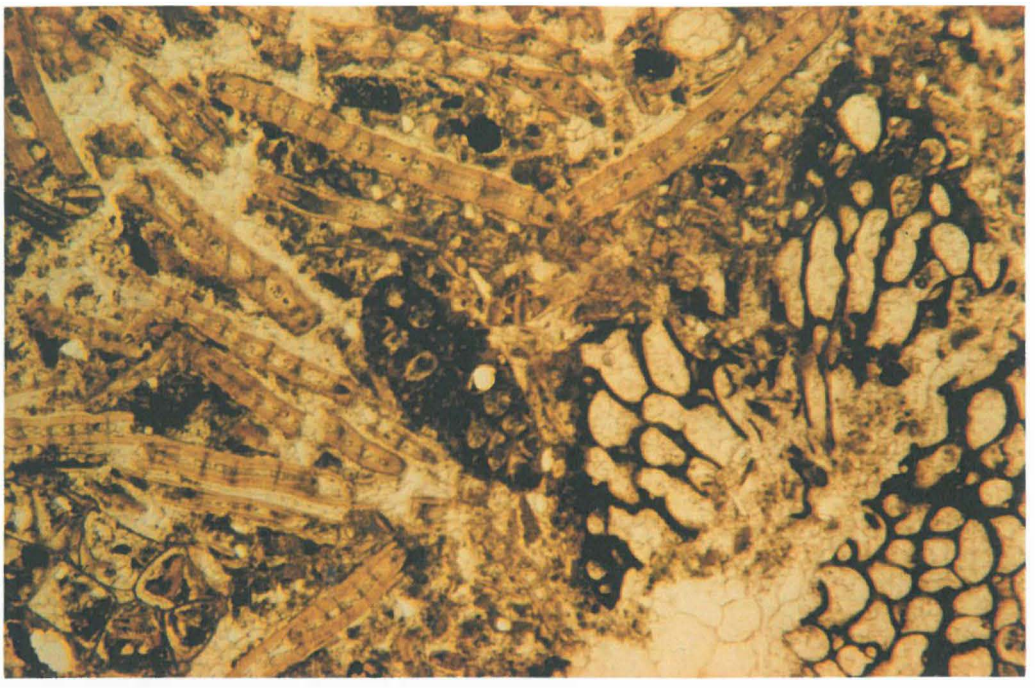


Abb. 42 siliziklastische Heterosteginen - Fazies
Im Graßnitzberg sind *Heterostegina cf. papyracea gigantea* SEGUENZA und Bryozoen die Hauptsedimentlieferanten für einen stark sandigen Leithakalk.

Abb. 43 bioklastische Foraminiferen - Fazies
Planktonische Foraminiferen [*Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN], Molluskenschill und seltener Ostracoden in mikritischer Matrix bilden um Ehrenhausen den Übergang von Leithakalk zu Tonmergeln.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 45 Graßnitzberg
Der Algenschutt zeigt starke Drucklösung (dunkle Säume), die Heterosteginen sind ebenfalls angelöst.

Abb. 46 a Weissenegg NW, Schicht "k"
Der Algenschutt ist größtenteils intensiver Drucklösung zum Opfer gefallen. *Astigerinata planorbis* (d'ORBIGNY) und seltener Elphidien prägen das Schliffbild.

download unter www.biologiezentrum.at

9.4.3. DAS LEITHAKALKAREAL VON WILDON

Die Leithakalkvorkommen vom Wildoner Buchkogel und Schloßberg und der Leithakalkzug von Weissenegg - Afram bildeten zur Zeit des Badenien einen zusammenhängenden Körper. Die Vorkommen von Dexenberg sind in dieser Einheit ebenfalls includiert.

9.4.3.1. AUFSCHLUESSE

Steinbruch Weissenegg

Der stillgelegte Steinbruch Weissenegg der Perlmooser Zementwerke liegt am linken Murufer am Fuße des Kollischberges. Ein alter Versturz trennt ihn in einen Südost-Teil (unterer Bruch bei HILBER, 1913) und einen kleineren Nordwest-Teil (oberer Bruch). Während sich die höheren Partien in beiden Teilen gut korrelieren lassen, weisen die tieferen Partien erhebliche Unterschiede auf. Eine lithologische Beschreibung gibt KOLLMANN (1965) (Abb. 47), eine mikrofazielle Bearbeitung des Südost-Teiles erfolgte durch DULLO (1983). Leider fehlen bei DULLO Verweise auf die Schichtbezeichnungen bei KOLLMANN, sodaß eine Korrelation der Säulenprofile beider Autoren nicht immer befriedigend durchgeführt werden kann.

Im Folgenden werden makroskopische Beschreibung und Mikrofazies gegenübergestellt und ergänzt.

Südost-Teil (Kt. 1/7)

Schicht "a":
Die schräggeschichteten Kalke an der Basis des Südost-Bruches werden von KOLLMANN als "gelblichweiße, weiche, detritäre Nulliporenkalke" und von DULLO als "Corallinaceen Schuttkalke" bezeichnet. Sie sind in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies entwickelt.

Ihr Einfallen beträgt 20· bis 25· gegen Norden bis Nordwesten. Die Basis des Schrägschichtungskörpers ist nicht

download unter www.biologiezentrum.at

aufgeschlossen, der Topbereich ist erosiv gekappt. Einzelne Kalkbänke sind durch Mergellagen getrennt. Alle untersuchten Proben erwiesen sich als Mikrofossil - frei. KOLLMANN konnte eine Foraminiferenfauna der Lagenidenzone nachweisen. Mit Hilfe der Mächtigkeit des Schrägschichtungskörpers kann der Höhenunterschied zwischen dem Algenbiostrom und der siliziklastischen Umgebung mit ca. 15 Meter angegeben werden.

Schicht "b",

von Schrägschichtungskörper "a" durch eine dünne Lage von Amphisteginenmergel (Typische Leithakalkfauna, Probe WA04) getennt, wird von KOLLMANN als "harter, gewachsener, dichter Nulliporenkalk" (Text) bzw. als "schmutzigweißer bis gelblichweißer, harter Nulliporen - Riffkalk" bezeichnet. DULLO stellt ihn in die Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies. Nach eigenen Beobachtungen ist auch die Foraminiferen - Rhodolithen - Schutt - Fazies vertreten.

Schicht "b" bildet keine durchgehende Bank, sondern ist in einzelne, linsenförmige Körper aufgegliedert, die durch Amphisteginenmergel voneinander getrennt sind (Abb. 48). Die Mergel sind fein laminiert, die Foraminiferen (speziell *Amphistegina hauerina* und die Elphidien) zeigen eine deutliche Einregelung parallel zur Oberfläche der Leithakalk - Knollen. Weniger widerstandsfähige Foraminiferen sind zerbrochen. Repräsentative Foraminiferenfaunen können lediglich aus den Zwickeln zwischen den Kalkkörpern gewonnen werden. Der Amphisteginenmergel zeigt keine lithologischen Unterschiede liegend und hangend der Leithakalk - Knollen.

Vergleichbare Bildungen treten in allen bearbeiteten Leithakalk - Vorkommen in unterschiedlicher Ausbildung auf. WINKLER-HERMADEN (1939a: 80) führt sie auf submarine Rutschungen zurück, welche ein ausgeprägtes Relief voraussetzen würden. Ein solches ist nur in wenigen Fällen vorhanden. Einer Entstehung durch Boudinierung wird hier der Vorzug gegeben.

download unter www.biologiezentrum.at

Voraussetzung ist eine Wechsellagerung von Mergel und dünnen Kalkbänken, deren Mächtigkeit lateral stark schwankt. Die Überlagerung führt zu einem ungleich stärkeren Seitendruck im Mergel als im Kalk. Der Mergel wird ausgequetscht, die dabei entstehenden Spannungen führen zum Zerbrechen der (früh-) diagenetisch zementierten Kalkbänke. Gleichzeitig wird Amphisteginenmergel in die Zwickel eingeschmiert. Die Foraminiferen werden zerstört bzw. eingeregelt.

Schicht "c",

von KOLLMANN als "grauer, knollig-bankiger Nulliporenmergelkalk mit linsigen Zwischenlagen von weichem Amphisteginenmergel" bezeichnet, umfasst nach DULLO Gesteine der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies, der bioklastischen Algen - Schutt - Fazies und der Bioklasten - Fazies.

Schicht "c", "d" und "e" lassen sich nur annäherungsweise mit den Angaben zur Mikrofazies bei DULLO korrelieren.

Schicht "d" (KOLLMANN: "gelblichweißer, harter, gewachsener Nulliporen-Riffkalk mit Makrofossilabdrücken") ist der bioklastischen Rhodolithen - Schutt - Fazies zuzuordnen. *Borelis melo* ist Anzeiger für flaches Wasser.

Es folgen graue, stark mergelige Kalke in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies und bioklastischer Algen - Schutt - Fazies (Schicht "e" nach KOLLMANN: "grauer bis grünlichgrauer, bankig-knolliger Nulliporenkalkmergel mit Ästchen und Zerreibsel von Nulliporen und unregelmäßig-linsigen Zwischenlagen von Amphisteginenmergel"), die mit dünnen Bändern von Amphisteginenmergel wechsellagern. Bryozoen sind häufig. *Heterostegina costata* stellt dieses Schichtglied in die Sandschalerzone.

In einer Kalkbank ist die bioklstische Algen - Mollusken - Fazies vertreten.

download unter www.biologiezentrum.at

Schichtglied "e" erlaubt als einziges die Gewinnung ganzer Rhodolithen. Sie sind vorwiegend sphäroidal, mit einem geringen Trend zu ellipsoidalen und discoidalen Formen (Abb. 50). Bei einigen kleinen Rhodolithen, deren S/L - Verhältnis nahe 0.9 liegt, ist die Form durch einen kugeligen Bryozoenstock als Kern vorgegeben. Die Größe der Rhodolithen hat keinen Einfluß auf die Form.
Die Rhodolithen zeigen keinen eigentlichen Kern, sondern sind mit mergeligem Kalk (Mikrit) gefüllt. Sie zeigen laminare und columnare Wuchsform. Ästige Formen und incrustierende Corallinaceen (mit Ausnahme von Algenkrusten um Bryozoenstöcke) fehlen. Größere Rhodolithen sind angebohrt. Die Rhodolithen sind meist monospezifisch.

Die Rhodolithen entstanden in überwiegend ruhigem Milieu. Die Algen bildeten in einer ersten Phase dünne Krusten auf dem Sediment. Diese wurden durch High - Energy - Events losgerissen und umgewendet. Eine wiederholte Umlagerung ermöglichte allseitiges Wachstum (Abb. 51).

Als Bildungsenvironment wird ein Ruhigwasserbereich größerer Wassertiefe, der periodisch stärkeren Stürmen ausgesetzt war, angenommen. Die Foraminiferenfauna weist auf eine Tiefe zwischen 30 und 50 Meter hin (HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987).

Schicht "f"
(KOLLMANN: "gelblichweißer, harter, gewachsener Nulliporen- Riffkalk") entwickelt sich aus Schicht "e" durch Abnahme des Mergelgehaltes. Sie ist basal in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies entwickelt und zeigt gegen das Hangende Übergänge zur Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies. Vereinzelt treten Rhodolithen auf.

Schicht "f" bildet das Liefergebiet für die jüngere Schutthalde "v" im Nordwest-Bruch. *Borelis melo* weist auf flaches Wasser hin.

download unter www.biologiezentrum.at

Hangend dazu wird die Leithakalksedimentation durch eine Sandbarre (Schicht "g" und "h") und Amphisteginenmergel ("i", Probe WI01) unterbrochen (s. Kap. 9.3.1.).
Die darüber folgende Kalkbank "k" (KOLLMANN: "hellgelbgrauer, sehr harter, splittrig brechender, dichter Nulliporen-Riffkalk") ist in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies ausgebildet. Gelegentlich finden sich kleine Rhodolithen. Eine primäre, ± horizontale Spalte ist mit Mikrit und sehr feinen Allochemen verfüllt (Siebwirkung des überlagernden Algenschutts) (Abb. 52).

Zwischengelagerte Amphisteginenmergel führen eine typische Leithakalkfauna ohne biostratigraphische Indikatoren.

Der oberste Abschnitt des Steinbruches ist wiederum siliziklastisch entwickelt (s. Kap. 9.3.1.). Am Top ist neuerlich eine Kalkbank eingeschaltet. Sie ist in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelten Rhodolithen ausgebildet.

Nordwest - Teil (Kt. 1/6):

Der nordwestliche Teil des Steinbruches unterscheidet sich grundlegend von der eben besprochenen Abfolge. Prägendes Element ist die jüngere Schutthalde "v" (Abb. 53). Sie beinhaltet Kalke in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies ("gelblichweißer, haldengeschichteter, detritärer Kalksandstein" bei KOLLMANN).

Den von WINKLER-HERMADEN (1939) angeführten Kriterien für die Strandhalden - Natur von Schichtkomplex "v" kann eine Kornvergröberung gegen die Basis innerhalb einer Bank angefügt werden.
Die höheren Anteile von "v" zeigen einen kontinuierlichen Übergang zu den knolligen und horizontal geschichteten Kalken von "f". Mitunter treten Rutschstrukturen auf (Abb. 49; Grenzbereich "v"/"f"). Der Höhenunterschied zum

download unter www.biologiezentrum.at

siliziklastischen Umfeld betrug etwa 30 Meter. Bevorzugtes Algenwachstum über der Strandhalde führte nach deren Inaktivierung zu einem Reliefausgleich.
Die einzelnen Bänke von "v" sind am Fuß des Schrägschichtungskörpers durch Amphisteginenmergel getrennt, die am Top weitgehend fehlen. Eine rasche frühdiagenetische Zementation verhinderte das Abrutschen des Algenschutts auf dem Mergel. Kompaktion infolge Sedimentüberlagerung führte zur Ausquetschung des Mergels und zu Relativbewegungen einzelner, bereits zementierter Bänke zueinander, welche die Foraminiferen zerstörten. Sie sind durch Harnischstriemungen belegt. Spärlicher Muschelschill, Fischzähne und selten schlecht erhaltene Elphidien bezeugen den ehemaligen Mikrofossilreichtum dieser Mergelbänder.

Äquivalente der Schichten "a" bis "e", von KOLLMANN an der Basis des Steinbruches beschrieben, sind heute von Schuttmaterial verdeckt.

Schicht "f" zeigt keine signifikanten Unterschiede zum Südost - Teil.

Schicht "k" enthält basal einen sehr feinkörnigen Kalk in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies mit stellenweise erhöhtem Anteil an detritischen Glimmern. Einige mergelige Partien mit einem großen Anteil von *Astigerinata planorbis* zeigen intensive Drucklösung (s. Kap. 9.4.1.1.). Die höheren Anteile von "k" sind in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies ausgebildet und entsprechen der Entwicklung im Südost - Teil.

Straßenprofil Kollischberg (Abb. 55, Kt. 1/8):
An der Straße Auen - Kollischberg ist die südöstliche Fortsetzung des Leithakalkes von Weissenegg aufgeschlossen. Eine Korrelation mit den Schichtgliedern nach KOLLMANN ist aufgrund der teilweise schlechten Aufschlußverhältnisse und lateraler Faziesänderungen nicht möglich.

download unter www.biologiezentrum.at

Harte, splittrige Kalke wechseln mit mergeligem bis stark mergeligem Leithakalk. Bänder von Amphisteginenmergel bis 10 Zentimeter Mächtigkeit sind in unregelmäßigen Abständen eingeschaltet.
Die Kalke sind in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies und bioklastischer Algen - Schutt - Fazies , seltener in bioklastischer Algen - Mollusken - Fazies und Bioklasten - Fazies ausgebildet. Sparitisch zementierte Kalke fehlen.

In den mergeligen Kalken an der Basis kommen selten Einzelkorallen vor. In zwei stark mergeligen Horizonten wurde *Heterostegina costata* angetroffen. Sie ist für die Obere Lagenidenzone und die Sandschalerzone charakteristisch. Andere leitende Foraminiferen fehlen. Der Aufschluß ist, in Analogie zu Weissenegg, in die Sandschalerzone zu stellen.

Wurzing (Kt. 1/9):
In einem Straßenanriß und einer kleinen Steinentnahme im Wald ist der Leithakalk in Korallen - (Bryozoen) - Bafflestone - Fazies ausgebildet. Die etwa 1 Meter mächtige Bank läßt sich lateral nicht weiter verfolgen.

Die Korallengemeinschaft (sensu GEISTER, 1983) umfasst die Stockkorallen *Tarbellastraea sp.*, *Montastraea sp.* und *Porites sp.* sowie Einzelkorallen, teilweise in Lebensstellung. Diese sind von Rotalgen (*Solenomeris sp.* und Corallinaceae: *Lithophyllum sp.*, *Mesophyllum sp.* und *Archaeolithothamnium sp.*) umkrustet. Korallen und Rotalgen sind nicht selten angebohrt. Die Füllungen der Hohlräume zeigen ein Geopetalgefüge.

Die Korallenstöcke wurden durch Süßwasserdiagenese, besonders im Zentrum, stark angelöst. Die Hohlräume sind mit Calcit - Kristallen ausgekleidet oder gänzlich verfüllt.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Mollusken sind durch Steinkerne von *Conus sp.* und Pectiniden, sowie Ostreen vertreten.
Gemeinsam mit den Korallen treten Crustaceen (*Dynomene emiliae, Actaea turcocampestris, Daira speciosa* und *Xantho moldavicus*) auf (FRIEBE, 1987). *Actaea turcocampestris* und *Dynomene emiliae* sind auf das untere und mittlere Badenien beschränkt (MÜLLER, 1984). Die Lagenidenzone kann nach Vergleichen mit Leithakalkvorkommen der weiteren Umgebung des Aufschlusses ausgeschlossen werden, der Aufschluß ist in die Sandschalerzone zu stellen. Diese Crustaceenfauna ist typisch für Korallenriffe bei einer Wassertiefe von weniger als 10 Metern, normal marinen Salinitätsbedingungen und warmem Klima (MÜLLER, 1984).

Taferner Brüche, Wurzing (Kt. 1/10,11):
Die beiden aufgelassenen Steinbrüche zeigen Abfolgen die dem Straßenprofil Kollischberg vergleichbar sind. Harte, splittrige Kalke in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies wechseln mit stark mergeligen Kalken (bioklastische Algen - Schutt - Fazies und Amphisteginenmergeln (Abb. 56 & 57). Letztere führen eine typische Leithakalkfauna der Sandschalerzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone und selten Ostreen [östlicher Taferner Bruch: *Pycnodonta squarrosa* (SERR.)].

Calcitneubildungen in Klüften und jungen Lösungshohlräumen sind häufig.

KOLLMANN (1965) parallelisiert den westlichen Taferner Bruch mit der höchsten Kalkbank, den östlichen Taferner Bruch mit der Hauptmasse des Leithakalks in Weissenegg. Die einheitliche Foraminiferenfauna und die Aufschlußverhältnisse lassen keine Überprüfung dieser Annahme zu.

Steinbruch Afram (Fa. Mörz) (Kt. 1/12):
Der aufgelassene Steinbruch zeigt keine wesentlichen Unterschiede zu den vorigen Aufschlüssen. Schlecht gebankter, massiger Leithakalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies wird von besser gebanktem

download unter www.biologiezentrum.at

Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies überlagert. Stellenweise kommen isolierte Stöcke von *Tarbellastraea sp.* vor.
Amphisteginen"mergel" aus den basalen Anteilen des Steinbruches sind sehr sandig (Proben AM01, AM02). Die Foraminiferenfauna wird von diversen Elphidien und *Cibicides lobatulus* dominiert, Amphisteginen und andere Foraminiferen sind selten.

Bohrungen FHKW Mellach der STEWEAG (Kt. 1/5):
Erkundungsbohrungen für das FHKW Mellach der STEWEAG durchörterten zwei Leithakalkhorizonte (Bohrung W5, Abb. 29; umgezeichnet und ergänzt nach dem Bohrprotokoll der STEWEAG, Bearbeiter Dr.MÖRTH)

Die obere Kalkbank ist der bioklastischen Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies zuzurechnen. Sie ist stellenweise mergelig ausgebildet.

Die tiefere Bank zerfällt in zwei Teilbereiche. Ihr höherer Abschnitt ist in (Foraminiferen -) Algen - Schutt - Fazies ausgebildet. Der Anteil an Foraminiferen ist gering (Elphidien, *Amphistegina, Heterostegina*). Der Algenschutt ist kaum kleiner als 3 mm.

Das Gestein weist eine intensive Süßwasserdiagenese auf. Die Komponenten sind von einem palisadenartigen Zementsaum umgeben, die Zwickel wurden mit phreatischen Süßwasserkristallen verfüllt. Mikrit ist in Spuren in rekristallisierten Serpuliden - Röhren erhalten, welche von Bryozoen und Corallinaceen umkrustet sind (Abb. 54).

Eine etwa 10 Zentimeter mächtige Lage von Amphisteginenmergel trennt diesen Mikrofaziestyp von stark mergeligem Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies im Liegenden. In unregelmäßigen Abständen sind weitere Mergelbänder eingeschaltet. Sie führen eine Leithakalkfauna der Lagenidenzone.

download unter www.biologiezentrum.at

Bohrung W6 (Abb. 30) durchörterte eine Kalkbank in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies. Der Algendebris erreicht hier kaum Korngrößen über 2 mm.
Die in den übrigen Bohrungen angetroffene Kalkbank ist in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies entwickelt. Sie fällt analog der Hauptmasse des Leithakalks flach (ca. 5·) gegen Norden bis Nordosten ein.

Bohrungen Dillach der STEWEAG (Kt. 1/4):

Im Jahre 1984 wurden in Dillach nördlich Schloß Weissenegg von der STEWEAG Erkundungsbohrungen abgeteuft. Sie durchörterten Sedimente der Buliminien - Bolivinen - Zone und der Verarmungszone.

Die Bohrungen FA3, FA4, FA6 und FA7 (Abb. 58 bis 62) zeigen einen regen Wechsel zwischen Leithakalk und Tonmergeln. Die Kalke entsprechen den obersten Bänken im Steinbruch Weissenegg. Sie sind in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies ausgebildet und sind zum Teil stark mergelig. Einzelne Bänke keilen gegen Westen rasch aus. Die Foraminiferenfaunen der Zwischenmergel lieferten keine eindeutigen Kriterien für eine altersmäßige Einstufung. Im Vergleich mit dem Steinbruch Weissenegg werden sie in die Buliminen - Bolivinen - Zone gestellt. Die höchsten Kalkbänke werden von Sanden und Kiesen der Eckwirt Formation überlagert.

Der in Bohrung FA5 (Abb. 60) erbohrte Leithakalk kann mit Schicht "K" in Weissenegg parallelisiert werden.

Der Leithakalk oberhalb des "Zwischenpaketes" (= Schicht "l" und "m"; KOLLMANN, 1965) greift, obwohl einzelne Bänke lateral rasch auskeilen können, als Ganzes weit nach Norden vor. Die nördlichsten Kalkbänke (stark mergelige bioklastische Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelt Rhodolithen) wurden bei Schloß Turmhof beobachtet, wo sie unter die Muralluvionen abtauchen bzw. im Steilabfall zur Mur von

download unter www.biologiezentrum.at

Sanden und Kiesen der Eckwirt Formation überlagert werden. Im Südosten reicht der oberste Kalk bis ins Stiefingtal. Die Hauptmasse des Leithakalkes östlich der Mur liegt zwischen Schloß Weissenegg und Afram.

Die gesamte Entwicklung zeigt ein flaches Einfallen (ca. 5°) gegen Nordnordosten.

Das Auskeilen des LeithakalkKörpers gegen Osten und sein Abtauchen unter Talniveau bei Schloß Turmhof, im Erabachtal und Wurzingbachtal und bei Sukdull veranlassten WINKLER-HERMADEN (1951b) zur Annahme eines "Wildoner Bruches", der von Kalsdorf bis Afram - St.Georgen a.d.Stiefing streichen soll, und eines südlichen Parallelbruches. Beide Störungen konnten im Gelände nicht nachgewiesen werden.

Südhang Wildoner Schloßberg (Abb. 33, Kt. 2/3)

Ein Aufschluß am Südhang des Wildoner Schloßberges zeigt den Grenzbereich zwischen den Siliziklastika der Weissenegg Formation und dem Leithakalk.

Kiesiger Grobsandstein wird von tonig-sandigem Silt überlagert, der durch Zunahme des Foraminiferen - Gehaltes kontinuierlich in Amphisteginenmergel übergeht. Es folgt ein zunächst mergeliger, dann reiner Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies. Die Kalkbänke sind durch Amphisteginenmergel getrennt.

In der tiefsten Mergellage sind Milioliden in überdurchschnittlich hoher Zahl vertreten (Tab. 8 : Probe SB10). Gleichzeitig kommt Algenschutt vor. Die anderen Mergellagen führen die übliche Leithakalkfauna.
Uvigerina venusta venusta (Probe SB11) und *Heterostegina costata* stellen den Aufschluß in die Sandschalerzone.

Wildoner Schloßberg

Am Wildoner Schloßberg wurde der Leithakalk in großen

download unter www.biologiezentrum.at

Steinbrüchen als Baustein gewonnen.
Die tieferen Anteile sind hier in sehr feinkörniger Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies ausgebildet ("Aflenzer Stein").
Es folgt eine mächtige Abfolge von mergeligem, flaserigem Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies. Eine Bankung ist nur angedeutet. Der hangendste Bereich ist durch Wurzeln stark zerlegt.

Ein kleiner Abbruch an der Westseite des Schloßberges führt ebenfalls Kalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies. Er ist knollig zerbrochen, die einzelnen Kalkkörper sind aber nicht allseitig von Amphisteginenmergel umgeben. Die Mergel sind ausgequetscht und in die Zwickel eingeschmiert (Abb. 63). Sie führen neben einer der typischen Leithakalkfauna (Probe SB91) kleine Pectiniden und Ostreen.

Der Leithakalk wird von einer ca. 90 Zentimeter mächtig aufgeschlossenen Sandbank (Probe SB04) überlagert. Der Sand ist glimmerreich und fein laminiert. Er führt weder Mikro- noch Makrofossilien.

Hangend dazu (durch eine Aufschlußlücke getrennt), bereits innerhalb der Burg, stehen Blöcke von Leithakalk in bioklastischer Algen - Mollusken - Fazies mit Ostreen und Pectiniden an. Der Anteil an Rhodolithen (bis 5 Zentimeter Durchmesser) nimmt gegen das Hangende zu.

Korallen, von ROLLE (1856) erwähnt, wurden nicht gefunden.

Wildoner Buchkogel, Steinbruch St. Margarethen (Kt. 2/4):
Der aufgelassene Steinbruch oberhalb St. Margarethen zeigt eine Abfolge von (stark) mergeligem Leithakalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies. Einen Ausschnitt daraus zeigt Abb. 64. Die Foraminiferenfaunen aus den Zwischenmergeln führen keine stratigraphisch verwertbaren Formen. Der Aufschluß wird, in Analogie zum

download unter www.biologiezentrum.at

Schloßberg und zu Weissenegg in die Sandschalerzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone gestellt.
Sandige Zwischenlagen konnten am Wildoner Buchkogel nicht beobachtet werden, sind aber bei ROLLE (1856) und TOULA (1882) im Hangenden des Steinbruchs erwähnt.

Wildoner Buchkogel (Kt. 2/5):
Ein aufgelassener Steinbruch südlich des Gipfels des Buchkogels führt Kalke in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies. Die zwischen 20 und 60 Zentimeter mächtigen Bänke sind durch stark mergeligen, laminierten Kalk voneinander getrennt. Amphisteginenmergel fehlen.

Treffling (Kt. 2/6):
An der Pipeline - Trasse nordwestlich Treffling steht in ca. 370 Meter Seehöhe stark sandiger, gelbbrauner Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit gelegentlich kleinen Rhodolithen bis 2 Zentimeter Durchmesser an. Diese Bank gehört nicht zur Hauptmasse des Leithakalkes des Wildoner Buchkogels, sondern ist den liegenden Siliziklastika eingeschaltet. Sie läßt sich mehr morphologisch als durch Lesesteine bis ca. 200 Meter nordwestlich Punkt 400 Meter Seehöhe verfolgen.

Eine zweite Bank befindet sich in ca. 420 Meter Seehöhe (Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies und bioklastische Algen - Schutt - Fazies), eine weitere (bioklastische Algen - Schutt - Fazies mit Resten von Boxwork - Rhodolithen) in ca. 360 Meter Seehöhe. Beide lassen sich nur morphologisch und über Lesesteine verfolgen.

Die drei Kalkbänke sind durch Feinsande voneinander getrennt. Sie lassen sich im Gelände nicht weit verfolgen und keilen weiter gegen Nordwesten bzw. Osten aus. Foraminiferenfunde stellen sie in die obere Lagenidenzone.

Lechenberg (Kt. 2/7):
In einer Baugrube war Leithakalk in bioklastischer Algen

download unter www.biologiezentrum.at

und Rhodolithen - Schutt - Fazies aufgeschlossen. Die einzelnen Bänke sind etwa 20 bis 30 Zentimeter mächtig. Ihr Mergelgehalt kann innerhalb einer Bank stark schwanken. Der Leithakalk wird von blaugrauem Mergel mit kleinen Pectiniden und Ostreen und braunen Amphisteginenmergeln in Wechsellagerung überlagert (Abb. 65).
Im Aushubmaterial wurden Seeigel (*Clypeaster sp.*), Gastropoden, große Pectiniden, Ostreen, stark rekristalliserte Korallen, Bryozoen und *Heterostegina costata* gefunden.

Die Foraminiferenfauna beinhaltet neben den Leithakalkformen Sandschaler, Lageniden und Uvigerinen, sowie einen hohen Anteil an planktonischen Foraminiferen. Das Benthos läßt keine stratigraphische Einstufung zu, *Uvigerina pygmoides* verweist auf die Lagenidenzone bis Sandschalerzone. Das Plankton enthält keine Hinweise für die Sandschalerzone, *Orbulina suturalis* und *Globigerina regularis* stellen Probe DD16 in die obere Lagenidenzone (Tab. 8).

Der hohe Mergelgehalt und die von der typischen Leithakalkfauna abweichende Foraminiferenassoziation weisen auf etwas tieferes Wasser hin.

9.4.3.2. DISKUSSION UND INTERPRETATION

Im Großraum Wildon treten erste Leithakalkbänke in der oberen Lagenidenzone auf. Nordöstlich der Kainach sind sie gering mächtig und lateral nicht beständig. Ihre Bildung setzt ein vor feinklastischem, terrigenen Input geschütztes Environment voraus. Größere Mächtigkeiten (einige Meter) erreicht der Leithakalk von Dexenberg. Während die basalen Bänke am Wildoner Buchkogel in teilweise sehr flachem Wasser gebildet wurden (primäre Armut der Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies an Mikrit durch Auswaschung des Feinmaterials), deuten der relativ hohe Mergelgehalt, die stellenweise Armut an Algenschutt und die Foraminiferen-

download unter www.biologiezentrum.at

assoziation in Dexenberg auf eine Ablagerung in etwas tieferem Wasser hin.
Die Hauptmasse des Leithakalkes (Wildoner Buchkogel, Schloßberg, Weissenegg) wurde in der Sandschalerzone abgelagert. Stabile Umweltbedingungen förderten ein Algenwachstum über längere Zeit. Phasen starker Anlieferung feinkörnigen, terrigenen Materials durch Änderungen im Strömungsregime waren nur von kurzer Dauer. Während zu Zeiten bevorzugten Algenwachstums wenig Seegras vorhanden war, sind die Amphisteginenmergel Ablagerungen ausgedehnter Seegraswiesen, die als Sedimentfänger und -binder fungierten (ALMASI et al., 1987).

Die Morphologie der Rhodolithen indiziert eine (zumindest periodisch) hohe Wellenenergie. Die Zerstörung der Onkoide resultierte in großen Mengen von Algenschutt.

Ausgeprägtes Korallenwachstum wurde durch die hohe Mobilität des Substrates verhindert. Die gering diverse Begleitfauna besteht aus Organismen, die dem instabilen Algenschutt angepasst waren.

Bohrende Organismen, Serpuliden und wahrscheinlich auch die Austern wählten die Rhodolithen als relativ stabiles Substrat. Viele Leithakalkmollusken lebten zwischen den Rhodolithen und im Algenschutt und waren dem instabilen Untergrund durch ihre Mobilität angepasst. Conus - Arten und *Clypeaster sp.* bevorzugten sandiges Substrat (MANKER & CARTER, 1987).

Dem Algenbioherm war im Norden zwei mal eine Schutthalde (Überguβschichtung) vorgelagert. Der Höhenunterschied zwischen Bioherm und der Umgebung betrug im Maximalfall 30 Meter.

Die ältere Schutthalde "a" wurde durch Abrasion gekappt (Ende einer Regression in der oberen Lagenidenzone). Der darüber folgende Leithakalk gehört einer transgressiven

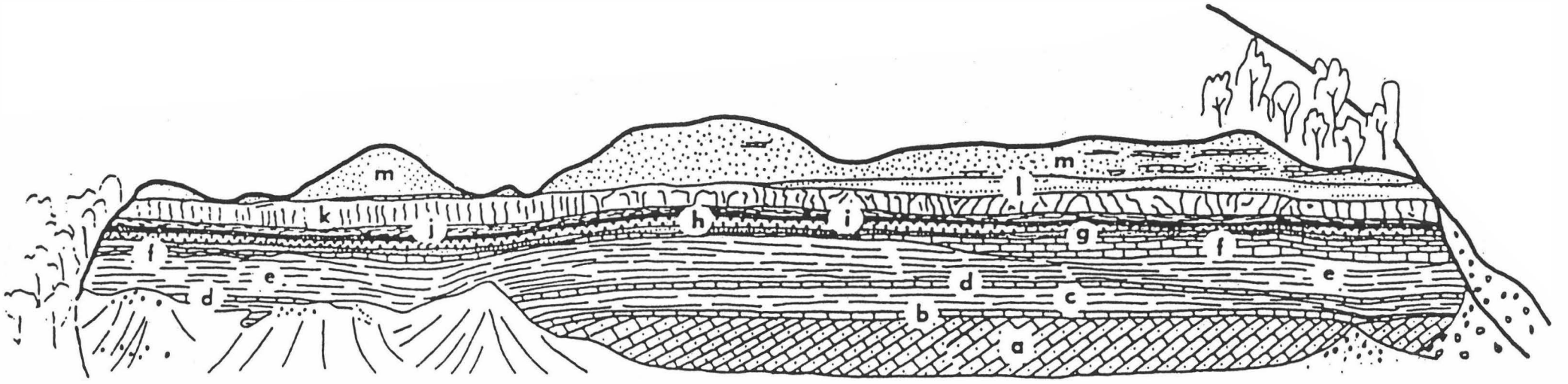
download unter www.biologiezentrum.at

Phase an. Die größte Wassertiefe war mit Schicht "e" erreicht (ca. 30 bis 50 Meter; HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987). Es folgte eine rasche Regression, die die Bildung der jüngeren Schutthalde "v" ermöglichte. Schicht "f" wurde bereits wieder in sehr flachem Wasser abgelagert.
Diese Regression führte zu einem Vorstoß terrigener Sedimente von Norden bis Nordwesten in die Florianer Bucht. Die Leithakalksedimentation ist östlich der Mur zwei mal durch Sandbarren unterbrochen. Am Wildoner Schloßberg konnte eine Sandbank nachgewiesen werden, am Wildoner Buchkogel zeigt die Leithakalkabfolge eine geringfügige Unterbrechung. In der (höheren) Sandschalerzone (?) und in der Buliminen - Bolivinen - Zone war die Wassertiefe nur geringen Schwankungen unterworfen.

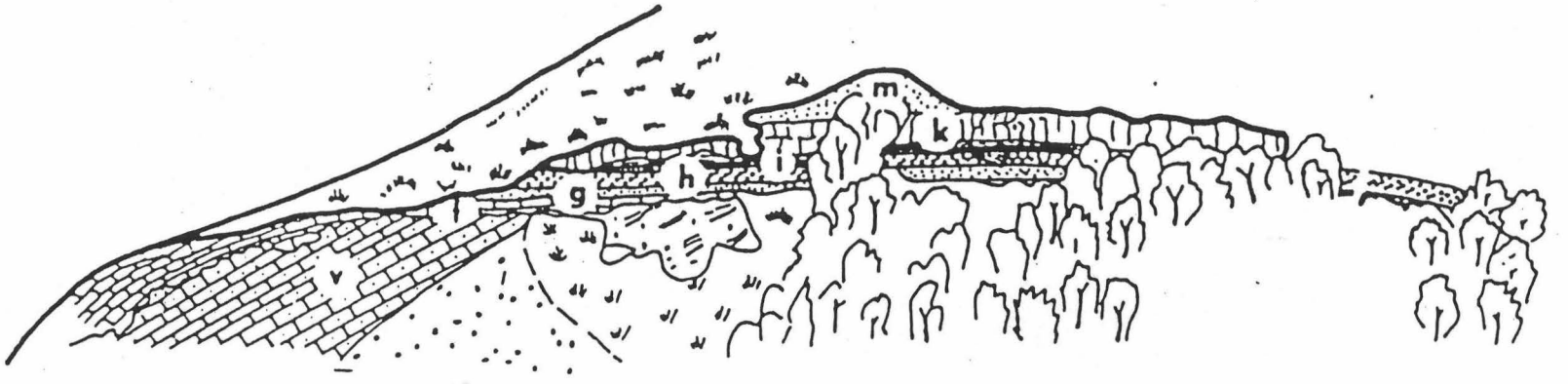
Ein starker Fazieswechsel auf kleinem Raum (Dillach) kündigt die Progradation des Braid Deltas der Eckwirt Formation an.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 47. Steinbruch Weissenegg
Schichtbezeichnungen nach KOLLMANN (1965)



SÜDOST—TEIL



NORDWEST—TEIL

download unter www.biologiezentrum.at

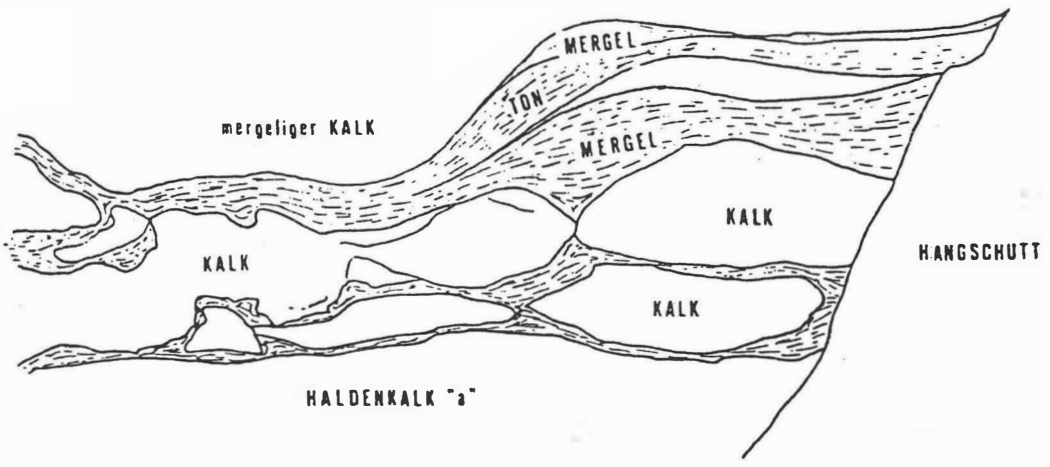
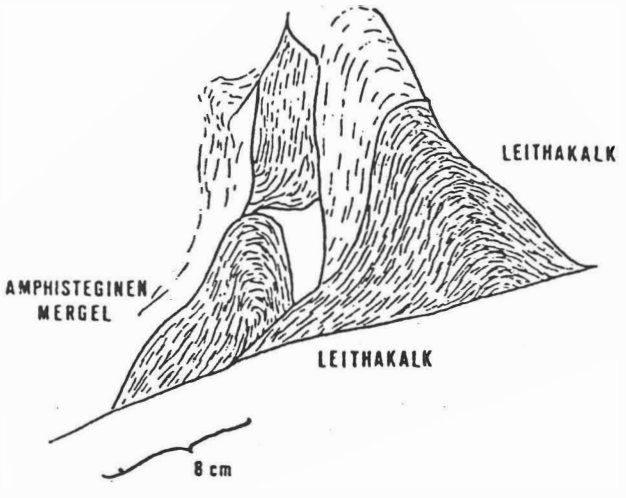


Abb. 48. Steinbruch Weissenegg - SE
Aufschlußskizze: Grenzbereich Schichten "a" / "b"
Boudinierung des Leithakalks durch die Ausquetschung der Amphisteginenmergel im Zuge der Kompaktion.



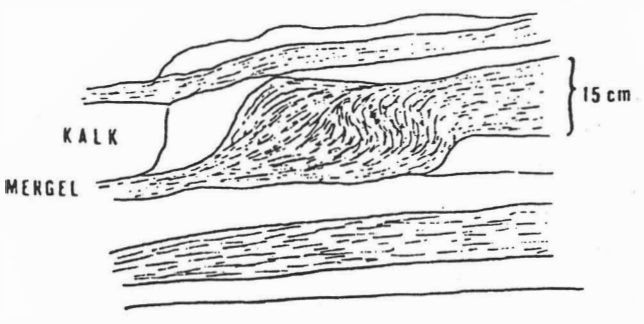


Abb. 49. Steinbruch Weissenegg - NW
Aufschlußskizze: Basis Schicht "f"
Slumpingstrukturen im Hangenden der jüngeren Schutthalde.

download unter www.biologiezentrum.at

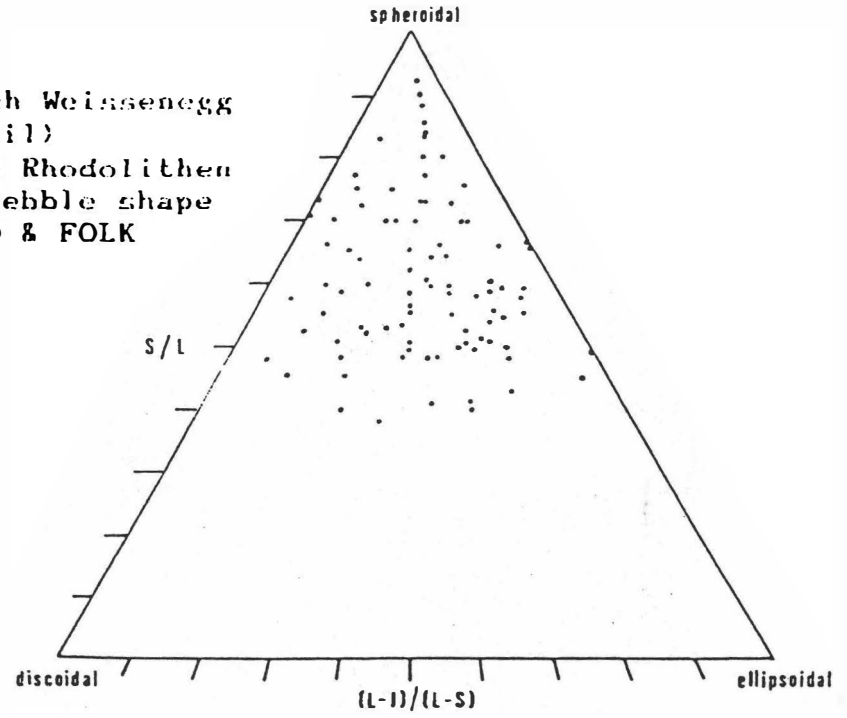


Abb. 50. Steinbruch Weissenegg Schicht "e" (SE Teil) Klassifizierung der Rhodolithen im modifizierten "pebble shape diagram" nach SNEED & FOLK (1958).

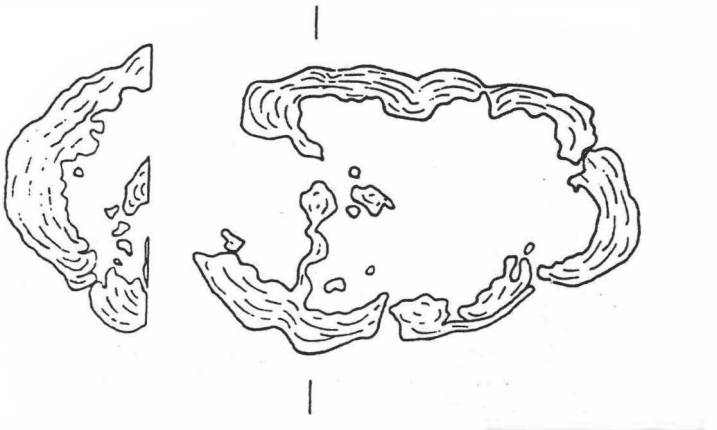
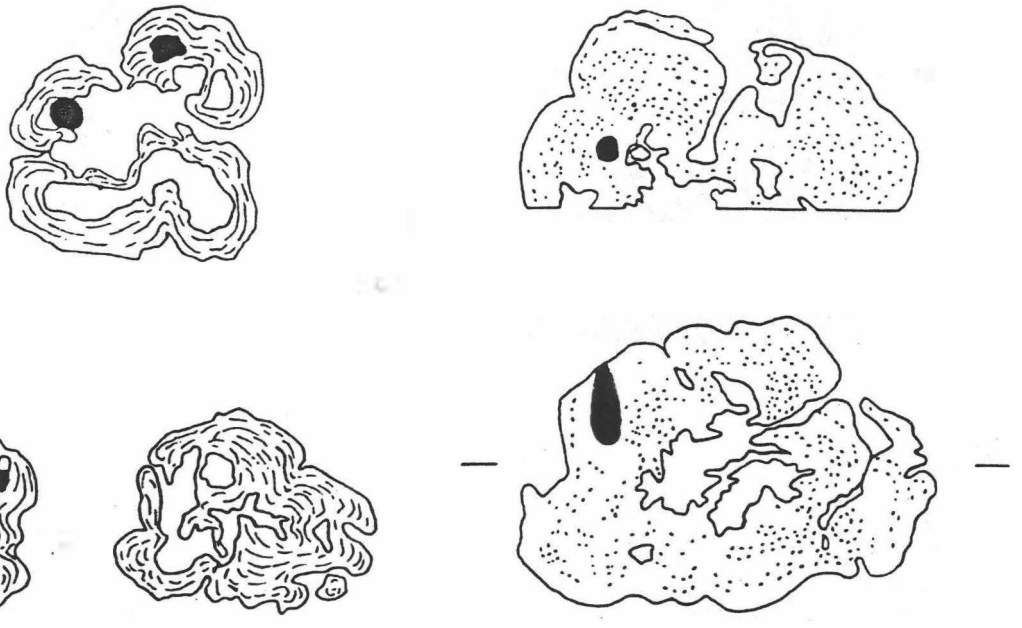


Abb. 51. Steinbruch Weissenegg Schicht "e" (SE-Teil) Rhodolithen - Querschnitte. Die Rhodolithen bildeten sich ohne einen Kern aus losgerissenen und wiederholt umgewendeten Algenkrusten. Balkenlänge: 3 cm.



download unter www.biologiezentrum.at

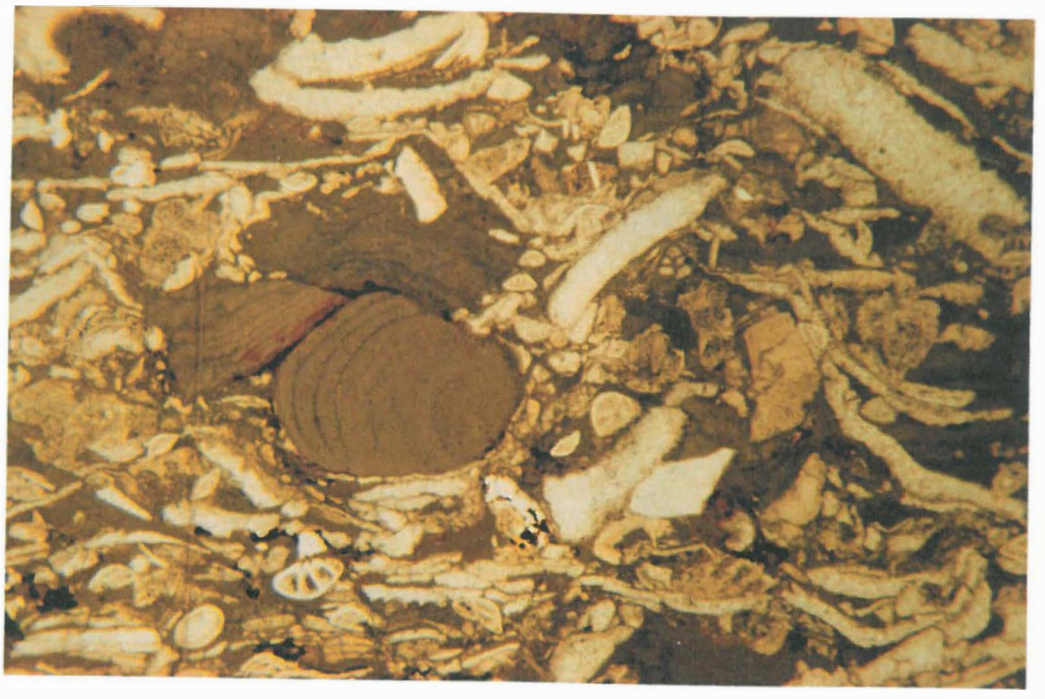


Abb. 46 b Weissenegg NW, Schicht "k"
Beginnende Drucklösung an Algenschutt.

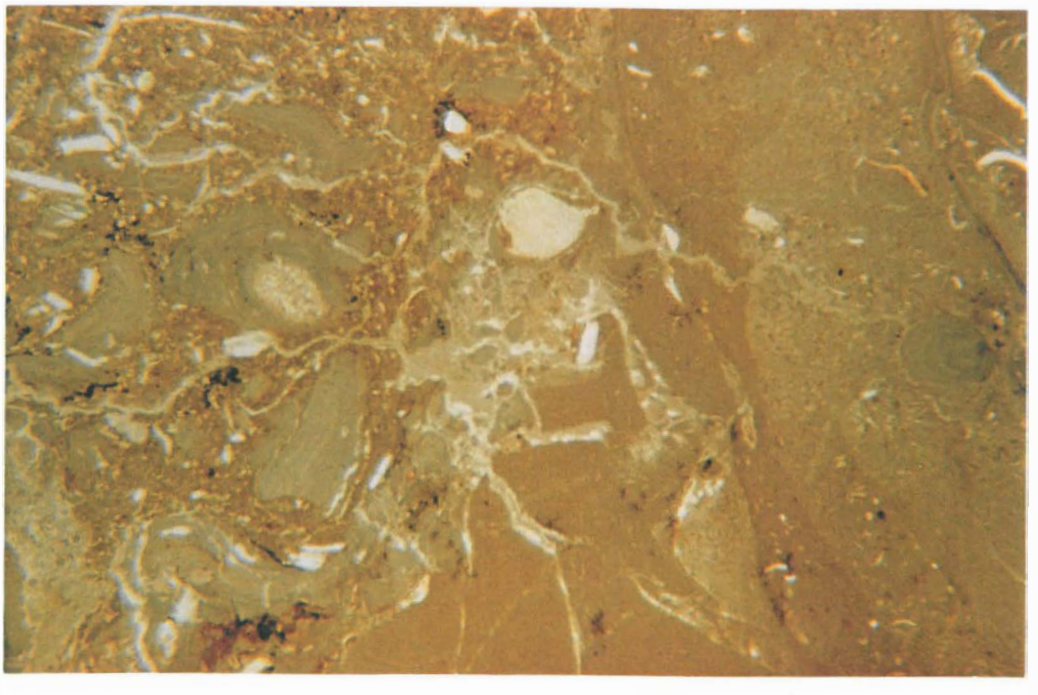


Abb. 52 Weissenegg SE, Schicht "k"
Eine Spalte im Leithakalk (bioklastische Algen - Schutt - Fazies) ist mit Mikrit und spärlichen Allochemen verfüllt.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 53 Weissenegg NW
Die junge Schutthalde "v" wird nach ihrer Inaktivierung vom Schuttkalk "f" überlagert. Darüber unterbricht eine sandige Entwicklung ("g", "h") die Leithakalksedimentation. Bank "k" ist faziell sehr heterogen und weist Partien stärkerer Drucklösung auf (Abb. 46).

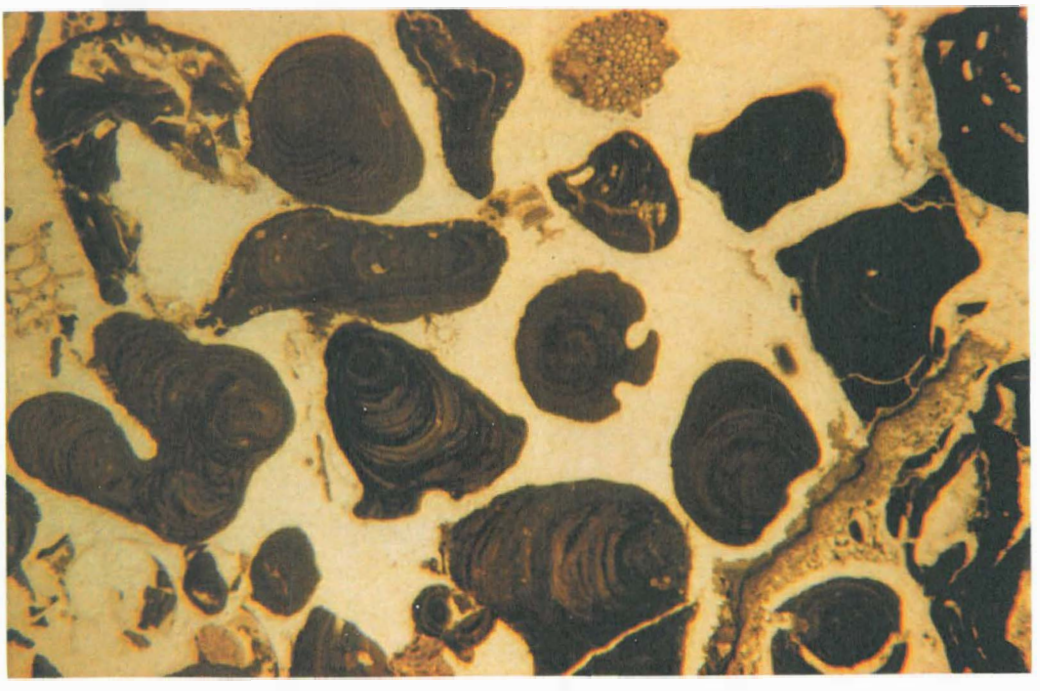


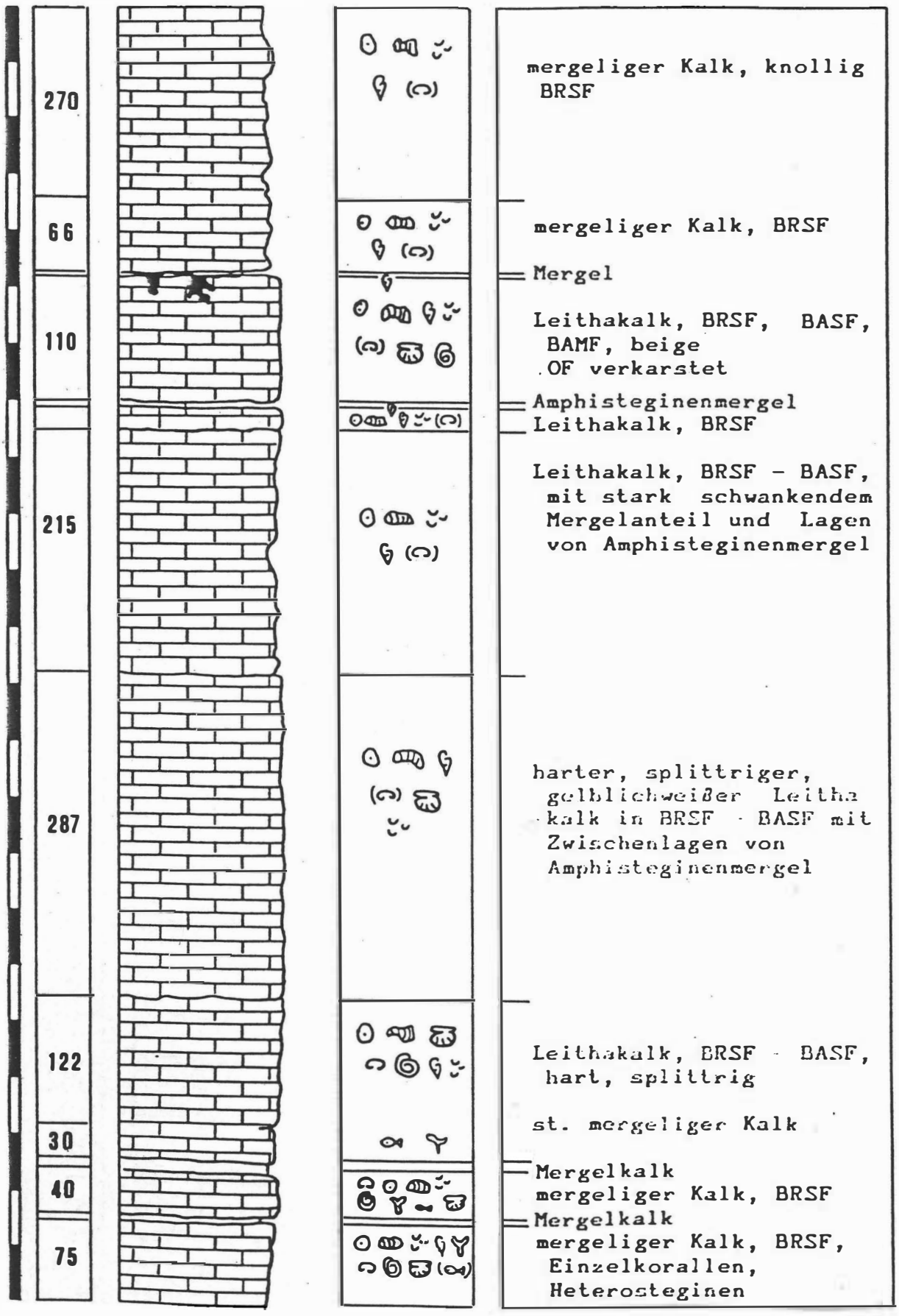
Abb. 54 FHKW Mellach, Bohrung W5
Intensive Süßwasserdiagenese kennzeichnet diesen Algenschuttkalk. Ein jüngerer Riß ist mit vadosem Silt verfüllt.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB.55 a

Straßenprofil Kollischberg (1)

50 cm

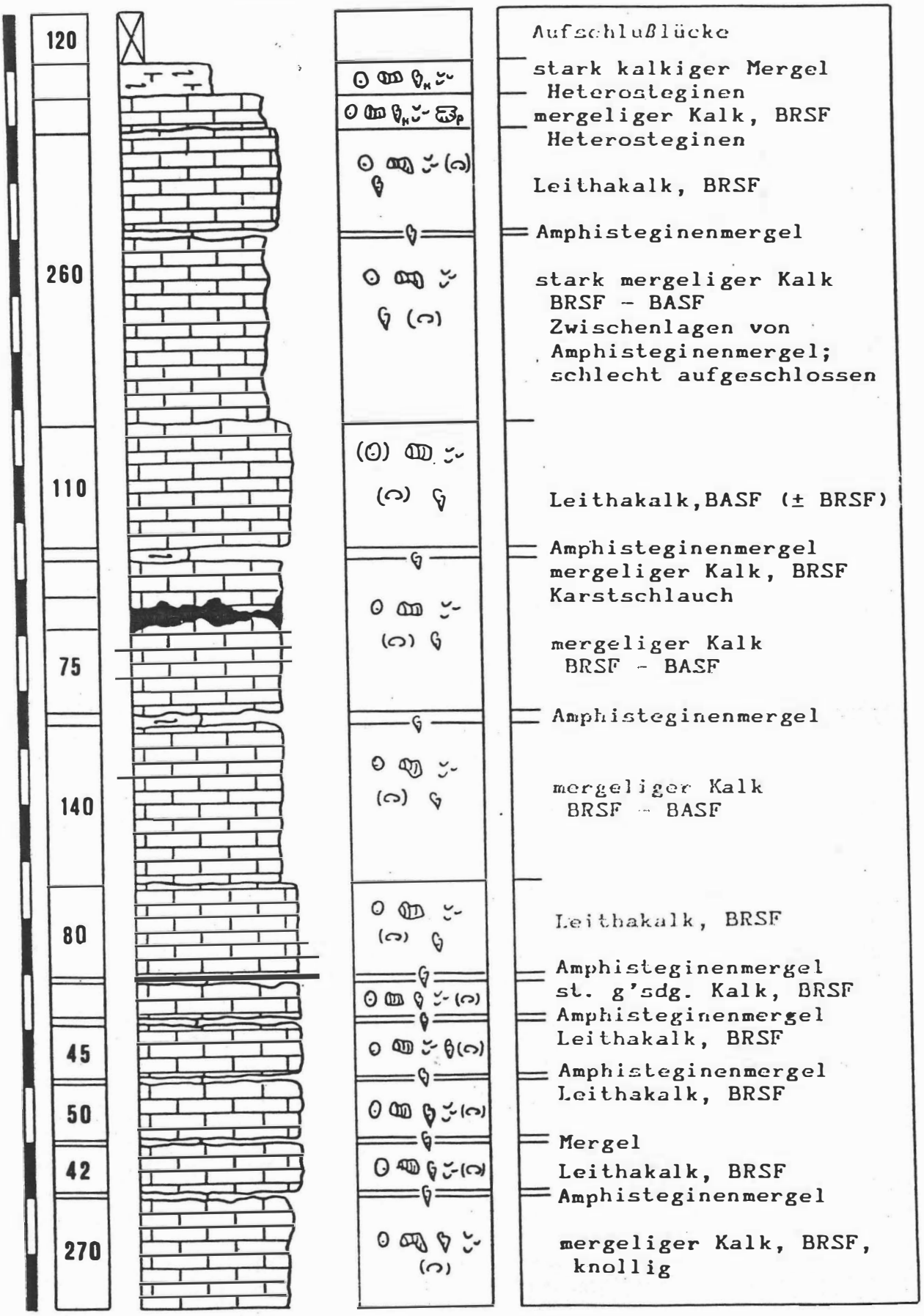


download unter www.biologiezentrum.at

ABB.55 b

Straßenprofil Kollischberg (2)

50 cm

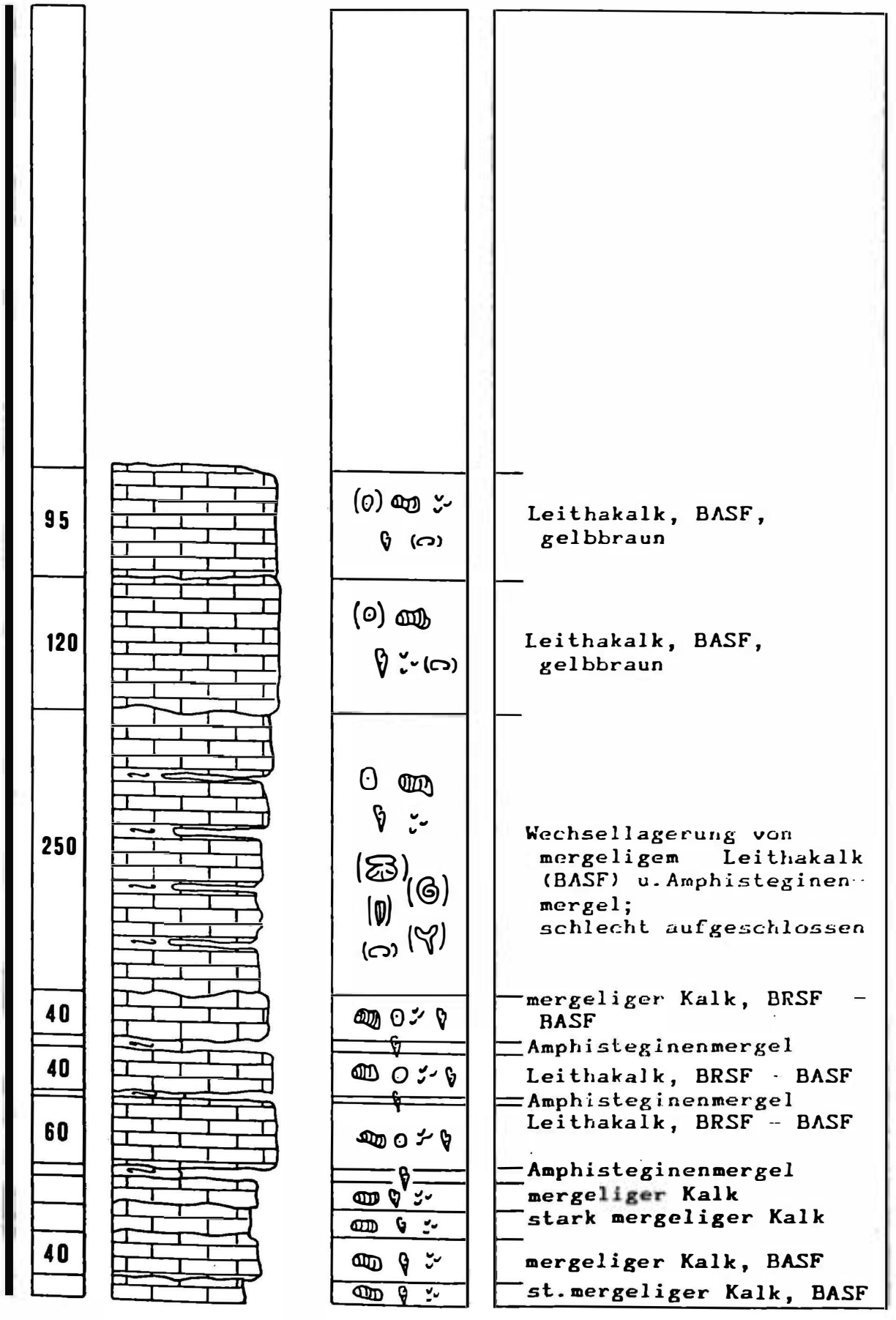


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 55 c

Straßenprofil Kollischberg (3)

50cm

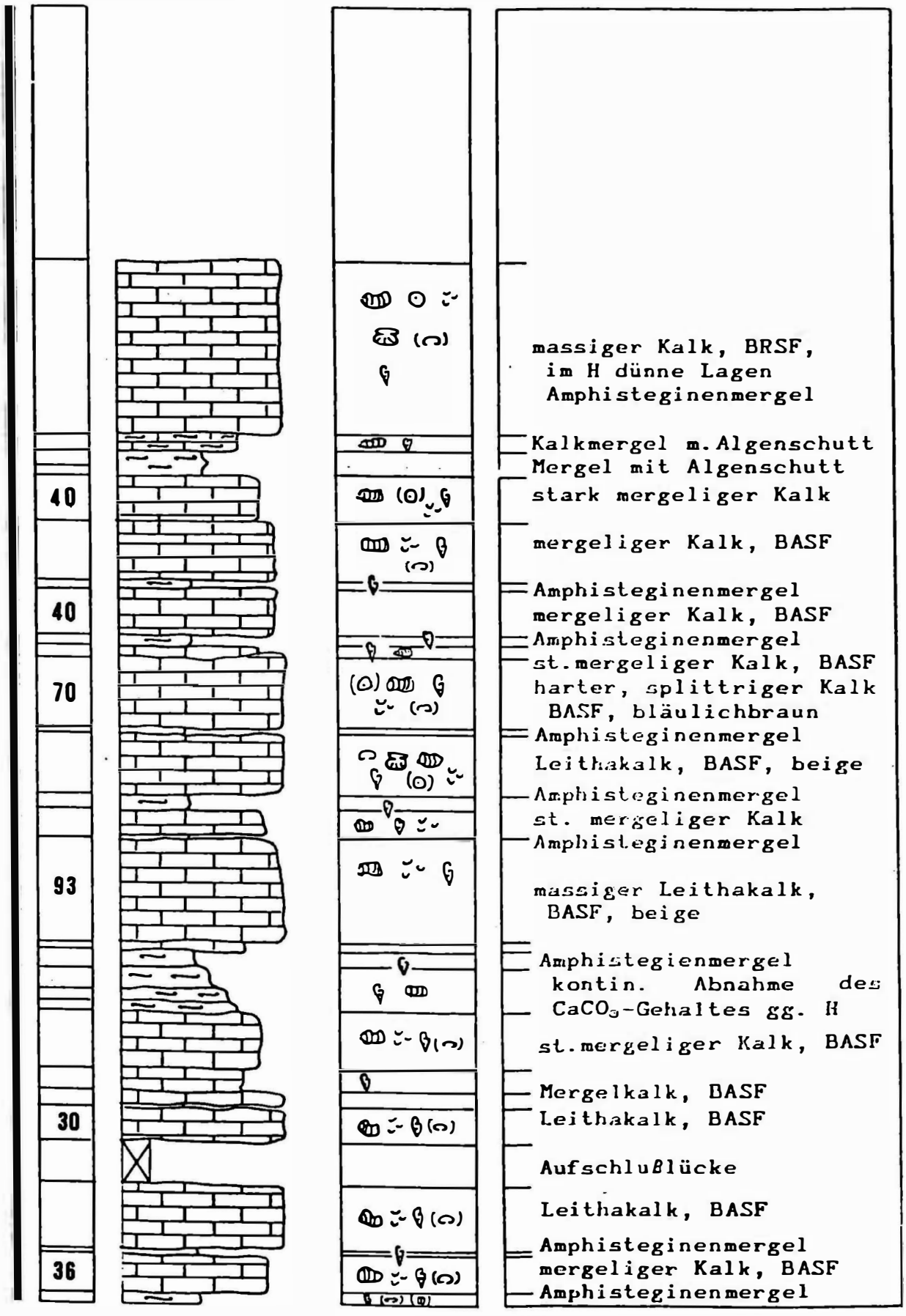


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 56

Tafernerbruch West

50 cm

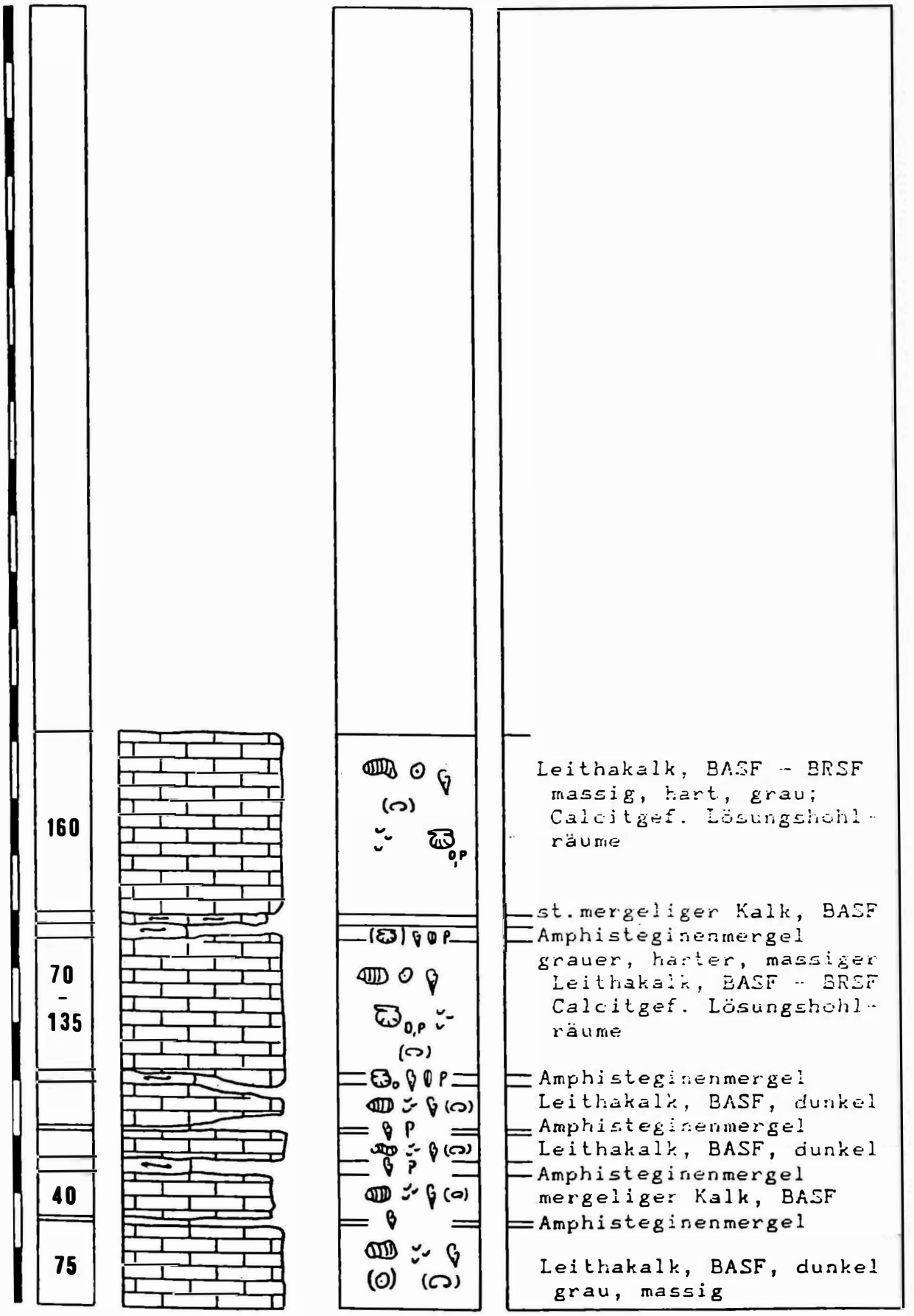


download unter www.biologiezentrum.at

ABB.57

Tafernerbruch Ost

50cm



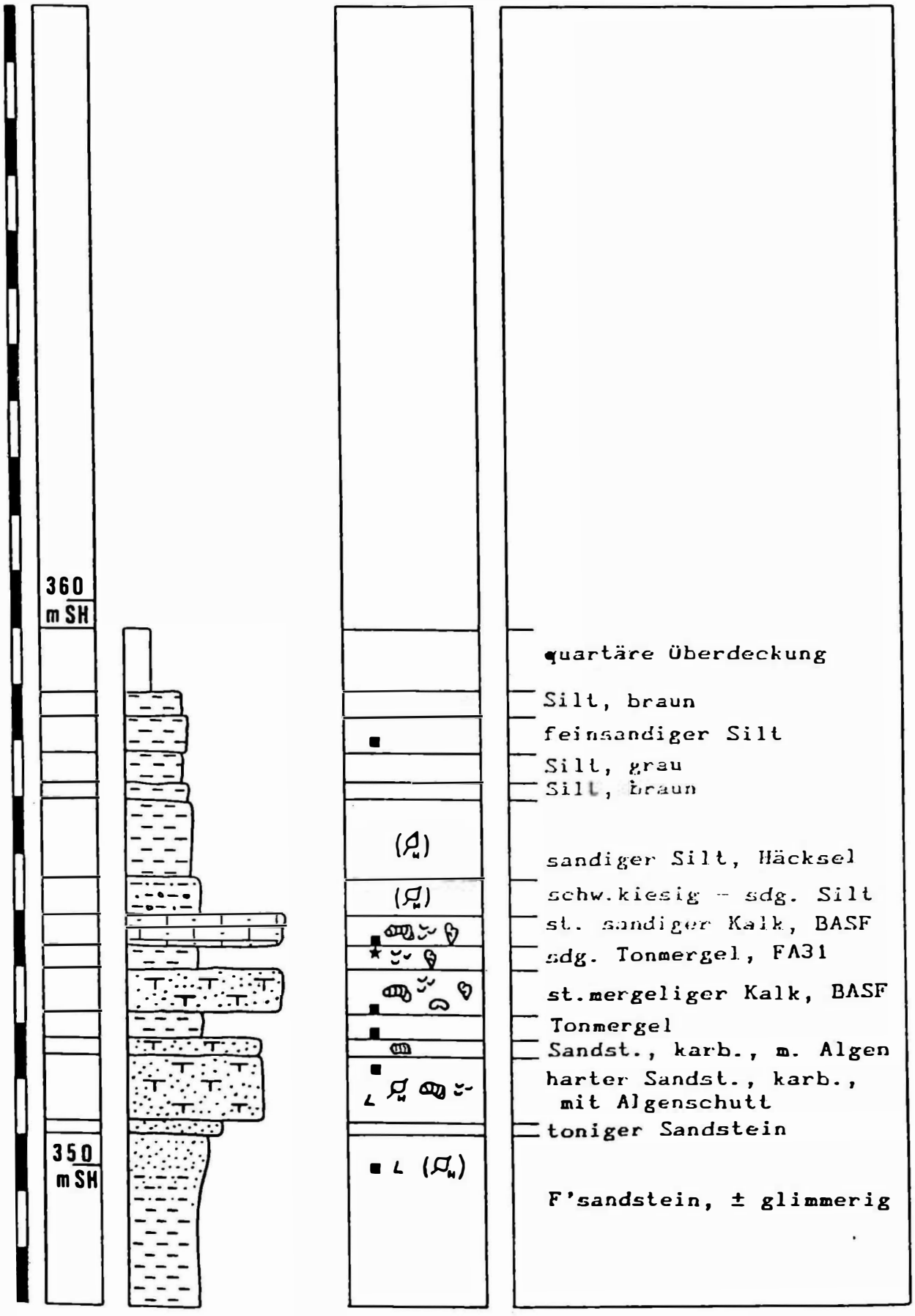
download unter www.biologiezentrum.at

ABB.58

Dillach FA3

GOK	359,51	m	SH
Tertiär - OK	1,10	m	Teufe
Endteufe	12,00	m	

100cm



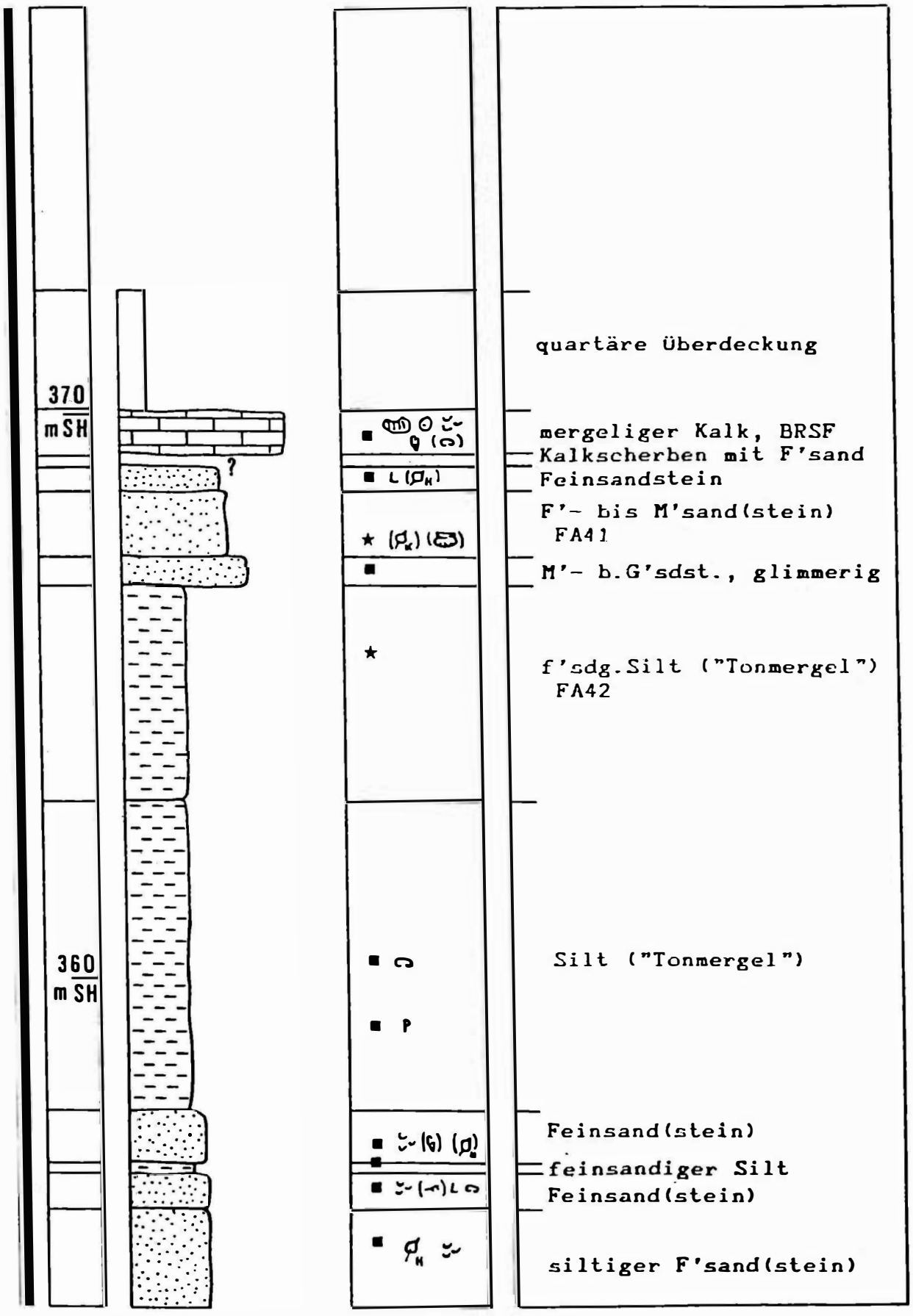
download unter www.biologiezentrum.at

ABB.59

Dillach FA4

GOK 372,17 m SH
Tertiär - OK 2,10 m Teufe
Endteufe 18,00 m

100 cm



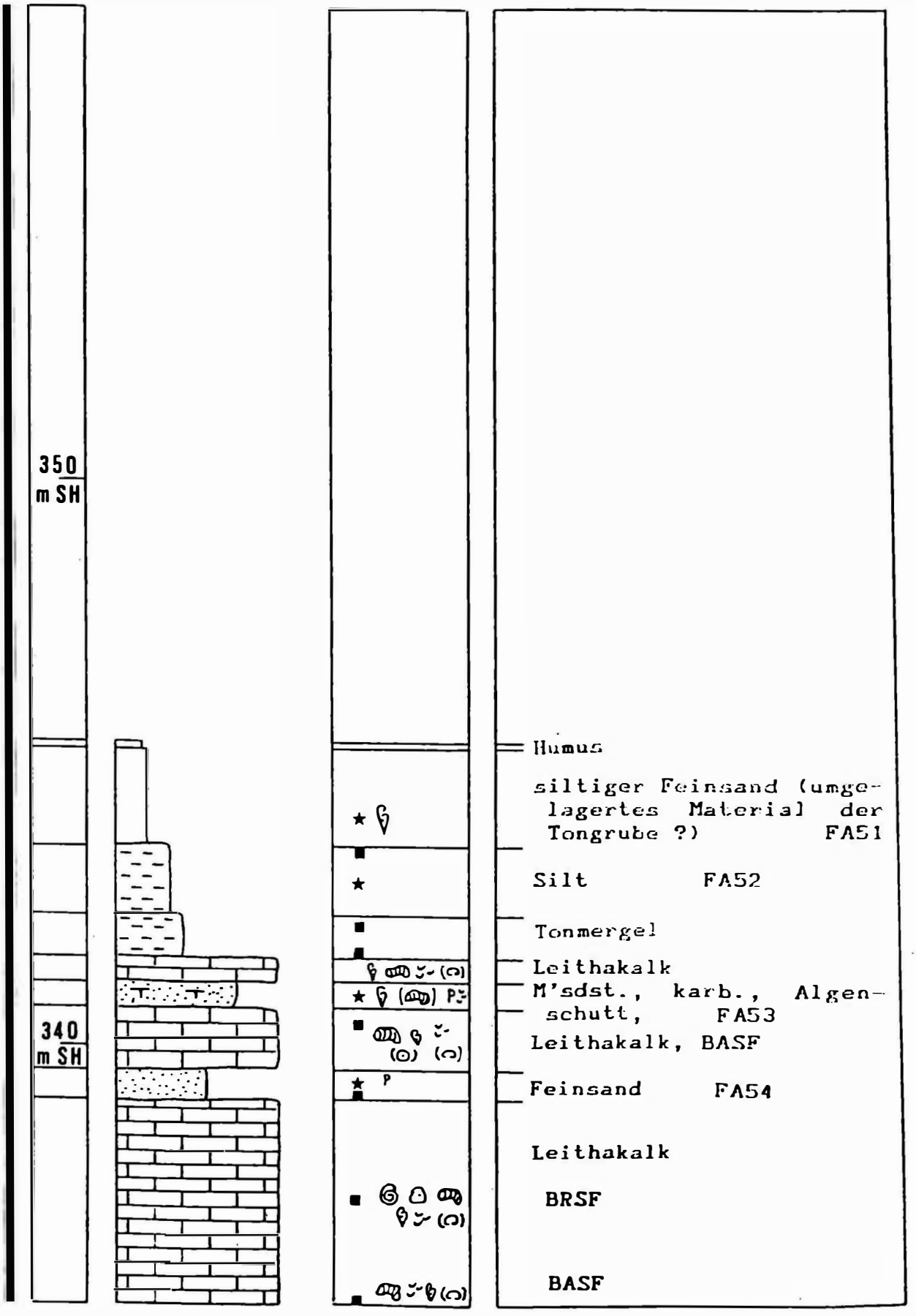
download unter www.biologiezentrum.at

ABB.60

Dillach FA5

GOK	345,39	m SH
Tertiär - OK	1,85	m Teufe
Endteufe	10,00	m

100cm



download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 61

Dillach FA6

GOK	370,59	m	SH
Tertiär - OK	1,10	m	Teufe
Endteufe	17,00	m	

100cm

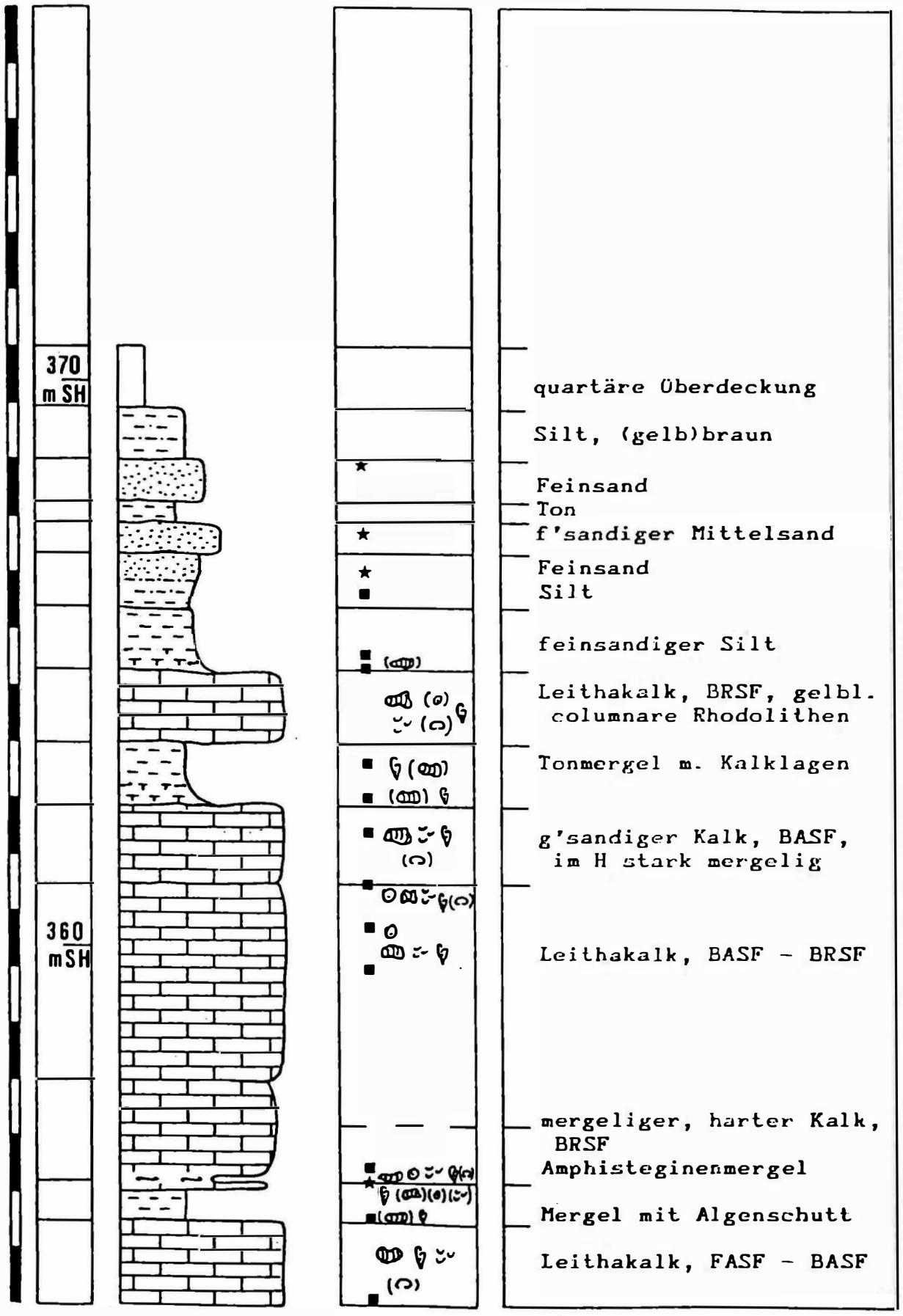
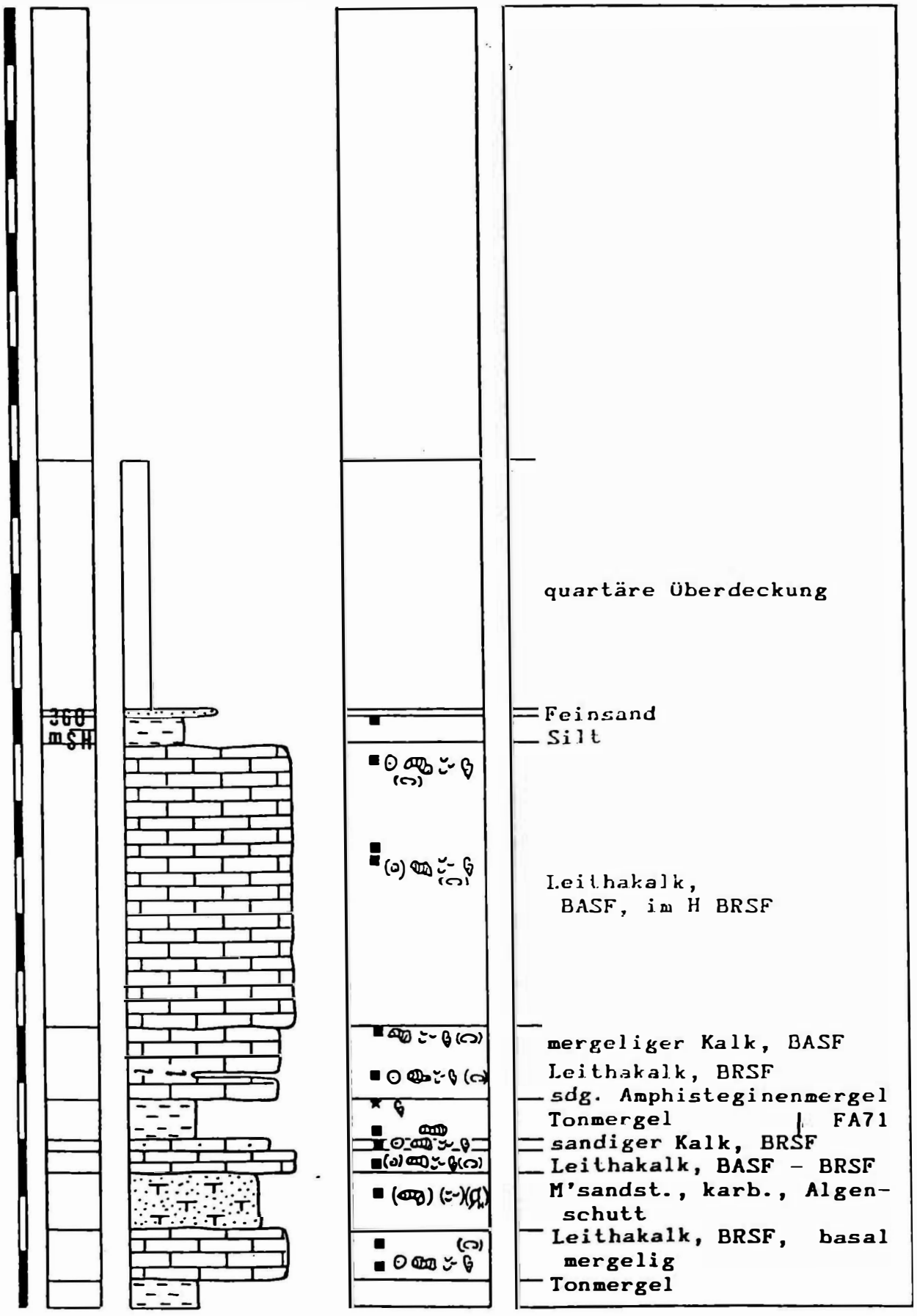


ABB.62

Dillach FA7

GOK 364,73 m SH
Tertiär-OK 4,40 m Teufe
Endteufe 15,00 m

100 cm



download unter www.biologiezentrum.at

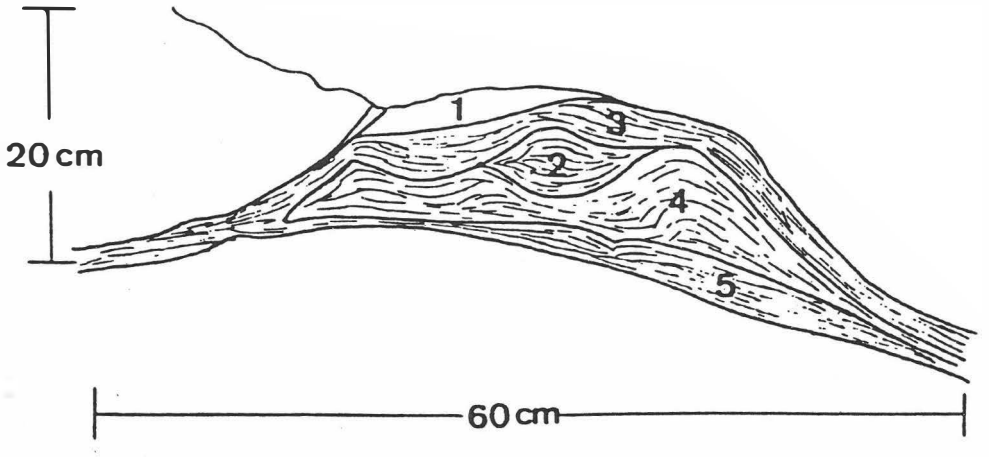


Abb. 63. Wildoner Schloßberg:
Kompaktion und Ausquetschungsstrukturen im Amphisteginenmergel
1 ... zersetzter Kalk 2 ... Amphisteginenmergel SB91
3 ... Silt 4 ... Mergel mit Algenschutt 5 ... Silt

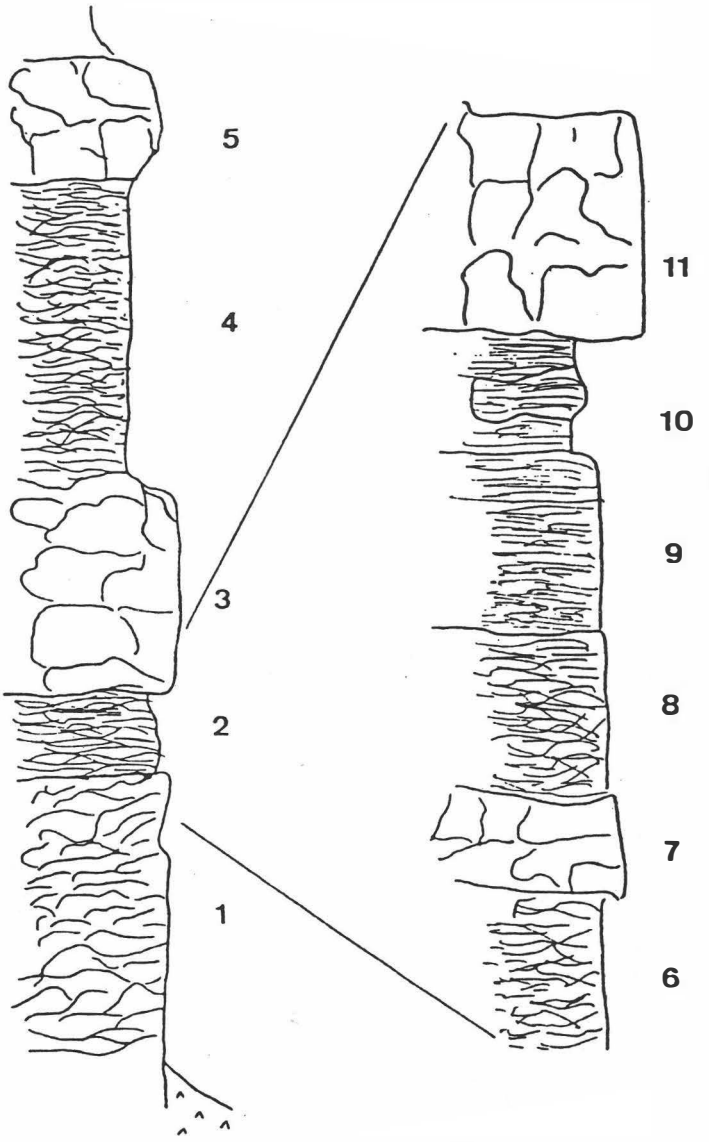


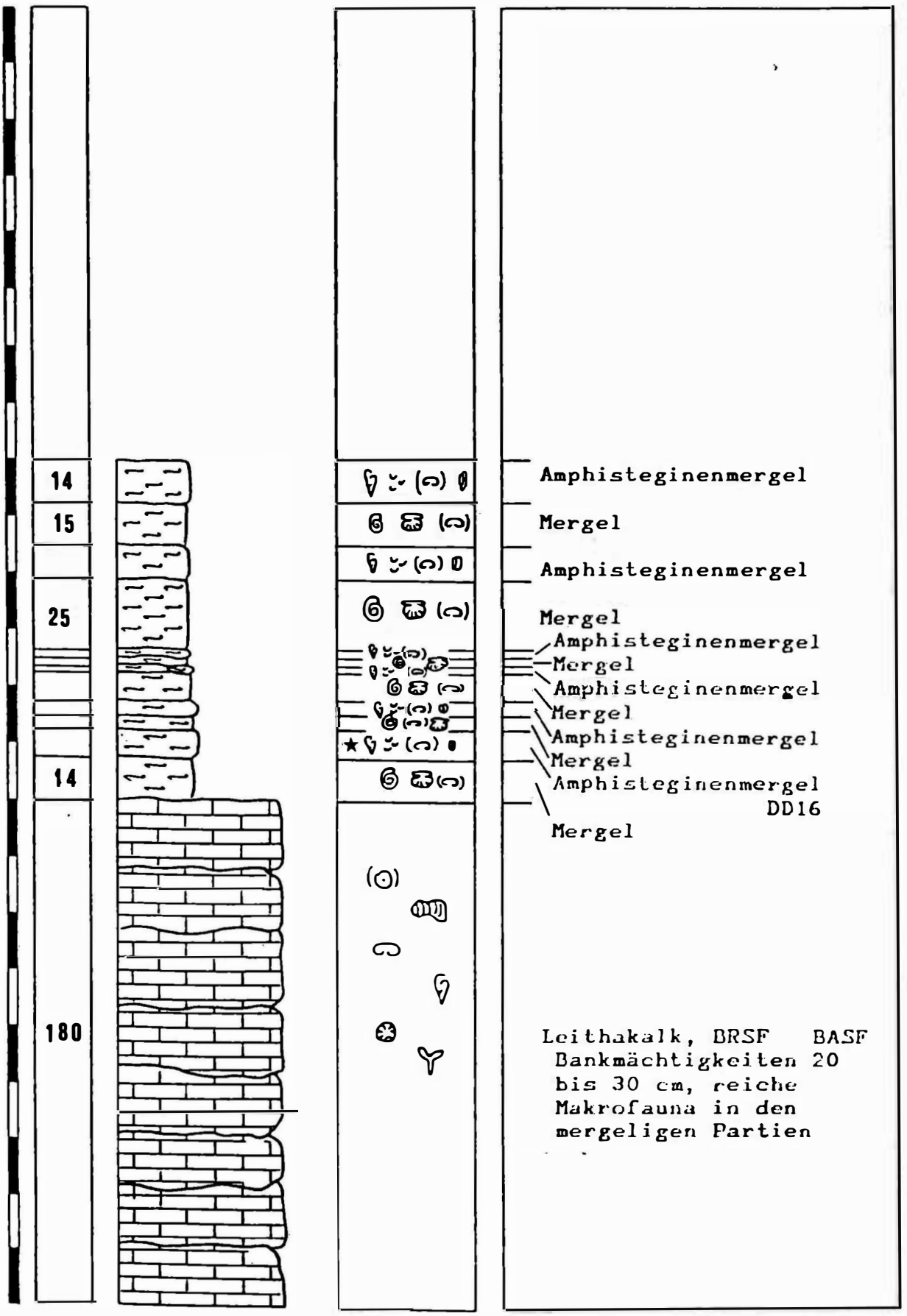
Abb. 64. Wildoner Buchkogel – Stbr. St. Margarethen
1 ... mergeliger Kalk, knollig, zerflasert 2 ... stark mergeliger Kalk 3 ... harter, massiger Kalk 4 ... mergeliger Kalk 5 ... harter, kompakter Kalk 6 ... 300 cm mergeliger Kalk, knollig 7 ... 60 cm Kalk, BRSF 8 ... 120 cm mergeliger Kalk, knollig 9 ... 160 cm mergeliger Kalk, BRSF, Pectiniden 10 ... 60 cm st. mergeliger Kalk, L & H dazu je 10 cm Mergel
11 ... 150 cm Kalk, BASF – BRSF nicht maßstäblich

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 65

Lechenberg

20cm



download unter www.biologiezentrum.at

9.4.4. RIFFE AN DER OSTFLANKE DES SAUSAL

Die Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal wurden in der Lagenidenzone entweder direkt auf palaeozoischem Grundgebirge oder auf Untiefen des "Schliersockels" gebildet. Entsprechend ihrer Exponiertheit gegenüber Wellen zeigen sie eine unterschiedliche Faunendiversität.

Die typischen LeithaKalkKorallen *Tarbellastraea sp.*, *Montastraea sp.* und *Porites sp.* sind in allen Riffen vorhanden. Die Korallen sind meist stark rekristallisiert.

9.4.4.1. AUFSCHLUESSE UND INTERPRETATION

\# NikolaiKapelle, Waldschach (Kt. 3a):

Bei einem Gehöft am Nikolai - Berg nordöstlich der Kapelle sind Reste eines Korallenriffs aufgeschlossen.
Neben den üblichen LeithaKalkKorallen kommen *Siderastraea sp.*, *Mussismilia sp.* und andere vor. Die Korallen liegen sowohl als stark rekristallisierte Körperfossilien als auch in Steinkernerhaltung vor.

Die Begleitfauna wird von *Lithophaga sp.* dominiert. Gemeinsam mit den Korallen kommen Pectiniden und bisweilen große Austern vor. Andere Mollusken sind selten. Daneben treten Crustaceen und Balaniden auf. *Ceratoconcha sp.*, normalerweise in Lebensgemeinschaft mit *Tarbellastraea sp.*, wurde auf *Porites sp.* beobachtet.

In den Zwickelfüllungen zwischen den Korallenstöcken kommen selten bis 2 mm große Körner von palaeozoischen Phylliten vor.
Foraminiferenführende Zwischenlagen fehlen. In Analogie zu den Korallenriffen im Großraum Leibnitz wird der Aufschluß in die Lagenidenzone gestellt.

Die ungewöhnliche Höhenlage (ca. 470 Meter Seehöhe; vgl. Steinbruch Weissenegg: 300 bis 350 Meter Seehöhe) wird auf eine postbadenische Hebung des Sausals zurückgeführt.

download unter www.biologiezentrum.at

Die mit der landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes verbundene Armut an Aufschlüssen verhindert Untersuchungen zur Zonierung innerhalb des Riffs.

Dieser Aufschluß wurde erstmals von ROLLE (1856) beschrieben. Am Hang zwischen Sankt Nikolai im Sausal und dem Nikolai - Berg sind Palaeozoikum (= "Übergangsschiefer" bei ROLLE) und Leithakalk durch eine "lockere, gelbgraue Lehm- und Schottermasse" (a.a.O.: 591) getrennt (aufgearbeitetes Palaeozoikum ?). ROLLE beobachtet ebenfalls die Vergesellschaftung von Korallen und Austern bei gleichzeitigem Fehlen von Corallinaceen und Amphisteginen. Am Nikolai - Berg wurde das Riff von Algenkalk überlagert. ROLLE nahm eine primäre Verbindung mit den Leithakalkvorkommen von Dexenberg an.

Wiesberg (Kt. 3/2):

Bei Wiesberg ist ein kleines Riff über palaeozoischem Grundgebirge aufgeschlossen. Auch hier treten große Austern gemeinsam mit Korallen auf.

Altenberg (Kt. 3/1)

Bei einem Korallenrasen bei Altenberg bilden Aufarbeitungsprodukte des paläozoischen Grundgebirges (Schiefer der Sausal) die Basis der tertiären Schichtfolge (Abb. 66).

Das Transgressionskonglomerat ist gradiert, beginnend mit sehr schlecht gerundetem Schutt von 5 bis 10 cm Durchmesser und gröber. Gegen das Hangende nimmt der Sandanteil zu, bei einer gleichzeitigen Abnahme der maximalen Korngröße sowie etwas besserer Rundung. Das Konglomerat wird zunehmend matrixgestützt. Laminierter, kiesig-feinsandiger Silt mit Pflanzenhäcksel bildet die Unterlage des Korallenrasens. Die starke Rekristallisation läßt keine Aussagen über eine etwaige Zonierung zu. Es ist lediglich eine Zunahme der incrustierenden Corallinaceen mit größerer Wassertiefe zu beobachten. Mergelige Zwischenlagen sind selten.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Korallenstöcke wuchsen vorwiegend durch Sediment voneinander isoliert. Ein starres Gerüst ist nicht ausgebildet. Im Vergleich zu anderen Patch-reefs (Pernitschkogel, Retznei) wird eine nur geringe Zonierung angenommen. Die Korallen lebten zwar über der Sturmwellenbasis, waren aber durch die umgebenden Inseln und Untiefen vor stärkeren Wellen, aber auch vor größerer Wassertrübe, geschützt (vgl. GEISTER & UNGARO 1977).

Wellingtal (Kt. 3/10):

Im aufgelassenen Steinbruch im Welinggraben sind *Porites sp.* und *Tarbellastraea sp.* die Hauptriffbildner. *Porites sp.* bildet unregelmäßige, massige Stöcke und kleine, ast- und säulenförmige Kolonien. *Montastraea sp.* ist nur untergeordnet vertreten. Umkrustungen durch Rotalgen und Bryozoen kommen bisweilen vor. Ostreen finden sich in direktem Kontakt zu den Korallen. Weitere Bewohner des Riffbiotops sind Crustaceen (*Xantho moldavicus*, *Daira speciosa*, zahlreiche Scherenhände, Crustaceenschill), Cirripedier (*Ceratoconcha sp*, *Balanus sp.*), reguläre Seeigel, Serpuliden, Pectiniden, *Venus sp.* (Steinkerne) und seltener andere Mollusken.

Das Riff überlagert eine 3 Meter mächtig aufgeschlossene Bank von Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies ohne jegliche Korallen. Seine basalen 50 cm sind sandig - mergelig ausgebildet mit viel Matrix zwischen den Montastraea - Stöcken (Korallengemeinschaft sensu GEISTER, 1983). Rhodolithen sind häufig. Einen halben Meter über dem Erstauftreten von Korallen dominieren *Porites sp.* und *Tarbellastraea sp.* . Algenschutt bildet die Matrix des Korallenrasens. Mergelige Zwischenlagen geben dem Gestein ein flaseriges Aussehen. Eine Abgrenzung von Kleinbereichen wäre rein willkürlich.

Der Korallenrasen vom Wellinggraben war durch seine Lage zwischen der Hauptmasse des Sausalpalaeozoikums (Demmerkogel) im Westen und dem Kreuzkogel im Osten vor stärkerer Wellenbewegung geschützt. Im Süden war die Palaeozoikums-

download unter www.biologiezentrum.at

untiefe des Pernitschkogels mit einem kleinen Fleckenriff vorgelagert. Der ruhige Ablagerungsraum ermöglichte ein Korallenwachstum auf den sonst eher instabilen Rhodolithen.

In einer ersten Kolonisationsphase dominiert *Montastraea sp.*, die später von *Tarbellastraea sp.* und *Porites sp.* in den Hintergrund gedrängt wird. Die geringe Diversität der Korallenfauna und das Fehlen einer Zonierung zeigen durchgehend ruhige Bedingungen an.

Mergelige Zwischenlagen werden auf ein nahes Fan Delta aus dem Sausal zurückgeführt.

Pernitschkogel (Kt. 3/9):

Das in zwei aufgelassenen Steinbrüchen an der Südseite des Pernitschkogels aufgeschlossene Fleckenriff zeigt eine etwas stärkere Diversität der Korallenfauna (Auftreten von *Siderastraea sp.* und anderen). *Montastraea sp.*, *Tarbellastraea sp.* und *Porites sp.* sind zu ähnlichen Prozentsätzen vertreten. Eine Zonierung ist nicht vorhanden.

Die Begleitfauna zeigt keine nennenswerten Unterschiede zum Korallenrasen im Wellinggraben. Die Matrix zwischen den Korallenstöcken ist arm an Algenschutt. Der Kontakt zu den unterlagernden Schiefern des Sausal - Palaeozoikums ist nicht aufgeschlossen.

Das Riff war, obwohl im Schutze der Inseln gebildet, etwas exponierter als der Korallenrasen im Wellinggraben. Beide Korallenvorkommen standen ursprünglich miteinander in Verbindung.

Eine dünne Bank von korngestütztem Konglomerat überlagert das Riff (Kt. 3/8). Es führt neben Restquarz vorwiegend palaeozoische Kalk- und Dolomitgerölle von durchschnittlich 1 cm Durchmesser. Die Korngröße nimmt gegen das Hangende rasch ab. Etwa 2 Meter über der Konglomeratbank steht am

download unter www.biologiezentrum.at

Buchkogel

wieder Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies an, der fast keine Siliziklastika mehr führt. Der Buchkogel besteht aus einer Wechsellagerung von bioklastischer Algen - Schutt - Fazies und Korallen - (Bryozoen) - Bafflestone - Fazies (Befund aus Lesesteinen) (Kt. 3/7).

Im Nordosten des Buchkogels ist in einer ehemaligen Steinentnahme Korallenkalk aufgeschlossen (Kt. 3/6). Die Korallen sind stark rekristallisiert. Schlämmbare Zwischenschichten fehlen. Der Korallenrasen liegt über Kalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies, der an der Straße Untere Pernitsch - Unterneurath aufgeschlossen ist.

Ursprünglich mit dem Buchkogel in Verbindung war der Korallenkalk am Fastlkogel.

Fastlkogel (Kt. 3/4)

In einem Aufschluß nordwestlich der Buschenschank "Schneeberger" wird matrixgestütztes Konglomerat mit Kristallin- und Palaeozoikumsgeröllen bis 5 cm Durchmesser (Fan Delta Sedimente) von stark kiesigem Leithakalk überlagert (Abb. 68). Kleine Stöcke von *Porites sp.* sind stark rekristallisiert, andere Korallen fehlen. Daneben kommen Ostreen, seltener Pectiniden und *Venus sp.* vor. Die Abfolge fällt sehr flach gegen Ostnordost ein.

In unmittelbarer Umgebung der Buschenschank bildet grauer, mergelig - siltiger Feinsand die Basis des Korallenrasens. Er führt Pflanzenhäcksel und unregelmäßig eingestreut bis 5 mm große Quarzgerölle. *Porites sp.* wächst hier direkt über sandigem Substrat. *Tarbellastraea sp.* benutzt diese Stöcke als sekundäres Hartsubstrat. Gemeinsam bilden sie das untere Drittel des aufgeschlossenen Korallenkalks. *Montastraea sp.* kann sich nur langsam durchsetzen.
Im mittleren Drittel des Aufschlusses sind alle drei Korallen vertreten.

download unter www.biologiezentrum.at

Das Hangenddrittel bilden große Stöcke von *Montastraea sp.* und *Porites sp.* , *Venus sp.* (in Steinkernerhaltung) ist häufig, *Tarbellastraea sp.* ist untergeordnet vorhanden.
Im gesamten Aufschluß werden Ostreen in unmittelbarem Kontakt zu den Korallen gefunden. Die Stöcke sind angebohrt. (*Lithophaga sp.*). Incrustierende Rotalgen sind generell selten. Im Hangendbereich treten vermehrt Rhodolithen auf. Die mergeligen Zwischenlagen führen eine spärliche Foraminiferenfauna mit Steinkernen von *Amphistegina sp.*, *Borelis melo* und wenigen Milioliden, sowie selten *Cibicides lobatulus* und *Heterolepa dutemplei*.

Oberneurath (Kt. 3/3):

Der Leithakalk des Buchkogel - Fastlkogel läßt sich nach Nordwesten über Oberneurath hinaus verfolgen. Die Kartierung erfolgte über Lesesteine, gute Aufschlüsse sind selten.

Abb. 67 (Aufschlußskizze) zeigt die Überlagerung von Fan Delta Sedimenten durch stark sandigen Leithakalk in Korallen - (Bryozoen) - Bafflestone - Fazies. Die Korallen sind sehr stark rekristallisiert und liegen in Form von grobspätigen Knollen vor. Sie stecken basal in einer sandigen Matrix mit vereinzelten Kieslinsen. Wahrscheinlich war nicht nur Porites in diesem Kolonisationsstadium vorhanden.

Die Hauptmasse des Leithakalks ist frei von Sandkörnern und weist keine nennenswerten Unterschiede zu den zuvor besprochenen Vorkommen auf.

Das Gebiet zwischen Pernitschkogel und Oberneurath ist durch eine zweiphasige Riffentwicklung gekennzeichnet.
Der Einbruch eines Grabens zwischen Sausal (Demmerkogel) und Kreuzkogel führte zu einer Verkippung älterer Fan Delta Ablagerungen. An ihnen und auf einer Palaeozoikumsuntiefe bildete sich der Korallenrasen vom Pernitschkogel - Wellinggraben. Die Fan Delta Ablagerungen lagen zu dieser Zeit

download unter www.biologiezentrum.at

stellenweise trocken (Roterdebildungen im Gebiet von Oberneurath). Diese Phase wird durch eine diskordant über die älteren Schotter hinweggreifende Konglomeratbank abgeschlossen. Eine darauf folgende Transgression ermöglichte die Bildung eines Korallenrasen im Gebiet Buchkogel - Fastlkogel - Oberneurath, der basal starken terrigenen Einfluß aufweist.
Die relativ geringe Faunendiversität und das Fehlen einer ausgeprägten Zonierung weisen auf einen ruhigen Ablagerungsraum hin.

Ähnliche Bildungen haben GEISTER & UNGARO (1977: 819 ff) aus dem Oligozän der Colli Berici (Vicentin, Norditalien) beschrieben.

Steinbruch "Tittenbacher" südwestlich Leibnitz (Kt. 3/11): Das Fleckenriff (Korallenrasen) vom "Tittenbacher" ruht auf einer Untiefe des "Schliersockels". Der direkte Kontakt zwischen "Steirischem Schlier" und Leithakalk ist nicht aufgeschlossen.

Die Korallenfauna zeigt eine etwas größere Diversität ähnlich den Vorkommen vom Pernitschkogel oder vom Nikolai - Berg. EBNER (1972) unterscheidet die Stockkorallen *Plesiastraea* [heute *Palaeoplesiastraea* (CHEVALIER, 1961: 264 ff); das Dünnschliffbild bei EBNER zeigt allerdings keine Ähnlichkeit mit den Abbildungen bei REUSS, 1871 oder CHEVALIER, 1961. *Palaeoplesiastraea* ist *Tarbellastraea* sehr ähnlich] und *Galaxea* sowie die incrustierende Koralle *Montipora* [die beiden letzteren Namen wurden weder bei REUSS, 1847, 1871 noch bei CHEVALIER, 1961 gefunden]. Horizonte mit vorwiegend Stockkorallen sollen mit Bänken von incrustierenden Korallen und Rotalgen abwechseln.

Im Steinbruch lassen sich zwar Bereiche unterschiedlicher Korallenführung erkennen, die jedoch nicht so deutlich ausgebildet sind, daß sich daraus ein generelles Profil sensu EBNER ableiten ließe.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Begleitfauna umfasst Bivalven (*Cardium sp.*, *Lithophaga sp.*, *Tellina sp.*, Ostreen und Pectiniden), Gastropoden (*Conus* - Arten, Turritellen), Rotalgen (*Lithothamnium sp.*, *Lithophyllum sp.*), Balanen und reguläre Seeigel.
Mergelige Zwischenschichten führen eine eintönige Leithakalkforaminiferenfauna (Tab. 6 : TT01). Balanenschill ist häufig. *Amphistegina bohdanowiczi* stellt den Aufschluß in die Untere Lagenidenzone.

In einer Mergelprobe wurden authigene Quarzkristalle gefunden.

Der Leithakalk wird von einer ca. 25 cm mächtigen Sandsteinbank mit Ostreen und Gastropoden überlagert. EBNER (1972) interpretiert diese Austernbank, ebenso wie die darüber folgenden Mergel, als Brackwasserbildung.

Der hangende Mergel führt eine vollmarines Milieu anzeigende Foraminiferenfauna.

download unter www.biologiezentrum.at

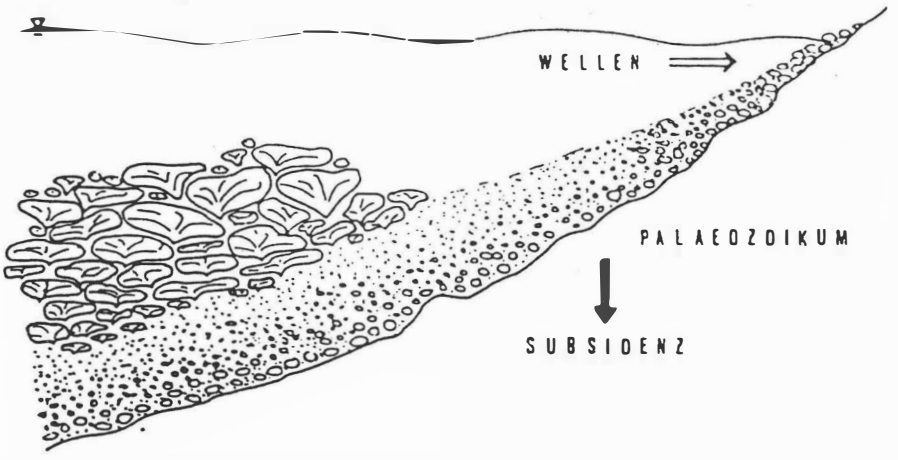


Abb. 66. Schematische Skizze zur Entwicklung des Korallenrasens von Altenberg.
Erläuterungen im Text.

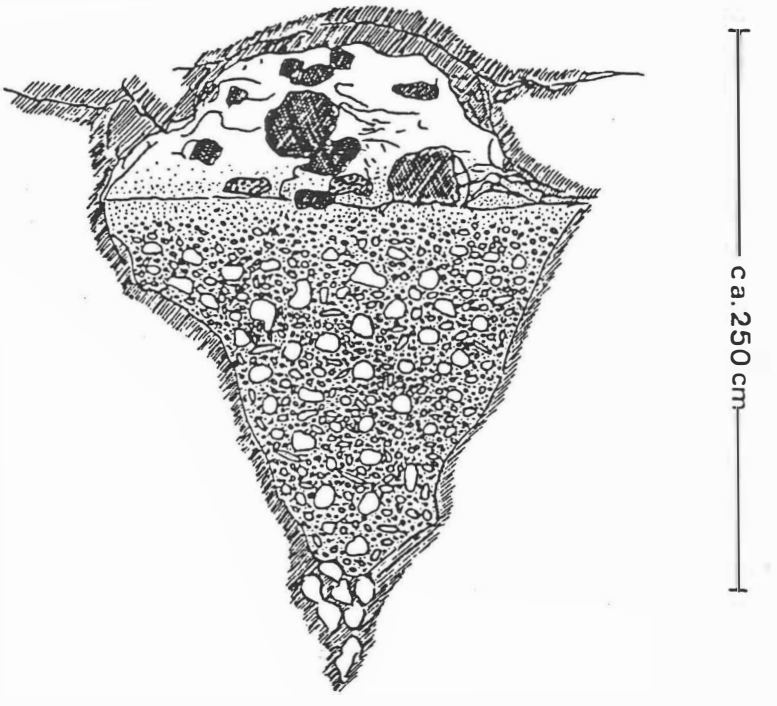


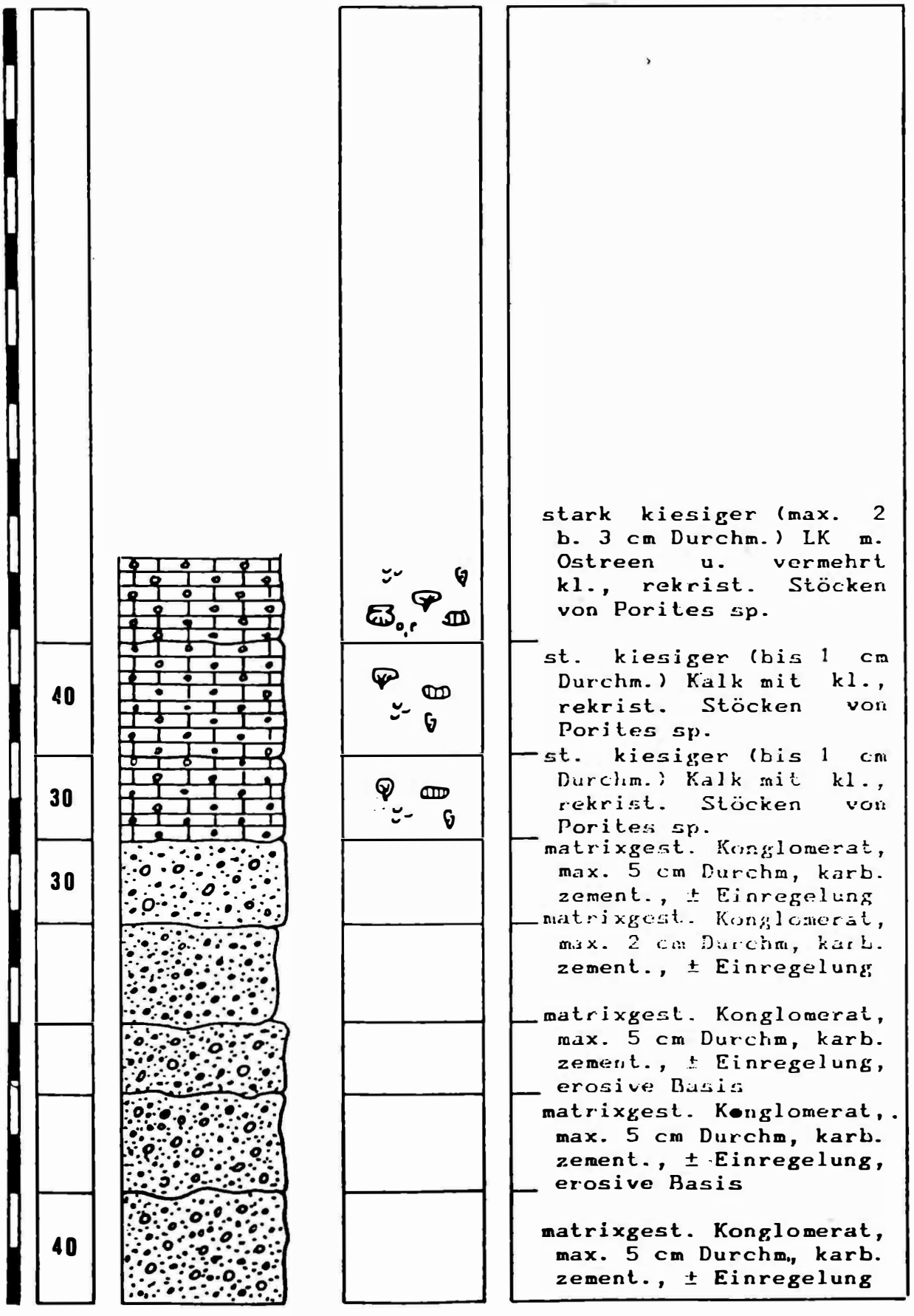
Abb. 67. Oberneurath
Aufschlußskizze: Überlagerung von Konglomeraten des Fastlkogel Members (hangend gradiert) durch einen Korallenrasen. Die stark rekristallisierten Koralenstöcke stecken basal in einer sandigen Matrix mit vereinzelt Grobsandlinsen. Die Hauptmasse des Kalkes ist sandfrei.

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 68

Buschenschank "Schneeberger"

20cm



download unter www.biologiezentrum.at

9.4.5. DER LEITHAKALK VON RETZNEI UND AFLENZ

Südlich Leibnitz bildeten die Vorkommen von Retznei, Aflenz und Wagna einen zusammenhängenden LeithaKalkKörper. Er ist weder mit dem Korallenrasen vom "Tittenbacher" noch mit den Leithakalkvorkommen nördlich des Gamlitzbaches (Grubtal, Weinleiten) verbunden.

Der Steinbruch Retznei der Perlmooser Zementwerke (Abb. 69) zeigt einen Schnitt durch die Entwicklung eines "Fleckenriffs" über einer Untiefe des "Schliersockels". Im Norden schließen daran Algenkalke in unterschiedlicher Fazies an.

9.4.5.1. AUFSCHLUESSE

Steinbruch Retznei: Geröllmergel (Abb. 70, Kt. 4/4,7):
Die Entwicklungsgeschichte des Leithakalk im Steinbruch Retznei ist durch ein vorgegebenes Relief bestimmt. Der karpatische "Steirische Schlier" ist nicht mehr aufgeschlossen.
Siltiger Feinsand, der in Rinnen angereichert Gerölle bis 10 Zentimeter Durchmesser führt, bildet das tiefste aufgeschlossene Element der Schichtfolge ("Geröllmergel" bei KOLLMANN, 1965 und anderen Autoren). Die Grenze zum Leithakalk zeichnet sich ebenfalls durch eine starke Geröllführung aus.
Fest zementierte Brocken von Siltstein sind angebohrt (Abb. 71). Sie finden sich bevorzugt im Hangenden des Geröllmergels.

Ähnliche Bildungen finden sich an der Basis der Leithakalkentwicklung östlich des Aflenz Baches. Hier liegen wenig verfestigte Brocken von Feinsand und Mergel des "Steirischen Schlier" in feinsandiger Matrix. Kristallingerölle sind mitunter von Serpuliden und Austern bewachsen. Der Sand führt eine umgelagerte Mischfauna von Foraminiferen des Karpatien. Die Untere Lagenidenzone konnte nicht nachgewiesen werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Geröllpetrographie des Geröllmergels

178 ausgezählte Gerölle

Quarzphyllit	12 %
Quarzitischer Gneis	10 %
Gneis	4 %
Pegmatit	4 %
Quarzit	7 %
Restquarz	7 %
Phyllit, Grünschiefer	2 %
Marmor	3 %
Kalk, Dolomit	43 %
Kalkbrekzie	1 %
Sandstein	1 %
Siltstein	1 %
Calcitgänge	3 %
sonstige	2 %

Die Genese des Gerölmergels wird durch folgendes Modell erklärt:

Nach der "Steirischen Phase" der alpidischen Orogenese wurden die höchsten Anteile des "Steirischen Schlier" im Gezeitenbereich aufgearbeitet. Die Karbonat- und Kristallingerölle sind Reste der im "Steirischen Schlier" eingeschalteten Konglomeratlagen (KOLLMANN, 1965: 541 f).

Der Geröllmergel von Retznei wird als altersgleich mit dem Kohleflöz vom Labitschberg angesehen. Dieses liegt in einer sandigen Abfolge mit marinem Faunencharakter über dem "Arnfelser Konglomerat". Die Fauna indiziert einen abnormalen Salzgehalt und Landnähe. Das Lignitflöz selbst ist eine Süßwasserbildung (WEBER & WEISS, 1983).

MOTTL (1961, 1970) und PAPP (1953) stufen das Flöz mit Hilfe von Vertebraten bzw. Gastropoden ins allerhöchste "Helvet" (= Karpatien) ein. KOLLMANN (1965) weist darauf hin, daß wenige Meter darüber bereits Gesteine der Lagenidenzone anstehen.

download unter www.biologiezentrum.at

PETRASCHECK (1915) gibt eine Diskordanz zwischen "Schlier" und "Grunder Schichten" [denen er auch das Kohleflöz von Gamlitz (= Labitschberg) zurechnet] an. WINKLER-HERMADEN (1938: 42) sieht das Flöz zeitgleich mit der Diskordanz von Retznei. KOLLMANN (1960) stellt es aufgrund seiner engen Beziehung zu Äquivalenten der "Leithakonglomerate" ins "tiefste Untertorton", also über die "Steirische Diskordanz". Einzig die Einstufung durch MOTTL (1961) veranlasst ihn später, die Diskordanz über dem Flöz zu suchen (KOLLMANN, 1965).
Will man den sedimentologischen Befund (enge Verbindung zwischen dem Kohleflöz und Äquivalenten der "Leithakonglomerate" ohne Anzeichen einer Diskordanz) und den biostratigraphischen Befund (oberstes Karpatien) vereinen, so muß die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese bereits im höheren Karpatien stattgefunden haben.

Diese Annahme wird durch die Mikrofossilführung des Geröllmergels, der über der "Steirischen Diskordanz" liegt, gestützt (Mischfauna aus dem Karpatien ohne eindeutige Leitformen der Unteren Lagenidenzone).

Steinbruch Retznei, Leithakalk (Kt. 4/4,5):

Die basalen Anteile des Fleckenriffs zeigen abhängig von der Wassertiefe folgende Zonierung (Abb. 72 & 74):
Ein Korallenrasen, bestehend aus lagigen, wenige Zentimeter hohen Kolonien von *Porites sp.*, aber auch bereits *Tarbellastraea sp.* und *Montastraea sp.* tritt nur in den äußeren, tieferen Bereichen direkt über dem Geröllmergel auf. Große Gerölle an der Liegend - Grenze bildeten das Hartsubstrat für das Korallenwachstum. In den basalen 75 Zentimeter tritt *Porites sp.* in lagigen, wenige Zentimeter hohen Kolonien auf. Mit ihnen finden sich bereits kleine Stöcke von *Tarbellastraea sp.* und *Montastraea sp.* . Sie sind von *Lithophaga sp.* intensiv angebohrt. Bivalven (vorwiegend Pectiniden), Rhodolithen und Algenschutt sind häufig. Der Kalk führt Quarzgerölle bis 10 Millimeter Durchmesser.

download unter www.biologiezentrum.at

Im Zentrum der Untiefe wird der Korallenrasen von einer Seegraswiese vertreten. Bewohner sind Crustaceen [*Portunus monspeliensis*; SCHOUPPE, 1949a], seltener Bivalen, Serpuliden (Abb. 75) und Rhodolithen. Epiphytische Foraminiferen sind häufig. Der karbonatisch zementierte Feinsand ist stark durchwühlt. Bisweilen findet sich Pflanzenhäcksel. Ein Fund von Rippen einer Seekuh (?) wurde vom steirischen Landesmuseum Joanneum geborgen. Eine Bearbeitung steht noch aus. SCHOUPPE (1949b) erwähnt *Thalattosiren petersi* (ABEL) aus Retznei, MOTTL (1970) fand ein Exemplar derselben Species "südwestlich Leibnitz".
Seegraswiese und Korallenrasen sind durch einen Rhodolithengürtel getrennt. Das Gestein besteht aus bis zu 10 Zentimeter großen, dicht gelagerten Rhodolithen und kleinen, massiven *Porites* - Stöcken in mikritischer Matrix ("bioklastische Porites - Rhodolithen - Pflaster - Fazies", Kapitel 9.4.1.1.). Die meisten *Porites* - Stöcke sind von Corallinaceen umkrustet.

Im Zuge der unterbadenischen Transgression ergreifen die Korallen von fast der gesamten Untiefe Besitz und bilden ein lockeres Riffgerüst. Lediglich ihre höchstgelegenen Anteile (Etage C in Abb. 69) werden erst spät von wenigen Korallen besiedelt.

Innerhalb des Riffs lassen sich folgende Kleinbereiche unterscheiden:

= kleine, ästige Porites-Kolonien, die zusammen mit wenigen Stöcken von *Montastraea sp.* und *Tarbellastraea sp.* ein lockeres Gerüst bilden. Incrustierende Algen sind häufig.

= massige *Porites* - Stöcke zusammen mit *Tarbellastraea sp.* und seltener *Montastraea sp.*, vereinzelt Rhodolithen und Algenschutt.

download unter www.biologiezentrum.at

= große (ca. 1 m Durchmesser) Stöcke von *Montastraea sp.* daneben *Porites sp.* und Algen in der Außenzone des Riffs.

= kleine, massige *Porites* - Kolonien, algenumkrustet, gemeinsam mit großen, ästigen Rhodolithen kennzeichnen den Abschluß der Riffentwicklung.

Eine Gliederung in zentralen Riffkörper und Vorriff ist nicht möglich. Einzelne Kalkbänke (= Korallenrasen) sind durch dünne Mergellagen voneinander getrennt.
Das Hangende des Riffs zeigt bereits wieder regressive Tendenzen.

Es folgt ein Algenschuttkalk (Foraminiferen - Algen / Rhodolithen - Schutt - Fazies), der in seichtem Wasser durch Zerstörung der Rhodolithen durch die Brandung entstanden ist (Aufarbeitung einer ± stationären Barre aus Rhodolithen und grobem Algenschutt durch die vorwiegend aus südlicher Richtung kommenden Wellen; Abb. 73). Der Schutt erreicht kaum Korngrößen über 1 Millimeter, Makrofosslien fehlen (Etage D in Abb. 69).

Unterhalb der Schönwetter - Wellenbasis (Etagen A, B und C) ist der Algenschutt gröber (bis 10 Millimeter Durchmesser), unversehrte Rhodolithen sind häufiger. Die Foraminiferen - Rhodolithen - Schutt - Fazies (mit kleinen *Porites* - Stöcken) ist besonders an der Basis der Bank entwickelt, gegen Hangend nimmt grober Algen - Schutt auf Kosten der Algen - Onkoide zu. Weitere Bewohner sind: *Daira speciosa*, Veneriden, Ostreen, Pectiniden und andere Mollusken, Fische (Zähne und Wirbel), Seeigel, Bryozoen und Foraminiferen [Leithakalkfauna, reich an Milioliden, *Borelis melo* u.a.].

Die Liegendgrenze zum Riffkalk ist unscharf und stark wellig. Sie ist durch ein im gesamten Steinbruch gefundenes Mergelband gekennzeichnet (Foraminiferen -

download unter www.biologiezentrum.at

Probe RN01, Tab. 5), welches durch Kompaktion etwas ausgequetscht wurde. Auf Etage B greift der Algenschuttkalk in einem Kolk tief in den Korallenkalk ein.

Darüber leitet ein leicht mergeliger Rhodolithen - Kalk eine stärkere Transgressionsphase ein. Die Grenze bildet eine 30 bis 40 Zentimeter mächtige Bank von hartem, splittrigem Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies, die sich über den gesamten Steinbruch erstreckt. Die Rhodolithen sind groß (> 5 Zentimeter Durchmesser), ästig und stark verzweigt. Weiters kommen große Austern und Fischzähne vor. An ihrer Basis wurde auf Etage A ein großer Stock von *Tarbellastraea sp.* gefunden.

Diese Bank unterscheidet sich vom darüber folgenden Kalk nicht so sehr in ihrer Mikrofazies, als in ihrem geringeren Mergelgehalt und ihrer grünlichgrauen Färbung.

Die Hauptmasse des Rhodolithenkalks ist durch sehr große (10 Zentimeter Durchmesser und mehr), ästige Algen - Onkoide gekennzeichnet, deren Anteil gegen das Hangende hin abnimmt. Die Mollusken sind durch Ostreen und Pectiniden vertreten. Einige Lagen führen Boxwork - Rhodolithen und auf Sediment incrustierende Corallinaceen. Der Kalk ist durch dünne Mergelbänder unregelmäßig zergliedert. Den hangenden Abschluß bildet eine 10 bis 20 Zentimeter mächtige, stark mergelige Kalkbank.

Die Sedimentation ist im Zentrum der Untiefe gegenüber der Randzone im Süden stark reduziert, was zu großen Sedimentmächtigkeiten im südlichen Teil des "Hauptstockes" und somit zu einem teilweisen Reliefausgleich führt.

Der darauf folgende Leithakalk ist ebenfalls in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies ausgebildet. Große, ästige Rhodolithen, die an der Basis häufig sind, treten gegen das Hangende rasch zugunsten von Algenschutt

download unter www.biologiezentrum.at

zurück. Mergelige Lagen mit incrustierenden Corallinaceen und Boxwork - Rhodolithen sind häufig. Sie zeigen einen ruhigen Ablagerungsraum an. Die wenig anspruchsvolle Koralle *Porites sp.* versucht, in flachen, incrustierenden Kolonien Fuß zu fassen.
Im Hangenden sind dieser Abfolge zwei Horizonte mit großen Stöcken von *Montastraea sp.* bis 1 Meter Durchmesser eingeschaltet. *Porites sp.* ist häufig. Im tieferen Horizont nimmt die Größe der Korallenstöcke gegen Hangend rasch ab. Die Grenze zum höheren Korallenhorizont bildet eine Austernbank. Die Korallen treten gegen das Hangende rasch zurück.

Diese Ablagerungen fehlen im Zentrum der Untiefe.

Stark mergeliger Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies bildet den Grenzbereich zu den überlagernden Feinklastika.

Knapp über dem Leithakalk ist in den Tonmergeln und Feinsanden der von HAUSER (1951) beschriebene Biotitandesitgang eingeschaltet.

Die faziellen Unterschiede in den mergeligen Rhodolithenkalken (ästige Rhodolithen - incrustierende und Boxwork Rhodolithen) werden auf Änderungen der Wassertrübe und der Turbulenz, und weniger der Wassertiefe zurückgeführt.

Eine etwas andere Entwicklung zeigt der Nordteil des Steinbruches ("Zobel", derzeitiges Abbaugebiet). Hier folgt dem Algenschuttkalk, der gegen Nordwesten rasch auskeilt, ebenfalls ein stärker mergeliger Leithakalk. Horizonte mit großen *Montastraea* - Stöcken fehlen. Kleine Kolonien von *Montastraea sp.* (bis 15 Zentimeter Durchmesser) und *Porites sp.* sind immer wieder zu beobachten. Muscheln (Pectiniden, Ostreen und Steinkerne von Veneriden

download unter www.biologiezentrum.at

etc.) sind häufig. Des weiteren finden sich Seeigel (*Clypeaster sp.*), Gastropoden und Fischzähne. Bereiche mit ästigen Rhodolithen wechseln mit incrustierenden Corallinaceen. Der Übergang zu den Feinklastika kündigt sich durch eine rasche Zunahme des Sand - Gehalts und der Bivalven - Steinkerne bei gleichzeitiger Abnahme der Algen an. Es tritt Glaukonit auf.

Erste Vorarbeiten für eine Steinbruchserweiterung östlich des Aflenz Baches geben Einblicke in die Schichtfolge außerhalb des eigentlichen Riffbereichs (Kt. 4/7).
Die Basis bilden wiederum Geröllmergel mit Klumpen von "Schlier" (Extraklasten) in großer Anzahl und Strandgeröllen. Darüber findet sich folgende Schichtfolge (vom Liegenden ins Hangende):

* ca. 60 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies. Der Kalk führt kleine *Porites* - Stöcke sowie selten große Stöcke von *Montastraea sp.* in zu geringer Anzahl, um von einem "Bafflestone" sprechen zu können. Ganze Rhodolithen fehlen, Krabbenreste sind häufig.

* ca. 75 Zentimeter stark mergeliger Kalk mit feinem Algenschutt, ohne Korallen, mürbe.

* ca. 40 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies, hart, splittrig, mit großen Ostreen. Die durchschnittliche Korngröße des Algenschutts liegt um 5 Millimeter.

* ca. 200 Zentimeter stark mergeliger Kalk mit feinem Algenschutt, Balanenschill, Crustaceen - Fragmenten, zartschaligen Pectiniden und Ostreen und kleinen, algenumkrusteten *Porites* - Ästchen, aber ohne Rhodolithen oder Amphisteginen. Der Mergelgehalt kann stark schwanken. Die Mollusken sind zerbrochen und ebenso wie der Algenschutt eingeregelt.

download unter www.biologiezentrum.at

Die folgenden Schichtglieder sind durch Aufschlußlücken voneinander getrennt:

* ca. 100 Zentimeter mächtig aufgeschlossener, harter, splittriger Leithakalk in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies.

* ca. 150 Zentimeter mächtig aufgeschlossener Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit kleinen Korallenstöcken (hauptsächlich *Porites sp.*)

* eine ca. 100 Zentimeter mächtige Bank in bioklastischer Rhodolithen - (und untergeordnet Algen -) Schutt - Fazies mit lagigen und knolligen *Porites* - Kolonien, kleinen *Montastraea* - Stöcken, Einzelkorallen, Bryozoen und kleinen und zartschaligen Pectiniden.

Die Bank ruht auf 50 Zentimeter Mergel (Foraminiferen - Probe RR05) mit Algenzerreibsel, Balanen -, Crustaceen - und Mollusken - Schill und 70 Zentimeter Mergel mit Leithakalkknollen.
Sie wird von 30 Zentimeter Mergel, der faziell und lithologisch demjenigen im Liegenden entspricht, überlagert.

* den Abschluß der aufgeschlossenen Schichtfolge bildet blaugrauer, siltiger Feinsand mit Pyritnestern. Er führt keinerlei Makro- oder Mikrofauna.

Die Abfolge wird als Äquivalent zur Riffentwicklung in etwas tieferem Wasser gedeutet. Der "Aflenzer Stein", der etwas weiter nördlich in großer Mächtigkeit ansteht, wird hier nur knapp über 1 Meter mächtig.

Römersteinbruch Aflenz (Kt. 4/2):

Algenschutt in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies (sog. "Aflenzer Stein") wurde bei Aflenz an der Sulm in großen, unterirdischen Steinbrüchen als Baustein gewonnen (Abb 76). Der Kalk ist wenig zementiert, sehr porös und läßt sich in feuchtem Zustand leicht bearbeiten. Er führt

download unter www.biologiezentrum.at

sehr wenig Makrofossilien. Die Unterlage ist nicht aufgeschlossen. Der "Aflenzer Stein" wird von mergeligem Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies überlagert. Die ca. 40 Meter mächtige Bank fällt flach gegen Südosten ein.
Der Kalk verzahnt am Steilabfall zur Sulm auf wenige Meter Distanz mit gebanktem Mittelsand.

Tongrube Wagna (Kt. 4/1):
In der im Hangenden der Tongrube Wagna aufgeschlossenen Leithakalkfolge fehlen dem "Aflenzer Stein" vergleichbare Bildungen (Abb. 77). Über der Diskordanz liegt feinsandiger Silt und Tonmergel.
Es folgt ein karbonatisch zementierter Feinsandstein, der in einer Bank eine reiche Makrofauna führt (Ostreen, Pectiniden, Veneriden, *Lithophaga sp.* und andere Bivalven, kleine Gastropoden, Balaniden, Seeigel, Einzel- und selten Stockkorallen, Fischzähne, selten Rhodolithen und Corallinaceen als Krusten um andere Fossilien). Der darauf folgende Leithakalk ist stark sandig ausgebildet und führt Makrofossilien in unterschiedlicher Menge.

Eine Bank von hartem, splittrigen Leithakalk in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies (Kap. 9.4.1.1. bzw. Abb. 40) bildet die Grenze zu dem darüber in ca. 650 Zentimeter Mächtigkeit aufgeschlossenen, mergeligen Leithakalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies.
Der "Schliersockel" liegt in Wagna wesentlich höher als in Retznei.

9.4.5.2. INTERPRETATION

Nach Ablagerung des Geröllmergels im Anschluß an die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese setzt mit Beginn der Lagenidenzone eine Transgression ein. Sie ermöglicht im Raum Retznei die Bildung eines kleinen "Fleckenriffs", dessen morphologische Erhebung über die

download unter www.biologiezentrum.at

Umgebung durch ein vorgegebenes Relief bestimmt ist, und welches daher in der Nomenklatur nach GEISTER (1983) als Korallenrasen anzusprechen ist.
Die Korallen nehmen mit fortschreitender Transgression von der Untiefe Besitz. Die Basisentwicklung zeigt eine Zonierung mit einer Seegraswiese im Flachwasser, einem Rhodolithengürtel mit kleinen *Porites* - Kolonien und dem Korallenrasen in etwas tieferem Wasser. Ein Vorriffbereich aus Riffschutt, wie bei einem echten Riff zwingend vorhanden, ist nicht ausgebildet.

Der darauf folgende Algenschuttkalk zeigt eine geringere Wassertiefe an.

Darüber leitet ein mergeliger Rhodolithenkalk eine weitere Transgressionsphase ein.

Das Gebiet von Aflenz bildete in der Lagenidenzone eine flache Bucht zwischen dem Korallenrasen von Retznei und einer weiteren Untiefe bei Wagna. In ihr wurde zu Zeiten geringer Wassertiefe (= regressive Phase in der Lagenidenzone) Algenschuttkalk in großer Mächtigkeit abgelagert ("Aflenzer Stein"). Die Bucht war gegen Osten durch eine flache Sandbarre begrenzt. Die Transgression der Oberen Lagenidenzone führte hier zur Bildung mergeliger Algenschuttkalke mit stellenweise Rhodolithen, wie sie im Hangenden der Ziegelei Wagna anstehen.

Durch das vorgegebene Relief keilt der Leithakalk gegen Süden rasch aus und wird durch Tonmergel ersetzt. WINKLER-HERMADEN (1939a etc.) deutete diese Erscheinung als Störung. Auch gegen Osten ist ein rascher Ersatz des Korallenrasens durch mergelige Schuttkalke und Bioklasten - reiche Mergel zu verzeichnen. Der Leithakalk von Retznei zeigt keine Verbindung zu den Kalken von Gamlitz (Weinleiten und Grubtal).

download unter www.biologiezentrum.at

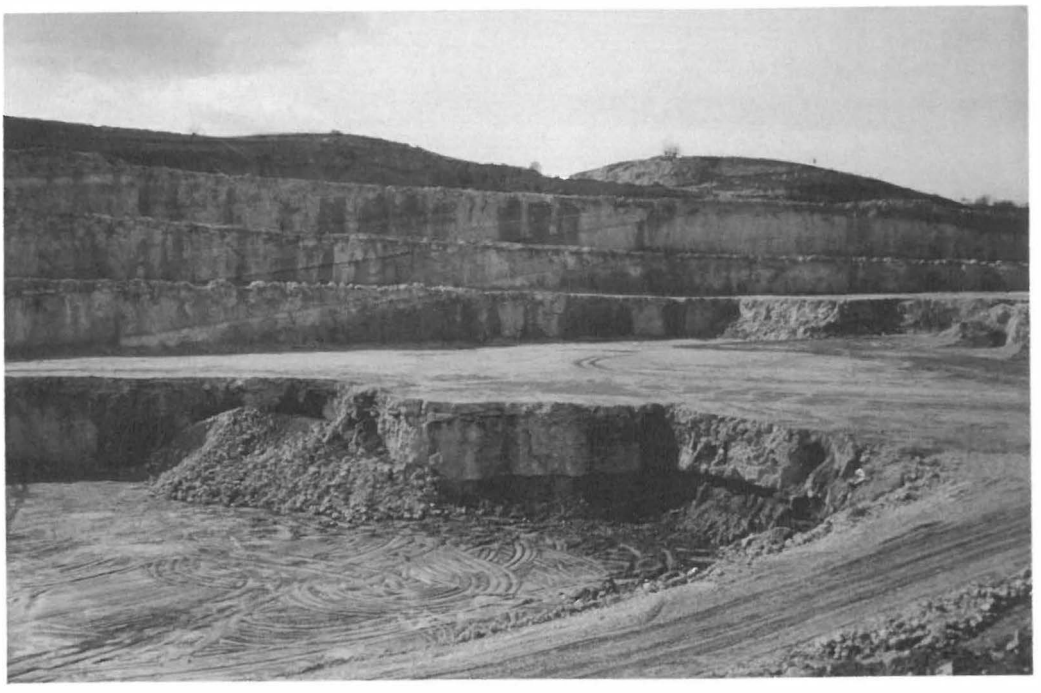
9.4.5.3. TUFFITE

Tuffite wurden im Steinbruch Retznei in zwei Niveaus festgestellt.

Mergelige Zwischenlagen im Rhodolithenkalk über der kurzen regressiven Phase sind durch ihren Gehalt an idiomorphen Biotitplättchen als Tuffit erkennbar (Probe RN11). Im Schwermineralspektrum zeigt die Armut an Granat eine nur geringe Vermischung mit terrigenem Sediment an. Apatit macht fast 60 % des Spektrums aus, der Zirkon - Anteil liegt bei knapp 15 % .

Zwei weitere Proben aus einem Tuffit (RN10, RN15) stammen aus den Sanden über der Leithakalkentwicklung, aber unterhalb des Biotit - Andesit - Ganges. Sie zeigen starke Vermischung mit terrigenem Sediment (Granat - Anteile um 60 %) Ein erhöhter Apatit - und Titanit - Gehalt sowie idiomorphe Zirkone und Biotitplättchen kennzeichnen diese Proben als Tuffite. Sie werden über Foraminiferen in die Obere Lagenidenzone eingestuft.

download unter www.biologiezentrum.at



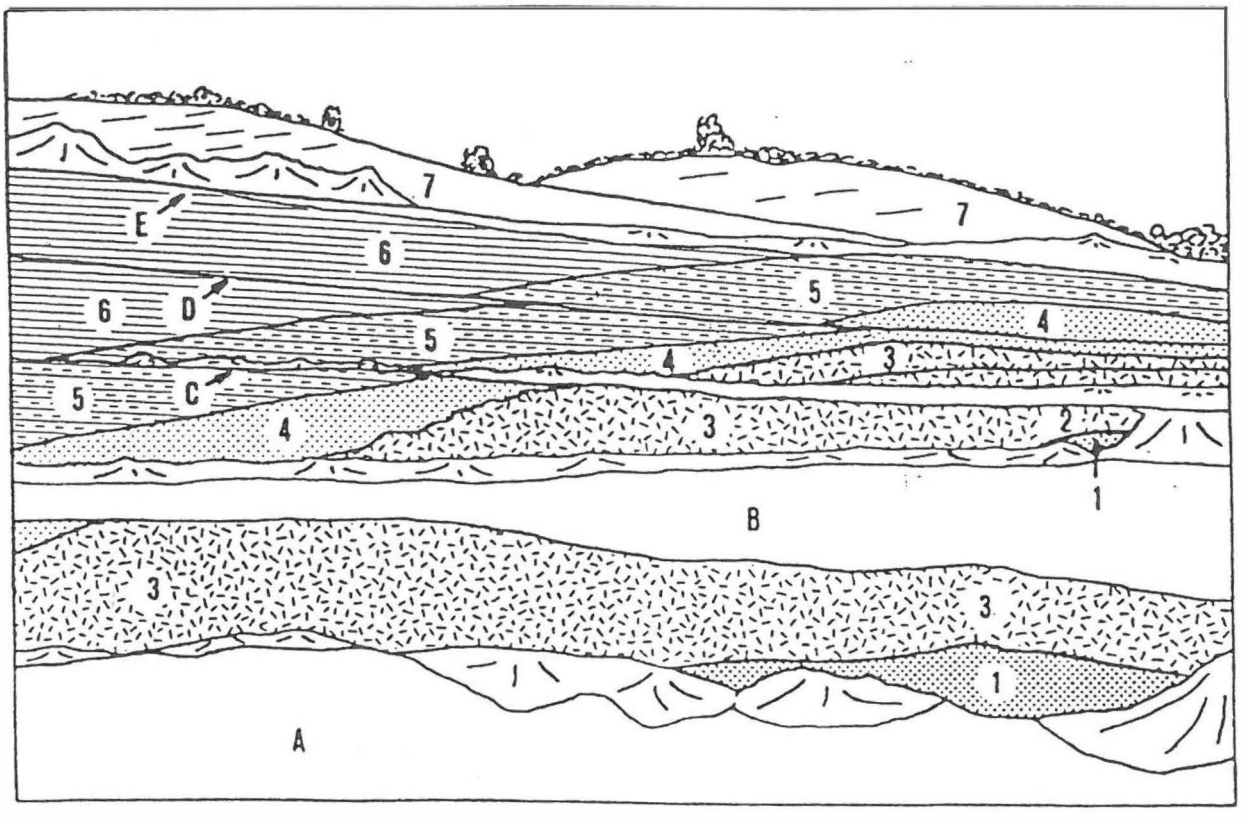


Abb. 69. Steinbruch Retznei
Maßstäbliche Zeichnung, Etagenhöhe zwischen 7 und 10 Meter: 1 ... "Geröllmergel" 2 ... Sandstein mit Crustaceenresten, überlagert von Rhodolithenkalk; 3 ... Korallen(riff)-kalk 4 ... Algenschuttkalk (Foraminiferen-Algen-Schutt-Fazies) 5 ... mergeliger Rhodolithen - Schuttkalk (bioklastische Rhodolithen-Schutt-Fazies) 6 ... mergeliger Rhodolithen - Schuttkalk (bioklastische Rhodolithen-Schutt-Fazies) mit zwei Horizonten mit großen Stöcken von Montastraea sp. 7 ... Hangendsande A - E ... Etagen.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 70 Stbr. Retznei, Steinbruchserweiterung
Die Basis der Leithakalkentwicklung von Retznei bildet ein Geröllmergel mit bis zu 10 cm großen Kristallingeröllen und Brocken von aufgearbeitetem "Schlier".

Abb. 71 Stbr. Retznei, Geröllmergel
Stärker verfestigte "Schlier"-Gerölle sind angebohrt.

download unter www.biologiezentrum.at

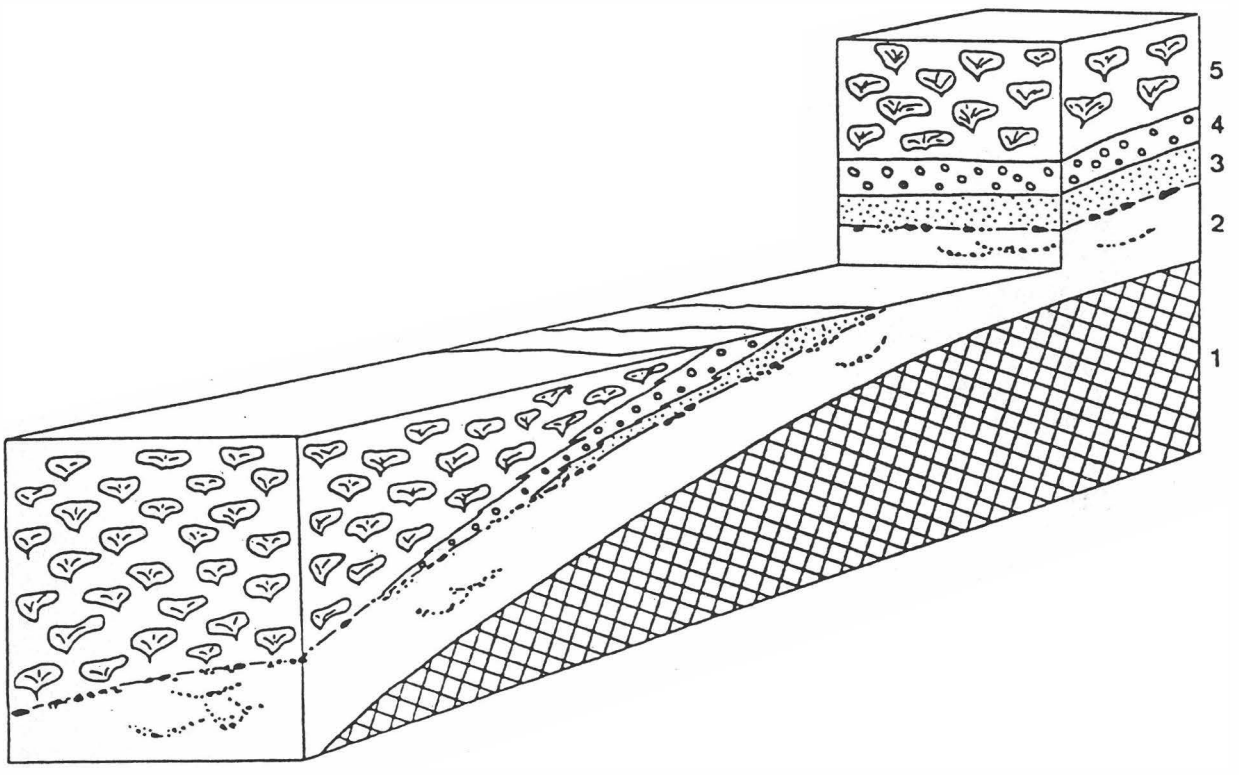


Abb. 72. Steinbruch Retznei
Schematisches Blockbild der Basisentwicklung des Korallenriffs:
1 ... "Schlier", Karpatien (derzeit im Steinbruch nicht aufgeschlossen)
2 ... "Geröllmergel"
3 ... Sandstein mit Crustaceenresten: Seegraswiese
4 ... Rhodolithenkalk
5 ... Korallen(riff)kalk.

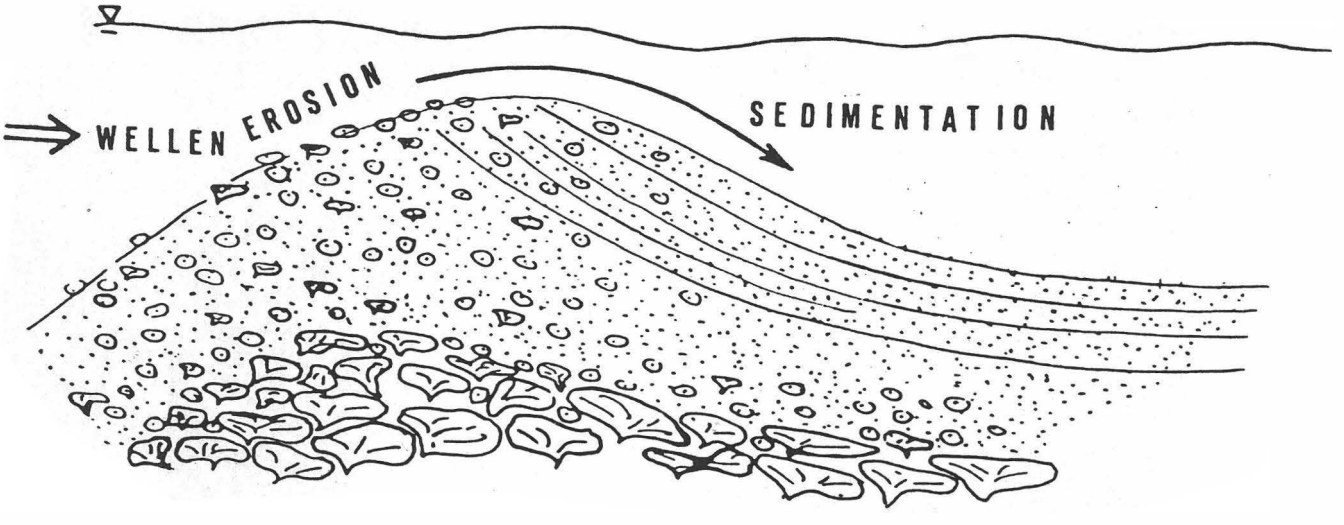


Abb. 73. Steinbruch Retznei
schematische Skizze zur Genese des Schrägschichtungskörpers im Algenschuttkalk auf Etage D (s. Abb. 69): Eine ± stationäre Corallinaceenschutt - Barre mit Rhodolithen wird im Brandungsmilieu durch die vorwiegend aus südlicher Richtung kommenden Wellen aufgearbeitet.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 74 Stbr. Retznei, Basisentwicklung auf Etage B (vgl.Abb.69) Über dem Geröllmergel folgen sandige Ablagerungen einer Seegraswiese, die durch eine Bank mit Rhodolithen und algenunkrusteten *Porites*-Stöcken vom Korallenrasen getrennt sind. Aufschlußhöhe ca. 5 Meter.

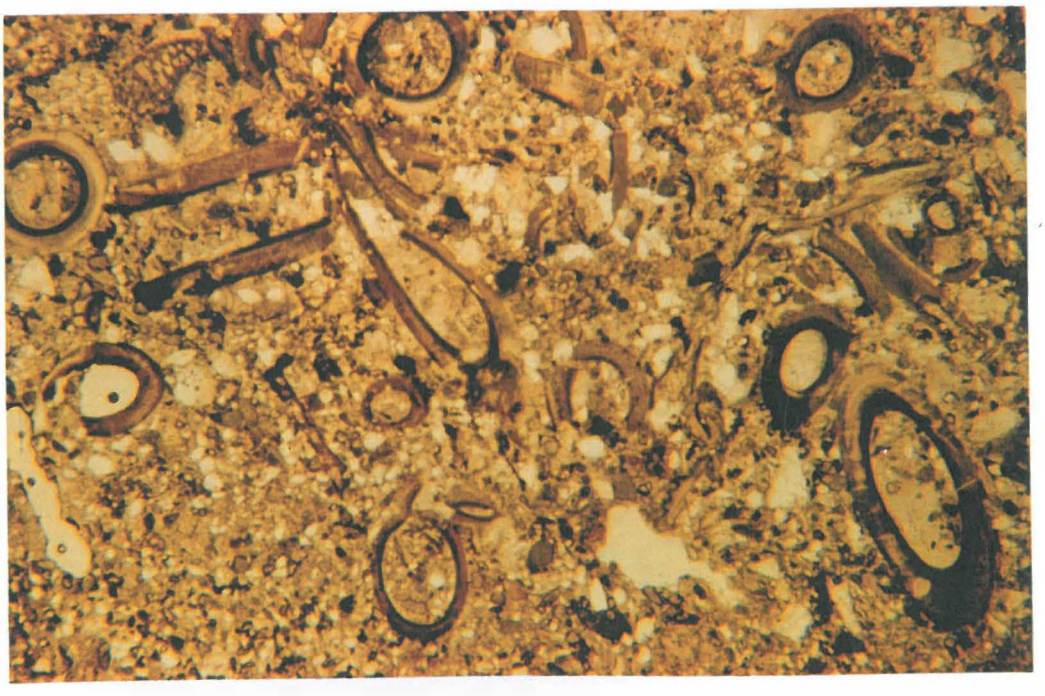


Abb. 75 Stbr. Retznei, Basisentwicklung
Serpuliden - Röhren, die ehemals Seegräser umkrusteten, liegen zerbrochen in sandiger Matrix.

download unter www.biologiezentrum.at

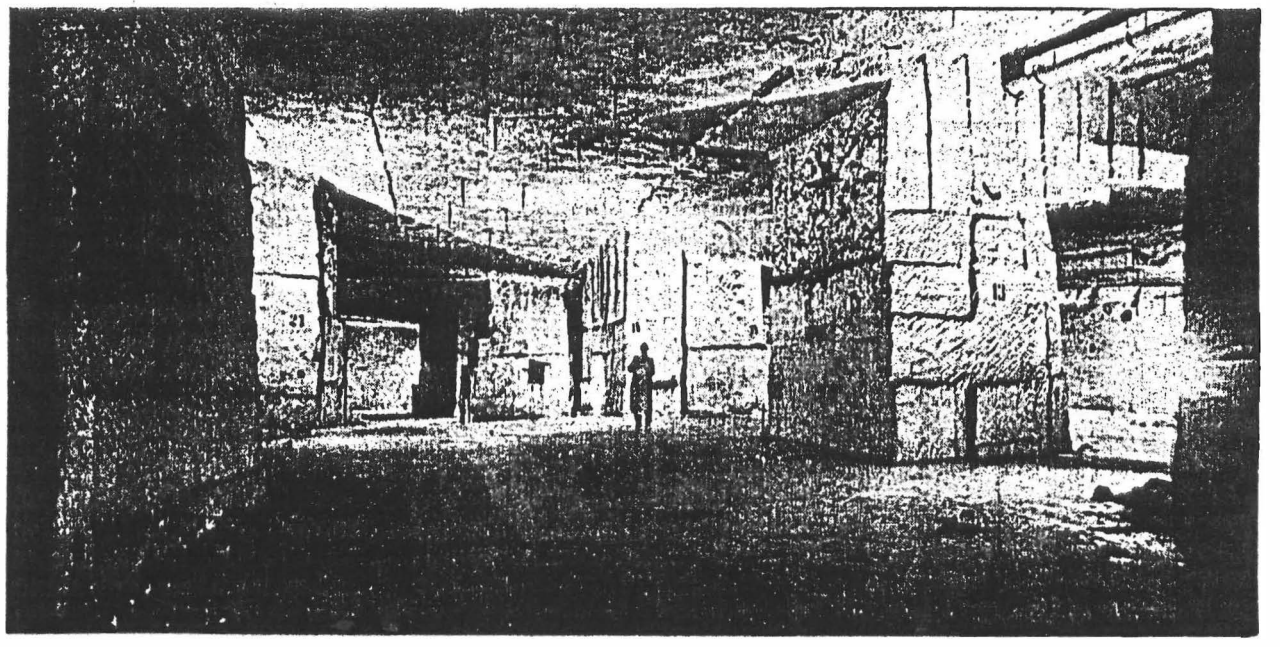


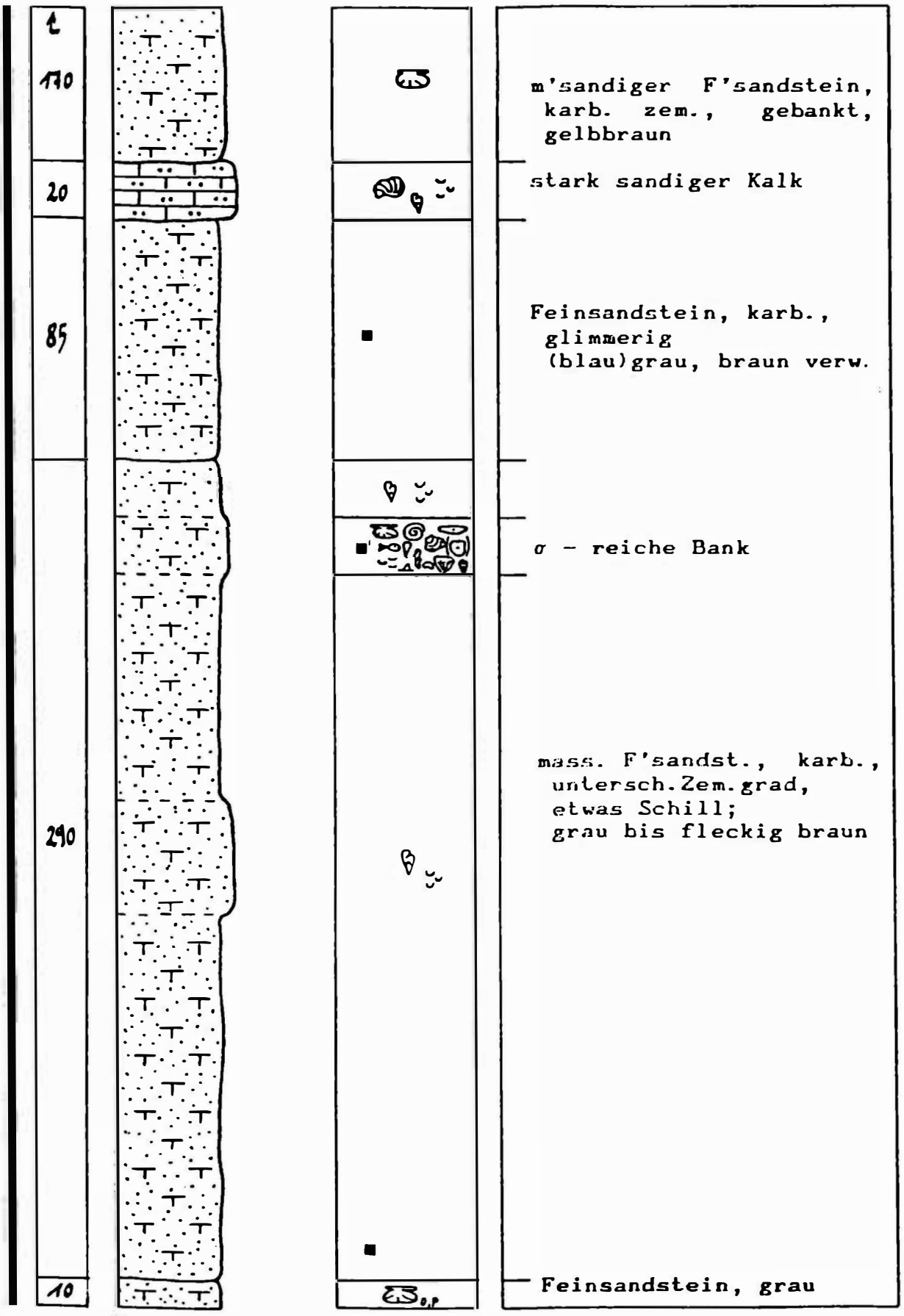
Abb. 76 "Römersteinbruch" Aflenz a. d. Sulm
(Foto: KLEINE Zeitung)

download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 77 a

Ziegelei Wagna (1)

20 cm

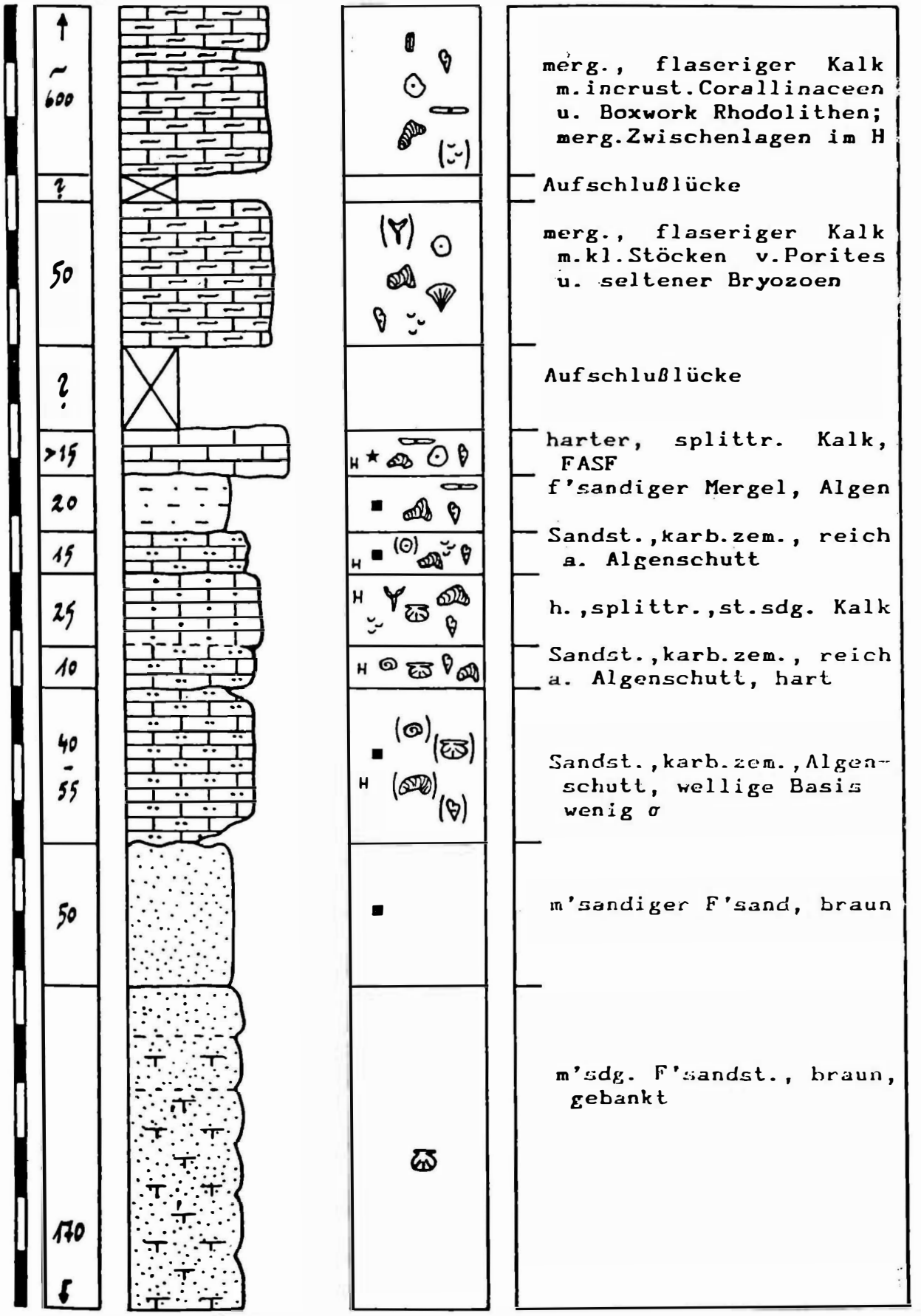


download unter www.biologiezentrum.at

ABB. 77 b

Ziegelei Wagna (2)

20cm



download unter www.biologiezentrum.at

9.4.6. DER LEITHAKALK DER GAMLITZER BUCHT

Die Leithakalkvorkommen der Gamlitzer Bucht lassen sich in zwei Großbereiche gliedern:

Nördlich des Gamlitzbaches steht Leithakalk mit einem geringen Anteil siliziklastischer Komponenten an, der lediglich an der Basis eine Beeinflussung durch die Kiese der Kreuzberg Formation zeigt.

Südlich des Gamlitzbaches ist reiner Leithakalk selten. Er ist fast immer mit Grobsand und Kies versetzt und zeigt sämtliche Übergänge zu Grobsandstein oder Konglomerat mit karbonatischer Matrix. Der Kalk ist stellenweise reich an Bryozoen.

9.4.6.1. AUFSCHLUESSE

Grubtal (Kt. 5/1):

Der aufgelassene Leithakalk - Steinbruch vom Grubtal zeigt folgende Abfolge:
Über Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelt kleinen Stöcken von *Porites sp.* und seltener *Tarbellastraea sp.* ist in ca. 3 Meter Mächtigkeit Leithakalk in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies aufgeschlossen.

Der fein aufgearbeitete Algenschutt ist stärker durch Sparit zementiert als der "Aflenzer Stein". Es folgen eine ca. 70 Zentimeter mächtige Austernbank und weitere 50 Zentimeter in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies mit Seeigel - Fragmenten. Eine ca. 5 Zentimeter mächtige Mergellage mit Algenzerreibsel trennt sie von der Hauptmasse des Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit wechselndem Mergelgehalt, die den gesamten oberen Bruchbereich einnimmt (mehrere Meter). Der Leithakalk ist in unregelmäßigen Abständen von Mergelbändern durchzogen. Sie führen eine artenarme, aber

download unter www.biologiezentrum.at

individuenreiche Leithakalk - Foraminiferenfauna mit vorherrschend *Amphistegina hauerina, Loxostomum digitale* und *Cibicides* div. spp. (Probe RA20, Tab. 5), die keine biostratigraphische Einordnung zuläßt.
Eine abweichende Beschreibung des Aufschlusses (zurückzuführen auf den früheren Bearbeitungsstand) gibt BEER (1953:65):

"in den unteren 3 m detritärer Leithakalk, Aflenzer Stein, darüber folgt eine bis 30 cm mächtige Austernbank; darüber 2-3 m Nulliporenmergel und als Abschluß 1 m Nulliporenkalk."

Er deutet die Austernbank als eine "Abrasionsfläche, die ihre Entstehung einer Unterbrechung der Leithakalksedimentation" verdankt. Er stellt den Aufschluß zum "unteren Leithakalk" (der nicht unbedingt mit dem "unteren Leithakalk" von WINKLER-HERMADEN, 1951 ident ist).

Aufgrund seiner Lage über karpatischem "Schlier" und dem Fehlen von *Orbulina suturalis* wird der Aufschluß in die Untere Lagenidenzone eingestuft.

Kiesentnahmestelle an der Straße Ehrenhausen - Gamlitz (Kt.5/19):
Dieses "klassische" Beispiel für die Überlagerung von Konglomeraten der Kreuzberg Formation durch Leithakalk wurde von WINKLER-HERMADEN (1939) und BEER (1953) bearbeitet. Die Liegendanteile und der Übergangsbereich sind in Kapitel 7.4. beschrieben.

Der Leithakalk entwickelt sich kontinuierlich aus dem Konglomerat durch eine Zunahme des Algenschutts auf Kosten des Kiesanteils Gegen Hangend treten vermehrt Rhodolithen hinzu. Manche Kalkbänke an der Basis sind reich an Bryozoen - Schutt. Weiters treten Ostreen, Pectiniden und Balaniden auf.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Hauptmasse des Leithakalks ist in bioklastischer Rhodolithen und Algen - Schutt - Fazies mit schwankendem Mergelgehalt ausgebildet.

Ehrenhausen, Anriß am Gamlitzbach (Kt.5/18):

Der Aufschluß am Gamlitzbach im Ortsgebiet von Ehrenhausen gewährt einen Einblick in die Entwicklung des Leithakalk über den Konglomeraten der Kreuzberg Formation. Die einzelnen Kalkbänke können in ihrer Mächtigkeit stark schwanken, die Mächtigkeitsangaben sind daher als Richtwerte zu betrachten.

Die Basis bildet, im Bachbett aufgeschlossen, ein matrixgestützter, kiesig - feinsandiger Grobsandstein mit Algenschutt bis 5 Millimeter und einzelnen Kiesgeröllen bis 10 Millimeter Durchmesser. Gegen das Hangende nimmt der Anteil des Algenschutts kontinuierlich zu, die Siliziklastika treten in den Hintergrund. Dazu kommen, zunächst noch vereinzelt, Rhodolithen. Die Abfolge zeigt keinerlei Unterbrechungen durch Zwischenmergel, die einzelnen Gesteinstypen gehen kontinuierlich ineinander über:

* in 10 Zentimeter Aufschlußhöhe: matrixgestützter, kiesiger Grobsandstein mit reichlich Algenschutt

* in 50 Zentimeter Aufschlußhöhe: stark sandiger, kiesiger Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelten Rhodolithen; Seeigel

* in 65 Zentimeter Aufschlußhöhe: stark sandiger, kiesiger Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies, mit Rhodolithen

* in 90 Zentimeter Aufschlußhöhe: sandiger Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies; häufig Bryozoen - Knollen als Kerne der Rhodolithen

* in 105 Zentimeter Aufschlußhöhe: sandig - mergeliger Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies

download unter www.biologiezentrum.at

* in 110 Zentimeter Aufschlußhöhe: harter, splittriger Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies
* in 135 Zentimeter Aufschlußhöhe: harter, splittriger Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies

Darüber folgt Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies, dessen einzelne Bänke durch dünne Mergellagen getrennt sind: (Abfolge vom Liegenden ins Hangende):

* > 60 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit ästigen bis schwach columnaren Rhodolithen von 5 bis 8 Zentimeter Durchmesser, die selten einen kleinen Bryozoen - Stock als Kern aufweisen. Selten Ostreen. Der Algenschutt ereicht Korngrößen zwischen 1 und 10 (Durchschnitt um 5) Millimeter.

* 1 Zentimeter stark mergeliger Kalk

* 60 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit ästigen und columnaren Rhodolithen. Oft bilden die Corallinaceen Krusten um kleine Bryozoen - Stöcke (bis 1 Zentimeter Durchmesser). Sehr selten Kiesgeröllchen, im Hangenden Serpulidenröhren. Mergelige Zwischenlagen keilen lateral aus.

* 1 Zentimeter Mergel

* 26 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit ästigen und columnaren Rhodolithen. Die ästigen Rhodolithen zeigen ein orientiertes Wachstum ohne Hinweise auf eine Bewegung durch Wellen. Die Bank ist reich an Bryozoen - Stöcken. Selten treten Ostreen auf.

* 1 Zentimeter Mergel

* 20 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies ohne Unterschiede zur vorigen Bank

download unter www.biologiezentrum.at

* 1 Zentimeter Mergel
* 18 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit noch deutlicherem orientierten Wachstum der Algen - Onkoide.

* 1 Zentimeter Mergel

* 75 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit stark ästigen Rhodolithen wie in der vorigen Bank. Selten reguläre Seeigel und Balaniden. Die Bank ist durch dünne, lateral rasch auskeilende Mergelbänder weiter untergliedert.

Uber einer 2 Zentimeter mächtigen Mergellage folgt wiederum Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies. Weiter im Hangenden wird der Kalk mergeliger:

* > 50 Zentimeter mergeliger Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelt columnaren und globularen Rhodolithen, die kaum größer als 5 Zentimeter Durchmesser werden. Daneben kommen irreguläre Seeigel (*Clypeaster sp.*), etwas Bivalven - Schill, einige Bryozoen - Knollen und wenige Serpuliden - Röhren vor. Selten sind Boxwork - Rhodolithen.

* 23 Zentimeter schwach mergeliger Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies. Der Kalk besteht aus sehr feinem Algenschutt und Bryozoen - Debris.

* 2 Zentimeter stark mergelige Kalk.

* 16 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies und bioklastischer Algen - Mollusken - Fazies, wobei die Rhodolithen kaum mehr als 5 Zentimeter Durchmesser erreichen. Häufig sind knollige Bryozoen - Kolonien von Corallinaceen umkrustet. Der Kalk ist reich an Bivalven - Schill und führt selten irreguläre Seeigel.

download unter www.biologiezentrum.at

* 20 Zentimeter Leithakalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit vereinzelt säuligen und massigen, laminaren Rhodolithen von wenigen Zentimeter Durchmesser.
* 45 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies und bioklastischer Algen - Mollusken - Fazies mit irregulären Seeigeln.

* 2 Zentimeter stark mergeliger Kalk.

* 45 Zentimeter mergeliger Kalk in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies mit wenigen größeren Rhodolithen - Bruchstücken und irregulären Seeigeln.

* 35 Zentimeter Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit großen, laminaren und globular-columnaren Rhodolithen, Ostreen, Bryozoen und irregulären Seeigeln.

Die darüber folgende, mehrere Meter mächtige Abfolge zeigt einen ähnlichen Wechsel von bioklastischen Mikrofaziestypen mit unterschiedlichem Mergelgehalt. Sie wir durch eine 30 Zentimeter mächtige Bank von feinsandigem Silt abgeschlossen. Die Mikrofauna (Tab. 5 : Probe EE08) läßt keine Unterscheidung zwischen Unterer und Oberer Lagenidenzone zu. Es folgt eine 35 Zentimeter mächtige Kalkbank in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies. Über einer 35 Zentimeter mächtigen Feinsand - Lage (Foraminiferen - Probe EE10) schließt gering mergeliger Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies (mindestens 4 Meter mächtig) die aufgeschlossene Schichtfolge ab.

An der Bahnlinie Ehrenhausen - Spielfeld tritt Leithakalk in bioklastischer Algen und Rhodolithen - Schutt - Fazies im Hangenden von Kiesen und Sanden der Kreuzberg Formation auf (Kt. 5/17).

download unter www.biologiezentrum.at

Ottenberg (Kt. 5/22)

Lesesteine aus einem Weingarten zeigen eine Übergangsfazies zwischen Leithakalk und Silt / Tonmergel im Hangenden (Abb. 46).
Der mergelige Kalk führt reichlich planktonische Foraminiferen in mikritischer Matrix. Corallinaceen - Debris fehlt.

Der Mikrofaziestyp wurde in Kap. 9.4.1.1. als "bioklastische Foraminiferen - Fazies" beschrieben. Er kennzeichnet den Abschluß der Leithakalkentwicklung im Raum Ottenberg.

In den Wäldern um Ottenberg (Kt. 5/23) finden sich in kleinen Aufschlüssen sämtliche Übergänge zwischen kalkigen Konglomeraten mit und ohne Algendebris bis zu Leithakalk beinahe ohne siliziklastischen Einfluß. Eine generelle Abfolge kann aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht angegeben werden. Die Kalke sind in vorwiegend bioklastischen Mikrofaziestypen entwickelt, wobei die Matrix mitunter stark rekristallisiert sein kann. Der Kalk ist stellenweise reich an Bryozoen - Schutt.

Gamlitz - Eckberg (Abb. 78, Kt. 5/3)

An der Straße Gamlitz - Eckberg ist in der Böschung eine mehrere Meter mächtige Leithakalkbank aufgeschlossen. Der Kalk weist einen hohen siliziklastischen Anteil (Mittel- bis Grobsand) auf und ist stark rekristallisiert. Corallinaceen treten zugunsten von *Heterostegina cf. papyracea gigantea* und Bryozoen als Sedimentbildner in den Hintergrund.

9.4.6.2. DISKUSSION

Die Leithakalkentwicklung im Raum Gamlitz kann in zwei Großbereiche unterteilt werden: Südlich des Gamlitzbaches ist der Leithakalk stark durch Siliklastika der Kreuzberg

download unter www.biologiezentrum.at

Formation verunreinigt. Nördlich des Gamlitzbaches ist der Einfluß der Kreuzberg - Schüttung nur basal gegeben. Die Hauptmasse des Leithakalks ist frei von Sand- und Kieskomponenten.
Im Grubtal ist eine Abfolge: bioklastische Faziestypen - sparitischer Schuttkalk - Austernbank - sparitischer Schuttkalk - bioklastische Faziestypen ausgebildet. Die bioklastischen Mikrofaziestypen indizieren eine Ablagerung außerhalb des unmittelbaren Einflußbereiches der Wellen, während die Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies im Brandungsmilieu gebildet wurde. Der Aufschluß spiegelt eine kontinuierliche Abnahme der Wassertiefe, an deren Höhepunkt die Austernbank gebildet wurde, gefolgt von einer neuerlichen Transgression, wieder. Ein Brackwassereinfluß wird aufgrund von Funden von Seeigelfragmenten auch innerhalb der Austernbank ausgeschlossen.

Bei Ehrenhausen zeigen die Rhodolithen ein orientiertes Wachstum. Dies, und das Auftreten von vorwiegend ästigen Wuchsformen weist auf ein ruhiges Bildungsmilieu hin. Größere Rhodolithen waren in ihrer Lage stabilisiert, eine Zerstörung durch High - Energy - Events bildete die Ausnahme. Die Wassertrübe war gering.

Eine weitere Eintiefung des Ablagerungsraumes führte zur Überlagerung des Leithakalks durch Feinsand und Tonmergel der Oberen Lagenidenzone.

9.4.6.3. INTERPRETATION

Die unterbadenische Entwicklung des Leithakalks im Raum Gamlitz - Ehrenhausen ist stark vom Einfluß der Braid Delta - Schüttung der Kreuzberg Formation beeinflußt. WINKLER-HERMADEN (1939 etc.) deutet sie als transgressive Bildung ("Leithakonglomerat" = Strand, Leithakalk = flachmariner Ablagerungsraum).

download unter www.biologiezentrum.at

Dieser generellen Aussage steht ein akzentuiertes, vorbadenisches Relief (Hochzone am Labitschberg, Tiefzone südöstlich Gamlitz) entgegen.
In der Unteren Lagenidenzone baut der Schuttfächer der Kreuzberg Formation weit gegen Osten vor. Im Zuge der unterbadenischen Transgression gewinnt gravitativer Transport an Bedeutung, der größere Reliefunterschiede voraussetzt. Gleichzeitig kann eine Verlagerung der Schüttung erfolgt sein.
Durch kurze regressive Tendenzen in der Unteren Lagenidenzone (sparitischer Algenschuttkalk und Austernbank im Grubtal) und durch damit verbundene Änderungen im Strömungsmuster können Corallinaceen im Raum Ehrenhausen auf den Hochzonen Fuß fassen. Während die Basisentwicklung noch starke Aufarbeitung der Rhodolithen und siliziklastischen Einfluß aufweist, sind die darüber folgenden Kalke frei von Sand- und Kieskomponenten. Der Übergang von laminaren und columnaren zu vermehrt ästigen Rhodolithen spiegelt eine Eintiefung des Ablagerungsraumes wieder. Die Wassertrübe blieb dabei gering.

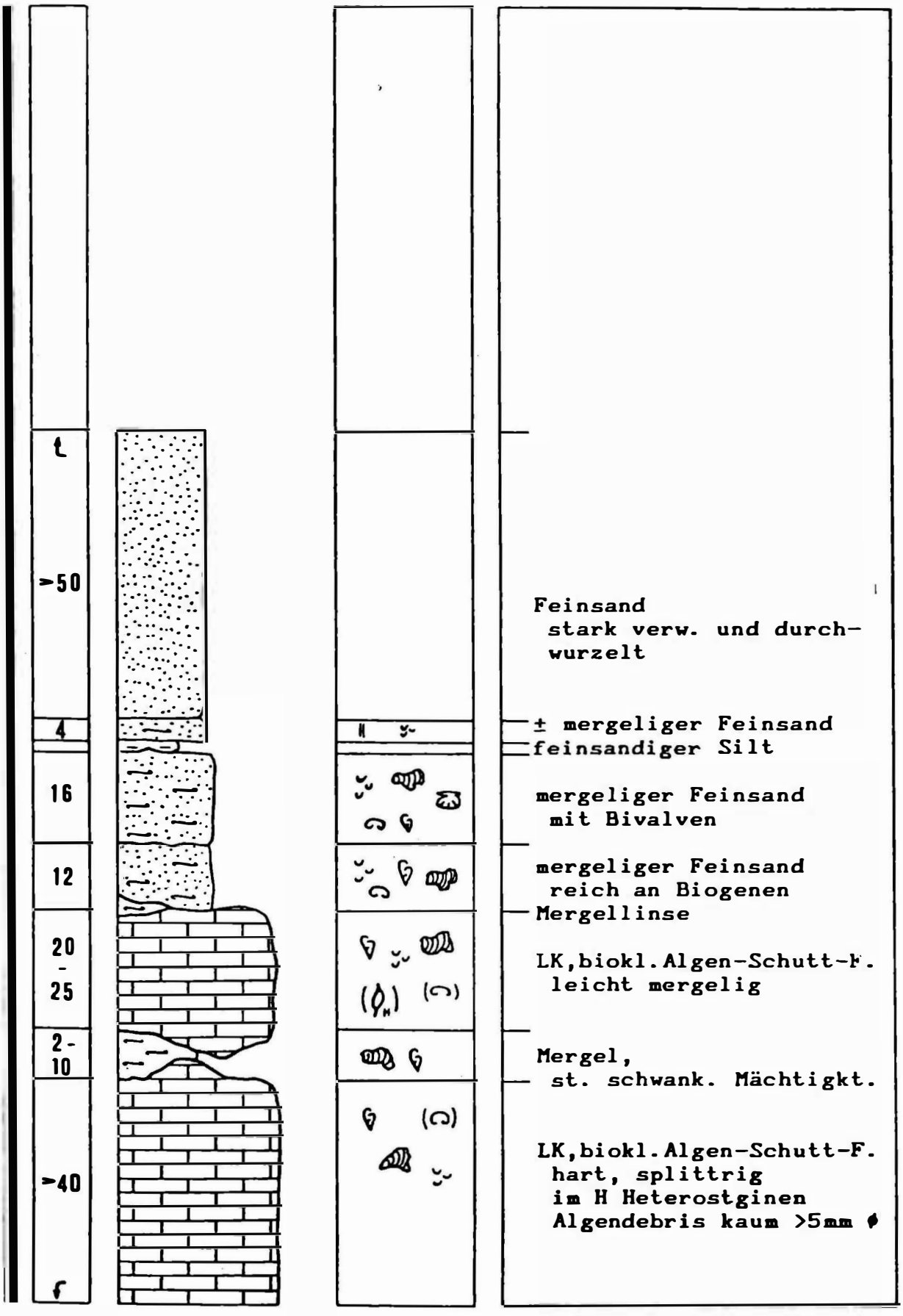
Zonen größerer Wassertiefe (= südlich des Gamlitzbaches) nehmen einen Teil des Algenschutts aus dem nördlich anschließenden Algenbiostrom auf, der mit dem gravitativ eingebrachten Schutt vermengt wird. Erst gegen Ende der Leithakalkentwicklung von Ehrenhausen - Gamlitz ist der Einfluß der Kreuzberg - Schüttung so gering, daß auch in Ottenberg reiner Leithakalk zur Ablagerung gelangt. Ein Biomikrit mit reichlich planktonischen Foraminiferen bildet den Übergang zu feinsandigem Silt und Tonmergel der Oberen Lagenidenzone (Transgression).

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 78

Gamlitz - Eckberg

10 cm



download unter www.biologiezentrum.at

9.4.7. DER LEITHAKALK VON GRASZNITZBERG

Im Gebiet von Graßnitzberg, teilweise schon auf jugoslawischem Staatsgebiet und somit für eine Bearbeitung unzugänglich, liegt auf unterbadenischen Sanden und Tonmergeln ein Leithakalkbiostrom der Sandschalerzone.

WINKLER-HERMADEN (1951) stellt es als "Nulliporenkalk des Steinberg - Platschzuges", gemeinsam mit den Vorkommen von Ehrenhausen - Gamlitz, Retznei und den Korallenriffen am Sausal zu den "unteren Leithakalken" des "Untertorton". Eine kritiklose Gleichsetzung des "Untertorton" bei WINKLER-HERMADEN mit der Lagenidenzone ist daher nicht möglich.

Der Leithakalk von Graßnitzberg zeigt eine sehr unterschiedliche lithologische Ausbildung von bioklastischer Algen / Rhodolithen _ Schutt - Fazies, über die Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies bis zu Mikrofaziestypen mit reichlich *Heterostegina cf. papyracea gigantea.*

Zwischenmergel mit einer biostratigraphisch interpretierbaren Mikrofauna fehlen. Die zeitliche Einstufung erfolgte über Foraminiferen in Gesteinen direkt im Liegenden des Leithakalk (z.B. Probe XX08, Tab. 6).

9.4.7.1. AUFSCHLUESSE

\# Wielitschberg, Zufahrt zum Gehöft "Gollob" (Bärengehege) (Kt. 5/9):

In einem aufgelassenen Steinbruch steht auf etwa drei Meter Aufschlußhöhe Leithakalk in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies an. Der Algenschutt ist feinkörnig (um 2 Millimeter). Vereinzelt kommen ästige Rhodolithen bis 5 Zentimeter Durchmesser vor.

Der Kalk ist im Hangenden stark zerbrochen, Kluftflächen zeigen Überzüge von Calcit - Kristallen. Mergelige Zwischenlagen fehlen.

download unter www.biologiezentrum.at

Vergleichbare Gesteine stehen weiter östlich an der Straße nach Ottenberg an (Kt. 5/11).
Lesesteine auf einem Feld im Hangenden des Aufschlusses sind in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies ausgebildet. Der Algendebris erreicht hier Korngrößen zwischen 5 und 10 Millimeter, Rhodolithen sind selten.

Graßnitzberg (Kt. 5/10):
In einem Graben in Graßnitzberg zeigt der Leithakalk ebenfalls eine Zweigliederung in liegende Schuttkalke in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies und hangenden Kalk in bioklastischer Rhodolithen - Schutt - Fazies mit Ostreen und in bioklastischer Algen - Schutt - Fazies.

Letzterer Mikrofaziestypus steht auch an der Straße beim Gebäude der Zollwache an. Etwas nördlich des Wirtshauses war durch Bauarbeiten der Grenzbereich Tonmergel / Leithakalk in ca. 410 Meter Seehöhe aufgeschlossen. Eine Foraminiferenprobe (XX16) lieferte keine stratigraphischen Leitformen.

Graßnitzberg (Kt. 5/13):
Ein Abbruch oberhalb eines Weinberges zeigt die basale Entwicklung des Leithakalks. Der Kalk ist stark sandig und etwas kiesig, mit großen Geröllen an der Basis. Als Hauptsedimentlieferanten fungieren Heterosteginen und Bryozoen, Algenschutt ist in geringem Maße vertreten. An Makrofossilien wurden Seeigel und Crustaceen (Scherenhand) beobachtet. Gelegentlich kommen knollige Bryozoen - Stöcke bis 5 Zentimeter Durchmesser vor.
Dieser Mikrofaziestyp ist in Kap. 9.4.1.1. als "siliziklastische Heterosteginen - Fazies" beschrieben.
Er überlagert Feinsand der Sandschalerzone.

Graßnitzberg (Kt. 5/12)
Der bei Bauarbeiten für einen Weinberg aufgeschlossen gewesene Leithakalk unterscheidet sich vom vorigen Mikrofaziestypus durch das Fehlen der Sandkomponente. Der Kalk

download unter www.biologiezentrum.at

zeigt Drucklösungserscheinungen (siehe Kap. 9.4.1.1.). Er führt irreguläre Seeigel und seltener Bivalven.
Die Grenze zu den liegenden Siliziklastika liegt in ca. 385 Meter Seehöhe.

Erosionsreste, ursprünglich mit dem Leithakalk von Graßnitzberg verbunden, sind die Vorkommen vom Platsch, von Hochgraßnitzberg und von Obegg.

9.4.7.2. DISKUSSION UND INTERPRETATION

Das 15 bis 20 Meter mächtige Biostrom von Graßnitzberg läßt sich in einen liegenden Bereich in Foraminiferen - Algen - Schutt - Fazies und einen hangenden Bereich in bioklastischen Mikrofaziestypen gliedern. Im Nordosten ist die basale Bank reich an *Heterostegina cf. papyracea gigantea* und ist zum Teil durch Sand verunreinigt oder weist Drucklösungserscheinungen auf.

Das Biostrom fällt flach gegen Nordosten ein.

Seine Bildung wurde durch eine Verminderung der Wassertiefe an der Grenze Obere Lagenidenzone / Sandschalerzone ermöglicht. Der basale Algenschuttkalk indiziert flaches Wasser mit rascher Zerstörung der Rhodolithen, während die bioklastischen Mikrofaziestypen im Hangenden als Zeichen einer langsamen Eintiefung des Ablagerungsraumes angesehen werden.

download unter www.biologiezentrum.at

10. PALAEOGEOGRAPHISCHE SCHLUSZFOLGERUNGEN

Die Leithakalkvorkommen der Mittelsteirischen Schwelle lassen sich in fünf Großgruppen zusammenfassen, die nicht nur durch ihre geographische und stratigraphische Position getrennt sind, sondern sich auch in ihrer Fazies unterscheiden.

Wenngleich kein durchgehendes Profil durch das gesamte Badenien obertags aufgeschlossen ist, so lassen doch die faziellen Änderungen in den einzelnen Leithakalkvorkommen generelle Aussagen zur Palaeogeographie um die Mittelsteirische Schwelle in diesem Zeitraum zu.

Die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese bewirkte im oberen Karpatien eine Verkippung großer Krustenblöcke. Diese führte zu einer Umgestaltung des Sedimentationsraumes nicht nur des Weststeirischen Beckens.

Im Süden (Gamlitzer Bucht) wurde der "Steirische Schlier" gehoben und unter teilweise subaerischen Bedingungen erodiert. Im obersten Karpatien kommen auf den Hochzonen sub- bis supratidale, terrigene Sedimente (Kohleflöz vom Labitschberg und Begleitsedimente) und intertidale Aufarbeitungsprodukte des "Schliers" (Geröllmergel in Retznei) zur Ablagerung.

Eine unterbadenische Transgression ermöglichte die Bildung des Leithakalkes im Raum Gamlitz - Retznei sowie von kleinen Fleckenriffen an der Ostflanke des Sausal. Sie kommt in der Basisentwicklung im Steinbruch Retznei (langsames Besitzergreifen der Korallen über die gesamte Untiefe mit zunehmender Wassertiefe) klar zum Ausdruck. Diese Transgression äußert sich im Norden in einer weiten Überflutung der Florianer Bucht.

Durch die Hebung des Hinterlandes (Koralpe, Gleinalpe) in der "Steirischen Phase" fielen große Mengen an Verwitterungsschutt an. Sie werden in der (Unteren) Lagenidenzone im

download unter www.biologiezentrum.at

Braid Delta Komplex der Kreuzberg Formation im westlichen Teil der Gamlitzer Bucht abgelagert.
Die Transgression wird durch eine kurze Phase geringerer Wassertiefe unterbrochen. In ihr erfolgte die Ablagerung des "Aflenzer Steines" nördlich Retznei. Sie ermöglichte die Bildung von Leithakalk auf den distalen Ausläufern der Kreuzbergschüttung bei Ehrenhausen.

Die Haupttransgression erfolgte in den höheren Anteilen der Unteren Lagenidenzone und in der Oberen Lagenidenzone. In Retznei wurden mergelige Rhodolithenkalke in großer Mächtigkeit, überlagert von Feinsand und Tonmergel, gebildet. Die Transgression führt im Raum Spielfeld (morphologische Tiefzone) zu Wassertiefen über 100 Meter.

Im Raum Wildon befindet sich in der Oberen Lagenidenzone eine schlammige Bucht von etwa 40 bis 50 Meter Wassertiefe. Sediment wird durch Stürme von Braid Deltas her eingebracht und in den dazwischenliegenden ruhigen Zeiten von einer reichen Infauna überarbeitet. Die Bucht ist durch Sandbarren gegliedert. Auf Hochzonen bilden sich erste Leithakalk - Bänke.

An der Grenze Obere Lagenidenzone / Sandschalerzone führt eine Verminderung der Wassertiefe zur Bildung der unteren Schutthalde im Steinbruch Weissenegg. Sie wird am Höhepunkt der Regression abrasiv gekappt.

In der Gamlitzer Bucht äußert sich die Regression durch einen Vorstoß terrigener Sedimente gegen Osten und die darauf folgende Bildung des Leithakalkbiostroms von Graßnitzberg in der Sandschalerzone.

Jüngere Sedimente sind im Süden der Erosion zum Opfer gefallen.

Die tiefere Sandschalerzone ist im Raum Wildon durch eine kontinuierliche Transgression gekennzeichnet. Seegraswiesen

download unter www.biologiezentrum.at

unterbrechen das Rhodolithenwachstum zu Zeiten größerer Wassertrübe.
Die Bildung der oberen Schutthalde im Steinbruch Weissenegg erforderte eine rasche Abnahme der Wassertiefe.

Die Sedimente der höheren Sandschalerzone und der Buliminen - Bolivinen - Zone (anhand der Foraminiferen ist eine genaue Einstufung nicht möglich) zeigen eine geringe Eintiefung und Meeresspiegelschwankungen, während in der Florianer Bucht regressive Bedingungen herrschen. Der Leithakalk greift weit gegen Norden vor.

In der Verarmungszone (= höchste Buliminen - Bolivinen - Zone) dominieren sandige Delta - Front Sedimente eines Braid Deltas. Ablagerungen des zugehörigen verzweigten Flusses finden sich in den Schottern der Eckwirt Formation im Raum Tobelbad - Hitzendorf westlich Graz.

Die darauf folgende sarmatische Transgression bringt eine starke Salinitätsreduktion und Faunenendemismus.

Die Frage, inwieweit diese lokalen Trends überregionalen Charakter zeigen, muß offen bleiben. Es gilt allerdings zu bedenken, daß in einem Flachmeer, wie dem Weststeirischen Becken, bereits geringfügige Änderungen der Wassertiefe starke Verschiebungen der Faziesgrenzen bewirken.

download unter www.biologiezentrum.at

11. DIE FOSSILIEN DES BADENIEN

11.1. ROTALGEN

Rhodophyta sind, neben den Korallen, die Hauptsedimentlieferanten für den Leithakalk. Sie sind vorwiegend durch Corallinaceen vertreten, Solenoporaceen sind selten.

Corallinaceen aus dem Leithakalk wurden erstmals von REUSS (1848) unter dem Namen Nullipora beschrieben. Eine genauere Bearbeitung erfolgte durch CONTI (1945). Neuere Arbeiten zur Systematik fehlen. Derzeit erfolgt eine Revision dieser Gruppe durch W.PILLER (Wien).
Im Leithakalk sind die Corallinaceen durch 5 Gattungen vertreten (vgl. WRAY, 1977; DULLO, 1983):

Archaeolithothamnium ROTHPLETZ 1891

Das aus vielen Zellagen aufgebaute Gewebe weist eine Differenzierung in Hypothallus und Perithallus auf. Die Wuchsform bestimmt die Deutlichkeit dieser Differenzierung sowie die Regelmäßigkeit der Zellagen. Die Sporangien sind in lockeren Reihen innerhalb des Zellgewebes angeordnet.

Lithothamnium PHILIPPI 1837

gleicht im Aufbau *Archaeolithothamnium*. Der Hypothallus ist häufig etwas dicker. Die Sporangien befinden sich innerhalb von Konzeptakeln mit vielporigen Dächern.

Palaeothamnium CONTI 1945

nimmt aufgrund seiner Reproduktionsorgane eine Zwischenstellung zwischen den beiden vorgenannten Gattungen ein. Es treten sowohl mehrporige Konzeptakel als auch Sporangien, die konzentriert im Zellgewebe liegen, auf. Die Thallusstruktur entspricht jener von *Lithothamnium*.

download unter www.biologiezentrum.at

Mesophyllum LEMOINE 1928

entspricht weitgehend *Lithothamnium*, ist von diesem aber durch einen coaxialen Hypothallus zu unterscheiden. Die Zellreihen sind lagig angeordnet. Konzeptakel treten in größerer Anzahl wie bei *Lithothamnium* auf. *Mesophyllum* nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Lithothamnium* und *Lithophyllum* ein.

Lithophyllum PHILIPPI 1837

besitzt einen aus gebogenen Zellreihen bestehenden, coaxialen Hypothallus. Der Perithallus umhüllt bei verzweigten Formen den Hypothallus, ist aber bei inkrustierenden Formen oft nur einseitig entwickelt. Charakteristisches Bestimmungsmerkmal sind Konzeptakel mit nur einer großen öffnung.

Die Solenoporaceen sind im Leithakalk durch die Gattung **Solenomeris PFENDER 1926** vertreten. Diese Alge ist von den Corallinaceen durch ihr gröberes Zellgewebe (Zelldurchmesser 40 bis 60 µm) leicht zu unterscheiden. Die Zellen sind alternierend angeordnet (Zickzack - Muster; WRAY, 1977), das Zellgewebe ist nicht in Hypothallus und Perithallus gegliedert. Reproduktionsorgane fehlen.
Nach PERRIN (1987) soll es sich bei Solenomeris allerdings um keine Alge, sondern um eine inkrustierende Foraminifere der Familie Acervulinidae handeln.

11.1.1. CORALLINACEEN - ONKOIDE

11.1.1.1. NOMENKLATUR

Obwohl schon lange bekannt, wurden Corallinaceen - Onkoide erst spät in ihrer Bedeutung als Faziesanzeiger erkannt und daher zunächst mit keinem eigenen Namen belegt.

download unter www.biologiezentrum.at

BOSELLINI & GINSBURG (1971) führten die Bezeichnung "rhodolite" ein. Dieser Begriff hat jedoch Priorität für eine Varietät von Granat (BINDA, 1973). Heute ist "rhodolith" generell akzeptiert [erstmals (ohne Definition) verwendet von BARNES et al. (1970), als gültiges Synonym zu "rhodolite" definiert von GINSBURG & BOSELLINI (1973)]. PERYT (1983) schlägt als neue Bezeichnung "rhodoid" vor. Da jedoch ein älterer Begriff weltweit in Verwendung ist, und "rhodoid" etymologisch nicht korrekt ist, wird hier "rhodolith" bzw. dt. "Rhodolith" bevorzugt (vgl. BOSENCE, 1983a).

11.1.1.2. MORPHOLOGIE (nach BOSENCE, 1983a)

Rhodolithen können sowohl monospezifisch als auch polyspezifisch sein. An ihrem Aufbau sind mitunter neben Corallinaceen auch inkrustierende Bryozoen sowie *Solenomeris* beteiligt.

Für die Morphologie hat die systematische Zuordnung der an ihrem Aufbau beteiligten Corallinaceen keinerlei Auswirkung (und umgekehrt). Form, Struktur und Größe werden ausschließlich durch das Environment bestimmt. Kontrollierender Faktor ist in erster Linie die Wasserenergie als Funktion von Klima (Wellen) und Wassertiefe (BOSELLINI & GINSBURG, 1971; ADEY & MACINTYRE, 1973). Eine deskriptive Unterteilung nach äußerer Form und innerer Struktur ist daher Grundvoraussetzung für jede fazielle Interpretation.

BOSELLINI & GINSBURG (1971) verwenden 5 Formklassen: sphäroidal, elliptisch, amöboidal, discoidal und flach. BOSENCE (1976) unterscheidet mittels Messung der langen, mittleren und kurzen Achse der Rhodolithen drei Formklassen (sphäroidal, ellipsoidal und discoidal) im modifizierten "pebble shape diagram" nach SNEED & FOLK (1958) (Abb. 81): Die Größe kann über den mittleren Durchmesser 1/3(L+I+S) (BOSELLINI & GINSBURG, 1971) oder über das Volumen des umhüllenden Ellipsoids $\sqrt[3]{(L \cdot I \cdot S/4\pi)}$ (BOSENCE, 1976) abgeschätzt werden.

download unter www.biologiezentrum.at

Der innere Aufbau kann auf folgende Grundtypen zurückgeführt werden: laminares, columnares, globulares und ästiges Wachstum (BOSELLINI & GINSBURG, 1971).
Laminare Rhodolithen bestehen aus konzentrischen Krusten von Zellgewebe [Hypothallus (sofern in der betreffenden Species vorhanden) und Perithallus] und entstehen durch kontinuierliche Umkrustung. Sie besitzen zumeist einen Kern, z.B. ein Fragment eines anderen Rhodolithen, Molluskenschalen, Intraklasten, Kiesgerölle etc.. Eine Sonderform sind discoidale "boxwork - rhodoliths" (BOSENCE, 1983a: 222).

Ästige Rhodolithen entstehen durch kontinuierliches Wachstum von Perithallus - Filamenten. Die Äste können eine Zentrale Medulla aus Filamenten mit längeren Zellen besitzen. Sie ist außen von kleineren Zellen (Cortex) umgeben. Ästige Rhodolithen können nach ihrem Verzweigungsgrad weiter klassifiziert werden (4 Klassen nach BOSENCE & PEDLEY, 1982). Verzweigungen sind entweder apikal oder dichothom.

Globulare Rhodolithen zeigen im Querschnitt sphäroidale bis amöbenartige Gebilde von 2 bis 10 mm Durchmesser. Dieser Typus steht morphologisch zwischen columnaren und ästigen Rhodolithen.

Rhodolithen mit kurzen (max. 1 - 2 cm), breiten (3 - 10 mm) Säulchen werden von BOSELLINI & GINSBURG (1971) als columnar bezeichnet. BOSENCE & PEDLEY (1982) und BOSENCE (1983a) verwenden diesen Begriff für Rhodolithen mit Säulchen, die etwa gleich breit wie hoch sind. Diese bestehen entweder aus gewölbten Perithallus - Schichten oder aus aufeinanderfolgenden gewölbten Krusten mit jeweils eigenem Hypothallus und Perithallus.

Ästige und columnare Rhodolithen können durch Transport und Abrasion der Spitzen modifiziert werden [seitliches Wachstum an den Spitzen führt zum Zusammenwachsen der Äste bzw. Säulchen und in der Folge zu laminarem Wachstum (BOSENCE & PEDLEY, 1982)].

download unter www.biologiezentrum.at

11.1.1.3. MORPHOLOGIE UND ENVIRONMENT (nach BOSENCE, 1983b)

Die Verbreitung von Corallinaceen wird auf Artebene durch Temperatur und Licht kontrolliert. Monospezifische Rhodolithen derselben Species treten in verschiedenen Breiten in unterschiedlicher Wassertiefe, aber in derselben Temperaturzone auf. Ebenso ermöglichen optimale Lichtverhältnisse ein Wachstum in größerer Tiefe als bei hoher Wassertrübe (ADEY & MACINTYRE, 1973).

Verläßt man die Artebene, so finden sich Corallinaceen in sämtlichen Temperaturzonen von tropisch bis arktisch und in Wassertiefen von 0 bis 250 Meter. Zwischen 60 und 100 Meter ist das Wachstum sehr stark herabgesetzt. Rhodolithen aus Tiefen größer 100 Meter werden als Relikte aus Zeiten niedrigen Meeresspiegels angesehen (SIESSER, 1972; TOOMEY, 1975).

Im Flachwasser wird die Verbreitung von Rhodolithen von den Lichtverhältnissen, der Wasserenergie und dem Substrat bestimmt. Eine nur geringe Sedimentationsrate ist Grundvoraussetzung (HOTTINGER, 1983). Die Wellenenergie muß groß genug sein, um ein periodisches Umwenden der Rhodolithen zu gewährleisten. Zu hohe mechanische Beanspruchung zerstört die Rhodolithen. Ihre Morphologie ist eine direkte Antwort auf die energetischen Bedingungen.

Ästige Rhodolithen mit geringer Verzweigung sind kennzeichnend für ein geschütztes Environment mit nur geringer Bewegung der Corallinaceen - Onkoide. Höhere Energie führt zu dichtverzweigten, und schließlich zu konzentrisch - laminaren Rhodolithen. Columnares Wachstum tritt bevorzugt an größeren, laminaren Rhodolithen auf, die in ihrer Lage stabilisiert sind (BOSELLINI & GINSBURG, 1971). Bei Erhöhung der Wasserenergie, und somit der Rollbewegung, kann erneut laminares Wachstum auftreten. BOSENCE & PEDLEY (1982) erklären columnare Formen durch Abrasion der Apices ästiger Rhodolithen und laterales Wachstum.

download unter www.biologiezentrum.at

Discoidale Formen bilden sich auf ebenem, sandigem Untergrund bei oftmaligem Umwenden, wodurch nur ein seitliches Wachstum möglich ist. Sphäroidale und ellipsoidale Formen kommen bevorzugt auf gröberem Untergrund (Algenschutt etc.) vor. Da zu ihrer Bildung eine Rollbewegung nötig ist, zeigen sie höherenergetisches Milieu an als discoidale Rhodolithen. Abb. 82 (DULLO, 1983; zusammengestellt nach BOSELLINI & GINSBURG, 1971 und BOSENCE, 1976) verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen Wuchsform, Verzweigungsdichte und Wasserenergie.
Rhodolithen sind nur im unmittelbaren Einflußbereich der Wellen in kontinuierlicher Bewegung. Im Regelfall werden sie nur durch ´High - energy - events (Winterstürme, Monsun, Tsunamis etc.) umgewendet. Die Bewegung erfolgt vorwiegend im Winter, aber auch im Sommer können die Rhodolithen mitunter bewegt werden (BOSELLINI & GINSBURG, 1971; BURGESS & ANDERSON, 1983; HOTTINGER, 1983; BOURROUILH - LE JAN & HOTTINGER, 1988).
Wachstumsraten werden mit durchschnittlich 0.4 mm pro Jahr (BOSELLINI & GINSBURG, 1971), bzw. kleiner 1 mm pro Jahr (Insel Elba; HOTTINGER, 1983) angegeben.

Rezent kommen Rhodolithen in tropischen Breiten in allen Flachwasserfazies vor: Fore-reef bis 60 Meter Tiefe (globular bis laminar, "almondoidal", mittlerer Durchmesser 84 mm; columnare und verzweigte Formen fehlen), Reef-flat (laminar - columnar, globular und laminar; elliptisch, sphäroidal, discoidal, mittlerer Durchmesser 40 bis 90 mm; meist in der unmittelbaren Umgebung von Gezeitenkanälen) und Back-reef (in Seegrawiesen: verzweigt, seltener columnar, sphäroidal bis elliptisch, mittlerer Durchmesser 50 mm) (Mascarene Islands; MONTAGGIONI, 1979).
BOSELLINI & GINSBURG (1971) beobachten offen verzweigte Rhodolithen innerhalb von Seegraswiesen. Gelegentlich werden einige Exemplare in eingeschnittene, sandige Rinnen geschwemmt. Die verstärkte Rollbewegeung führt zu laminarem Wachstum, gelegentlich tritt auch columnares Wachstum auf (Whalebone Bay, Bermuda).

download unter www.biologiezentrum.at

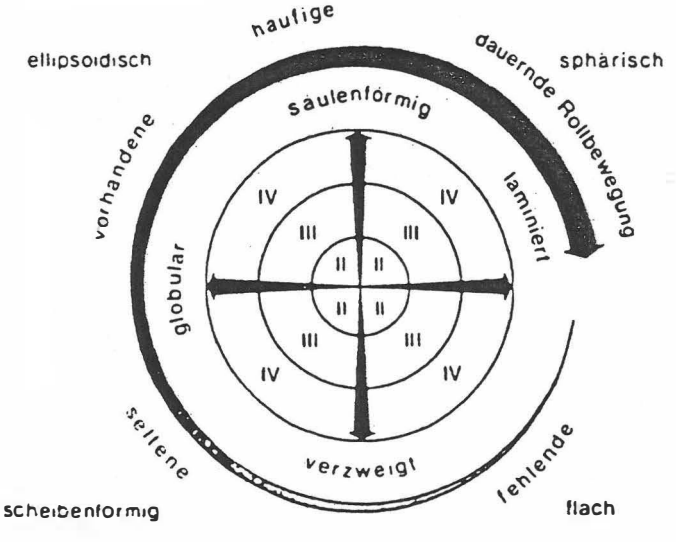


Abb. 79.
Aus DULLO (1983)

Beziehungen zwischen Wuchsform der Rhodolithen, Verzweigungsdichte und Wasserenergie. Kombiniert nach BOSELLINI & GINSBURG (1971) und BOSENCE (1976).

download unter www.biologiezentrum.at

11.2. FORAMINIFEREN

Die Foraminiferen des Tertiär erweckten schon sehr früh das Interesse der Paläontologen. Die Untersuchungen von d'ORBIGNY (1846) im Wiener Becken lösten einen "Foraminiferen - Boom" aus (CZJZEK, 1847; REUSS, 1849).
REUSS war auch der Erste, der sich mit den steirischen Vorkommen beschäftigte. Bei einigen seiner neu aufgestellten Species ist als Typuslokalität der "Leithakalk von Wurzing" angegeben. Seit ROLLE (1855) finden sich in fast allen Arbeiten über das Steirische Tertiärbecken Angaben zur Foraminiferenfauna.

Die Bedeutung dieser Tiergruppe liegt in der hohen biostratigraphischen und paläoökologischen Aussagekraft mancher Genera. Mit Hilfe der Foraminiferenlisten früherer Autoren ist es möglich, alte Schichtbezeichnungen mit den in dieser Arbeit vorgeschlagenen lithostratigraphischen Einheiten zu korrelieren bzw. den Bedeutungswandel mancher Bezeichnungen zu verfolgen.

11.2.1. BIOSTRATIGRAPHISCHE AUSSAGEKRAFT DER FORAMINIFEREN

Die Zonengliederung der gesamten Paratethys und speziell des Wiener Beckens beruht auf den Foraminiferen. Dafür sind besonders die Vertreter der Gattung *Uvigerina* (Zonenfossilien im Wiener Becken), sowie die planktonischen Foraminiferen (internationale Gliederung des Tertiärs) ausschlaggebend. Die Heterosteginen, Pavonitinen und Bolivinen sind ebenfalls stratigraphisch verwertbar. Die Reichweite der einzelnen Species ist den Abbildungen 80 a bis c zu entnehmen (ex PAPP et al., 1978). Eine Charakteristik der Foraminiferenfauna im Badenien geben PAPP, CICHA & CTYROKA (1978).

Die Gliederung des Wiener Beckens kann nur bedingt auf das Steirische Becken übertragen werden. *Uvigerina macrocarinata*

download unter www.biologiezentrum.at

PAPP & TURNOVSKY tritt in der gesamten Lagenidenzone auf, während sie im Wiener Becken auf die untere Lagenidenzone beschränkt ist (KOLLMANN, 1965; KOLLMANN & RÖGL, 1978). *Uvigerina pygmoides* PAPP & TURNOVSKY soll auf die obere Lagenidenzone und tiefere Sandschalerzone beschränkt sein, wird aber, wenn auch selten, von CICHA et al. (1986) bereits im Karpatien der Zentralen Paratethys beobachtet.
Das Erstauftreten von *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN fällt nicht exakt mit der Grenze untere / obere Lagenidenzone zusammen und kann daher nur bedingt zur Trennung dieser beiden Zonen herangezogen werden. Allerdings ist mit dieser Foraminifere eine Einbindung der Zentralen Paratethys in die internationale Gliederung des Miozäns anhand planktonischer Foraminiferen (BLOW, 1969) gegeben (Planktonzone N9).

In den Leithakalkarealen ermöglicht *Amphistegina bohdanowiczi* (Aquitan bis untere Lagenidenzone) eine Unterscheidung von unterer Lagenidenzone und oberer Lagenidenzone (RÖGL, mündl. Mitt.).

Heterostegina cf. papyracea gigantea SEGUENZA, bisher nur aus der Lagenidenzone beschrieben (Steiermark: Retznei; PAPP & KÜPPER, 1954), konnte auch im Leithakalk von Graßnitzberg (unterlagert von Tonmergeln der Sandschalerzone mit *Uvigerina venusta venusta* FRANZENAU) gefunden werden.

Die Hauptproblematik der Zonengliederung des Wiener Beckens liegt darin, daß in ihr sowohl evolutives Erstauftreten als auch ökologisch bedingtes Auftreten oder Fehlen von Foraminiferen berücksichtigt wird. Daß die Gliederung in der Praxis dennoch sinnvoll ist, ist unbestritten.

Während heute vorwiegend mit einzelnen Leitfossilien gearbeitet wird, stand bei der Neubearbeitung des Miozäns des (West-) Steirischen Beckens in den 50-er Jahren die Gesamtfauna im Vordergrund (BEER, 1953; KOPETZKY, 1957), deren Zusammensetzung jedoch faziell gesteuert ist. Durch Ver-

download unter www.biologiezentrum.at

gleiche wurde versucht, die Sedimente der Florianer Bucht mit den Leithakalkarealen zeitlich zu korrelieren. Die so entstandenen "Zonen" entsprechen nicht der Zonengliederung des Wiener Beckens oder der Zentralen Paratethys. KOLLMANN (1965) reißt die Korrelation zwischen Leithakalk und "Florianer Schichten", die von KOPETZKY (1957) mikropaläontologisch begründet wird (basierend auf der Gesamtfauna), aufgrund des Vorkommens von Tuffiten in der Florianer Bucht auseinander (oberste Tuffitlage = Grenze obere Lagenidenzone / Sandschalerzone), ohne dieser Zerstörung des Systems weiter Beachtung zu schenken.
Eine Korrelation der damaligen Chronostratigraphie mit der heutigen Gliederung des Badenien kann nur über die Suche nach Leitfossilien in den Foraminiferenlisten für jeden Fundpunkt bzw. jede lithostratigraphische Einheit separat, nicht aber über die alten Bezeichnungen der chronostratigraphischen "Einheiten" erfolgen. Auf die Beigabe einer Korrelationstabelle wird daher verzichtet.

11.2.2. FORAMINIFEREN ALS ENVIRONMENTINDIKATOR

Foraminiferen eignen sich vorzüglich, um verschiedene Faziesräume zu unterscheiden.

Eine paläobathymetrische Auswertung ist insofern problematisch, als die Wassertiefe selbst nicht als ökofaktor in Erscheinung tritt. Viele ökofaktoren sind aber direkt oder indirekt von der Wassertiefe abhängig (z.B. Lichtangebot, Wellenenergie etc.; vgl. LIEBAU, 1980).

Bei den benthischen Foraminiferen ist eine Unterscheidung zwischen Flachwasserbewohnern und Tiefwasserformen möglich. Flachwasserbewohner sind Foraminiferen, die in Symbiose mit Algen leben (z.B. *Amphistegina* mit nackten Diatomeen, *Elphidium* etc.), oder epiphytisch auf Seegras vorkommen (z.B. *Elphidium, Cibicides* etc.). Sie weisen meist einen robusten Schalenbau auf, der auch stärkerer Wellenbewegung

download unter www.biologiezentrum.at

standhält. In größerer Tiefe ist die Schale dünner, um mehr Licht durchzulassen (HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987). Eine höhere Wassertrübe zwingt die lichtabhängigen Foraminiferen, in flaches Wasser auszuweichen bzw. die Wandstärke des Gehäuses zu reduzieren. Die Wandstärke spiegelt also nicht nur die Tiefe, sondern auch den Schwebstoffgehalt des Wassers wieder.

Sedimentbewohner sind unter den Flachwasserformen weniger häufig [*Ammonia beccarii* LINNE, *Nonion commune* d'ORBIGNY, *Cancris auriculus* (FICHTEL & MOLL), *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) etc.].

Substrat, Nahrungsangebot, Temperatur, Salinität und Durchlüftung bestimmen ebenfalls die Faunenverteilung. Starker Sediment - Input führt zu arten- und individuenarmen Faunen. Grobes Sediment wird meist gemieden.

Tiefwasserbewohner (Schelf) leben sowohl im, als auch auf dem Sediment [Lageniden, *Gyroidinoides soldanii* (d'ORBIGNY), *Pullenia bulloides* (d'ORBIGNY), *Sphaeroidina bulloides* d'ORBIGNY, *Cibicidoides ungerianus* (d'ORBIGNY) etc.]. Ihre Verteilung ist weniger durch die Tiefe, als durch Nahrungsangebot, Temperatur, $CaCO_3$ - Angebot, Salinität und Durchlüftung bestimmt (RUPP, 1983).

Benthische Foraminiferen zeigen generell eine große Toleranz gegenüber dem Environment. Dementsprechend werden signifikante Änderungen in der Fauna nur durch starke Veränderungen der Umweltbedingungen bewirkt. Lediglich das Nahrungsangebot (in Abhängigkeit von Substrat und Durchlüftung) übt einen stärkeren Einfluß auf die Fauna aus (ZWAAN, 1982: 123).

download unter www.biologiezentrum.at

11.2.3. FORAMINIFERENASSOZIATIONEN IM ARBEITSGEBIET

11.2.3.1. "LEITHAKALKFAUNA"

Dieser Begriff wurde von KOPETZKY (1957) für die Foraminiferenfauna aus den Mergeln zwischen den Leithakalkbänken (Amphisteginenmergel) eingeführt. Er ist ungünstig gewählt, da er nicht die Fauna des Leithakalk selbst bezeichnet. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird dieser Begriff beibehalten.

Typische Vertreter sind:

Amphistegina div. spp.
Elphidium crispum (LINNE)
Elphidium macellum (FICHTEL & MOLL)
Elphidium rugosum (d'ORBIGNY)
Elphidium fichtelianum (d'ORBIGNY)
Cibicides lobatulus (WALKER & JACOB)
Heterolepa dutemplei (d'ORBIGNY)
Loxostomom digitale (d'ORBIGNY)
Reussella spinulosa (REUSS)
Astigerinata planorbis (d'ORBIGNY)
Cancris auriculus (FICHTEL & MOLL)
Globulina div. spp.
Eponides boueanus (d'ORBIGNY)

Untergeordnet kommen vor: *Pyrgo sp.*, *Rosalina obtusa* d'ORBIGNY, div. andere Elphidien, *Guttulina communis* d'ORBIGNY, *Hanzawaia boueana* (d'ORBIGNY), *Melonis affinis* (REUSS).

Marginulina hirsuta d'ORBIGNY, *Nodosaria longiscata* d'ORBIGNY, *Polymorphina complanata* d'ORBIGNY, *Fursenkoina compressa* (d'ORBIGNY), *Lenticulina inornata* (d'ORBIGNY), *Sinuloculina consobrina* (d'ORBIGNY) und *Fissurina cf. orbignyana* SEGUENZA treten nur in Amphisteginenmergeln größerer Mächtigkeit auf.
Planktonische Foraminiferen sind selten.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Fauna ist durch das gehäufte Auftreten epiphytischer Foraminifern charakterisiert, was auf das Vorhandensein eines sekundären Hartsubstrates (Seegras) hinweist. Es handelt sich durchwegs um robuste Formen, die auch stärker turbulentes Wasser ertragen. Die Fauna deutet auf normale Salinität hin.
Amphisteginenmergel größerer Mächtigkeit (z.B. Stbr. Weissenegg, Schicht "i" nach KOLLMANN, 1965) weisen eine Reduktion des Sauerstoffgehaltes (vielleicht mit Ausnahme der obersten Zentimeter) auf (Pyritknollen, was ein reiches Nahrungsangebot zur Folge hat. *Cancris auriculus* (FICHTEL & MOLL) bevorzugt solche Areale mit erhöhter Sedimentationsrate bei geringer Turbulenz (HAGEMAN, 1979; ZWAAN, 1982), Bedingungen, wie sie im Schutz von Seegraswiesen gegeben sind (ALMASI et al., 1987).

Die Foraminiferenassoziation des Leithakalks weicht von derjenigen der Amphisteginenmergel beträchtlich ab. Milioliden, die in Letzteren nur äußerst spärlich vertreten sind, kommen im Leithakalk, besonders in der Foraminifern - Algen - Schutt - Fazies (DULLO, 1983) häufig vor. Daneben treten Amphisteginen, Elphidien und Sandschaler häufiger auf. *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) wurde ausschließlich im Leithakalk, nie aber im Mergel angetroffen.

Charakteristische Arten sind:

Pyrgo div. spp.
Quinqueloculina div. spp.
Triloculina div. spp.
diverse andere Miliolidae
Elphidium div. spp.
Amphistegina hauerina d'ORBIGNY
Lenticulina div. spp.
diverse Sandschaler
Borelis melo (FICHTEL & MOLL)
Astigerinata planorbis (d'ORBIGNY)

download unter www.biologiezentrum.at

Daneben kommen Foraminiferen der Amphisteginenmergel, wie *Loxostomum digitale* (d'ORBIGNY), *Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB), *Hanzawaia boueana* (d'ORBIGNY), *Heterolepa dutemplei* (d'ORBIGNY), *Nonion commune* (d'ORBIGNY), *Reussella spinulosa* (REUSS) u.a. vor.
Planktonische Foraminiferen sind selten.

Miliolidae werden rezent vorwiegend auf feinem, aber durch Seegras stabilisiertem Substrat beobachtet, treten aber auch in Riffen oder auf Sandkörpern auf (BRASIER, 1975). Sie sind charakteristisch für extrem flaches Wasser unter vollmarinen bis hypersalinen Bedingungen (ZWAAN, 1982). Im Badenien des Steirischen Beckens sind sie (mit wenigen Ausnahmen) auf grobes Sediment (Algenschutt) beschränkt.

Borelis ist ein Sedimentbewohner, der rezent vornehmlich in Riffenvironments auftritt. Auch er ist ein typischer Flachwasserbewohner und bevorzugt Tiefen zwischen 1,5 und 20 Meter, mit einem Maximum in > 3 Meter (Golf von Elat; REISS & GVIRTZMANN, 1966)

Zwischen den Assoziationen von Leithakalk und Amphisteginenmergel vermittelt eine Probe vom Südost - Hang des Wildoner Schloßberg aus einem Mergel an der Basis der Leithakalkentwicklung.

Die Fauna ist dominiert von Milioliden. Daneben kommmen vor: *Elphidium crispum* (LINNE), *Elphidium macellum* (FICHTEL & MOLL), *Elphidium fichtelianum* (d'ORBIGNY), *Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB), *Heterolepa dutemplei* (d'ORBIGNY), *Loxostomum digitale* (d'ORBIGNY), *Globulina gibba* (d'ORBIGNY) und *Rosalina obtusa* d'ORBIGNY. *Heterostegina sp.* ist selten.

Heterosteginen bevorzugen stark mergelige Kalke und treten hauptsächlich in der bioklastischen Rhodolithen bzw. Algen Schutt Fazies (DULLO, 1983) auf.

download unter www.biologiezentrum.at

11.2.3.2. FORAMINIFEREN DER SANDE DER WEISSENEGG FORMATION IM RAUM WILDON

Die flachmarinen Sande und Mergel in der Umgebung von Wildon führen je nach Subenvironment unterschiedliche Foraminiferenfaunen. *Amphistegina hauerina* d'ORBIGNY kommt nahe der Leithakalkvorkommen noch vor, alle anderen typischen Leithakalkformen treten stark zurück.

Charakteristisch ist das Auftreten von *Lenticulina* div. spp., *Nonion commune* (d'ORBIGNY), *Nonion sp.*, *Ammonia beccarii* (LINNE) und *Fursenkoina acuta* (d'ORBIGNY). Andere Species sind im Normalfall sehr selten.

Unter optimalen Bedingungen können aber auch sehr reiche Foraminiferenfaunen auftreten (KOPETZKY, 1957 spricht in diesem Fall von einer "Konzentrationszone" und benützt diese als chronostratigraphischen Leithorizont. KOLLMANN, 1965 weist darauf hin, daß innerhalb der Lagenidenzone der Florianer Bucht mehrere Horizonte mit einer reichen Foraminifernfauna vorhanden sind).

Ammonia beccarii (LINNE) wird oft mit hyposalinen Bedingungen in Verbindung gebracht, ist aber euryhalin.

Nonion commune (d'ORBIGNY) bevorzugt eine gute Verbindung zum offen marinen Raum und kann eine geringe Erhöhung der Salinität ertragen (ZWAAN, 1982).

Anzeiger für tiefes Wasser fehlen.

11.2.3.3. FAUNEN DES OFF - SHORE BEREICHES

Von den bisher besprochenen Foraminiferenvergesellschaftungen lassen sich die Faunen tieferen Wassers klar abtrennen. Als typische Tiefwasseranzeiger können folgende Species gelten:

download unter www.biologiezentrum.at

Gyroidinoides soldanii (d'ORBIGNY) [wird rezent vorwiegend in Tiefen > 200 Meter beobachtet, bisweilen aber auch im mittleren und äußeren Neritikum (50 bis 200 Meter)]

Pullenia bulloides (d'ORBIGNY) [kommt rezent ab dem äußeren Neritikum (> 100 Meter) vor, ist aber als bathyale Art anzusehen]

Sphaeroidina bulloides d'ORBIGNY [ist in rezenten Meeren eine vornehmlich bathyale Art und wird fossil als Faunenelement des tieferen Ablagerungsbereichs (> 100 Meter) angesehen]

Spiroplectammina carinata (d'ORBIGNY) [tieferer Schelf, äußeres Neritikum]

Cibicidoides ungerianus (d'ORBIGNY) [tieferes mittleres und flaches äußeres Neritikum]

Melonis pompilioides (FICHTEL & MOLL)

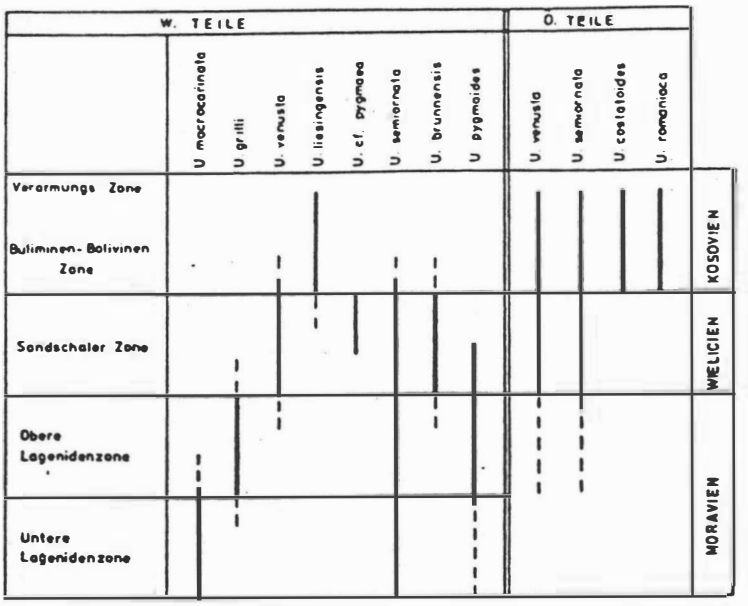
Alle diese Arten bevorzugen einen vollmarinen, kalten und eher stabilen Lebensbereich (RUPP, 1986).

Weiters kommen vor: *Lenticulina* div. spp., *Nonion sp.*, *Uvigerina* div. spp., *Martinottiella communis* (d'ORBIGNY), *Frondicularia* spp., *Guttulina austriaca* d'ORBIGNY, *Guttulina communis* d'ORBIGNY, *Globulina gibba* (d'ORBIGNY), *Glandulina ovula* d'ORBIGNY, *Amphimorphina hauerina* NEUGEBOREN, *Vaginulinopsis pedum* (d'ORBIGNY), *Nodosaria* div. spp., *Dentalina* div. spp., *Stilostomella* div. spp..

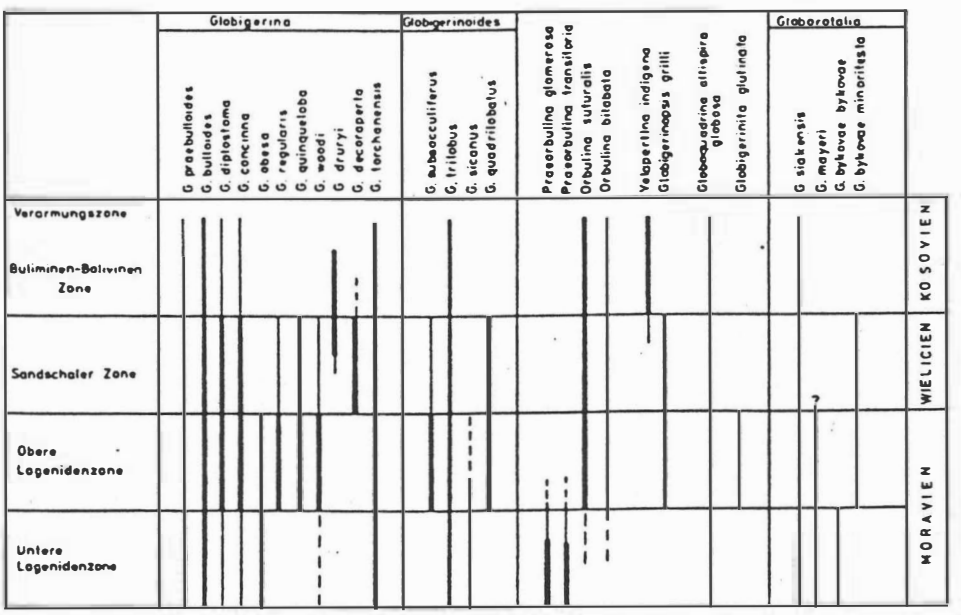
Planktonische Foraminiferen sind in großer Zahl vorhanden.

download unter www.biologiezentrum.at

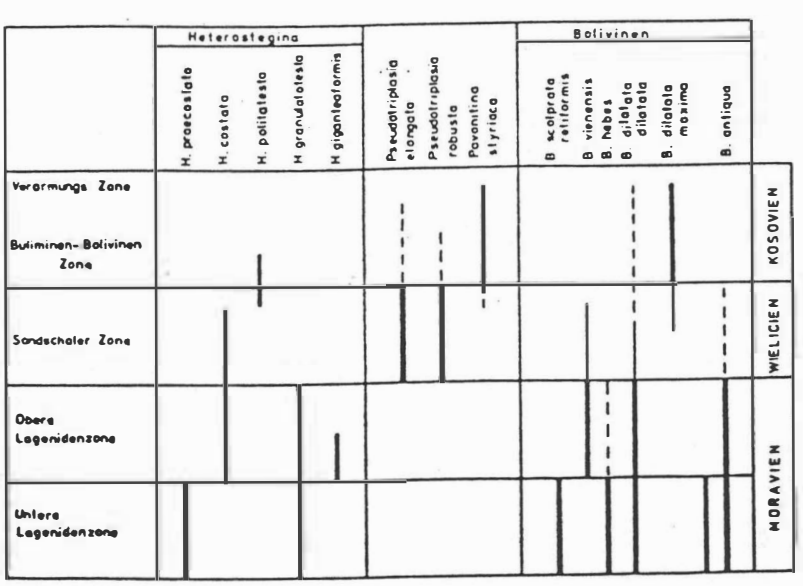
Abb. 80.
Aus PAPP et al. (1978)



Verbreitung der Uvigerinen im Badenien der Zentralen Paratethys (nach PAPP).



Verbreitung planktonischer Foraminiferen in der Zentralen Paratethys (nach PAPP, RÖGL und CICHA).



Verbreitung von Heterosteginen, Pavonitinen (incl. *Pseudotriplasia*) und Bolivinen in der Zentralen Paratethys (nach PAPP und CICHA).

download unter www.biologiezentrum.at

11.3. ECHINOIDEEN

Schalenbruchstücke und Schalen von Echinoideen kommen im Leithakalk häufig vor. Vollständige Echiniden sind selten. In den Schuttkalken (bioklastische Algen Schutt Fazies) treten *Clypeaster sp.* und *Scutella sp.* auf. Reguläre Seeigel wurden in reinen Kalken der bioklastischen Rhodolithen Schutt Fazies und in Riffen [Korallen (Bryozoen) Bafflestone Fazies) gefunden.

Brissopsis sp. bevorzugt schlammiges Milieu in einem ruhigen Environment.

11.4. ARTHROPODA

Decapoda sind sowohl aus dem Leithakalk (FRIEBE, 1987), als auch aus den assoziierten Siliziklastika (FLÜGEL, 1986; EBNER & GRÄF, 1977) nachgewiesen. Die Decapodenfauna ist stark vom Lebensraum abhängig (MÜLLER, 1984). Als typische Leithakalkkrabben können *Daira speciosa* (REUSS), *Actaea turcocampestris* MÜLLER und *Dynomene emiliae* MÜLLER gelten (Riffbewohner). Letztere kommen ab der Sandschalerzone vor. *Xantho cf. moldavicus* (YANAKEVICH) kann im Leithakalk ebenfalls beobachtet werden.

Im Steinbruch Retznei konnte die Schwimmkrabbe *Portunus monspeliensis* (MILNE-EDWARDS) nachgewiesen werden (SCHOUPPE, 1949a, FLÜGEL, 1986).

In gesamten Arbeitsgebiet finden sich *Ophiomorpha* - Bauten, die wahrscheinlich von *Callinassa* angelegt wurden.

Die Cirripedier sind durch die Gattung *Ceratoconcha* und andere Balaniden vertreten. Sie treten bevorzugt in den Riffarealen (*Ceratoconcha* in Lebensgemeinschaft mit der Stockkoralle *Tarbellastraea*), aber auch in anderen, sehr flachmarinen Environments auf.

download unter www.biologiezentrum.at

Ostracoda sind in einigen Amphisteginenmergeln sehr häufig. Auf eine Bearbeitung wurde verzichtet.

11.5. SERPULIDEN

Serpuliden sind in allen Leithakalkvorkommen zu finden. Sie bilden knotenförmig zusammengewachsene Aggregate, die als Kern für Rhodolithen fungieren können, treten aber auch auf Rhodolithen oder Mollusken aufgewachsen auf.

Epiphytisch auf Seegras lebende Formen (einzelne Röhren, zerbrochen) wurden im Steinbruch Retznei in der Basisentwicklung gefunden (Abb. 74).

11.6. MOLLUSKEN

Bivalven und Gastropoden treten im Leithakalk häufig auf (ROLLE, 1856; STUR, 1871; HILBER, 1877, 1878; STEININGER & PAPP, 1978).
Mit Ausnahme der Ostreen und Pectiniden liegen sie fast ausschließlich in Steinkernerhaltung oder stark rekristallisiert vor (DULLO, 1983).

Austern sind oft mit Korallen assoziiert und somit nicht a priori als Anzeiger für reduzierte Salinität anzusehen. An der Basis des Retznei Members sind sie auf große Kristallingerölle aufgewachsen (Strandgerölle).

Die Pectiniden erreichen ihre optimale Größe in mergeligen, detritischen Kalken. In stark mergeligem Gestein treten nur kleine (2 - 3 cm), zartschalige Vertreter dieser Gruppe auf.

download unter www.biologiezentrum.at

11.7. COELENTERATEN

Diese Tiergruppe tritt gesteinsbildend an der Ostflanke des Sausal und in Retznei in Erscheinung.

Charakteristische Leithakalkkorallen sind *Montastraea oligophylla* (REUSS), *Tarbellastraea reussiana* (MILNE-EDWARDS & HAIME) und *Porites sp.* . Andere Korallen sind selten und kommen vorwiegend in exponierten Riffen (z.B. Pernitschkogel, Nikolaikapelle / Waldschach) vor.

Tarbellastraea reussiana (MILNE-EDWARDS & HAIME) ist eine massige Koralle aus der Familie der Faviidae. Der Abstand der plocoid angeordneten Koralliten beträgt zwischen 1.5 und 4 mm, ihr Durchmesser liegt bei 2 mm. Die Zahl der Septen schwankt zwischen 18 und 24. Die Wand ist parathecal, die Costae reichen nur wenig in das Coenosteum hinein (bestimmt nach REUSS, 1871; CHEVALIER, 1961).

Stöcke von *Tarbellastraea* bilden den Lebensraum des Cirripedier *Ceratoconcha.* Sie sind häufig von der Bohrmuschel *Lithophaga* angebohrt.

Porites sp. weist sehr unterschiedliche Wuchsformen auf. Das Spektrum reicht von maximal 2 cm starken Krusten über dendroide Formen bis zu massigen, pilzförmigen Stöcken. Die Koralliten sind sehr klein (1 bis 1.5 mm Durchmesser) und stehen dicht. Sie sind in Schliff nur undeutlich zu erkennen. *Porites* ist selten von *Lithophaga* angebohrt.

Einzelkorallen spielen eine nur untergeordnete Rolle.

Alle Korallen zeigen eine starke Rekristallisation, die eine Bestimmung in vielen Fällen unmöglich macht.

download unter www.biologiezentrum.at

12. SCHWERMINERALANALYSE

Zur genaueren Charakterisierung der Ablagerungsräume wurden die Schwermineralassoziationen von insgesamt 94 Proben untersucht.

Von jeder Probe wurden die Fraktionen 63 bis 125 Mikron und 125 bis 355 Mikron (im Folgenden als Feinfraktion und Grobfraktion bezeichnet) mittels Naßsiebung gewonnen. Die Proben wurden zuvor mit Wasserstoffperoxid dispergiert.

Die Abtrennung der Schwerminerale in den beiden Fraktionen erfolgte gravitativ mit Natriumpolywolframat und Tetrabromethan nach den gängigen Verfahren (BOENIGK, 1983; NEY, 1986). Die Änderung in der Methodik wurde durch die hausinterne Rückkehr vom (teuren) Natriumpolywolframat zu Tetrabromethan erzwungen.

Von den getrockneten und gewogenen Schwerfraktionen wurden Streupräparate mit "MOUNTEX" als Einbettungsmittel angefertigt. Pro Präparat der Feinfraktion wurden 500 durchsichtige Körner, pro Präparat der Grobfraktion 250 durchsichtige Körner (in Ausnahmefällen auch darunter) und der Opakanteil ausgezählt und in Kornprozentwerte der einzelnen Mineralarten umgerechnet.

Bei der Ermittlung repräsentativer Durchschnittswerte für die Kornprozentanteile der verschiedenen Schwerminerale einer Probe dienten die Gewichtsanteile der beiden Korngrößenfraktionen als Gewichtungsfaktoren.

Die Rohdaten sind in Tab. 1 bis 3 (im Anhang) aufgelistet.

Die statistische Auswertung berücksichtigte das Gesamtspektrum und die Feinfraktion. Die Grobfraktion wurde zu Vergleichen herangezogen.

download unter www.biologiezentrum.at

12.1. ERGEBNISSE

Im Arbeitsgebiet konnten drei Grundtypen von Schwermineralspektren unterschieden werden:

1) "Granat" - Spektrum
   Granat dominiert mit meist mehr als 80 Korn-% . Alle übrigen Minerale sind nur untergeordnet vertreten. Bisweilen tritt Epidot/Zoisit etwas stärker hervor.
   Dieser Typus kommt im gesamten Arbeitsgebiet vor.

2) "Stabil" - Spektrum
   Rutil und Turmalin (und zu einem geringeren Teil auch Zirkon) sind angereichert und machen jeweils zwischen 10 und 20 Korn-% des Gesamtspektrums aus. Der Gehalt an Epidot/Zoisit liegt ebenfalls um 20 Korn-%. Granat tritt stark zurück.
   Dieser Typus ist auf den Raum Weissenegg beschränkt.

3) "Granat - Epidot/Zoisit" - Spektrum
   Epidot/Zoisit ist auf Kosten des Granat angereichert, alle übrigen Minerale (mit Ausnahme des Disthen) sind selten. Der Anteil an Epidot/Zoisit liegt zwischen 15 und 30 Korn-% und kann im Extremfall ca. 40 Korn-% erreichen.
   Dieser Typus tritt bevorzugt in den Ablagerungen der Gamlitzer Bucht auf.

Amphibole kommen in nur wenigen Proben in geringen Prozentsätzen vor.

In allen drei Grundtypen ist der Opakanteil gering, während der Anteil der Schwerfraktion stärkeren Schwankungen unterworfen ist (zwischen < 1 Gew.-% bei Turmalin - Rutil - Zirkon - Vormacht und >30 Gew.-% bei Granat - Vormacht).
"Stabil" - Spektren sind durch ein gehäuftes Auftreten von Eisenhydoxiden charakterisiert, welches für die weiterführenden Untersuchungen unbeachtet blieb.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Schwermineralassoziationen von Tuffiten lassen sich in keine dieser Gruppen einordnen. Sie sind leicht durch einen hohen Anteil an idiomorphen Biotit - Kristallen erkennbar. Biotit wurde, da er quantitativ kaum erfassbar ist, für die statistische Auswertung nicht berücksichtigt.

Im Arbeitsgebiet wurden zwei Typen von Tuffiten beobachtet:

1) Im Tuffit vom Urlkogel (HAUSER 1953) dominieren Hornblenden (ca. 65 Korn-%). Granat (ca. 31 Korn-%) weist auf eine geringe Durchmischung mit "Background - Sediment" hin. Andere Minerale sind selten. (Proben XX21, XX22).

2) Tuffitische Lagen im Steinbruch Retznei (Proben RN10, RN11, RN15) zeigen einen erhöhten Gehalt an Apatit (ca. 60 Korn-% in Probe RN11) und Titanit, sowie Zirkon in idiomorphen Kristallen. Auch sie sind zu einem unterschiedlichen Grad mit "Background - Sediment" vermischt (ca. 74 Korn-% Granat in Probe RN15 !). In Granat - reichen Proben sind idiomorpher Biotit und in geringerem Ausmaß idiomorpher Zirkon die sichersten Hinweise auf eine tuffitische Natur des Sediments.

12.2. STATISTIK

Um etwaige Trends in der Schwermineralverteilung (Variationen in Raum und Zeit) statistisch zu erfassen, wurden die Daten einer Fuzzy QMODEL Analyse (FULL, EHRLICH & BEZDEK, 1982; BEZDEK, EHRLICH & FULL, 1984) unterzogen.

Cluster - Analysen haben zum Ziel, einen Datensatz anhand mehreren Proben gemeinsamer Merkmale in Gruppen zu unterteilen. Eine Probe kann dabei nur einer Gruppe angehören, die Summe aller Cluster ergibt den ursprünglichen Datensatz ("harte" Aufteilung). Herkömmliche Cluster - Analysen dieser Art können "Ausreißer" nicht erkennen und definieren diese als Endglieder. Offensichtliche "Ausreißer" müssen vor der

download unter www.biologiezentrum.at

Analyse aus dem Datensatz entfernt werden, versteckte "Ausreißer" verfälschen das Ergebnis.
Die Fuzzy QMODEL Analyse, in den o.a. Arbeiten ausführlich beschrieben, definiert hypothetische Cluster - Zentren (die unter Umständen mit einer realen Probe zusammenfallen können). Die einzelnen Proben werden nicht mehr streng einer Gruppe zugeordnet, sondern mit jedem Cluster - Zentrum verglichen.
Die Ähnlichkeit mit den Cluster - Zentren (= Grad der Zugehörigkeit der Probe zu den jeweiligen Clustern) wird durch eine Zugehörigkeits - Funktion angegeben. Diese nimmt Werte zwischen 0 und 1 an, wobei höhere Werte eine größere Ähnlichkeit mit dem Cluster - Zentrum signalisieren ("weiche" Aufteilung). Die Summe aller Zugehörigkeiten für eine Probe beträgt 1. "Ausreißer " zeigen eine geringe Zugehörigkeit zu allen Cluster - Zentren. Die "harte" Aufteilung kann als Sonderfall dieser Methode (Zugehörigkeits - Funktion = 1) angesehen werden.

Der Grad der "Härte" der Aufteilung kann durch einen Gewichtungsfaktor m ($1 \leq m < \infty$) variiert werden. m = 1 hat eine "harte" Aufteilung (Zugehörigkeit einer Probe ausschließlich zu einem Cluster) zur Folge. Mit zunehmendem m wird die Aufteilung "weicher". Ein zu hoher Gewichtungsfaktor hat Cluster - Zentren zur Folge, die nur noch geringe Ähnlichkeiten mit den Daten aufweisen. Die Trennung wird diffus und ist kaum mehr interpretierbar. Ein optimaler Wert für m kann nicht angegeben werden und muß für jeden Datensatz empirisch festgelegt werden.
In der Praxis haben sich Werte zwischen 1,5 und 3,0 bewährt. Für die vorliegenden Daten wurde m = 1,5 (rel. "harte" Trennung) und m = 2,5 ("weiche" Trennung) gewählt (Abb. 84).

Die Zahl der zu erstellenden Cluster kann ebenfalls frei gewählt werden. Bei drei Clustern kann die Zugehörigkeit zu den einzelnen Endgliedern im Dreiecksdiagramm graphisch dargestellt werden. Mehr als 5 Cluster liefern meist eine geologisch nicht mehr sinnvoll interpretierbare Aufspaltung.

download unter www.biologiezentrum.at

Für die vorliegenden Daten wurden 2 bis 5 Cluster errechnet. Durch die Zusammenfassung von 2 mal 2 bzw. 3 Zugehörigkeits - Funktionen können auch 5 Cluster im Dreiecksdiagramm dargestellt werden, was in einigen Fällen eine bessere Unterscheidung der einzelnen Sedimentationseinheiten ermöglichte. Folgende Rohdaten wurden einer Fuzzy QMODEL Analyse unterzogen:

Gesamtprobe
Gesamtprobe ohne SM-Gehalt, Opak-Anteil
Gesamtprobe ohne Granat, SM-Gehalt, Opak-Anteil
Feinfraktion
Feinfraktion ohne SM-Gehalt, Opak-Anteil
Feinfraktion ohne Granat, SM-Gehalt, Opak-Anteil
Grobfraktion
Grobfraktion ohne SM-Gehalt, Opak-Anteil
Grobfraktion ohne Granat, SM-Gehalt, Opak-Anteil

Im Zuge der Analyse zeigte sich, daß der Schwermineralgehalt einer Probe zu stark in das Ergebnis einfließt. Ebenso sind weitere Unterteilungen allein aufgrund des Granat-Gehaltes, der geringe Variationen der übrigen Minerale überdeckt, wenig sinnvoll. Daher wurden diese Parameter bei neuerlichen Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

12.2.1. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die bereits anhand der Urdatenlisten erstellte Dreigliederung ("Granat" -- "Granat - Epidot/Zoisit" -- "Stabil - Epidot/ Zoisit") wurde generell durch die Fuzzy QMODEL Analyse bestätigt. Tabelle 4 zeigt die errechneten Cluster - Zentren für Gesamtprobe und Feinfraktion mit und ohne SM-Gehalt und Opakanteil.

In der Dreiecksdarstellung können die Ablagerungen der Gamlitzer Bucht klar von jenen am Ostrand der Florianer Bucht getrennt werden (Abb. 85 bis 86).

download unter www.biologiezentrum.at

Granat - dominierte Proben kommen im gesamten Arbeitsgebiet vor. Das "Stabil - Epidot/Zoisit" - Endglied ist auf den Ostrand der Florianer Bucht [Deltafrontsedimente von Dillach: obere Anteile der Buliminen - Bolivinen - Zone (=Verarmungszone)] beschränkt, das "Epidot/Zoisit" - Endglied tritt bevorzugt in der Gamlitzer Bucht (Lagenidenzone, Sandschalerzone) auf.
Noch deutlicher wird dieser Trend (sowohl bei 3 als auch bei 5 Cluster - Zentren), wenn der Granat - Anteil in der Berechnung nicht berücksichtigt wird (Abb. 87 bis 89).

Die Unterschiede zwischen Fein- und Grobfraktion sind gering und bewegen sich im üblichen Rahmen (Anreicherung von Rutil, Zirkon in der Feinfraktion, von Granat, Disthen, Staurolith, Turmalin in der Grobfraktion; vgl. BOENIGK, 1983).

12.3. INTERPRETATION

"Granat" - Endglied:

Granat gehört zu den eher instabilen Schwermineralen und wird im Zuge der chemischen Verwitterung bei neutralem und saurem pH bevorzugt gelöst (BOENIGK, 1983; NEBERT, 1983). Hohe Granatanteile indizieren geringe chemische Verwitterung im Hinterland und raschen Abtransport des durch mechanische Verwitterung anfallenden Schutts.
Als Ausgangsgestein sind frische, unverwitterte, granatreiche Glimmerschiefer und Gneise des Altkristallin anzusehen.
Eine postsedimentäre Überprägung der Spektren kann ausgeschlossen werden.

"Granat - Epidot/Zoisit" - Endglied:

Epidot/Zoisit kann sowohl durch primäre Unterschiede im Ausgangsgestein als auch sekundär durch chemische Verwitterung gegenüber Granat angereichert sein. Ein Ver-

download unter www.biologiezentrum.at

witterungseinfluß hat gleichzeitig eine Lösung des Apatits und eine relative Anreicherung der Resistent - Minerale (Turmalin, Rutil, Zirkon) zur Folge. Beides konnte in den Proben dieses Clusters nicht nachgewiesen werden. Die Granate selbst zeigen keine signifikant vom "Granat" - Endglied abweichenden Lösungs- und Ätzungserscheinungen.
Die räumliche und zeitliche Verknüpfung mit dem "Granat" - Endglied schließt eine verstärkte chemische Verwitterung im Hinterland aus.

Der erhöhte Epidot/Zoisit - Gehalt wird durch primäre Unterschiede im Liefergestein erklärt. Ausgangsgesteine sind Grobgneise (Ortho- und Paragesteine) des Altkristallin.

Bei einigen Proben ist eine geringe postsedimentäre Verzerrung der Schwermineralassoziation durch Verwitterung nicht von der Hand zu weisen (erhöhter Anteil an Eisenhydroxiden).

"Stabil - Epidot/Zoisit" - Endglied:

Dieses Endglied wird auf eine intensive chemische Verwitterung im Liefergebiet zurückgeführt. Apatit ist sehr selten, Granat zeigt starke Lösungserscheinungen.
Junge Verwitterung wird durch einen hohen Eisenhydroxidgehalt angezeigt.

12.4. LIEFERGEBIETE

Als Liefergebiet kommen im Süden (Gamlitzer Bucht) die Koralpe, im Norden (Ostrand der Florianer Bucht) auch die Gleinalpe in Frage. Eine Differenzierung zwischen diesen beiden Gebieten anhand der Schwermineralspektren ist nicht möglich.

Für die Deltafrontsedimente der Eckwirt Formation (oberste Buliminen - Bolivinen - Zone: Verarmungszone) wird ein

download unter www.biologiezentrum.at

heterogenes Liefergebiet mit zeitweise starker chemischer Verwitterung angenommen.

NEBERT (1983) führt diese auf ein flaches Relief, welches einen raschen Abtransport von Schutt verhindert, zurück. Kurze Hebungsschübe im Alimentationsgebiet führen zu einer Abtragung des an Granat verarmten Materials und in der Folge zur Freilegung von frischem Gestein. Der Wechsel "Stabil - Epidot/Zoisit" und "Granat" (Abb. 90) wird dadurch erklärt. Lokale Schuttfächer aus dem Sausal haben keinen Einfluß auf die Schwermineralassoziationen. Proben aus dem Fastlkogel Member, die neben paläozoischen Geröllen durchwegs Kristallin - Schutt führen, zeigen eine deutliche Vormacht von Granat und werden von der Fuzzy QMODEL Analyse dem "Granat" - Endglied zugerechnet (Zugehörigkeitsfunktion > 0.9 bei m = 1,5).

12.5. VERGLEICHE MIT ANDEREN ABLAGERUNGEN

STATTEGGER (1986) beschreibt rezente Schwermineralspektren aus der Sulm. Diese sind durch Granat geprägt, daneben treten Epidot/Zoisit und Hornblende häufiger auf. Als Liefergebiet fungieren einerseits die Koralpe (Plattengneise und seltener Amphibolite), andrerseits jungtertiäre Ablagerungen des Weststeirischen Beckens ("Eibiswalder Schichten"), welche für den erhöhten Epidot/Zoisit - Gehalt verantwortlich sind.
Das Schwermineralspektrum der Sulm - Sedimente unterscheidet sich von jenem der Kreuzberg Formation durch den relativ hohen Gehalt an Hornblende, welche in den teritären Ablagerungen gänzlich fehlt. Amphibolite standen im Badenien noch nicht zur Abtragung zur Verfügung, während heute Epidot/Zoisit - reiche Metamorphite eine untergeordnete Rolle als Schwermineralliefergranten spielen.

download unter www.biologiezentrum.at

NEBERT (1983) unterscheidet innerhalb der "Eibiswalder Schichten" (Karpatien) 4 Sedimentationszyklen, die sich u.a. in einem zyklischen Wechsel der Schwermineralassoziationen wiederspiegeln. Unterschiede im Schwermineralspektrum werden auf unterschiedliche Verwitterungsgrade des Ausgangsgesteins zurückgeführt.

NEBERT parallelisiert die einzelnen (einander in zeitlicher Folge ablösenden) Hauptfazies im Sedimentationsbecken mit unterschiedlichem Relief und Verwitterungsstadium im Hinterland:

* fluviatil : akzentuiertes Relief, unverwittertes Gestein - überwiegend Granat
* fluviatil - limnisch : intermediärer orographischer Charakter, starke Verwitterung - Granat & Epidot/Zoisit
* limnisch : hügelig-welliges bis flaches Hinterland, tiefgründige Verwitterung (Lateritisierung) - Resistentminerale & Epidot/ Zoisit.

Die von NEBERT herausgearbeiteten Endglieder ("Granat", "Granat - Epidot", "Stabil - Epidot") sind gut mit den mittels Fuzzy QMODEL Analyse errechneten Cluster - Zentren vergleichbar. Ebenso wie in den Ablagerungen des Badenien fehlen in den "Eibiswalder Schichten" größere Prozentsätze an Hornblende.

Hinweise auf eine zyklische Sedimentation im Sinne NEBERTs wurden im Arbeitsgebiet nicht gefunden. Eine derartig strenge Verknüpfung zwischen dominierender sedimentärer Fazies im Becken und Relief und Verwitterungsgrad im Alimentationsgebiet scheint unzulässig. Dies wird durch unterschiedliche Schwermineralassoziationen innerhalb einer sedimentologischen Einheit (Deltafrontsedimente der Eckwirt Formation) bzw. vergleichbare Schwermineralassoziationen in Gesteinen unterschiedlicher Fazies (Granat - Vormacht in der Kreuzberg Formation sowie in dem Siliziklastika der Weissenegg Formation um Gamlitz - Spielfeld und bei Wildon) unterstrichen.

download unter www.biologiezentrum.at

RIEPLER (1988) beschreibt Schwermineralspektren aus den Eckwirtschottern (oberes Badenien). Granat dominiert über Epidot/Zoisit, der Apatit - Gehalt ist hoch (ca. 6 %), Hornblende fehlt fast völlig. Die resistenten Minerale erreichen ähnliche Prozentsätze wie Apatit.
Sandige Einschaltungen der Eckwirtkiese sind durch hohe Opakanteile gekennzeichnet. Die durchsichtigen Minerale zeigen keinen einheitlichen Trend. Es treten große Unterschiede im Granat - Epidot/Zoisit - Verhältnis und stark wechselnde Gehalte anderer Minerale (Apatit, Hornblende, Staurolith, resistente Minerale) auf. RIEPLER führt dies auf eine verwitterungsbedingte Überprägung der einzelnen Schwermineral - Spektren zurück. Als Liefergebiet nimmt er das polymetamorphe Glein-/Stubalpenmassiv an.

Die Schwermineralassoziationen der Eckwirtschotter können bedingt mit jenen der Deltafrontsedimente von Dillach verglichen werden. Letzterer fehlen Hornblenden und ein höherer Epidot/Zoisit - Gehalt (bei gleichzeitiger Armut an Resistentmineralen).

Resistentmineralreiche Assoziationen sind in den Eckwirtschottern selten.

Eine Verarmung an Hornblende wird von NEBERT (1985) auf größere Transportweiten zurückgeführt, während BOENIGK (1983) eine Selektion durch Transport ausschließt. Der gering Gehalt an Hornblende würde einem "langen Transportweg" im Sinne von NEBERT entsprechen. Vergleichbare Angaben zu den Eckwirtschottern fehlen, das aus dem durchschnittlichen Schwermineralspektrum (RIEPLER, 1988: 68) errechnete Verhältnis Hornblende / durchsichtige Minerale entspricht ebenfalls einem "langen Transportweg".
Eine etwaige primäre Armut an Hornblende in Alimentationsgebiet ist dabei nicht berücksichtigt.

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 81

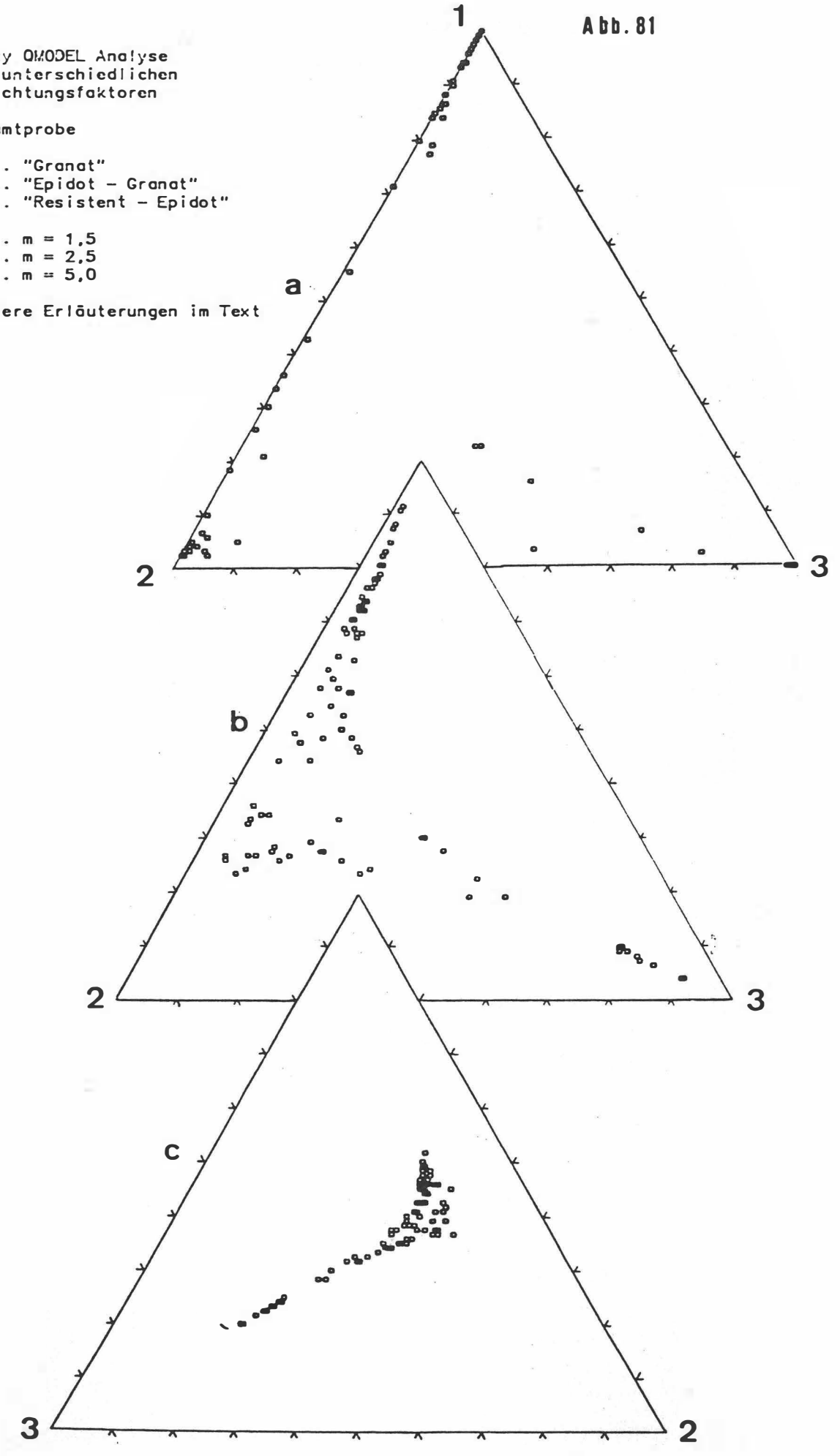
Fuzzy QMODEL Analyse
mit unterschiedlichen
Gewichtungsfaktoren

Gesamtprobe

1 ... "Granat"
2 ... "Epidot - Granat"
3 ... "Resistent - Epidot"

a ... m = 1,5
b ... m = 2,5
c ... m = 5,0

weitere Erläuterungen im Text



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 82

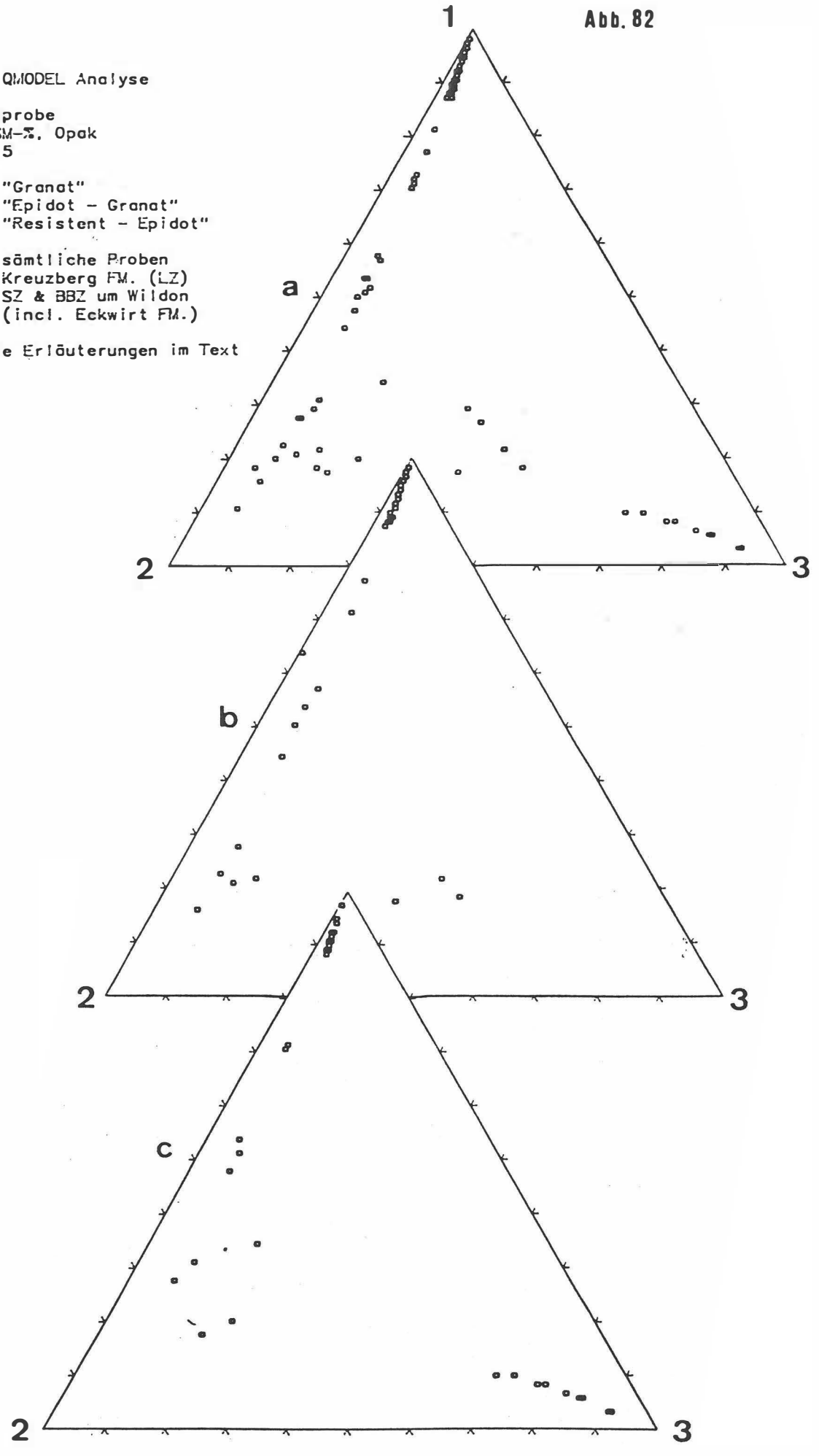
Fuzzy QMODEL Analyse

Gesamtprobe
ohne SM-%, Opak
m = 2,5

1 ... "Granat"
2 ... "Epidot - Granat"
3 ... "Resistent - Epidot"

a ... sämtliche Proben
b ... Kreuzberg FM. (LZ)
c ... SZ & BBZ um Wildon
(incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 83

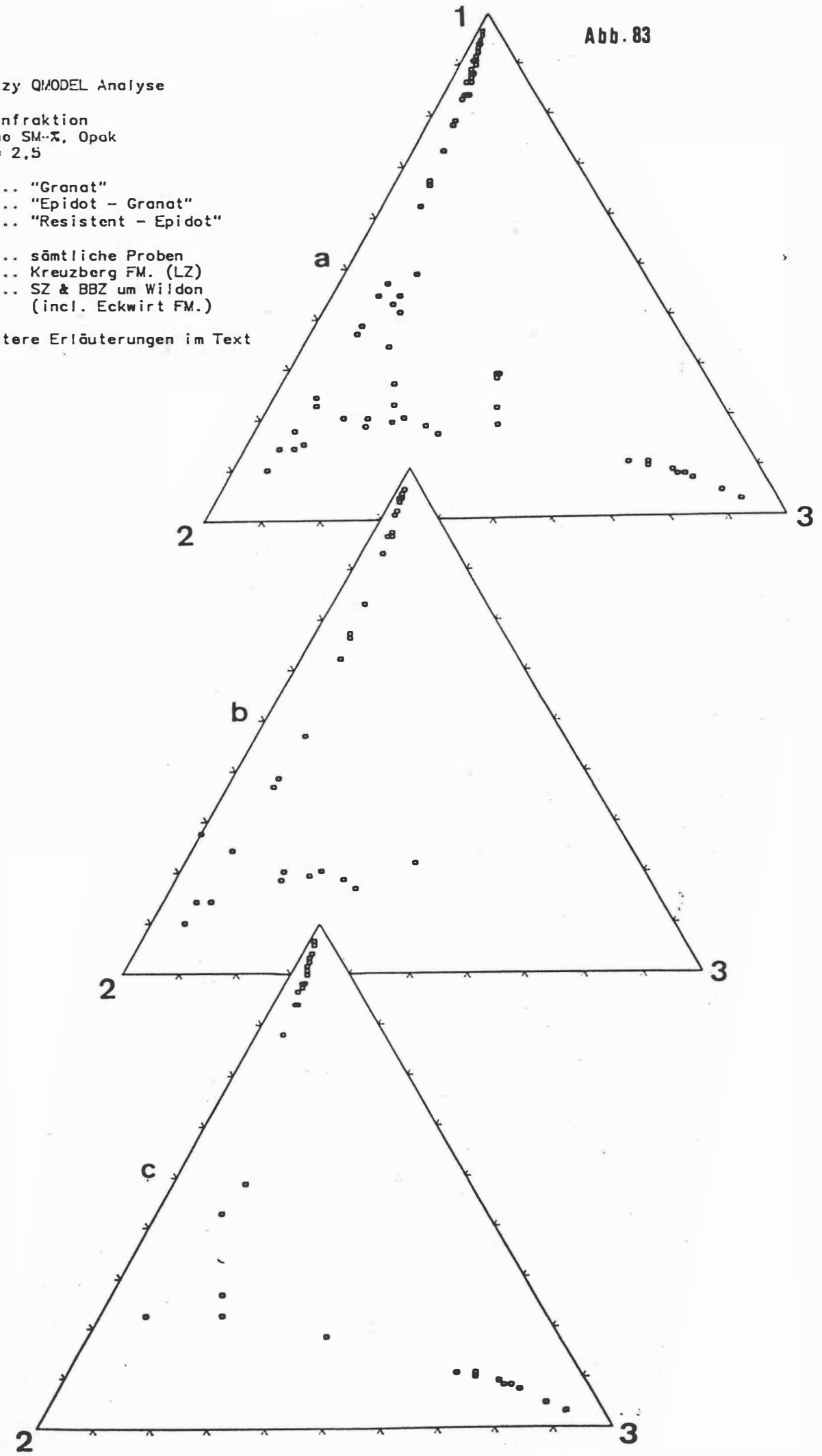
Fuzzy QMODEL Analyse

Feinfraktion
ohne SM-%, Opak
m = 2,5

1 ... "Granat"
2 ... "Epidot - Granat"
3 ... "Resistent - Epidot"

a ... sämtliche Proben
b ... Kreuzberg FM. (LZ)
c ... SZ & BBZ um Wildon
(incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 84

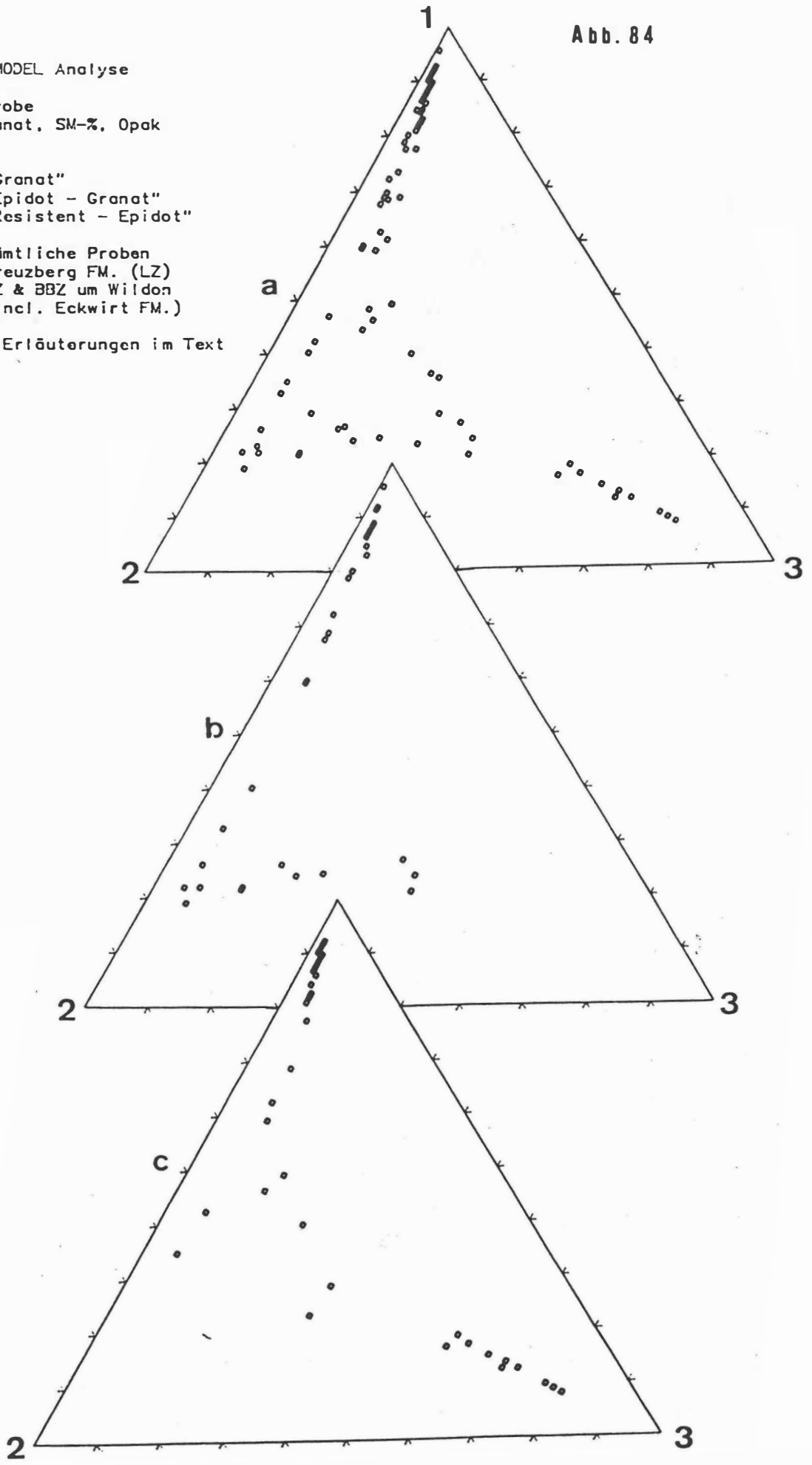
Fuzzy QMODEL Analyse

Gesamtprobe
ohne Granat, SM-%, Opak
m = 2,5

1 ... "Granat"
2 ... "Epidot - Granat"
3 ... "Resistent - Epidot"

a ... sämtliche Proben
b ... Kreuzberg FM. (LZ)
c ... SZ & BBZ um Wildon
(incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 85

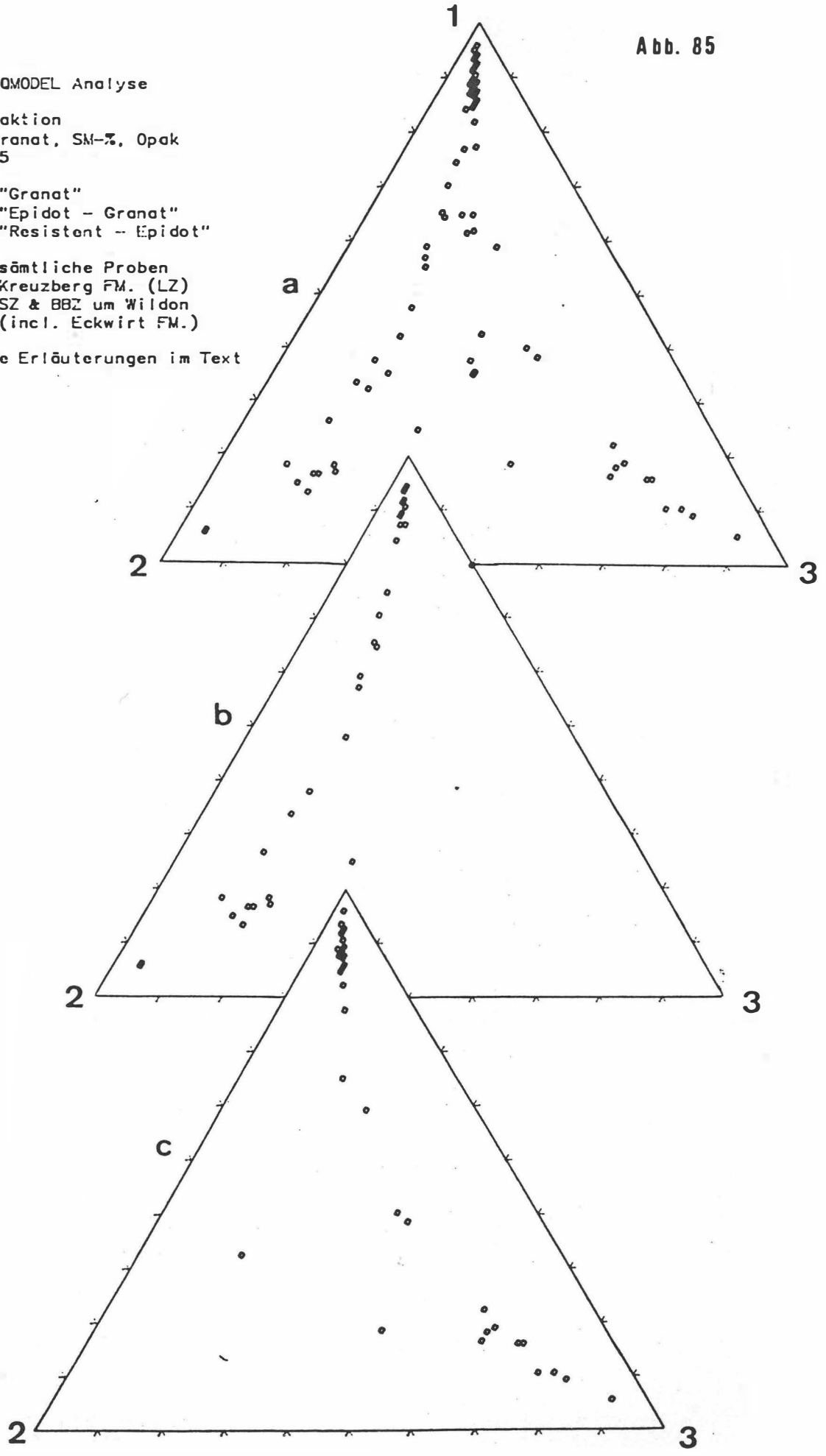
Fuzzy QMODEL Analyse

Feinfraktion
ohne Granat, SM-%, Opak
m = 2,5

1 ... "Granat"
2 ... "Epidot - Granat"
3 ... "Resistent - Epidot"

a ... sämtliche Proben
b ... Kreuzberg FM. (LZ)
c ... SZ & BBZ um Wildon
(incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text



download unter www.biologiezentrum.at

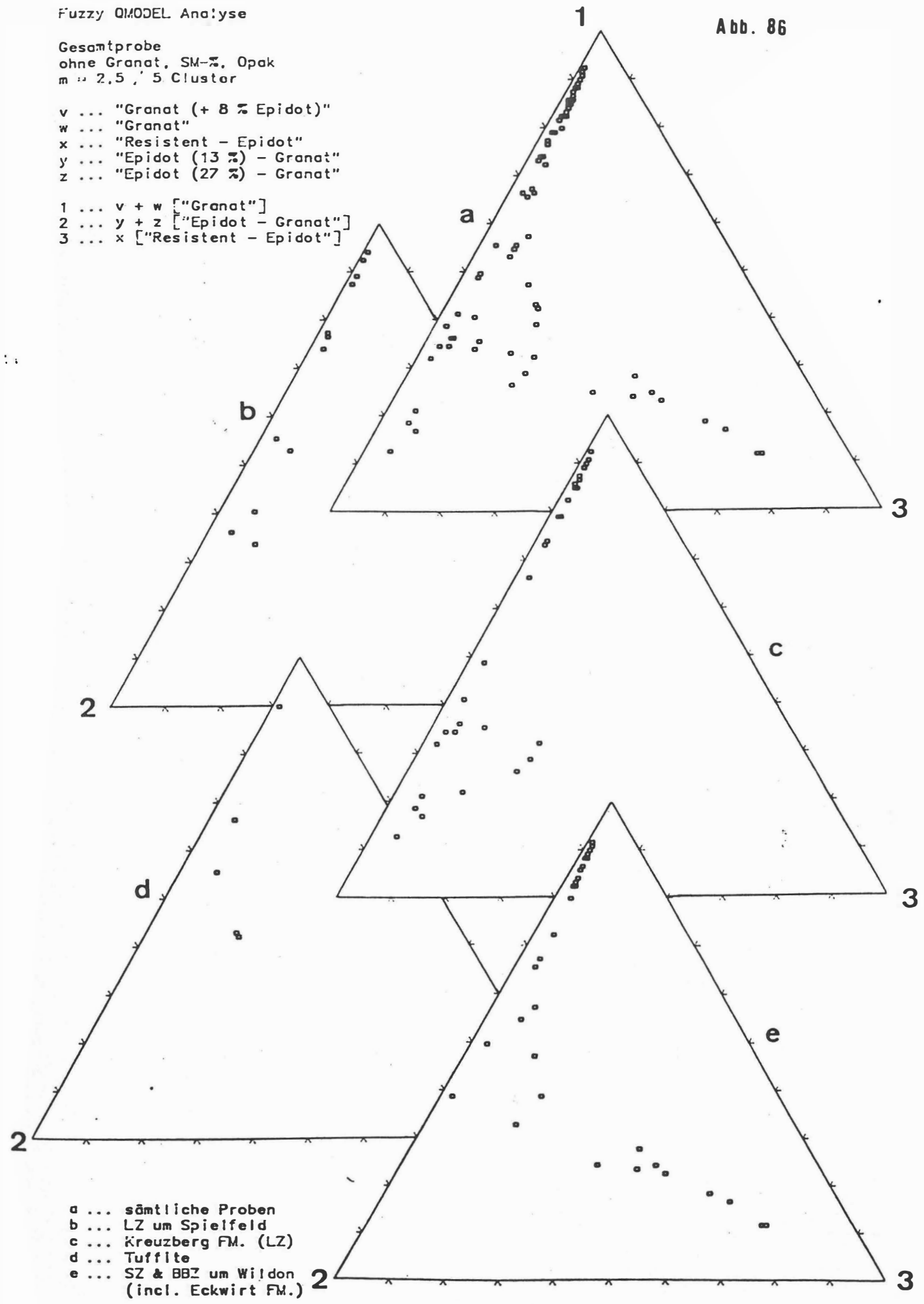
Fuzzy QMODEL Analyse

Abb. 86

Gesamtprobe
ohne Granat, SM-%, Opak
m = 2,5 ; 5 Cluster

v ... "Granat (+ 8 % Epidot)"
w ... "Granat"
x ... "Resistent - Epidot"
y ... "Epidot (13 %) - Granat"
z ... "Epidot (27 %) - Granat"

1 ... v + w ["Granat"]
2 ... y + z ["Epidot - Granat"]
3 ... x ["Resistent - Epidot"]

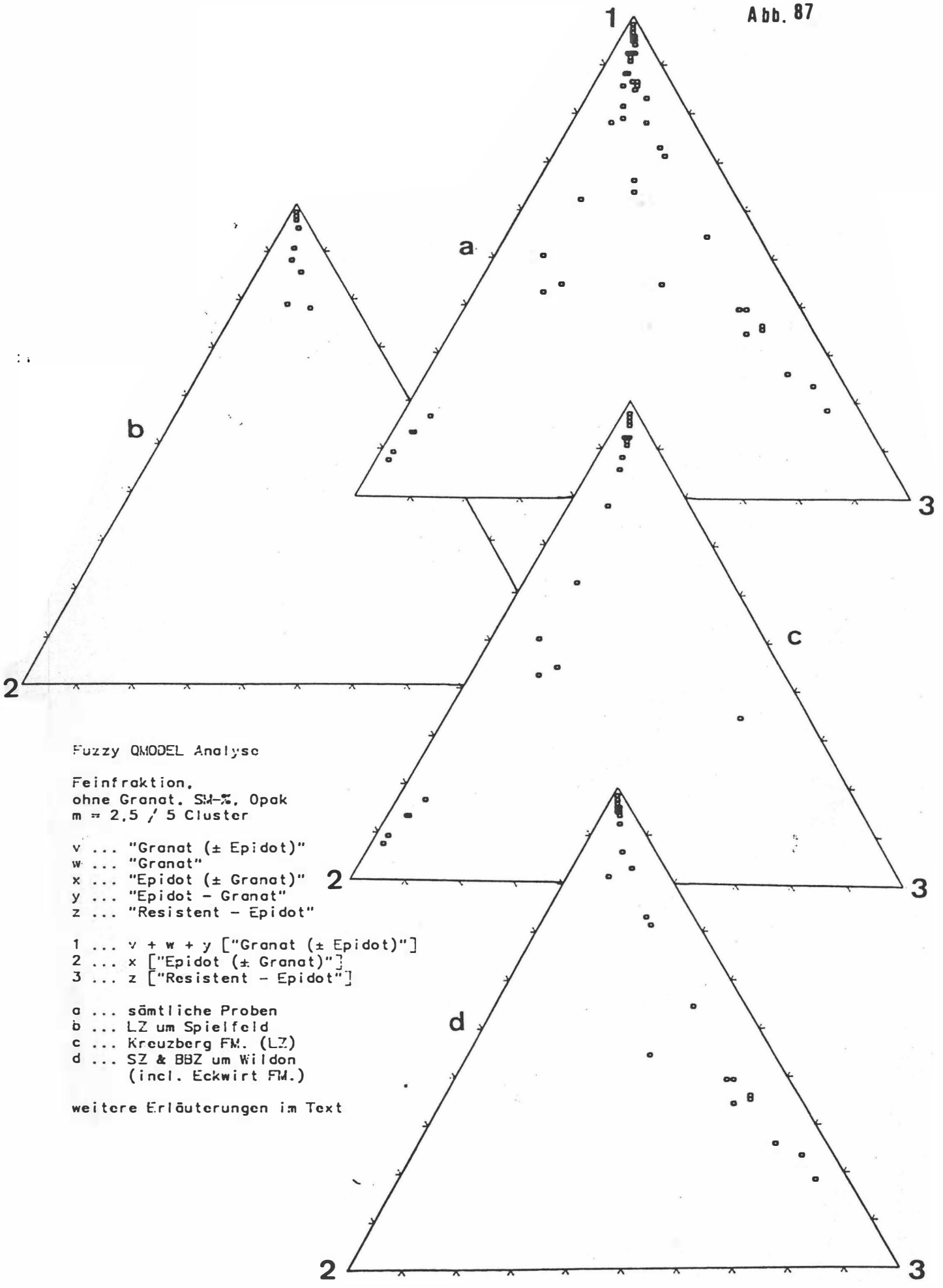


a ... sämtliche Proben
b ... LZ um Spielfeld
c ... Kreuzberg FM. (LZ)
d ... Tuffite
e ... SZ & BBZ um Wildon (incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text

download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 87



Fuzzy QMODEL Analyse

Feinfraktion,
ohne Granat, SM-%, Opak
m = 2,5 / 5 Cluster

v ... "Granat (± Epidot)"
w ... "Granat"
x ... "Epidot (± Granat)"
y ... "Epidot - Granat"
z ... "Resistent - Epidot"

1 ... v + w + y ["Granat (± Epidot)"]
2 ... x ["Epidot (± Granat)"]
3 ... z ["Resistent - Epidot"]

a ... sämtliche Proben
b ... LZ um Spielfeld
c ... Kreuzberg FM. (LZ)
d ... SZ & BBZ um Wildon
(incl. Eckwirt FM.)

weitere Erläuterungen im Text

download unter www.biologiezentrum.at

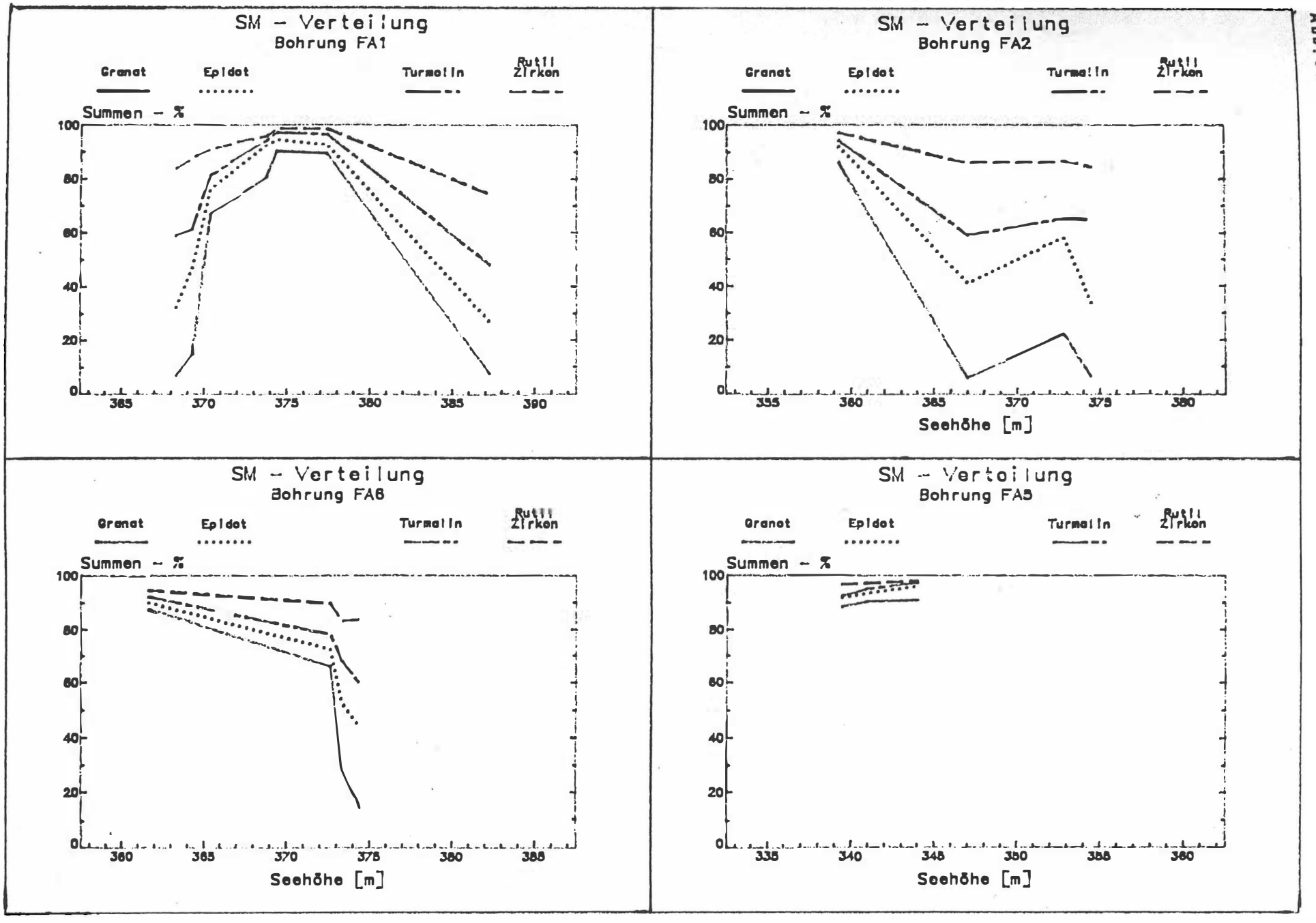


Abb. 88

download unter www.biologiezentrum.at

13. KORNGRÖSZENANALYSEN

Einige Proben aus dem Nord-Teil des Arbeitsgebietes wurden einer Korngrößenanalyse unterzogen.
Die Proben SB** stammen (mit Ausnahme von SB15 und SB90: Wildoner Buchkogel, Stbr. St.Margarethen) vom Wildoner Schloßberg, die Proben W*** aus dem Steinbruch Weissenegg und die Proben FA** aus den Bohrungen FA1 und FA2 der STEWEAG in Dillach. Es wurden Proben mit und ohne Foraminiferen bearbeitet.

Die Untersuchung der Kornklassen größer 0.045 mm wurde mittels Naßsiebung nach den üblichen Methoden (NEY, 1986) durchgeführt. Dazu wurde das Material durch Behandlung mit Wasserstoffperoxid aufbereitet. Bei der Siebung selbst wurde versucht, allfällige Verluste möglichst gering zu halten. Der Anteil kleiner 0.040 mm wurde am Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie der TU Graz mit einer SHIMADZU - Sedimentationszentrifuge untersucht. Die Auswertung erfolgte mittels eines kombinierten Meß- und Auswerteprogrammes an einem HP86B.

Sieht man von der Problematik der Siebung im Allgemeinen ab (Einfluß von Probenmenge, Dauer der Siebung, Rüttelstärke etc.), so ergeben sich Schwierigkeiten bei der Kombination der Daten der beiden unterschiedlichen Methoden. Dabei bleibt ein "Loch" von 0.005 mm (feinstes verfügbares Sieb: 0.045 mm, größte mittels Zentrifuge meßbare Korngröße: 0.040 mm). Die Bestimmung der Korngrößenverteilung zwischen 0.040 und ca. 0.030 mm ist gerätebedingt etwas ungenau. Bei der Interpretation wurde auf etwaige Fehler in diesem Korngrößenintervall besondere Aufmerksamkeit gelegt.

13.1. ÜBERLEGUNGEN ZUR AUSWERTUNG VON KORNGRÖSZENANALYSEN

Der Versuch, in Korngrößenanalysen mehr zu sehen als ein Mittel zur Beschreibung von klastischen Sedimenten, kennt zwei Philosophien.

download unter www.biologiezentrum.at

Die eine geht davon aus , daß die Korngrößenverteilung eines Sediments maßgeblich vom Environment bestimmt werde, und daher aus ihr Rückschlüsse auf den Ablagerungsraum gezogen werden können.
FOLK & WARD 1957 benützten statistische Parameter nicht nur, um die Verteilungskurve zu charakterisieren, sondern sie versuchten auch, mit Hilfe von bivariaten Graphen verschiedene Environments zu unterscheiden. FRIEDMAN 1961, 1967, 1979 greift diese Methode auf, um sie weiter auszubauen. Im Gegensatz zu anderen Autoren berechnet er die Parameter mit Hilfe der Momentenmethode. Seine Plots sind nicht statistisch abgesichert. Untersuchungen anderer Autoren (z.B. MOIOLA & WEISER 1968) weisen dieselbe Ungenauigkeit auf. CHAMBERS & UPCHURCH 1979 zeigen, daß Korngrößenparameter sehr stark von Menge und Art des zur Ablagerung zur Verfügung stehenden Materials kontrolliert werden.

Im Gegensatz dazu benutzt SINDOWSKI 1957 (ähnlich wie später VISHER 1969) Kornsummenkurven, gezeichnet auf logarithmischem Wahrscheinlichkeitspapier, zur Unterscheidung von Ablagerungsräumen.

Beide eben erwähnten Methoden sollten sich in der Zukunft als nicht zielführend erweisen (SEDIMENTATION SEMINAR 1981).

Die andere Denkart sieht in Korngrößenverteilungen eher ein Bild der Prozesse, die zur Bildung des Sediments geführt haben, denn des Ablagerungsraumes selbst. PASSEGA 1957,1964 und PASSEGA & BYRAMJEE 1969 benutzen CM-Diagramme (one percentile versus median diameter) zur Ermittlung des vorherrschenden Transportmechanismus.

Wesentlich populärer sind die Vorstellungen von VISHER 1969. Aufbauend auf SPENCER 1963 u.a. sieht er klastische Sedimente als Mischungen von lognormal verteilten, amputierten Subpopulationen, die er den Transportmechanismen

download unter www.biologiezentrum.at

(1) Surface Creep, (2) Saltation und (3) Suspension zuordnet. Diese Subpopulationen seien, da es ja in der Natur des Wahrscheinlichkeitspapiers liegt, daß GAUSS'sche Normalverteilungen als Gerade erscheinen, leicht in Form von abgeschnittenen Geraden erkennbar. Änderungen im Anstieg sollen die Grenze zwischen zwei amputierten Subpopulationen markieren.
Die Möglichkeit, daß eine Kornsummenkurve auch aus überlappenden Normalverteilungen aufgebaut sein könnte (FULLER 1961, SPENCER 1963 u.a.) wird verworfen, da diese keine genetische Aussagekraft besitzen sollen (SAGOE & VISHER 1977).

Darauf aufbauend definiert MIDDLETON 1976 die Grenze zwischen Traction Load (= Surface Creep) Population und Graded Suspension (= Intermittend Suspension, = Saltation) Population mit der größten Korngröße, die unter gegebenen Bedingungen gerade noch in Intermittend Suspension transportiert werden kann und zieht hieraus Rückschlüsse auf die hydraulischen Bedingungen.

Argumente dafür, daß es sich bei den Subpopulationen um amputierte Normalverteilungen handelt , liefern ESCHNER & KIRCHER 1984.

MOSS 1972 unterscheidet ebenfalls drei Subpopulationen, definiert entsprechend ihrem Platz im Korngefüge: Population A bildet ein Gerüst, in dessen Zwickeln sich Population B fängt. Die Körner von Population C rollen über die Oberfläche von A. Erst sekundär ordnet er diese Subpopulationen den drei Transportmechanismen zu.

Daß eine Kornsummenkurve in einzelne Teilkurven zerlegt werden kann, scheint, mit wenigen Ausnahmen, allgemein akzeptiert. Bestehen bleibt die Frage, ob es sich dabei um teilweise überlappende, oder um amputierte Normalverteilungen handelt. FULLER 1961 und SPENCER 1963 befürworten, ebenso wie ASHLEY 1978, erstere Möglichkeit. Sie erhalten

download unter www.biologiezentrum.at

die Teilpopulationen durch graphische Teilung der ursprünglichen Verteilung. ASHLEY 1978 interpetiert diese dann im Sinne von VISHER 1969 und MIDDLETON 1976.
MOSS 1972 erachtet Population A als normal verteilt, Population B und C als amputiert.
Für VISHER 1969 und MIDDLETON 1976 sind alle drei Populationen amputiert und überlappen sich nicht.
Begründungen für seine Annahme kann keiner dieser Autoren angeben.

VISHER's Überlegungen gelten nur dann, wenn die Teilpopulationen B und C nur einen geringen Prozentsatz der ursprünglichen Normalverteilungen B* und C* ausmachen (vgl. Abb. 89). B* und C* müssen schlecht sortiert sein, wobei B*, das zur zusammengesetzten Kurve V den Feinanteil B beiträgt, gröber sein muß als C* !! Der Anteil von B und C an der Gesamtverteilung V ist dabei in etwa gleich gering wie an B* und C*. Subpopulation A dominiert die Gesamtverteilung V. Im umgekehrten Fall (B* feiner C*, nur wenig amputiert, relativ geringer Anteil an V) ist eine Annäherung von Teilstücken der Verteilung V durch Gerade nicht mehr zulässig. Wendepunkte in der Kurve definieren dann die Grenze zwischen den beiden Subpopulationen (vgl. Abb. 90 & 91 bzw. ASHLEY 1978: 415,Fig.4, SAGOE & VISHER 1977: 288, Fig.1A).

Fehlinterpretationen können im Extremfall zur Verschiebung der Grenze zwischen den Subpopulationen um einen Phiwert und mehr führen.
Dazu ein Beispiel: MIDDLETON vergleicht für einige amerikanische Flüsse errechnete Shear - Velocity Werte mit den tatsächlich beobachteten. Für die Station Otowi am Rio Grande liegt der errechnete Wert weit unter dem beobachteten (MIDDLETON 1976: 423). Die nach VISHER ermittelte Grenzkorngröße zwischen Traction Load und Intermittent Suspension ist weitaus feiner, als man es aufgrund der hydraulischen Bedingungen erwarten würde. Der Wendepunkt der entsprechenden Kornsummenkurve (a.a.O.: 421, Fig.16) liegt aber durchaus im erwarteten Bereich.

download unter www.biologiezentrum.at

SENGUPTA 1979 bezweifelt, daß lognormale Subpopulationen auf verschiedene Transportmechanismen zurückzuführen sind. Er weist experimentell nach, daß der Grad der Anpassung an eine lognormale Verteilung für Partikel in Suspension vorwiegend von Fließgeschwindigkeit, Höhe der Suspension und der Natur des Ausgangsmaterials kontrolliert wird.

Der graphischen Zerteilung im Sinne von ASHLEY 1978 (cum lit.) (vgl. Abb. 90 & 91) wird der Vorzug gegeben.
Aus den Summenprozentwerten an den Wendepunkten kann auf den relativen Anteil der Teilpopulationen geschlossen werden. Der Grad der Überlappung wird als gering angenommen, Population B ist immer stark amputiert.
Die Subpopulationen werden eher als Bild der Ablagerungsmechanismen (vgl. MOSS 1972), als der Transportmechanismen angesehen.

13.2. ERGEBNISSE UND INTERPRETATION

13.2.1. KORNGRÖSZENPARAMETER

Die Korngrößenparameter sind in den Tabellen 12 und 13 dargestellt (im Anhang).

Die Proben mit Foraminiferen sind generell feinkörniger (Mean: $6.1 \leq M_z(\Phi) \leq 8.2$) als Proben ohne Foraminiferen ($-0.1 \leq M_z(\Phi) \leq 6.5$). Sie zeigen, mit einer Ausnahme, eine negative Schiefe (very negative skewed bis nearly symmetrical skewed, FOLK & WARD, 1957) und unterscheiden sich dadurch von Proben ohne Foraminiferen, die eine durchwegs positive Schiefe (very positive skewed, eine Probe positive skewed) aufweisen. Die Foraminiferenfauna wird daher als autochthon angesehen.
Alle Proben sind sehr schlecht bis extrem schlecht sortiert und steilgipfelig (leptokurtisch).

download unter www.biologiezentrum.at

13.2.2. KORNSUMMENKURVEN (Abb. 92 bis 96 und Tab. 14)

Bei Proben mit Foraminiferen ist aus den Kornsummenkurven lediglich die Grenze zwischen Population A (Graded Suspension) ± Foraminiferen und Population B (Suspension) erfassbar. Sie liegt im Korngrößenintervall $4,8 \leq \Phi \leq 6,5$ wobei Φ - Werte $< 5,5$ die Ausnahme bilden. Die Grenze zwischen Population C (Traction Load) und Population A wird durch die Foraminiferen überlagert und kann nicht determiniert werden. Probe SB91 zeigt eine Grenze zwischen Schill (1 % der Gesamtverteilung) und Foraminiferen bei -0,4 Φ. In Probe SB15 kann eine Grenze zwischen Foraminiferen (ca. 8,5 % der Gesamtverteilung) und Population A bei ca. 4,1 Φ angenommen werden.

Die Überlagerung der Grenze zwischen Population A und einer etwaigen Population C wird als Hinweis für eine weitgehende Autochthonität der Foraminiferenfauna angesehen.

Die Proben ohne Foraminiferen lassen sich, mit drei Ausnahmen, in die drei Supopulationen A, B und C zerlegen. Die Grenze zwischen Population C und A liegt im Intervall $-0,5 \leq \Phi \leq +1,0$, bzw. in Probe FA14 bei -1,8 Φ. Population C macht meist weniger als 10 % der Gesamtverteilung aus, steigt aber in Probe FA22 auf 32 % und in Probe FA16 auf 50 % an. Drei Proben (SB07, WH01, FA14) zeigen eine fragliche Populationsgrenze zwischen $1,8 \leq \Phi \leq 2,7$ bzw. 65 - 70 % der Gesamtverteilung. In Probe WG02 ist eine Grenze zwischen Population C und A nicht erfassbar.

Population B läßt sich (mit Ausnahme von Probe FA14) klar von Population A abtrennen ($4,3 \leq \Phi \leq 5,5$) und ist deutlich grobkörniger als bei Proben mit Foraminiferen. Sie hat meist nur geringen Anteil an der Gesamtverteilung.

Ein Vergleich der Kornsummenkurven mit standartisierten Musterkurven (VISHER, 1969; SAGOE & VISHER, 1977) brachte keine interpretierbaren Ergebnisse.

download unter www.biologiezentrum.at

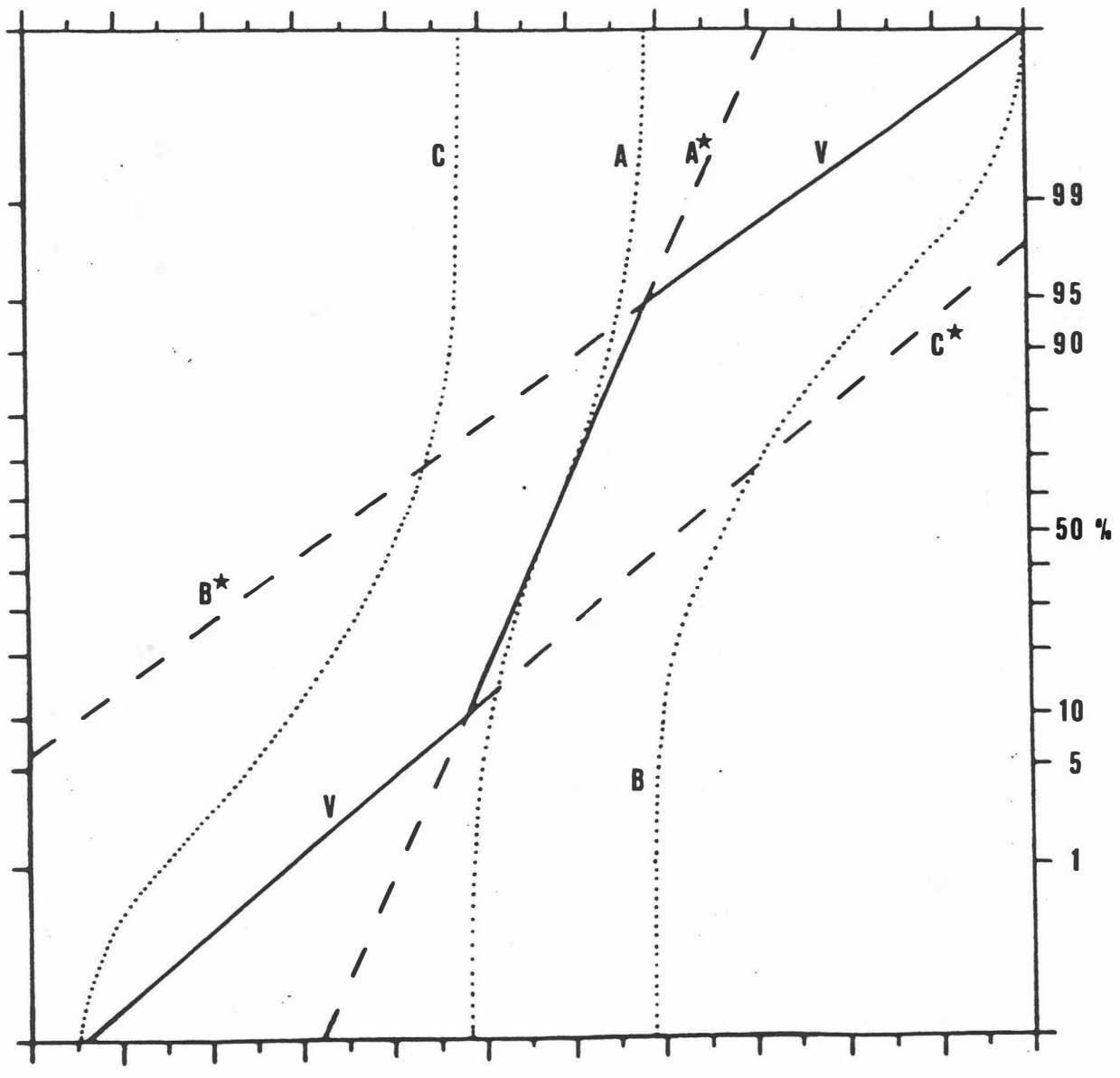


Abb. 89. Zur Interpretation von Kornsummenkurven
Die Verteilung V besteht nach VISHER (1969) aus den "amputierten Normalverteilungen" A*, B* und C*. Sie läßt sich graphisch - mathematisch in die amputierten (Normal-) verteilungen A, B und C aufspalten, die den drei Transportmechanismen besser entsprechen als die Teilpopulationen im Sinne VISHERs.
Weitere Erläuterungen im Text.

download unter www.biologiezentrum.at

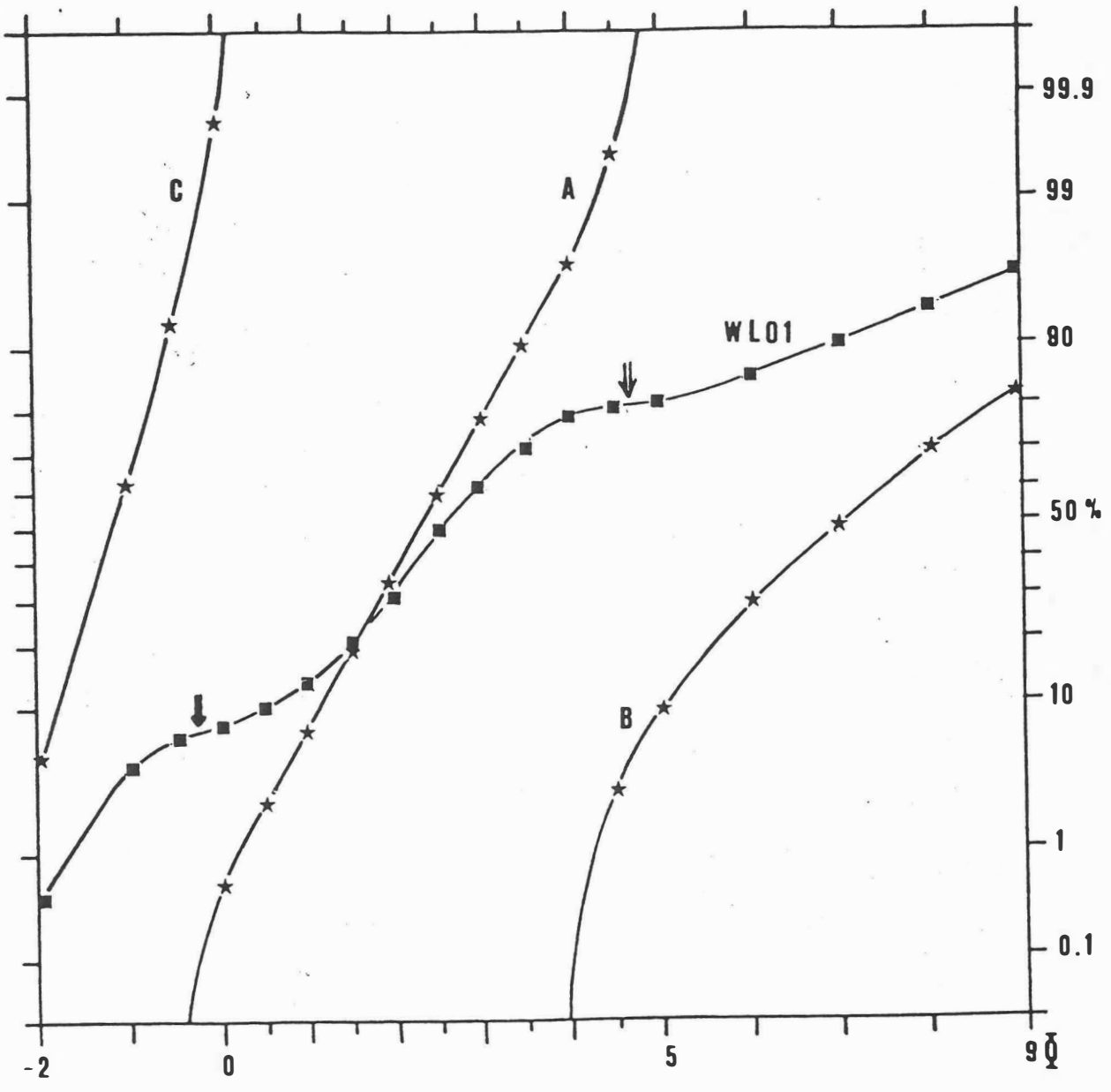


Abb. 90. Graphisch - mathematische Zerlegung der Kornsummenkurve von Probe WL01 in die Subpopulationen A, B und C (entsprechend den drei Transportmechanismen).
Weitere Erläuterungen im Text.

download unter www.biologiezentrum.at

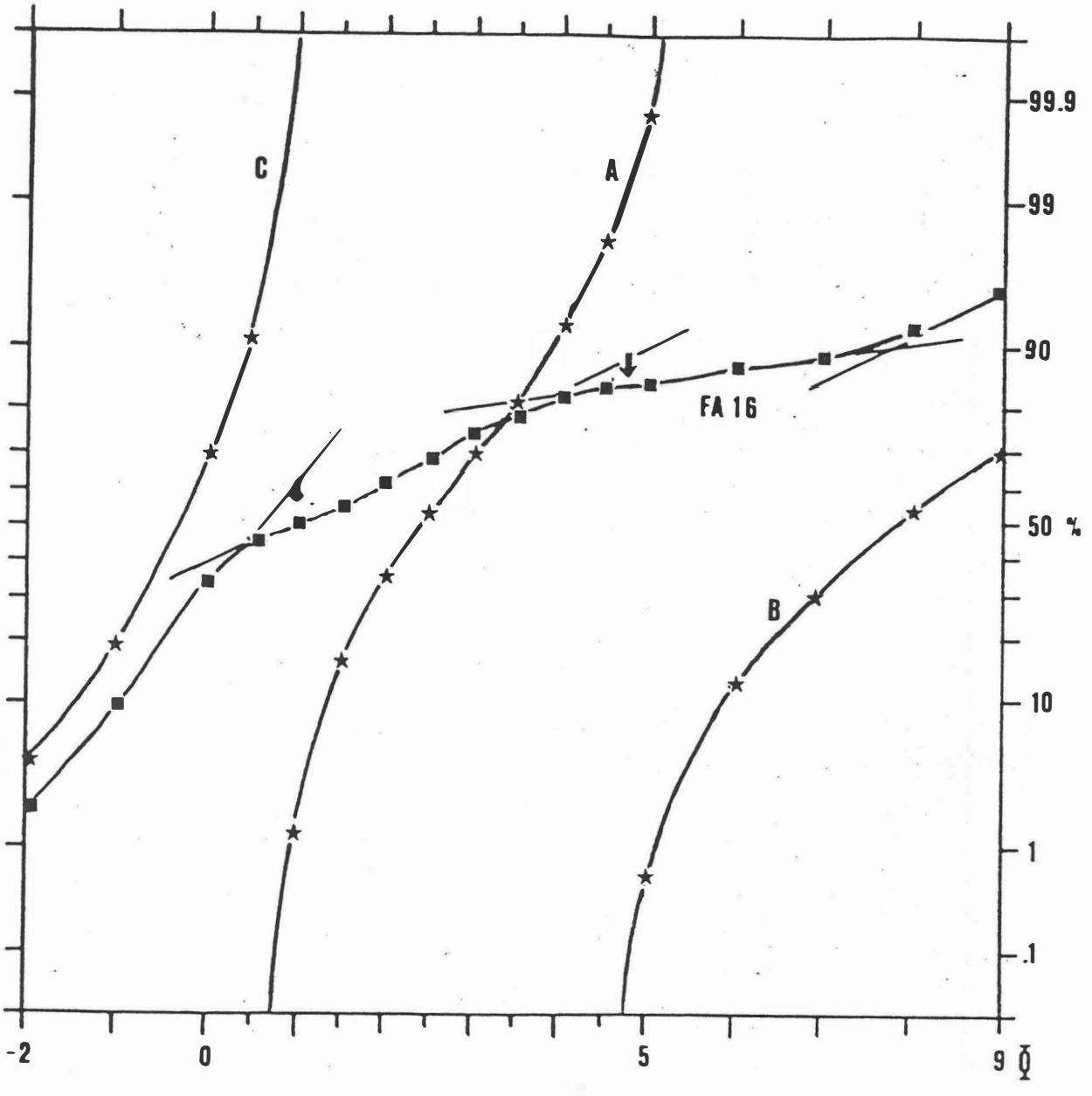
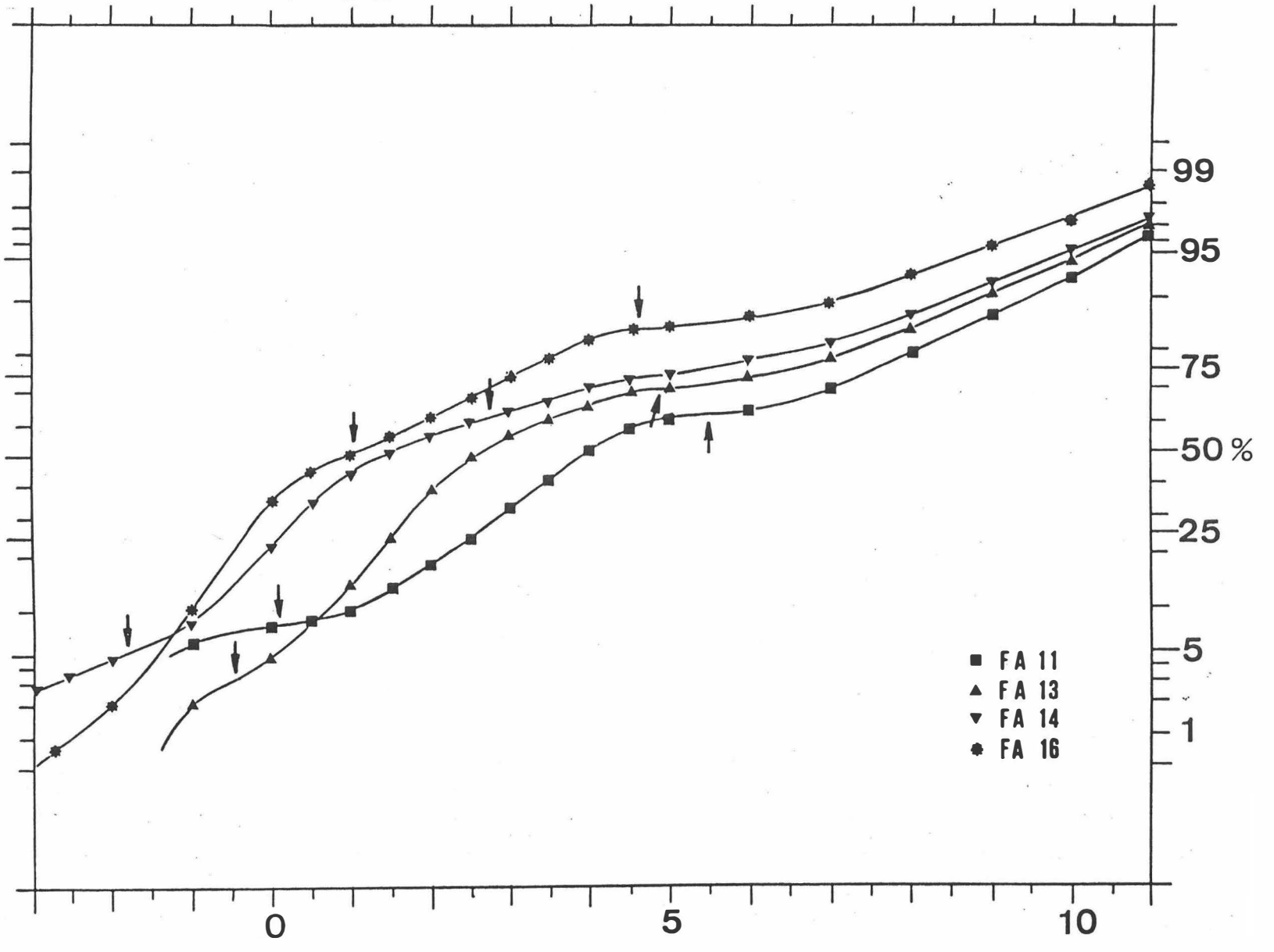


Abb. 91. Graphisch - mathematische Zerlegung der Kornsummenkurve von Probe FA16 in die Subpopulationen A, B und C (entsprechend den drei Transportmechanismen).
Weitere Erläuterungen im Text.

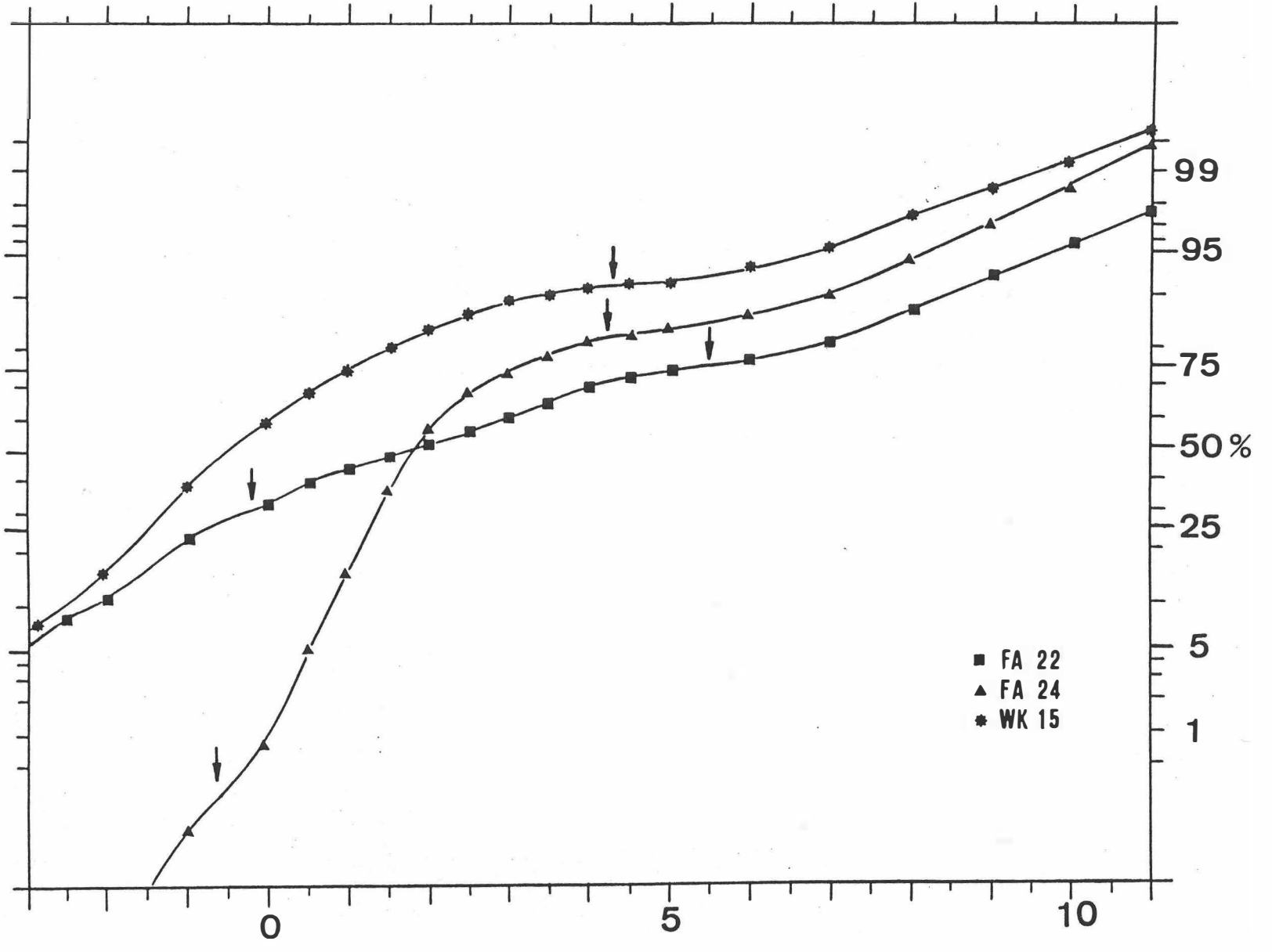
download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 92. Kornsummenkurven
Proben FA11, FA13, FA14, FA16
mit Wendepunkten (= Subpopulationsgrenzen) [Pfeile]



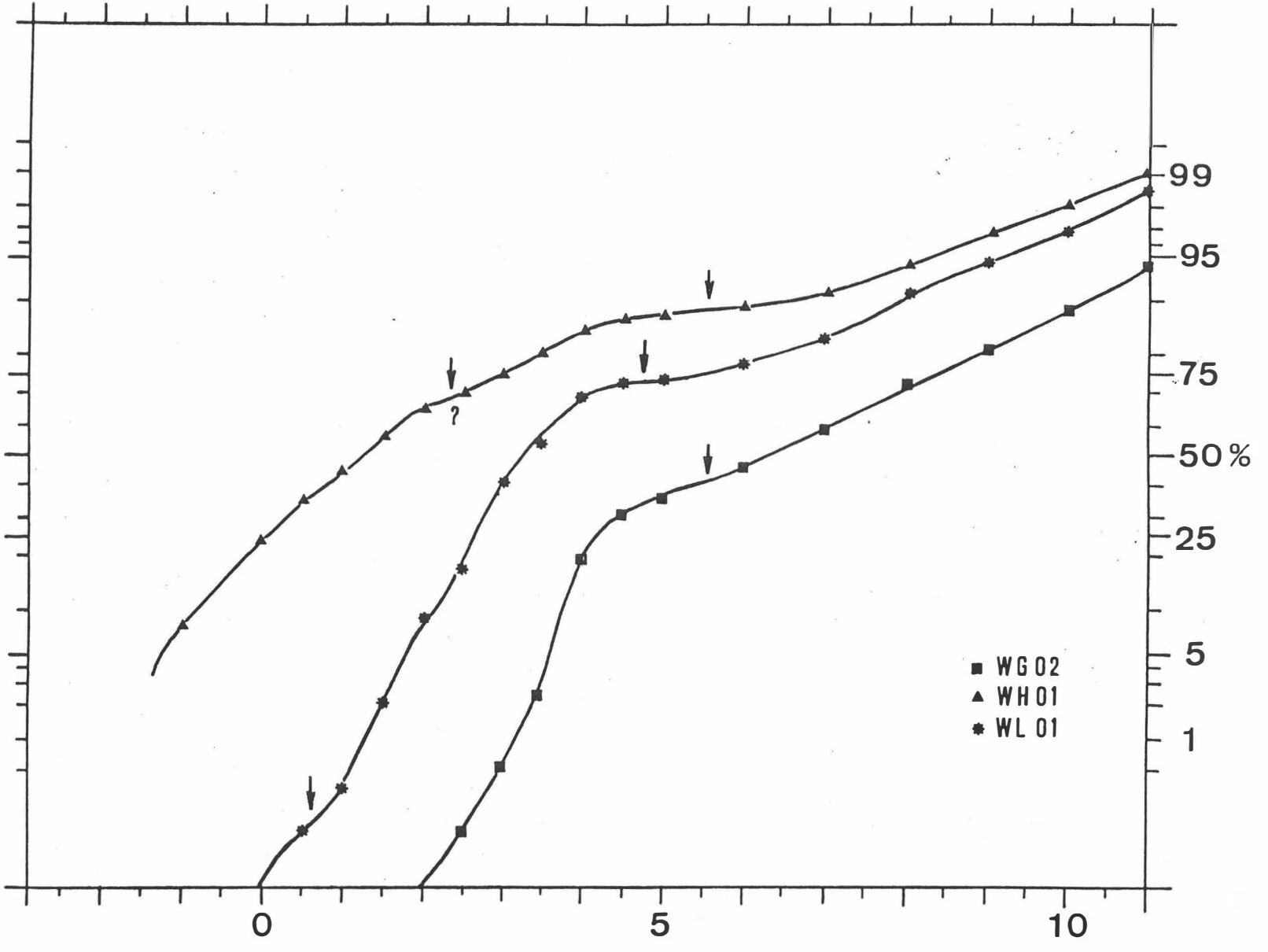
download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 93. Kornsummenkurven
Proben FA22, FA24, WK15
mit Wendepunkten (= Subpopulationsgrenzen) [Pfeile]



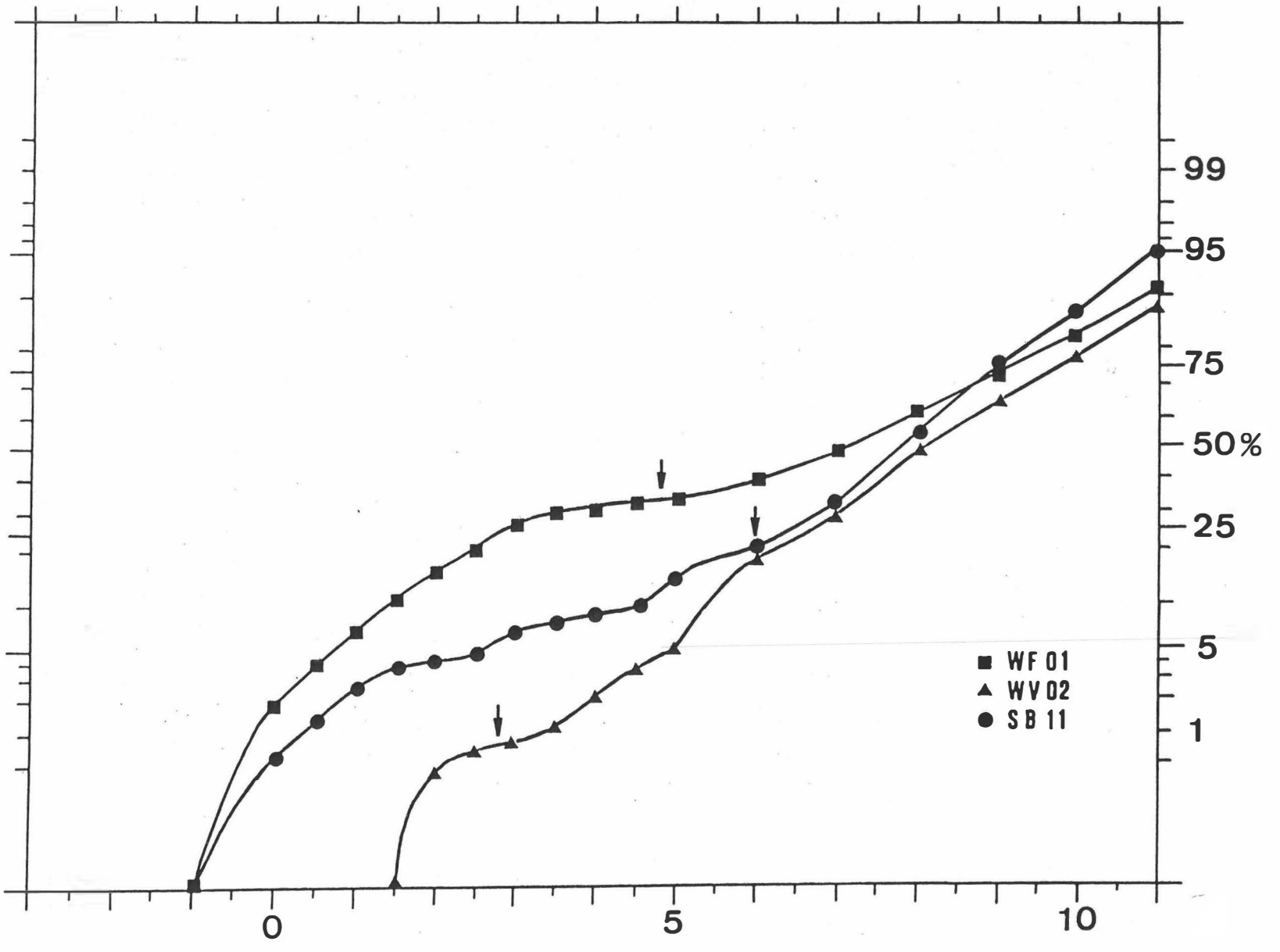
download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 94. Kornsummenkurven
Proben WG02, WH01, WL01
mit Wendepunkten (= Subpopulationsgrenzen) [Pfeile]



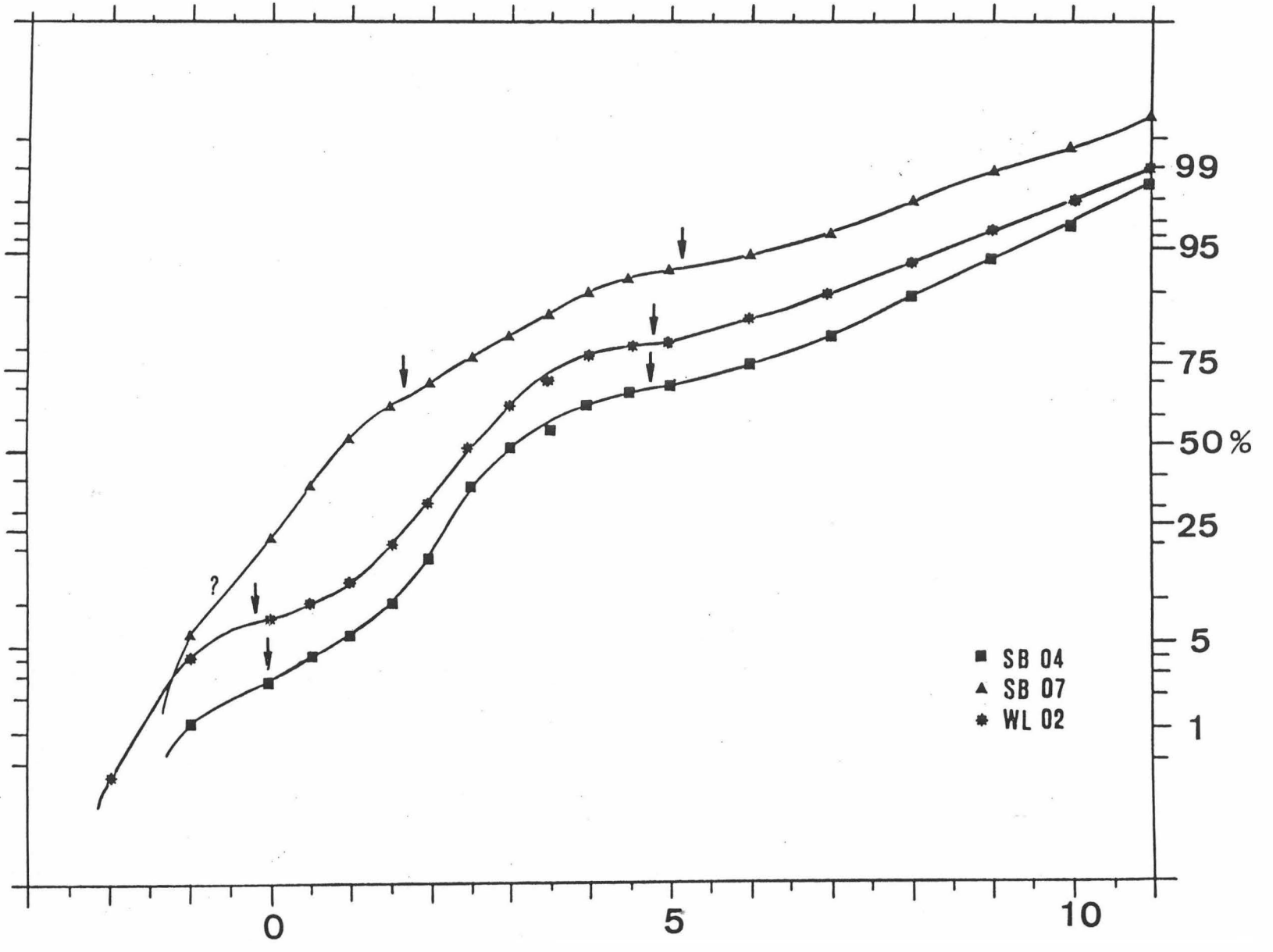
download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 95. Kornsummenkurven
Proben WF01, WV02, SB11 (mit Foraminiferen)
mit Wendepunkten (= Subpopulationsgrenzen) [Pfeile]



download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 96. Kornsummenkurven
Proben SB04, SB07, WL02
mit Wendepunkten (= Subpopulationsgrenzen) [Pfeile]



download unter www.biologiezentrum.at

14. TONMINERALANALYSEN

EBNER (1981) deutet die Amphisteginenmergel aus dem Straßenprofil Kollischberg (Sandschalerzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone ?) als Tuffite. Als Kriterium wird ein hoher Montmorillonitgehalt angeführt. Montmorillonit entsteht unter anderem bei der Umsetzng von Glastuffen in marinem Milieu (HöLLER, KOLMER & WIRSCHING, 1976; WIRSCHING, 1976). Makroskopisch konnten keinerlei Hinweise auf eine tuffitische Natur dieser Sedimente festgestellt werden. Die Schwermineralassoziation grober Amphisteginenmergel (Probe WI01) zeigt keine vulkanogenen Minerale. Einige Mergellagen im Steinbruch Weissenegg sind weitgehend frei von Foraminiferen, was auf eine mögliche vulkanische Beeinflussung zurückzuführen sein könnte.

Zur Abklärung der Frage nach der Herkunft der Tonfraktion, im Speziellen des Montmorillonits, wurden 17 Proben einer Tonmineralanalyse unterzogen. Diese wurde am Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie der TU Graz nach den dort üblichen Methoden (JACKSON, M.L., 1956; WHITTIG, 1965) durchgeführt.

Die Unterscheidung der Mineralphasen erfolgt über Änderungen der Gitterkonstanten zwischen Ebenen parallel (001) bei Kationenbelegung quellfähiger Tonminerale, welche Verschiebungen der Peaks in den Diffraktometeraufnahmen zur Folge haben. Die relative Häufigkeit der Tonminerale (Tab. 15) wurde aus der Intensität der Basisreflexe semiquantitativ abgeschätzt (JOHNS et al., 1954).

14.1. ERGEBNISSE

Die Mergelzwischenlagen im Steinbruch Weissenegg (mit und ohne Foraminiferen, Proben W***) zeigen durchwegs hohe Montmorillonitgehalte (um 50 %), lediglich in Probe WV04 tritt Montmorillonit zu Gunsten von Kaolinit zurück. Signifikante Unterschiede zwischen Foraminiferen - freiem Mergel und Amphisteginenmergel wurden nicht beobachtet.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Proben FA16, FA22 (Deltafrontsedimente der Eckwirt Formation), PF43 (Fastlkogel Member: Fan Delta aus dem Sausal) und AA04, AA05 (Transgressionskonglomerat an der Basis des Korallenriffs von Altenberg) sind durch einen hohen Kaolinitgehalt (60 - 80 %) charakterisiert. Ihr Gehalt an Montmorillonit ist gering.
Kaolinit tritt stets in zwei Modifikationen auf. Kaolinit I ist besser kristallisiert und überwiegt in fast allen Proben gegenüber Kaolinit II. Illit/detritischer Muskowit ist in allen Proben in vergleichbaren Prozentsätzen vorhanden. Chlorit wurde in drei Proben (Weissenegg Formation: RA13, RA14 bzw. Steirischer Schlier: GO08) nachgewiesen.

14.2. INTERPRETATION

Kaolinitreiche Proben werden auf Verwitterung bei geringem marinen Einfluß zurückgeführt. Die Tonmineralassoziation eines sehr stark zersetzten Glimmerschiefergerölls aus dem Fastlkogel Member (Probe PF99; vorw. subrezente chemische Verwitterung) weist, abgesehen von einem geringen Chloritgehalt, keine Unterschiede zu den kaolinitreichen Sedimenten auf.

Erhöhter Montmorillonitgehalt tritt bevorzugt in feinkörnigen, vollmarinen Ablagerungen auf. Er wird auf Mineralumwandlungen im marinen Milieu (erhöhtes Mg-Angebot) zurückgeführt und kann keineswegs als Hinweis auf einen vulkanischen Einfluß angesehen werden.

Illit/detrischer Muskowit weist auf eine terrigene Herkunft des Sediments hin.

download unter www.biologiezentrum.at

15. LITERATUR

ADEY, W.H. & MACINTYRE, I.G., 1973 :
Crustose Coralline Algae: A Re - Evaluation in the Geological Sciences. - Geol. Soc. Am. Bull., 84 : 883 - 904, Boulder.

ALLEN, J.R.L., 1963 :
The Classification of Cross - Stratified Units, With Notes on Their Origin. - Sedimentology, 2 : 93 - 114, Amsterdam.

ALMASI, M.N., HOSKIN, C.M., REED, J.K. & MILO, J., 1987 :
Effects of Natural and Artificial Thalassia on Rates of Sedimentation. - J. Sedim. Petrol., 57 / 5 : 901 - 906, Tulsa.

ASHLEY, G.M., 1978 :
Interpretation of Polymodal Sediments. -
J. Geol., 86 / 4 : 411 - 421, Chicago.

BARNES, J., BELLANOY, D.Y., DREW, E., JONES, D.J., LYTHGOE, J. & WHITTON, B.A., 1970 :
Sublittoral Reef Phenomens of Aldabara. -
Nature, 225 : 268 - 269, London.

BAUER, K., 1899 :
Zur Conchylienfauna des Florianer Tegels. -
Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk., 36 : 19 - 46, Graz.

BECKER, L.P., 1981 :
Geologischer Bericht KW Mellach. -
unveröff. Bericht, STEWEAG, Graz.

BECKER, L.P., 1984 :
Geländeauffüllung Weissenegg. Geologisches Gutachten. -
unveröff. Bericht, STEWEAG, Graz.

BEER, H., 1953 :
Das Miozän zwischen Sulm, Saggau, Pössnitz und Gamlitzbach. - unveröff. Diss. Univ. Graz.

BEER, H. & KOPETZKY, G., 1951 :
Zur Frage der Abgrenzung von Helvet und Torton im südweststeirischen Becken. - Anz. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl. 1951 / 14 : 1 - 4, Wien.

BEZDEK, J.C., EHRLICH, R. & FULL, W., 1984 :
FCM : The Fuzzy c-Means Clustering Algorithm. -
Computers & Geosciences, 10 / 2-3 : 191 - 203, Oxford etc.

BINDA, P.L., 1973 :
Form and Internal Structure of Recent Algal Nodules (Rhodolites) from Bermuda: Discussion. - J. Geol., 81 : 238, Chicago.

BLOW, W.H., 1969 :
Late Middle Eocene to Recent Planctonic Foraminiferal Biostratigraphy. - Proc. 1st. Int. Planctonic Microfossil Conf., Geneva 1976, 1 : 199 - 475, Leiden (Brill).

download unter www.biologiezentrum.at

BOENIGK, W., 1983 :
Schwermineralanalyse. - 158 S., Stuttgart (Enke).

BOSELLINI, A. & GINSBURG, R.N., 1971 :
Form and Internal Structure of Recent Algal Nodules (Rhodolites) from Bermuda. - J. Geol., 79 : 669 - 682, Chicago.

BOSENCE, D.W.J., 1976 :
Ecological Studies on Two Unattached Coralline Algae from Western Ireland. - Palaeontology, 19 / 2 : 365 - 395, London.

BOSENCE, D.W.J., 1983 a :
Description and Classification of Rhodoliths (Rhodoids, Rhodolites) . - in : PERYT, T.M. (Hsg.) : Coated Grains, 217 - 224, Berlin / Heidelberg (Springer).

BOSENCE, D.W.J., 1983 b :
The Occurance and Ecology of Recent Rhodoliths. A Review. - in : PERYT, T.M. (Hsg.) : Coated Grains, 225 - 242, Berlin / Heidelberg (Springer).

BOSENCE, D.W.J. & PEDLEY, H.M., 1979 :
Palaeoecology of a Miocene Coralline Algal Bioherm, Malta. - Bull. Cent. Rech. Explor. - Prod. Elf - Aquitaine, 3 / 2 : 463 -470, Pau.

BOSENCE, D.W.J. & PEDLEY, H.M., 1982 :
Sedimentology and Palaeoecology of a Miocene Coralline Algal Biostrome from the Maltese Islands. - Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 38 : 9 - 43, Amsterdam.

BOURROUILH - LE JAN, F.G. & HOTTINGER, L.C., 1988 :
Occurence of Rhodolites in the Tropical Pacific - A Consequence of Mid - Miocene Paleo - Oceanographic Change. - in : NELSON, C.S. (Hsg.) : Non Tropical Shelf Carbonates - Modern and Ancient, Sedim. Geol., 60 : 355 - 367, Amsterdam.

BRAITHWAITE, C.J.R., 1973 :
Reefs: Just a Problem of Semantics ? -
A.A.P.G. Bull., 57 / 6 : 1100 - 1116, Tulsa.

BRASIER, D.M., 1975 :
The Ecology and Distribution of Recent Foraminifera from the Reefs and Shoals around Barbuda, West Indies. -
J. Foram. Res., 5 / 3 : 193 - 210, Lawrence, Kansas.

BURCHFIEL, B.C., 1980 :
Eastern Europe Alpine System and the Carpathian Orocline as an Example of Collision Tectonics. -
Tectonophysics, 63 : 31 - 61, Amsterdam.

BURGESS, C.J. & ANDERSON, J.M., 1983 :
Rhodoids in Temperate Carbonates from the Cenozoic of New Zealand. - in : PERYT, T.M. (Hsg.), Coated Grains, 243 - 258, Berlin / Heidelberg (Springer).

download unter www.biologiezentrum.at

CHAMBERS, R.L. & UPCHURCH, S.B., 1979 :
Multivariate Analysis of Sedimentary Environments Using Grain - Size Frequency Distributions. - Mathematical Geology, 11 : 27 - 43, New York - London.

CHEVALIER, J.-P., 1961 :
Recherches sur les madréporaires et les formations récifales miocènes de la méditerranée occidentale. - Mem. Soc. Geol. France, n. s., Tome XL, 93 : 1 - 562, Paris.

CICHA, I., KRHOVSKY, J., BRZOBOHHATY, R., CTYROKA, J., VON DANIELS, C.H., HAUNOLD, TH., HORVATH, M., LUCKOWSKA, E., REISER, H., RUPP, CH., RIJAVEC, L. & WENGER, W., 1986 :
Oligocene and Miocene Uvigerina from the Central and Western Paratethys. - Utrecht Micropal. Bull., 35 : 121 - 181, Utrecht.

CONTI, S., 1954 :
Le Corallinacee del Calcareo Miocenico (Leithakalk) del Bacino di Vienne. -
Pub. Inst. Geol. Univ. Genova, Quad., 2, Ser. A : 40 -70, Genova.

CZJZEK, J., 1847 :
Beitrag zur Kenntnis der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. - Haidingers Naturwiss. Abh., 2 : 137 -150, Wien.

DABRIO, C.J., ESTEBAN, M. & MARTIN, J.M., 1981 :
The Coral Reef of Nijar, Messinian (Uppermost Miocene), Almeria Province, S.E. Spain. - J. Sedim. Petrol., 51 / 2 : 521 - 539, Tulsa.

DeCELLES, P.C., 1987 :
Variable Preservation of Middle Tertiary, Coarse - Grained Nearshore to Outer Shelf Storm Deposits in Southern California. - J. Sedim. Petrol., 57 / 2 : 230 - 264, Tulsa.

DILLER, W., 1957 :
Der Miozäne Sedimentationsraum zwischen Gleinzbach und Schwarzer Sulm in Südweststeiermark. - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

DULLO, W.-C., 1983 :
Fossildiagenese in miozänen Leitha - Kalk der Paratethys von österreich : Ein Beispiel für Faunenverschiebungen durch Diageneseunterschiede. - Facies, 8 : 1 - 112, Erlangen.

EBNER, F., 1972 :
Ein fossiles Korallen - Algen - Riff südwestlich Leibnitz. - Alpengarten, 15 : 2 - 6, Graz.

EBNER, F., 1981 :
Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. -
Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 111 : 39 - 55, Graz.

EBNER, F. & GRAF, W., 1977 :
Die Fauna von Weitendorf. - Jber. Landesmus. Joanneum, 1976 / 6 : 157 - 184, Graz.

download unter www.biologiezentrum.at

ESCHNER, T.R. & KIRCHER, J.E., 1984 :
Interpretation of Grain - Size Distributions from Measured Sediment Data, Platte River, Nebraska. - Sedimentology, 31 : 569 - 573, Amsterdam.

FLÜGEL, H., 1958 :
Aufnahme 1957 auf Blatt Graz (164). - Verh. Geol. B.-A., 1958 : 208 - 209, Wien.

FLÜGEL, H., 1959 :
Aufnahme 1958 auf Blatt "Grazer Bergland" 1:100000. - Verh. Geol. B.-A., 1959 : A19 - A22, Wien.

FLÜGEL, H., 1961 :
Die Geologie des Grazer Berglandes (Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100000). - Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik Landesmus. Joanneum Graz, 23 : 1 - 212, Graz.

FLÜGEL, H.W., 1972 :
Das Steirische Neogenbecken. - Exkursionsführer 42. Jahresvers. Paläont. Ges. : 199 - 227, Graz.

FLÜGEL, H.W., 1977 :
Ein Myliobatis - Fund aus dem Badenium von Weissenegg (Stmk.). - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 107 : 65 - 66, Graz.

FLÜGEL, H.W., 1984 :
Tertiär. - in : FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F., Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1 : 200000, Wien (Geol. B.-A.).

FLÜGEL, H.W., 1986 :
Ein neuer Fund von Portunus monspeliensis (A: MILNE-EDWARDS) aus dem Badenium von Retznei. - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 116 : 91 - 96, Graz.

FLÜGEL, H.W., 1988 :
Geologische Karte des prätertiären Untergrundes. - in : KRÖLL, A., FLÜGEL, H.W., SEIBERL, W., WEBER, W., WALACH, G., & ZYCH, D.: Erläuterungen zu den Karten über den prätertiären Untergrund des Steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle : 21 - 42, Wien (Geol. B.-A.).

FLÜGEL, H., HAUSER, A. & PAPP, A., 1952 :
Neue Beobachtungen am Basaltvorkommen von Weitendorf bei Graz. - Sitzber. österr. Akad. Wiss., mathem. - naturwiss. Kl., Abt. I, 161 / 2-3 : 173 - 184, Wien.

FLÜGEL, H.W. & HERITSCH, H., 1968 :
Das Steirische Tertiärbecken. - Slg. Geol. Führer, 47 : 196 S., Berlin (Bornträger).

FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F., 1984 :
Geologische Karte der Steiermark, 1 : 200000, Wien (Geol. B.-A.).

download unter www.biologiezentrum.at

FOLK, R.L. & WARD, W.C., 1957 :
Brazos River Bar : A Studie in the Significance of Grain - Size Parameters . - J. Sedim. Petrol., 27 / 1 : 3 - 26, Tulsa.

FRIEBE, J.G., 1987 :
Eine Krabben - Fauna aus dem Leithakalk (Badenien) von Wurzing bei Wildon, Steiermark. -
Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 117 : 57 - 65, Graz.

FRIEBE, J.G., 1988 :
Paläogeographische Überlegungen zu den Leithakalkarealen (Badenien) der Mittelsteirischen Schwelle (Steiermark). -
Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15 : 41 - 57, Innsbruck.

FRIEDMAN, G.M., 1961 :
Distinction between Dune, Beach and River Sands from their Textural Characteristics. -
J. Sedim. Petrol., 31 / 4 : 514 - 529, Tulsa.

FRIEDMAN, G.M., 1967 :
Dynamic Processes and Statistical Parameters Compared for Size Frequency Distributions of Beach and River Sands. -
J. Sedim. Petrol., 37 : 327 - 354, Tulsa.

FRIEDMAN, G.M., 1979 :
Address of the Retiring President of the International Association of Sedimentologists: Differences in Size Distribution of Populations of Particles of Sand of Various Origins. - Sedimentology, 26 : 3 - 32, Oxford.

FRISCH, F., 1957 :
Das Miozän zwischen Mur, Gamlitzbach und Staatsgrenze. -
Unveröff. Diss. Univ. Graz.

FULL, W.E., EHRLICH, R. & BEZDEK, J.C., 1982 :
FUZZY QMODEL - A New Approach for Linear Unmixing. -
Mathematical Geology, 14 / 3 : 259 - 270, New York - London.

FULLER, A.D., 1961 :
Size Distribution Characteristics of Shallow Marine Sands from the Cape of Good Hope, South Africa. - J. Sedim. Petrol., 31 : 256 - 261, Tulsa.

GEISTER, J., 1983 :
Holozäne Westindische Korallenriffe: Geomorphologie, Ökologie und Fazies. - Facies, 9 : 173 - 284, Erlangen.

GEISTER, J. & UNGARO, S., 1977 :
The Oligocene Coral Formations on the Colli Berici (Vincenza, Northern Italy). - Eclogae Geol. Helv., 70 / 3 : 811 - 823, Basel.

GINSBURG, R.N. & BOSELLINI, A., 1973 :
Form and Internal Structure of Recent Algal Nodules (Rhodolites) from Bermuda : Reply. - J. Geol., 81 : 239, Chicago.

download unter www.biologiezentrum.at

GRILL, R., 1941 :
Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse - Anteilen.- öl und Kohle, 37 : 595 - 602, Berlin.

GRILL, R., 1943 :
Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. -
Mitt. R.-A. Bodenforsch., Zweigst. Wien, 6 : 33 - 44, Wien.

HANSEN, H.J., MÜLLER, C. & RÖGL, F., 1987 :
Paleobathymetry of Middle Miocene (Badenian) Marine Deposits at the Weissenegg Quarry (Styrian Basin, Austria). -
Ann. NHMW, 89, A : 15 - 36, Wien.

HAUSER, A., 1951 :
Ein Vorkommen von Biotitandesit in Retznei bei Ehrenhausen. -
Tschermaks Miner. Petr. Mitt., 3 / 2 : 157 - 165, Wien.

HAUSER, A., 1953 :
Der Hornblende - Biotit - Dazittuff vom Urlkogel bei Gamlitz. -
Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 83 : 61 - 63, Graz.

HAUSER, A. & KAPOUNEK, W., 1953 :
Das Vulkangebiet Mureck - Retznei (Stmk.). -
Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 83 : 64 - 68, Graz.

HEDBERG, H.D. (Hsg.), 1976 :
International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure. - 200 S., New York etc. (Wiley).

HILBER, V., 1877 :
Die Miozänschichten von Gamlitz bei Ehrenhausen in Steiermark. -
Jb. Geol. R.-A., 27 : 251 - 270, Wien.

HILBER, V., 1878 :
Die Miocän - Ablagerungen im das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark. -
Jb. Geol. R.-A., 28 : 505 - 580, Wien.

HILBER, V., 1913 :
Eine Diskordanz im Leithakalk. -
Mitt. Geol. Ges. Wien, 6 : 229-232, Wien.

HOLLER, A., 1899 :
Über die Fauna der Meeresbildungen von Wetzelsdorf bei Preding in Steiermark. -
Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 36 : 47 - 71, Graz.

HÖLLER, H. KOLMER, H. & WIRSCHING, U., 1976 :
Chemische Untersuchungen der Umwandlung glasiger Tuffe in Montmorillonit - und Kaolinit - Minerale. -
N. Jb. Miner., Mh., 1976 / 10 : 456 - 466, Stuttgart.

download unter www.biologiezentrum.at

HOTTINGER, L., 1983 :
Neritic Macroid Genesis, an Ecological Approach. - in: PERYT, T.M. (Hsg.), Coated Grains, 38 - 55, Berlin / Heidelberg (Springer).

JACKSON, M.L., 1956 :
Soil Chemical Analysis: Advanced Course. - 894 S., published by the author, Madison, Wisconsin.

JENISCH, V., 1956 :
Das Miozän zwischen Kainach und Stainzbach in SW - Steiermark. - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

JOHNS, W.D., GRIM, R.E. & BRADLEY,W.F., 1954 :
Quantitative Estimations of Clay Minerals by Diffraction Methods. - J. Sedim. Petrol., 24 : 242 - 251, Tulsa.

KEFERSTEIN, C., 1828 :
Teutschland geognostisch - geologisch dargestellt. - 425 S., Weimar.

KOLLMANN, K., 1960 :
Das Neogen der Steiermark (mit besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Gliederung). - Mitt. Geol. Ges. Wien, 52 (1959) : 159 - 167, Wien.

KOLLMANN, K., 1965 :
Jungtertiär im Steirischen Becken. -
Mitt. Geol. Ges. Wien, 57 / 2 : 479 - 632, Wien.

KOLLMANN, K. & RÖGL, F., 1978 :
Faziostratotypus: Sassbachtal. - in: PAPP, A., CICHA. I., SENES, J. & STEININGER, F. : M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). - Chonostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys, VI : 158 - 167, Bratislava.

KOPETZKY, G., 1957 :
Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. -
Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum Graz, 18 : 1 - 112, Graz.

KÜCHMEISTER, W., 1959 :
Geologische Kartierung, stratigraphisch - tektonisch - morphologische Beschreibung sowie technisch geologische Darstellung der jungtertiären und quartären Umrahmung des Sausalschiefergebirges in Südweststeiermark (Bezirk Leibnitz). - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

KRAINER, B., 1987 a :
Sedimentation und Shoshonit von Weitendorf, Badenien, Steirisches Becken. - Mitt. österr. Geol. Ges., 80 : 143 - 156, Wien.

KRAINER, B., 1987 b :
Das Tertiär der Weizer Bucht, Steirisches Becken. - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

download unter www.biologiezentrum.at

KRÖLL, A., 1988 :
Reliefkarte des prätertiären Untergrundes. - in : KRÖLL, A., FLÜGEL, H.W., SEIBERL, W., WEBER, W., WALACH, G. & ZYCH, D. : Erläuterungen zu den Karten über den prätertiären Untergrund des Steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle : 16 - 20, Wien (Geol. B.-A.).

LIEBAU, A., 1980 :
Paläobathymetrie und ökofaktoren: Flachmeer - Zonierungen. - N. Jb. Geol. Paläontol., Abh. 160 : 173 - 216, Stuttgart.

LONGMAN, M.W., 1980 :
Carbonate Diagenetic Textures from Nearsurface Diagenetic Environments. - A.A.P.G. Bull., 64 / 4 : 461 - 487, Tulsa.

MANKER, J.P. & CARTER, B.D., 1987 :
Paleoecology and Paleogeography of an Extensive Rhodolith Facies from the Lower Oligocene of South Georgia and North Florida. -
Palaios, 1987 / 2 : 181 - 188, Tulsa.

McPHERSON, J.G., SHANMUGAM, G. & MOIOLA, R., 1987 :
Fan - Deltas and Braid Deltas: Varieties of Coarse Grained - Deltas. - Geol. Soc. Am. Bull., 99 : 331 - 340, Boulder.

MIALL, A.D., 1978 :
Lithofaciestypes and Vertical Profile Models in Braided Rivers : A Summary. - in : MIALL, A.D. (Hsg.) Fluvial Sedimentology. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 5 : 597 - 604, Calgary.

MIDDLETON, G.V., 1976 :
Hydraulic Interpretation of Sand Size Distributions. -
J. Geol., 84 : 405 - 426, Chicago.

MOIOLA, R.J. & WEISER, D., 1986 :
Textural Parameters: An Evaluation. -
J. Sedim. Petrol., 38 : 45 - 53, Tulsa.

MOLNAR, P. & TAPPONNIER, P., 1975 :
Cenozoic Tectonics of Asia: Effects of a Continental Collision. -
Science, 189 : 419 - 426.

MONTAGGIONI, L.F., 1979 :
Environmental Significance of Rhodoliths from the Mascarene Reef Province, Western Indian Ocean. - Bull. Cent. Rech. Explor. - Prod. Elf - Aquitaine, 3 / 2 : 713 - 714, Pau.

MOSER, E., 1987 :
Das Kohleführende Miozän zwischen Graz und Weiz. -
Unveröff. Diss. Univ. Graz.

MOSS, A.J., 1972 :
Bedload Sediments . - Sedimentology, 18 : 159 - 219, Oxford.

download unter www.biologiezentrum.at

MOTTL, M., 1961 :
Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. VI. Neue Säugetierfunde aus dem Glanzkohlenbergbau von Fohnsdorf. - Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum Graz, 22 : 3 - 21, Graz.

MOTTL, M., 1970 :
Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost - österreich. -
Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum Graz, 31 : 1 - 92, Graz.

MOUNT, J.F., 1984 :
Mixing of Siliziklastic and Carbonate Sediments in Shallow Shelf Environments. - Geology, 12 : 432 - 435, Boulder.

MÜLLER, P., 1984 :
Decapod Crustacea of the Badenian. -
Geologica Hungarica, Ser. Palaeont., 42 : 1 - 317, Budapest.

MURRAY, J.W., 1973 :
Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. - 274 S., London (Heinemann).

NEBERT, K., 1983 :
Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). -
Jb. Geol. B.-A., 126 : 259 - 285, Wien.

NEBERT, K., 1985 :
Kohlengeologische Erkundung des Neogens entlang des Ostrandes der Zentralalpen. - Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 6 : 23 - 77. Wien.

NEUBAUER, F., 1988 :
Bau und Entwicklungsgeschichte des Rennfeld - Mugel - und Gleinalm - Kristallins (Ostalpen). - Abh. Geol. B.-A., 42, 1 - 137, Wien.

NEY, P., 1986 :
Gesteinsaufbereitung im Labor. - 157 S., Stuttgart (Enke).

d'ORBIGNY, A., 1846 :
Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. - XXXVII & 312 S., Paris (Gide et Dompt.).

PAPP, A., 1953 :
Fossilien aus der Bohrung Pirka bei Voitsberg (Stmk.) und Bemerkungen über die Altersstellung der durchteuften Schichten. - Verh. Geol. B.-A., 1953 : 220 - 226, Wien.

PAPP, A., CICHA, I. & CTYROKA, J., 1978 :
Allgemeine Charakteristik der Foraminiferenfaunen im Badenien. - in : PAPP, A., CICHA, I., SENES, J. & STEININGER, F. : M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). - Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys, VI : 263 - 268, Bratislava.

download unter www.biologiezentrum.at

PAPP, A., CICHA, I., SENES, J. & STEININGER, F., 1978 :
M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). - Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys, VI : 594 S., Bratislava.

PAPP, A., & KÜPPER, K., 1954 :
The Genus Heterostegina in the Upper Tertiary of Europe. - Contr. Cushman Found. Foram. Res., 5 / 3: 108 - 127, Bridgewater, Mass..

PASSEGA, R., 1957 :
Texture as Characteristic of Clastic Deposition. - A.A.P.G. Bull., 41 / 9 : 1952 - 1984, Tulsa.

PASSEGA, R., 1964 :
Grain Size Representation by CM Patterns as a Geological Tool. -
J. Sedim. Petrol., 34 / 4 : 830 - 847, Tulsa.

PASSEGA, R. & BYRAMJEE, R., 1969 :
Grain - Size Image of Clastic Deposits. -
Sedimentology, 13 : 233 - 252, Amsterdam.

PEDLEY, H.M., 1979 :
Miocene Bioherms and Associated Structures in the Upper Coralline Limestone of the Maltese Islands: Their Lithefication and Palaeoenvironment. - Sedimentology, 26 : 577 - 591, Oxford.

PERRIN, G., 1987 :
Solenomeris, un Foraminifére Acervulinidae constructeur de récifs. [Solenomeris, an Acervulinidae Reef - Builder]. - Revue de Micropaléontologie, 30 / 3 : 197 - 206, Paris.

PERYT, T.M., 1983 :
Classification of Coated Grains. - in: PERYT, T.M. (Hsg.), Coated Grains, 3 - 6, Berlin / Heidelberg (Springer).

PETRASCHECK, W., 1915 :
Die miozäne Schichtfolge am Fuße der Ostalpen. - Verh. k.k. Geol. R.-A., 1915 : 310 - 320, Wien.

REISS, Z. & GVIRTZMANN, G., 1966 :
Borelis from Israel. - Eclogae Geol. Helv., 59 / 1 : 438 - 447, Basel.

REUSS, A.E. Ritter von, 1847 :
Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. - Haidingers Naturwiss. Abh., 2 : 1 - 109, Wien.

REUSS, A.E. Ritter von, 1849 :
Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. - Denkschr. kais. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., 1 : 365 - 390, Wien.

REUSS, A.E. Ritter von, 1871 :
Die fossilen Korallen des österreichisch - Ungarischen Miocäns. - Denkschr. österr. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., B1 : 197 - 228, Wien.

download unter www.biologiezentrum.at

RIEDL, R., 1970 :
Flora und Fauna der Adria. - 702 S., Hamburg & Berlin (Parey).

RIEPLER, F., 1988 :
Das Tertiär des Thaler Beckens (Raum Thal - Mantscha - Tobelbad). - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

RÖGL, F. & STEININGER, F.F., 1983 :
Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum - mediterranen Raumes. - Ann. NHMW, 85 / A : 135 - 163, Wien.

RÖGL, F. & STEININGER, F.F., 1984:
Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo - Pacific Seaways. Implications for the Paleobiogeography of Marine and Terrestrial Biotas. -
in: BRENCHLEY, P. (Hsg.), Fossil and Climate, 171 - 200, New York etc. (Wiley).

ROLLE, F., 1855 :
Über einige neue Vorkommen von Foraminiferen, Bryozoen und Ostracoden in den tertiären Ablagerungen Steiermarks. -
Jb. Geol. R.-A., 6 : 351 - 354, Wien.

ROLLE, F., 1856 :
Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Gratz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in Steiermark. -
Jb. Geol. R.-A., 7 : 535 - 602, Wien.

ROYDEN, L.H., 1985 :
The Vienna Basin : A Thin - Skinned Pull - Apart Basin. -
SEPM Spec. Publ., 35 : 319 - 338, Tulsa.

ROYDEN, L.H., HORVATH, F. & BURCHFIEL, B.C., 1982 :
Transform Faulting, Extension and Subduction in the Carpathian Pannonian Region. -
Geol. Soc. Am. Bull., 93 : 717 - 725, Boulder.

RUPP, CH., 1986 :
Paläoökologie der Foraminiferen in der Sandschalerzone (Badenien, Miozän) des Wiener Beckens. - Beitr. Paläont. österr., 12 : 1 - 180, Wien.

SAGOE, K.O. & VISHER, G.S., 1977 :
Population Breaks in Grain - Size Distributions of Sand - a Theoretical Model. -
J. Sedim. Petrol., 47 / 1 : 285 - 310, Tulsa.

SCHOUPPE, A., 1949 a :
Zwei Decapoden aus dem Torton von Retznei. - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 77 - 78 : 139 - 141, Graz.

SCHOUPPE, A., 1949 b :
Die Fauna des Steinbruchs Retznei bei Ehrenhausen. - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 77 - 78 : 142 - 144, Graz.

download unter www.biologiezentrum.at

SCLATER, J.G., ROYDEN, L., HORVATH, F., BURCHFIEL, B.C., SEMKEN, S. & STEGENA, L., 1980 :
The Formation of the Intra - Carpathian Basin as Determined from Subsidence Data. -
Earth and Palnetary Science Letters, 51 : 139 - 162, Amsterdam.

SEDGEWICK, A., & MURCHISON, R., 1831 :
A Sketch of the Structure of the Eastern Alps. -
Trans. Geol. Soc., Ser. 2, 3 : 301 - 420, London.

SEDIMENTATION SEMINAR, 1981 :
Comparison of Methods of Size Analysis for Sands of the Amazon - Solimoes River, Brazil and Peru. -
Sedimentology, 18 : 123 - 128, Amsterdam.

SENGUPTA, S., 1979 :
Grain Size Distribution of Suspended Load in Relation to Bed Materials and Flow Velocity. -
Sedimentology, 26 : 63 - 82, Oxford.

SIESSER, W.G., 1972 :
Relict Algal Nodules (Rhodolites) from the South Africa Continental Shelf. -
J. Geol., 60 : 611 - 616, Chicago.

SINDOWSKI, K.-H., 1957 :
Die synoptische Methode des Kornkurven - Vergleiches zur Ausdeutung fossiler Sedimentationsräume. -
Geol. Jahrb., 73 : 235 - 275, Hannover.

SMITH, A., 1984 :
Echinoid Palaeobiology. -
Special Topics in Palaeontology, 1 : 190 S., London (Allen & Unwin).

SNEED, E.D., & FOLK, R.L., 1958 :
Pebbles in the Lower Colorado River, Texas. A Study in Particle Morphogenesis. -
J. Geol., 66 : 114 - 150, Chicago.

SPENCER, D.W., 1963 :
The Interpretation of Grain Size Distribution Curves of Clastic Sediments. -
J. Sedim. Petrol., 33 : 180 - 190, Tulsa.

STATTEGGER, K., 1986 :
Die Beziehungen zwischen Sediment und Hinterland: Mathematisch - statistische Modelle aus Schwermineraldaten rezenter fluviatiler und fossiler Sedimente. -
Jb. Geol. B.-A., 128 / 3-4 : 449 - 512, Wien.

STEININGER, F.F. & PAPP, A., 1978 :
Faziostratotypus: Groß Höflein NNW, Steinbruch "FENK". -
in : PAPP, A., CICHA, I., SENES, J. & STEININGER, F. : M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). - Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys, VI : 194 - 199, Bratislava.

download unter www.biologiezentrum.at

STEININGER, F.F. & RÖGL, F., 1984 :
Paleogeography and Palimspastic Reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. - in: DIXON, J.E. & ROBERTSON, A.H.F. (Hsg.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, 659 - 668, Oxford (Blackwell).

STILLE, H., 1924 :
Grundfragen der vergleichenden Tektonik. - 443 S., Berlin (Bornträger).

STUDENCKI, W., 1988 :
Facies and Sedimentary Environment of the Pinczow Limestone (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). - Facies, 18 : 1 - 26, Erlangen.

STUR, D., 1871 :
Geologie der Steiermark. Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des Herzogtumes Steiermark, Graz, 1856. - Herausgeg. i. A. d. geognost. - mont. Ver. Stmk., XXXI & 645 S., Graz.

SUETTE, G. & UNTERSWEG, TH., 1985 :
Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50000, Blatt 208, Mureck; Geol. B.-A., Wien.

TAPPONNIER, P., 1977 :
Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée: poinçonnement et écrasement rigide - plastique. - Bull. Soc. Geol. Fr., Ser. 7, 19 / 3 : 437 - 460, Paris.

TERZAGHI, K. v., 1908 :
Geologie der Umgebung von Flamberg im Sausal. - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 44 (1907) : 131 - 146, Graz.

TOOMEY, D.F., 1975 :
Rhodoliths from the Upper Paleozoic of Kansas and the Recent - A Comparision. - N. Jahrb. Geol. Palaeontol. Monatsh., 4 : 242 - 255, Stuttgart.

TOULA, F., 1882 :
Kleine Excursions - Ergebnisse aus der Gegend von Leibnitz und Wildon. - Verh. Geol. R.-A., 11 : 191 - 194, Wien.

VAVRA, N., 1988 :
Bryozoen aus dem Badenien (Mittelmiozän) von Weissenegg bei Wildon (Stmk.). - Ann. NHMW, Wien (in Druck).

VISHER, G.S., 1969 :
Grain Size Distributions and Depositional Processes. - J. Sedim. Petrol., 39 / 3 : 1047 - 1106, Tulsa.

WALKER, R.G., 1984 :
Facies Models (second edition). - Geosciences Canada Reprint Series, 1 : 317 S., Toronto.

WALTER, E., 1951 :
Das Miozän zwischen Stainz - und Gleinzbach. - Unveröff. Diss. Univ. Graz.

download unter www.biologiezentrum.at

WEBER, L. & WEISS, A., 1983 :
Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlevorkommen. - Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 4 : 1 - 317, Wien.

WHITTIG, L.D., 1965 :
X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Identification and Mineralogical Composition. -
in : BLACK, C.A., EVANS, D.D., WHITE, J.L., ENSMINGER, L.E., & CLARC, F.E. (Hsg.), Methods of Soil Analysis, 671 - 698, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

WINKLER, A., 1913 :
Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des Steirischen Tertiärs. -
Jb. Geol. R.-A., 63 / 3 : 502 - 620, Wien.

WINKLER, A., 1924 :
Studienergebnisse im Tertiärgebiet von Südweststeiermark.- Verh. Geol. B.-A., 5 : 93 - 101, Wien.

WINKLER, A., 1926 :
Zur geomorphologischen und geologischen Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Zentralalpen in der Miozänzeit. - Geol. Rdsch., 17 : 36 - 68, 196 - 217, 291 - 310, Stuttgart.

WINKLER, A., 1929 :
Die jungen, miozänen Ablagerungen im südweststeirischen Becken und dessen Tektonik. - Jb. Geol. B.-A., 79 : 1 - 32, Wien.

WINKLER-HERMADEN, A., 1938 :
Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik österreich. Blatt Marburg. -
68 S., Wien (Geol. B.-A.).

WINKLER-HERMADEN, A., 1939 a :
Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des Steirischen Beckens. - Slg. Geol. Führer, 36 : 209 S., Berlin (Borntträger).

WINKLER-HERMADEN, A., 1939 b :
Aufnahmsbericht für 1938 des Chefgeologen Dr. Artur Winkler-Hermaden über das Blatt Wildon - Leibnitz (5255). - Verh. Reichsstelle Bodenforsch, 1939, Wien.

WINKLER-HERMADEN, A., 1940 :
Die geologischen Verhältnisse im mittleren und unteren Laßnitztal Südweststeiermarks als Grundlagen einer wasserwirtschaftlichen Planung. - Sitzungsber. österr. Akad. Wiss., mathem. - naturwiss. Kl., Abt.I, 149, Wien.

WINKLER-HERMADEN, A., 1943 :
Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. -
in: SCHAFFER, F.X. (Hsg.), Geologie der Ostmark, 295 - 404, Wien (Deuticke).

download unter www.biologiezentrum.at

WINKLER-HERMADEN, A., 1951 a :
Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. - in: SCHAFFER, F.X. (Hsg.), Geologie von österreich, 414 - 524, Wien (Deuticke).

WINKLER-HERMADEN, A., 1951 b :
Die jungtektonischen Vorgänge im Steirischen Becken. - Sitzungsber. österr. AKad. Wiss., mathem. - naturwiss. Kl., Abt. I, 160 / 1-2 : 37 - 69, Wien.

WINKLER-HERMADEN, A., 1958 :
Zur Geologie des Südweststeirischen Tertiärbeckens. - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 88 : 233 - 245, Graz.

WIRSCHING, U., 1976 :
Experiments on Hydrothermal Alteration Processes of Rhyolithic Glass in Closed and "Open" System. - N. Jb. Miner. Mh., 1976 / 5 : 203 - 213, Stuttgart.

WRAY, 1977 :
Calcareous Algae. - Dev. Paleont. Strat., 4 : 185 S., Amsterdam - Oxford - New York (Elsevier).

ZWAAN, G.J. van der, 1983 :
Paleoecology of Late Miocene Mediterranean Foraminifera. - Utrecht Micropal. Bull., 25 : 1 - 202, Utrecht.

download unter www.biologiezentrum.at

SCHWERMINERALDATEN - URLISTE
GESAMTPROBE

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
EE12	90.8	3.9	1.5	0.0	1.1	0.1	0.5	0.2	1.1	0.5	0.0	0.0	6.1	4.9
EE13	89.0	5.0	1.6	0.0	0.4	0.3	0.1	0.7	1.0	1.4	0.1	0.4	2.9	7.7
RA14	52.2	22.6	5.6	0.0	0.0	0.8	0.2	11.2	2.8	2.6	0.6	1.4	0.8	5.0
RA23	67.4	15.3	4.7	0.0	0.5	1.0	0.8	5.0	2.4	2.3	0.3	0.3	3.2	19.1
RA31	76.7	11.2	3.9	0.0	0.7	0.4	0.5	3.6	0.7	1.2	0.5	0.6	4.2	17.8
RN51	78.9	7.0	2.2	0.0	0.5	1.5	0.6	4.1	2.4	2.5	0.0	0.3	7.4	11.0
RR15	79.7	7.6	5.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	4.6	2.0	0.0	0.6	3.1	4.8
SA02	58.1	14.4	6.8	0.1	0.8	0.9	4.3	1.5	4.8	6.6	0.5	1.2	1.9	22.5
SA10	89.1	3.9	1.3	0.2	0.0	0.4	0.1	0.9	2.2	1.5	0.3	0.1	2.4	6.9
XX19	83.3	7.3	2.5	0.0	0.0	1.0	0.5	0.8	3.0	0.8	0.2	0.6	3.8	3.5
XX26	62.4	9.3	7.2	0.0	0.9	0.7	1.5	1.5	10.4	3.8	0.8	1.5	2.2	22.1
YY04	81.7	8.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	4.3	0.6	0.1	0.1	7.0	3.4
GG10	84.6	7.1	2.0	0.0	0.3	0.2	0.4	1.6	1.3	2.2	0.2	0.1	5.2	2.3
GG11	86.7	5.3	2.6	0.0	0.4	0.5	0.2	0.6	2.7	0.6	0.3	0.1	6.9	9.3
GG12	30.1	50.1	0.1	0.0	1.8	0.0	0.9	4.6	7.7	2.9	0.1	0.7	4.8	7.5
GG01	77.2	15.0	0.7	0.0	1.9	0.3	0.9	0.5	2.5	0.9	0.1	0.0	13.3	1.8
GG02	75.9	13.8	0.7	0.0	1.1	0.7	0.8	1.7	3.4	1.7	0.1	0.1	7.3	3.0
GG05	83.0	9.0	0.8	0.0	0.9	0.8	0.9	0.8	2.1	1.0	0.2	0.5	19.9	2.2
GG15	84.9	9.3	0.4	0.8	1.4	0.0	0.4	0.1	2.2	0.4	0.1	0.0	26.2	1.7
GR04	88.9	7.8	0.7	0.0	0.7	0.1	0.5	0.4	0.3	0.4	0.1	0.1	39.4	1.6
GR01	86.7	7.1	1.1	0.0	0.9	0.3	0.6	0.3	1.0	1.3	0.2	0.5	9.7	2.9
GR05	90.5	3.2	0.7	0.0	0.1	0.4	0.0	1.5	0.7	2.6	0.0	0.3	4.5	3.9
GR03	88.9	6.0	1.1	0.0	0.2	0.1	0.1	1.0	1.1	1.2	0.1	0.2	10.0	3.5
GO11	81.4	13.5	0.7	0.0	0.5	0.2	0.8	0.2	1.4	1.1	0.1	0.1	19.4	2.5
GO27	79.7	17.8	0.0	0.0	0.7	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.6	0.0	20.4	3.3
GO28	75.8	18.0	1.6	0.0	2.5	0.0	0.8	0.1	0.4	0.7	0.1	0.0	5.8	7.4
GO29	92.0	3.8	0.4	0.0	1.4	0.0	0.1	0.4	1.8	0.1	0.0	0.0	12.2	2.3
GO01	87.1	10.3	0.4	0.0	0.0	0.1	0.5	0.1	1.0	0.5	0.0	0.0	32.4	0.7
GO23	90.6	4.0	1.4	0.1	0.9	0.1	0.5	0.2	1.7	0.5	0.0	0.0	5.0	1.8
GO99	86.6	5.6	1.8	0.0	0.7	0.3	0.2	0.0	2.6	1.6	0.1	0.5	3.1	3.5
GO13	89.4	4.9	0.7	0.0	1.3	1.0	0.1	0.1	1.1	1.0	0.1	0.1	20.4	1.1
GO17	63.2	28.8	1.3	0.0	2.2	0.5	1.1	0.1	1.2	0.4	0.4	0.8	1.8	8.2
GO21	88.6	4.3	2.4	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	2.4	1.4	0.1	0.3	2.8	2.1
GO22	40.2	29.8	0.0	0.1	1.3	2.6	3.9	2.3	14.8	4.1	0.1	0.8	1.9	9.6
GO62	88.1	5.5	0.1	0.3	0.3	0.4	1.2	0.0	3.0	0.4	0.3	0.4	3.6	2.1
GO63	90.8	5.4	0.4	0.0	1.1	0.0	0.1	0.1	1.9	0.1	0.0	0.1	12.0	2.0
GO61	85.8	10.3	0.2	0.1	0.3	0.3	1.0	0.1	0.8	0.6	0.1	0.4	5.9	7.4
GO60	68.4	24.0	1.3	0.0	0.3	0.6	2.5	0.1	2.2	0.5	0.0	0.1	3.4	8.9
GO07	87.2	6.7	0.7	0.0	0.4	0.3	0.5	1.7	1.6	0.6	0.3	0.0	2.7	5.2
GO09	86.6	8.1	0.6	0.0	0.5	0.3	0.4	0.5	1.9	0.8	0.2	0.1	16.7	3.2
KM01	62.4	19.4	1.9	0.1	0.4	0.4	0.5	0.2	12.1	0.9	0.3	1.4	0.5	5.0
KM02	59.8	32.0	2.1	0.2	1.5	1.5	0.6	0.0	1.8	0.1	0.3	0.1	1.7	5.0
KM03	70.3	23.9	1.3	0.0	1.3	1.0	0.9	0.0	0.7	0.4	0.1	0.1	4.6	5.0
KM04	29.4	66.4	1.6	0.2	0.0	0.0	1.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
XX13	86.0	9.0	0.5	1.8	0.2	0.0	0.2	0.6	1.1	0.4	0.2	0.0	36.9	1.1
XX11	82.8	12.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.2	1.7	0.0	0.1	26.9	0.9
PF41	90.2	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.5	0.3	0.6	13.6	5.5
PF42	92.0	2.6	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	2.6	1.9	0.0	0.1	11.1	8.9
PF43	83.7	8.0	0.9	0.0	0.7	0.0	0.3	0.0	3.7	2.4	0.2	0.1	7.1	10.2
FF12	76.2	12.5	3.7	0.6	0.3	0.1	1.4	0.0	3.6	1.1	0.0	0.5	0.9	5.0
SB04	73.5	7.7	3.2	0.0	0.9	0.0	3.2	0.0	7.3	3.1	0.1	1.0	3.1	9.7
SB07	90.8	5.7	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	1.2	1.5	0.1	0.2	6.3	3.9

download unter www.biologiezentrum.at

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
SB14	86.1	5.7	1.5	0.0	0.5	0.1	1.0	0.1	1.7	2.8	0.1	0.4	3.8	1.7
SB05	79.4	4.5	5.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	6.0	3.6	0.0	0.5	2.9	2.9
SB01	88.7	4.8	2.4	0.2	0.0	0.2	0.5	0.0	0.7	2.1	0.1	0.3	9.6	2.4
SB21	9.3	25.0	0.8	0.0	2.2	0.8	7.3	0.2	23.1	26.1	2.6	2.6	1.0	5.0
AM01	73.8	6.5	8.4	0.0	0.2	0.1	0.8	0.0	3.2	1.6	0.7	1.1	3.5	5.0
AM02	92.3	4.5	0.4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.6	1.2	0.5	0.0	5.0	5.0
WH01	90.2	4.7	0.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.9	1.0	0.2	0.2	7.5	2.4
WH03	91.3	5.2	0.0	0.0	0.2	0.0	1.1	0.0	0.6	1.4	0.0	0.2	24.7	2.3
WI01	91.4	3.7	1.8	0.0	0.1	0.0	1.2	0.0	2.4	0.3	0.1	0.0	24.6	5.7
WL01	87.9	4.1	2.1	0.0	0.0	0.1	1.6	0.0	2.4	1.5	0.0	0.3	6.8	0.5
WL02	91.2	3.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	2.4	0.4	0.1	0.2	17.8	4.2
FA21	6.2	26.8	0.0	0.0	2.6	3.3	7.5	1.0	31.7	18.7	0.8	0.4	0.4	5.0
FA71	84.7	4.0	2.2	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	2.1	3.1	0.4	0.0	1.5	5.0
FA13	90.2	4.4	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	2.6	1.4	0.1	0.3	8.1	3.9
FA23	5.6	33.2	0.1	0.0	4.2	3.7	7.3	0.0	18.1	25.0	1.7	1.1	1.6	13.9
FA41	86.6	1.9	2.2	0.0	0.4	0.4	1.4	0.0	4.6	2.4	0.1	0.0	2.6	2.9
FA12	89.3	3.3	0.0	0.0	0.7	0.1	0.3	0.0	3.9	1.9	0.1	0.4	3.2	1.9
FA72	60.6	4.6	2.1	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	1.5	1.0	0.1	29.3	1.8	10.0
FA51	90.7	5.1	1.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	1.4	0.5	0.1	0.1	17.4	6.8
FA63	66.0	6.3	3.2	0.0	0.0	4.5	2.2	0.0	5.5	11.2	0.5	0.6	1.4	14.0
FA31	83.9	4.2	3.6	0.0	0.0	2.1	0.3	0.2	2.5	3.1	0.0	0.0	1.3	20.0
FA17	6.6	25.4	0.1	0.0	4.5	4.4	5.7	0.1	26.9	23.1	1.7	1.5	1.2	5.0
FA11	7.2	19.2	0.3	12.5	2.2	3.1	5.1	0.7	21.5	24.5	1.5	2.2	1.1	5.0
FA22	22.1	36.1	0.3	0.0	0.3	0.7	11.6	0.0	7.1	17.9	3.4	0.5	3.6	5.0
FA53	88.2	3.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.5	3.6	0.8	0.1	8.7	5.4
FA42	85.3	3.6	2.3	0.0	0.0	2.2	0.7	0.0	2.1	3.4	0.2	0.2	6.1	7.5
FA16	15.0	31.9	0.1	0.0	2.0	3.2	6.1	0.0	14.5	24.2	2.0	1.0	1.6	5.0
FA14	80.4	12.1	0.5	0.0	0.4	0.0	3.1	0.0	2.0	1.3	0.2	0.0	7.4	1.7
FA24	86.0	6.2	1.9	0.0	0.3	0.2	0.2	0.0	2.3	2.7	0.1	0.1	3.6	3.0
FA61	14.3	28.8	0.5	0.0	3.5	7.4	4.3	0.0	15.8	24.7	0.3	0.4	1.7	5.0
FA64	87.7	2.3	3.8	0.0	0.0	0.7	0.5	0.0	2.3	2.0	0.3	0.4	1.8	10.5
FA52	90.2	3.1	0.5	0.0	0.0	0.2	1.9	0.2	1.5	1.5	0.7	0.2	12.6	7.6
FA62	28.1	24.5	0.0	0.0	1.7	2.9	9.8	0.1	15.4	14.6	0.4	2.5	1.5	5.0
FA15	66.9	9.3	1.4	0.0	1.9	2.5	2.8	0.0	4.9	9.6	0.4	0.3	2.4	8.5
WK15	23.1	23.6	0.0	0.0	7.5	4.7	2.9	0.4	10.8	25.1	1.3	0.6	1.7	5.0
WK01	51.5	19.9	0.1	0.0	2.0	0.6	4.7	0.1	8.0	11.3	1.0	0.8	0.8	9.4
WK16	50.2	14.9	0.0	0.0	3.2	1.7	3.9	0.0	8.0	15.4	1.8	0.9	3.2	5.0
RN11	17.0	2.5	59.0	1.5	0.0	1.5	0.0	2.0	0.0	0.5	14.5	1.5	5.0	1.0
RN10	64.4	7.4	12.4	0.2	0.0	1.4	0.0	6.4	2.0	1.0	2.2	2.2	5.0	10.1
XX21	30.3	0.4	1.5	66.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.4	0.6	12.8	7.1
XX22	32.0	0.6	1.3	64.6	0.0	0.2	0.0	0.5	0.1	0.3	0.3	0.1	12.8	6.5
RN15	73.8	4.1	6.4	0.0	0.0	1.2	0.1	6.7	3.8	1.3	1.6	1.0	1.5	8.9

PROB ... PROBENNUMMER
GRAN ... GRANAT
EPID ... EPIDOT
APAT ... APATIT
AMPH ... AMPHIBOLIT
STAU ... STAUROLITH
CHLO ... CHLORITOID
DIST ... DISTHEN
TITA ... TITANIT
TURM ... TURMALIN
RUTI ... RUTIL
ZIRK ... ZIRKON
REST ... REST (BROOKIT etc.)
SM-% ... SCHWERMINERALGEHALT
OPAK ... OPAKANTEIL

download unter www.biologiezentrum.at

SCHWERMINERALDATEN URLISTE
FEINFRAKTION

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
EE12	86.0	8.6	0.8	0.0	0.6	0.4	1.0	1.2	0.4	1.0	0.0	0.0	7.6	7.2
EE13	85.8	5.6	2.4	0.0	0.2	0.8	0.4	1.4	0.6	2.0	0.4	0.4	6.0	9.7
RA14	52.2	22.6	5.6	0.0	0.0	0.8	0.2	11.0	2.8	2.6	0.6	1.4	0.8	5.0
RA23	60.8	20.2	3.8	0.0	0.2	1.6	1.2	6.4	1.6	3.0	0.6	0.6	5.7	20.0
RA31	69.8	17.2	4.6	0.0	0.2	0.4	0.2	4.0	0.6	1.6	1.0	0.4	5.9	20.8
RN51	80.6	6.0	2.0	0.0	0.2	0.2	0.4	4.6	2.0	3.8	0.0	0.2	11.4	10.1
RR15	83.8	4.4	5.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.4	3.6	0.0	0.4	5.8	4.6
SA02	53.6	16.6	5.4	0.2	0.0	1.0	2.8	2.6	1.4	13.8	0.6	2.0	2.2	25.0
SA10	88.8	5.0	0.6	0.4	0.0	0.2	0.2	1.0	0.6	2.6	0.4	0.2	0.8	7.4
XX19	83.0	9.0	3.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.8	0.8	1.2	0.4	0.8	6.5	3.1
XX26	58.2	7.5	9.0	0.0	0.0	0.6	1.8	2.4	10.5	5.4	1.8	2.7	3.6	25.2
YY04	87.0	7.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.2	1.4	0.2	0.2	22.4	3.3
GG10	86.2	5.8	2.6	0.0	0.0	0.2	0.4	2.0	1.0	1.6	0.2	0.0	7.3	2.2
GG11	79.6	9.2	5.0	0.0	0.4	0.6	0.4	1.0	2.0	0.8	0.8	0.2	8.1	13.8
GG12	38.4	48.2	0.2	0.0	0.6	0.0	1.8	3.4	3.0	3.8	0.6	0.0	13.4	8.4
GG01	62.8	27.0	1.4	0.0	0.8	1.0	2.2	1.6	1.8	1.2	0.2	0.0	11.5	2.9
GG02	75.8	15.2	1.6	0.0	0.0	1.0	1.4	1.8	1.6	1.2	0.2	0.2	8.6	3.7
GG05	74.4	15.4	1.6	0.0	0.2	0.8	1.0	1.6	1.6	3.0	0.4	0.0	20.7	2.7
GG15	82.8	14.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.6	0.6	0.2	0.6	0.2	0.0	37.4	2.2
GO07	86.4	6.2	1.0	0.0	0.0	0.6	0.6	2.2	1.2	1.2	0.6	0.0	1.0	4.4
GO11	66.4	24.6	1.2	0.0	0.8	0.6	0.8	0.6	1.8	2.4	0.4	0.4	7.2	3.7
GO09	84.8	9.4	1.2	0.0	1.0	0.6	0.4	0.6	0.2	1.2	0.4	0.2	18.3	4.0
GO27	51.4	46.4	0.0	0.0	0.4	0.2	0.4	0.2	0.8	0.2	0.0	0.0	14.3	5.0
GO28	59.4	35.0	1.6	0.0	0.2	0.0	1.0	0.2	0.4	1.6	0.6	0.0	7.6	9.9
GO29	86.6	10.4	0.2	0.0	0.4	0.0	0.4	0.2	1.0	0.8	0.0	0.0	14.2	2.7
GO01	74.0	22.8	0.4	0.0	0.0	0.2	0.8	0.4	0.4	1.0	0.0	0.0	19.7	0.6
GO23	86.4	7.0	2.8	0.2	0.4	0.2	0.8	0.6	0.0	1.6	0.0	0.0	9.0	1.6
GO99	91.2	4.6	1.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	2.6	0.2	0.0	6.0	1.0
GO13	80.8	13.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.8	2.2	0.6	0.2	22.1	1.8
GO17	48.4	44.6	1.6	0.0	0.8	0.8	1.6	0.2	0.4	0.4	0.4	0.8	1.4	10.0
GO21	85.6	5.8	3.4	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	2.2	2.0	0.2	0.0	1.0	3.7
GO22	35.8	38.8	0.0	0.4	0.0	3.4	5.4	1.6	6.4	7.0	0.2	1.0	4.7	9.9
GO62	86.2	9.0	0.6	0.0	0.2	0.2	1.6	0.2	0.4	1.2	0.4	0.0	12.5	1.8
GO63	88.2	7.4	0.8	0.0	0.8	0.0	0.6	0.2	1.2	0.6	0.0	0.2	19.1	2.5
GO61	70.2	21.6	1.4	0.4	0.0	0.0	2.2	0.2	1.2	1.6	0.4	0.8	12.0	11.2
GO60	58.0	31.8	1.8	0.0	0.0	0.0	3.0	0.4	2.6	2.0	0.0	0.4	6.4	8.9
GR04	80.0	16.6	0.6	0.0	0.2	0.4	0.8	0.6	0.0	0.4	0.2	0.2	30.6	2.0
GR01	86.6	7.0	1.6	0.0	0.4	0.2	0.2	0.8	0.0	2.2	0.4	0.6	10.8	4.2
GR05	90.0	3.2	0.8	0.0	0.0	0.4	0.0	1.6	0.8	2.8	0.0	0.4	3.7	4.0
GR03	87.6	7.6	1.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.8	0.0	1.6	0.2	0.4	10.6	1.9
KM01	68.2	19.0	1.8	0.2	0.4	0.4	0.8	0.6	4.6	2.2	1.0	0.8	0.5	5.0
KM02	43.6	46.6	3.6	0.8	0.0	3.4	0.2	0.0	0.2	0.2	1.2	0.2	2.7	5.0
KM03	43.8	50.0	1.6	0.0	0.4	1.6	1.2	0.0	0.4	0.4	0.2	0.4	6.4	5.0
KM04	18.4	76.8	1.2	0.4	0.0	0.0	2.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
XX13	87.2	8.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.0	46.2	1.4
XX11	77.2	17.2	1.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.0	0.4	1.8	0.0	0.2	24.4	1.8
PF41	87.0	7.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.8	0.8	0.2	10.4	7.4
PF42	91.6	1.4	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	2.2	3.4	0.0	0.2	8.0	9.7
PF43	78.2	12.4	1.4	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	2.6	4.4	0.4	0.2	5.3	13.8
FF12	79.4	8.4	4.4	0.4	0.0	0.2	1.6	0.0	3.8	1.6	0.0	0.2	1.2	5.0
SB04	76.6	9.2	2.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	5.0	0.4	0.6	5.7	8.6
SB01	85.4	6.8	3.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	3.0	0.2	0.2	10.5	2.0

download unter www.biologiezentrum.at

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
SB21	5.4	22.5	0.0	0.0	0.3	1.2	5.1	0.3	24.3	32.2	5.1	3.6	1.7	5.0
SB07	86.0	5.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	2.2	4.4	0.4	0.6	6.2	5.8
SB14	85.6	5.0	2.2	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2	0.2	5.4	0.2	0.4	4.5	1.0
SB05	81.4	2.8	7.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	2.6	5.4	0.0	0.0	5.8	1.2
AM01	64.4	9.0	10.8	0.0	0.0	0.2	1.6	0.0	2.8	8.0	1.4	1.8	3.6	5.0
AM02	88.2	6.6	0.8	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.8	2.0	1.0	0.0	37.5	5.0
WH03	86.6	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.4	2.0	0.0	0.0	21.3	3.8
WH01	88.6	5.4	1.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.8	1.4	0.8	0.6	7.7	2.5
WI01	85.8	9.6	1.0	0.0	0.2	0.0	1.2	0.0	0.6	1.4	0.2	0.0	22.5	5.0
WL01	84.2	5.2	3.2	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	2.8	3.0	0.0	0.2	11.1	0.6
WL02	90.2	3.8	1.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.6	1.6	0.4	0.6	12.3	4.6
FA16	12.6	29.6	0.2	0.0	0.2	3.2	9.2	0.0	10.8	28.6	5.0	0.6	2.4	5.0
FA14	64.0	23.0	0.6	0.0	0.4	0.0	8.0	0.0	2.0	1.6	0.4	0.0	5.6	1.0
FA24	78.8	5.2	4.8	0.0	0.0	1.0	1.4	0.0	1.6	6.2	0.6	0.4	4.8	4.9
FA61	11.7	24.6	0.3	0.0	0.3	8.7	8.7	0.0	10.2	32.1	1.5	1.8	3.6	5.0
FA64	81.2	4.0	6.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	3.2	3.4	0.6	0.8	2.5	14.5
FA52	85.4	3.0	2.6	0.0	0.0	0.4	1.8	0.4	1.4	2.6	1.8	0.6	9.6	8.2
FA62	28.5	21.3	0.0	0.0	0.0	3.3	6.9	0.3	8.1	27.9	2.7	0.9	2.5	5.0
FA15	49.4	13.0	3.6	0.0	0.0	4.2	5.2	0.0	6.8	15.6	1.2	1.0	1.5	6.2
FA23	6.0	26.4	0.4	0.0	0.4	4.4	11.2	0.0	12.4	34.0	3.6	1.2	3.0	17.8
FA41	84.2	3.2	2.4	0.0	0.6	0.6	0.4	0.0	3.8	4.4	0.4	0.0	5.4	3.5
FA12	88.4	3.8	0.0	0.0	0.2	0.2	1.6	0.0	0.8	3.4	0.4	0.2	5.0	2.1
FA72	85.2	2.8	2.4	0.0	0.0	0.8	1.6	0.0	2.4	2.8	0.4	1.6	3.2	10.0
FA51	82.6	7.6	3.0	0.0	0.0	0.2	1.6	1.2	0.6	2.4	0.4	0.4	9.8	8.6
FA63	66.2	5.2	3.4	0.0	0.0	4.6	1.6	0.0	4.2	13.6	0.6	0.6	1.7	16.0
FA31	81.5	3.0	4.5	0.0	0.0	1.5	0.5	0.5	5.0	3.5	0.0	0.0	1.9	20.0
FA17	10.2	15.0	0.2	0.0	0.6	4.8	1.8	0.2	14.4	42.4	7.8	2.6	2.5	5.0
FA11	5.8	17.4	0.2	9.2	0.2	4.0	6.0	0.0	14.4	38.0	2.8	2.0	1.6	5.0
FA22	11.4	38.4	0.2	0.0	0.0	1.2	15.6	0.0	7.0	22.2	3.8	0.2	3.8	5.0
FA53	84.6	4.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	0.2	5.2	1.2	0.2	4.9	7.7
FA42	84.8	4.6	1.8	0.0	0.0	0.8	0.6	0.0	2.2	4.8	0.0	0.4	6.8	7.5
FA21	6.8	32.2	0.0	0.0	0.2	1.8	8.8	0.4	4.6	40.6	2.6	2.0	0.8	5.0
FA71	84.8	3.4	3.6	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	1.0	4.8	0.6	0.0	1.8	5.0
FA13	85.0	8.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	2.0	3.4	0.2	0.0	8.8	5.8
WK15	24.4	16.0	0.0	0.0	0.8	6.2	3.4	0.2	5.2	36.4	5.8	1.6	1.9	5.0
WK16	53.6	12.2	0.0	0.0	0.4	2.6	4.6	0.0	4.4	17.6	3.2	1.4	4.1	5.0
WK01	38.0	15.8	0.2	0.0	0.0	1.8	6.0	0.2	7.8	21.6	6.0	2.6	1.5	8.1
RN11	17.0	2.5	59.0	1.5	0.0	1.5	0.0	2.0	0.0	0.5	14.5	1.5	5.0	1.0
RN10	64.6	7.4	12.4	0.2	0.0	1.4	0.0	6.4	2.0	1.0	2.2	2.2	5.0	20.2
XX21	17.4	0.4	1.8	79.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	0.4	18.0	7.1
XX22	15.6	0.4	2.2	80.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.2	0.6	0.2	18.9	5.5
RN15	61.6	5.2	11.6	0.0	0.0	1.6	0.4	10.4	1.6	2.8	2.8	2.0	1.7	16.9

PROB ... PROBENNUMMER
EPID ... EPIDOT
AMPH ... AMPHIBOLIT
CHLO ... CHLORITOID
TITA ... TITANIT
RUTI ... RUTIL
REST ... REST (BROOKIT etc.)
OPAK ... OPAKANTEIL

GRAN ... GRANAT
APAT ... APATIT
STAU ... STAUROLITH
DIST ... DISTHEN
TURM ... TURMALIN
ZIRK ... ZIRKON
SM-% ... SCHWERMINERALGEHALT

download unter www.biologiezentrum.at

SCHWERMINERALDATEN URLISTE
GROBFRAKTION

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
EE12	91.6	3.2	1.6	0.0	1.2	0.0	0.4	0.0	1.6	0.4	0.0	0.0	5.9	2.7
EE13	90.4	4.8	1.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	1.2	1.2	0.0	0.4	1.8	5.7
RA23	74.0	10.4	5.6	0.0	0.8	0.4	0.4	3.6	3.2	1.6	0.0	0.0	0.7	18.3
RA31	83.6	5.2	3.2	0.0	1.2	0.4	0.8	3.2	0.8	0.8	0.0	0.8	2.4	14.7
RN51	77.2	8.0	2.4	0.0	0.8	2.8	0.8	3.6	2.8	1.2	0.0	0.4	3.4	12.0
RR15	75.6	10.8	5.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	6.8	0.4	0.0	0.8	0.3	5.0
SA02	60.8	13.2	7.6	0.0	1.2	0.8	5.2	0.8	6.8	2.4	0.4	0.8	1.7	20.0
SA10	89.6	2.4	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	4.4	0.0	0.0	0.0	4.6	6.4
XX19	83.6	5.6	2.0	0.0	0.0	1.6	0.4	0.8	5.2	0.4	0.0	0.4	1.0	3.8
XX26	66.0	10.8	5.6	0.0	1.6	0.8	1.2	0.8	10.4	2.4	0.0	0.4	1.0	19.1
YY04	80.4	8.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	5.2	0.4	0.0	0.0	2.7	3.5
GG10	81.2	10.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.4	0.8	2.0	3.6	0.0	0.4	0.9	2.3
GG11	92.0	2.4	0.8	0.0	0.4	0.4	0.0	0.4	3.2	0.4	0.0	0.0	5.9	4.9
GG12	30.0	50.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.8	4.8	8.4	2.8	0.0	0.8	3.7	6.7
GG01	83.2	10.0	0.4	0.0	2.4	0.0	0.4	0.0	2.8	0.8	0.0	0.0	14.1	0.6
GG02	76.0	12.8	0.0	0.0	2.0	0.4	0.4	1.6	4.8	2.0	0.0	0.0	6.2	2.3
GG05	87.6	5.6	0.4	0.0	1.2	0.8	0.8	0.4	2.4	0.0	0.0	0.8	18.4	1.6
GG15	85.2	8.8	0.4	0.8	1.6	0.0	0.4	0.0	2.4	0.4	0.0	0.0	25.1	1.2
GO07	88.0	7.2	0.4	0.0	0.8	0.0	0.4	1.2	2.0	0.0	0.0	0.0	4.3	6.0
GO11	88.8	8.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	25.6	1.2
GO09	88.4	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	3.6	0.4	0.0	0.0	15.2	2.3
GO27	88.0	9.6	0.0	0.0	0.8	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	22.5	1.6
GO28	80.8	12.8	1.6	0.0	3.2	0.0	0.8	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	5.2	4.9
GO29	92.8	2.8	0.4	0.0	1.6	0.0	0.0	0.4	2.0	0.0	0.0	0.0	11.9	2.0
GO01	92.4	5.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	37.5	0.8
GO23	92.4	2.8	0.8	0.0	1.2	0.0	0.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	3.3	2.0
GO99	83.2	6.4	2.4	0.0	1.2	0.4	0.4	0.0	4.4	0.8	0.0	0.8	1.0	6.0
GO13	91.2	3.2	0.8	0.0	1.6	1.2	0.0	0.0	1.2	0.8	0.0	0.0	20.0	0.4
GO17	70.0	21.6	1.2	0.0	2.8	0.4	0.8	0.0	1.6	0.4	0.4	0.8	2.2	6.4
GO21	93.2	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.4	0.0	0.8	3.9	0.4
GO22	41.2	28.0	0.0	0.0	1.6	2.4	3.6	2.4	16.4	3.6	0.0	0.8	1.3	9.4
GO62	88.4	5.2	0.0	0.4	0.4	0.4	1.2	0.0	3.2	0.4	0.0	0.4	2.8	2.3
GO63	91.2	5.2	0.4	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	11.0	1.6
GO61	88.4	8.4	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	0.0	0.8	0.4	0.0	0.4	5.0	3.5
GO60	71.6	21.6	1.2	0.0	0.4	0.8	2.4	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.5	8.8
GR04	90.8	6.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	41.2	1.2
GR01	86.8	7.2	0.8	0.0	1.2	0.4	0.8	0.0	1.6	0.8	0.0	0.4	9.2	1.6
GR05	94.4	3.2	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	10.4	3.8
GR03	90.0	4.8	0.8	0.0	0.4	0.0	0.0	1.2	2.0	0.8	0.0	0.0	9.6	2.0
KM01	60.0	19.6	2.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.0	15.2	0.4	0.0	1.6	0.5	5.0
KM02	65.6	26.8	1.6	0.0	2.0	0.8	0.8	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	1.3	5.0
KM03	77.2	17.2	1.2	0.0	1.6	0.8	0.8	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	3.3	5.0
KM04	35.9	60.3	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
XX13	84.8	10.0	0.0	1.6	0.4	0.0	0.0	0.8	2.0	0.4	0.0	0.0	27.6	0.8
XX11	88.4	8.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	1.6	0.0	0.0	29.4	0.1
PF41	92.0	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	0.0	0.8	15.4	3.5
PF42	92.4	3.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.8	0.8	0.0	0.0	13.4	8.1
PF43	89.2	3.6	0.4	0.0	1.2	0.0	0.4	0.0	4.8	0.4	0.0	0.0	8.8	6.7
FF12	69.0	22.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	1.0	0.4	5.0
SB01	92.0	2.8	1.6	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	0.8	1.2	0.0	0.4	8.6	2.7
SB21	13.2	27.6	1.6	0.0	4.0	0.4	9.6	0.0	22.0	20.0	0.0	1.6	0.3	5.0
SB07	92.8	5.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	6.4	2.0

download unter www.biologiezentrum.at

PROB	GRAN	EPID	APAT	AMPH	STAU	CHLO	DIST	TITA	TURM	RUTI	ZIRK	REST	SM-%	OPAK
SB14	86.4	6.0	1.2	0.0	0.8	0.0	1.2	0.0	2.4	1.6	0.0	0.4	3.4	2.3
SB05	78.0	5.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	8.4	2.4	0.0	0.8	0.9	4.6
SB04	72.4	7.2	3.6	0.0	1.2	0.0	3.2	0.0	8.8	2.4	0.0	1.2	2.2	10.7
AM01	83.2	4.0	6.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.6	2.4	0.0	0.4	3.3	5.0
AM02	96.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	43.0	5.0
WH03	96.0	1.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.8	0.8	0.0	0.4	28.1	0.8
WH01	90.8	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	2.4	0.8	0.0	0.0	7.4	2.3
WI01	91.6	2.4	2.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	25.1	6.4
WL01	90.8	3.2	1.2	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.4	0.0	0.4	3.4	0.4
WL02	91.5	3.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	19.6	3.8
FA21	6.0	25.6	0.0	0.0	3.2	3.6	7.2	1.2	38.0	13.6	0.4	1.2	0.3	5.0
FA71	89.2	4.8	0.4	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	3.6	0.8	0.0	0.0	1.0	5.0
FA13	92.0	3.2	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.8	0.8	0.0	0.4	7.8	2.0
FA23	5.5	35.5	0.0	0.0	5.5	3.5	6.0	0.0	20.0	22.0	1.0	1.0	1.1	10.0
FA41	87.2	1.6	2.0	0.0	0.4	0.4	1.6	0.0	4.8	2.0	0.0	0.0	1.9	2.3
FA12	89.6	3.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	4.4	1.6	0.0	0.4	2.8	1.6
FA72	48.0	5.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	43.5	1.1	10.0
FA51	93.2	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	0.0	0.0	0.0	19.6	4.9
FA63	65.6	9.6	2.4	0.0	0.0	4.4	4.0	0.0	9.6	3.6	0.0	0.8	0.3	12.0
FA31	86.4	5.5	2.7	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.6	20.0
FA17	5.6	28.4	0.0	0.0	5.6	4.4	6.8	0.0	30.4	17.6	0.0	1.2	0.8	5.0
FA11	8.4	20.8	0.4	15.2	3.8	2.4	4.4	1.2	27.2	13.6	0.4	2.4	0.4	5.0
FA22	37.2	32.8	0.4	0.0	0.8	0.0	6.0	0.0	7.2	12.0	2.8	0.8	3.5	5.0
FA53	95.6	1.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	0.4	0.0	0.0	16.4	2.7
FA42	86.0	2.0	3.2	0.0	0.0	4.4	0.8	0.0	2.0	1.2	0.4	0.0	5.1	7.5
FA24	87.6	6.4	1.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.4	2.0	0.0	0.0	3.3	1.2
FA61	15.0	30.0	0.5	0.0	4.5	7.0	3.0	0.0	17.5	22.5	0.0	0.0	1.1	5.0
FA64	95.2	0.4	1.2	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.8	6.4
FA52	93.2	3.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.6	0.8	0.0	0.0	14.4	7.1
FA62	28.0	25.2	0.0	0.0	2.0	2.8	10.4	0.0	16.8	12.0	0.0	2.8	2.3	5.0
FA15	75.2	7.6	0.4	0.0	2.8	1.6	1.6	0.0	4.0	6.8	0.0	0.0	2.8	10.7
FA16	16.0	32.8	0.0	0.0	2.8	3.2	4.8	0.0	16.0	22.4	0.8	1.2	1.2	5.0
FA14	89.6	6.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	2.0	1.2	0.0	0.0	8.4	2.3
WK15	22.8	25.2	0.0	0.0	8.8	4.4	2.8	0.4	12.0	22.8	0.4	0.4	1.7	5.0
WK16	46.8	17.6	0.0	0.0	6.0	0.8	3.2	0.0	11.6	13.2	0.4	0.4	2.3	5.0
WK01	54.4	20.8	0.0	0.0	2.4	0.4	4.4	0.0	8.0	9.2	0.0	0.4	0.6	10.7
XX21	43.2	0.4	1.2	53.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	7.6	7.1
XX22	48.4	0.8	0.4	49.2	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	6.6	7.4
RN15	80.5	3.5	3.5	0.0	0.0	1.0	0.0	4.5	5.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.5

PROB ... PROBENNUMMER
EPID ... EPIDOT
AMPH ... AMPHIBOLIT
CHLO ... CHLORITOID
TITA ... TITANIT
RUTI ... RUTIL
REST ... REST (BROOKIT etc.)
OPAK ... OPAKANTEIL

GRAN ... GRANAT
APAT ... APATIT
STAU ... STAUROLITH
DIST ... DISTHEN
TURM ... TURMALIN
ZIRK ... ZIRKON
SM-% ... SCHWERMINERALGEHALT

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4a

Gesamt	m = 1.5			m = 2.5			m = 5.0					
Granat	86.3	63.3	17.4	86.4	70.9	17.7	84.1	20.4	78.4			
Epidot	6.3	15.1	29.0	6.0	12.8	27.8	6.9	27.2	9.5			
Apatit	1.5	4.0	2.0	1.5	3.3	1.2	1.8	1.1	2.4			
Amphibol	0.3	1.8	3.5	0.3	1.1	2.3	0.5	1.9	0.8			
Staurolith	0.4	0.9	2.6	0.4	0.8	2.8	0.4	2.7	0.6			
Chloritoid	0.3	1.0	2.8	0.3	0.8	3.1	0.4	3.2	0.5			
Disthen	0.6	1.6	5.6	0.6	1.2	5.8	0.7	5.7	0.9			
Titanit	0.4	1.7	0.6	0.4	1.3	0.5	0.5	0.5	0.8			
Turmalin	2.0	4.2	15.6	2.0	3.5	16.3	2.3	15.3	2.9			
Rutil	1.4	3.6	18.0	1.5	2.7	19.7	1.8	19.3	2.1			
Zirkon	0.2	0.7	1.7	0.2	0.5	1.6	0.3	1.5	0.3			
Rest	0.3	1.7	1.2	0.3	1.0	1.2	0.4	1.2	0.6			
% SM	10.2	3.4	2.3	8.8	6.1	2.2	8.2	2.3	8.0			
Opak	4.3	10.0	6.0	4.4	8.0	6.0	4.9	5.9	6.0			

Gesamt	m = 1.5			m = 1.5			m = 2.5			m = 2.5		
Granat	59.0	85.5	16.6				86.6	61.9	15.2			
Epidot	14.4	6.6	28.8	22.9	27.4	6.4	6.1	16.9	27.9	27.7	5.7	16.8
Apatit	4.1	1.7	1.9	2.9	0.8	2.2	1.5	3.9	1.1	0.9	1.7	2.8
Amphibol	2.4	0.3	3.5	2.4	2.5	0.6	0.2	1.5	2.4	2.0	0.3	1.5
Staurolith	1.0	0.4	2.6	1.1	2.9	0.4	0.4	0.9	2.9	2.8	0.4	1.0
Chloritoid	1.1	0.3	2.9	0.7	3.2	0.4	0.3	1.0	3.3	3.2	0.4	0.6
Disthen	1.8	0.6	5.7	1.4	6.1	0.7	0.6	1.7	0.6	5.8	0.6	1.4
Titanit	1.7	0.5	0.6	1.5	0.4	0.6	0.4	1.7	0.4	0.4	0.5	1.3
Turmalin	4.0	2.0	15.9	3.6	17.0	2.4	2.0	4.6	17.2	16.2	2.2	3.2
Rutil	4.1	1.4	18.6	2.1	22.3	1.8	1.5	3.7	20.7	19.8	1.6	2.4
Zirkon	0.8	0.2	1.7	0.6	1.5	0.3	0.2	0.7	1.6	1.5	0.2	0.5
Rest	1.8	0.3	1.2	0.9	1.3	0.5	0.3	1.4	1.2	1.3	0.3	0.8
% SM												
Opak												

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4 b

Fein	m = 1.5			m = 1.5			m = 1.5		
Granat	83.3	54.6	14.5	82.5	51.0	13.7			
Epidot	7.4	26.4	23.5	7.8	29.9	23.3	40.5	21.7	8.4
Apatit	2.3	3.5	1.8	2.4	3.2	1.8	2.0	0.9	3.0
Amphibol	0.3	1.8	4.8	0.3	2.0	5.1	2.3	3.2	0.7
Staurolith	0.1	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
Chloritoid	0.3	1.1	3.4	0.4	1.2	3.5	1.0	3.6	0.5
Disthen	0.8	2.0	6.7	0.8	2.2	6.8	2.1	6.7	0.9
Titanit	0.6	1.9	0.2	0.8	1.8	0.2	0.9	0.2	1.0
Turmalin	1.4	2.4	9.8	1.4	2.4	9.9	1.8	10.2	1.6
Rutil	2.7	4.2	28.9	2.7	4.3	29.6	2.1	30.6	3.1
Zirkon	0.4	1.0	4.0	0.4	1.0	4.1	0.6	4.1	0.6
Rest	0.3	0.7	1.5	0.3	0.7	1.6	0.3	1.7	0.4
% SM	10.4	6.6	3.3						
Opak	5.5	9.1	6.2						

Fein	m = 2.5			m = 2.5			m = 2.5		
Granat	83.8	61.8	17.2	84.0	55.8	13.8			
Epidot	7.0	21.7	25.0	7.1	26.1	24.8	27.3	7.2	33.7
Apatit	2.2	3.2	1.2	2.2	3.3	1.1	1.0	2.5	2.1
Amphibol	0.3	1.5	2.8	0.2	1.5	2.9	2.5	0.4	1.7
Staurolith	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3
Chloritoid	0.3	0.8	3.5	0.3	1.0	3.7	3.7	0.4	0.9
Disthen	0.8	1.8	6.8	0.7	2.1	7.2	6.6	0.8	2.1
Titanit	0.6	1.6	0.3	0.6	2.0	0.2	0.3	0.7	1.1
Turmalin	1.3	2.2	9.6	1.3	2.3	10.3	9.6	1.5	1.9
Rutil	2.8	3.7	28.2	2.6	4.1	30.2	28.9	2.8	2.8
Zirkon	0.4	0.8	3.7	0.4	0.9	3.8	3.7	0.5	0.6
Rest	0.3	0.6	1.4	0.3	0.7	1.6	1.5	0.3	0.4
% SM	8.9	8.6	3.4						
Opak	5.3	8.3	6.3						

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4 c

Gesamt	m = 1.5					m = 2.5				
Granat										
Epidot	0.6	26.9	56.4	18.7	5.9	8.2	4.9	28.3	13.8	27.4
Apatit	2.0	0.6	1.8	2.8	2.1	2.4	1.5	0.5	2.7	2.0
Amphibol	64.7	1.2	0.1	0.1	0.1	0.8	0.2	1.1	1.2	1.3
Staurolith	0.0	3.1	0.9	1.1	0.4	0.5	0.3	3.1	0.8	1.4
Chloritoid	0.1	3.4	0.1	0.7	0.4	0.5	0.3	3.7	0.6	0.9
Disthen	0.0	6.4	1.5	1.5	0.6	0.8	0.5	6.0	1.4	1.7
Titanit	0.3	0.3	2.2	1.4	0.6	0.8	0.3	0.2	1.2	0.7
Turmalin	0.3	18.3	4.1	3.5	2.3	2.8	2.0	17.9	3.3	3.2
Rutil	0.2	21.8	1.7	2.4	1.7	1.9	1.5	22.6	2.6	1.9
Zirkon	0.5	1.6	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	1.5	0.4	0.5
Rest	0.4	1.4	0.4	0.9	0.5	0.5	0.3	1.2	0.7	0.7
% SM Opak										

Fein	m = 1.5					m = 2.5				
Granat										
Epidot	19.6	47.4	22.6	5.7	6.3	8.9	5.4	46.0	20.0	23.3
Apatit	2.3	1.4	0.4	16.3	2.5	2.0	3.2	1.5	2.2	0.6
Amphibol	1.0	1.1	1.7	14.8	0.4	0.5	0.5	0.7	0.9	1.5
Staurolith	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3
Chloritoid	0.6	1.2	3.9	1.2	0.4	0.3	0.5	1.2	0.6	4.3
Disthen	1.7	1.8	7.0	0.7	0.8	0.8	0.8	1.3	1.7	7.5
Titanit	1.9	0.7	0.2	4.1	0.6	0.7	0.6	0.7	1.6	0.2
Turmalin	1.7	1.6	10.8	2.2	1.5	1.1	2.0	1.2	1.8	10.5
Rutil	2.7	1.9	32.5	3.2	3.0	2.3	3.9	1.5	2.8	31.9
Zirkon	0.6	0.5	4.1	3.8	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	3.7
Rest	0.5	0.3	1.7	1.6	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	1.6
% SM Opak										

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5

	WAO4	GWO1	GWO2	YYO5	RNO1	RA20	EE08	EE10
Alveolophragmium sp.			X					
Ammonia beccarii				X				
Amphimorphina hauerina				X				
Amphistegina bohdanowiczi					X			
Amphistegina hauerina						X		X
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis	X				X	X		
Bolivina dilatata	X							
Bolivina sp.				X				
Borelis melo								
Bulimina costata				X				
Bulimina elongata-echinata				X				
Cancris auriculus								
Caucasina subulata								
Cassidulinoides oblonga				X				
Cibicides lobatulus	X				X	X		
Cibicidoides ungerianus							X	X
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis								
Dentalina acuta								
Dentalina brevis				X				
Dentalina elegans		X					X	X
Dentalina inornata				X				
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme								
Elphidium crispum	X					X		X
Elphidium fichtelianum	X					X		X
Elphidium flexuosum	X							
Elphidium flex. reussi								
Elphidium joukovi	X							
Elphidium macellum	X			X	X			
Elphidium rugosum	X			X	X			
Elphidium ungeri								
Elphidium (Porosononion) granosum								
Epistominella exigua								
Eponides boueanus								
Fissurina cf. orbignyana								
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.			X					
Fursenkoina acuta								
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana		X					X	
Glandulina ovula								
Globulina ex gr. gibba	X	X					X	
Globulina spinosa					X			
Globulina sp.					X			
Guttulina austriaca		X					X	
Guttulina communis	X							
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii							X	
Hanzawaia boueana						X		X
Heterolepa dutemplei	X	X		X	X	X	X	X
Heterostegina costata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5 (Forts.)

	WA04	GW01	GW02	YY05	RN01	RA20	EE08	EE10
Lagena sp.			X					
Lenticulina cf. alabamensis								
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata								
Lenticulina inornata		X					X	
Lenticulina orbicularis							X	
Lenticulina sp.		X	X	X			X	X
Loxostomum digitale						X		X
Marginulina hirsuta								
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella								
Martinottiella communis								
Melonis affinis								
Melonis pompilioides							X	X
Neoeponides schreibersi							X	
Nodosaria badenensis			X					
Nodosaria elegantissima								
Nodosaria guttifera		X	X	X				
Nodosaria hispida								
Nodosaria longiscata		X		X				
Nodosaria perversa								
Nodosaria pyrula								
Nodosaria raphanistrum								
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune				X				
Nonion sp.			X					
"Nonionina boueana"		X						
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera								
Planularia cassis								
Polymorphina complanata								
Praeglobobulimina pyrula			X	X				
Pullenia bulloides				X			X	
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.								
Quinqueloculina div. spp.		X	X					
Reussella laevigata								
Reussella cf. pulchra								
Reussella spinulosa	X				X	X		X
Rosalina obtusa								
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina								
Siphonina reticulata								X
Siphonodosaria verneuili								
Sphaeroidina bulloides								
Spiroloculina cf. canaliculata								
Spiroplectammina carinata		X					X	X
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina		X						
Textularia deperdita								
Textularia gramen		X	X				X	X
Textularia laevigata							X	

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5 (Forts.)

	WA04	GW01	GW02	YY05	RN01	RA20	EE08	EE10
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.								
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata				X				
Uvigerina graciliformis				X				
Uvigerina macrocarinata							X	X
Uvigerina pygmoides		X					X	X
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata								
Uvigerina venusta		X						
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen								
Vaginulinopsis hauerina								
Vaginulinopsis pedum								
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides		X		X				
Globigerina concinna								
Globigerina diplostoma								
Globigerina falconensis				X				
Globigerina obesa								
Globigerina praebulloides		X		X				
Globigerina quinqueloba								
Globigerina regularis								
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus								
Globigerinoides sicanus				X				X
Globigerinoides trilobus	X	X		X	X	X	X	X
Globoquadrina globosa								
Globorotalia bykovae								
Globorotalia mayeri								
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis		X					X	
Praeorbulina glomerosa							X	
Praeorbulina transitoria								

WA04 Weissenegg SE, "a/b"; Amphisteginenmergel; Grenzbereich Obere Lagenidenzone / Sandschalerzone
GW01 Gamlitz Weinleiten; siltiger Feinsand; Sandschalerzone
GW02 Gamlitz Weinleiten; siltiger Feinsand; Sandschalerzone
YY05 Spielfeld, Katzengraben; "Steirischer Schlier"; oberes Karpatien
RN01 Stbr. Retznei; Mergelband a. d. Basis v. Algenschuttkalk (4); Leithakalkfauna; Untere Lagenidenzone
RA20 Stbr. Grubtal; Amphisteginenmergel; Lagenidenzone
EE08 Ehrenhausen (Kt. 5/18); feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone
EE10 Ehrenhausen (Kt. 5/18); Feinsand; Obere Lagenidenzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6

	TTO1	RA33	RA34	SA01	SA03	XX06	XX08	XX16
Alveolophragmium sp.								
Ammonia beccarii	X							
Amphimorphina hauerina						X		
Amphistegina bohdanowiczi	X							
Amphistegina hauerina								
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis	X						X	
Bolivina dilatata								
Bolivina sp.								
Borelis melo								
Bulimina costata		X	X			X		X
Bulimina elongata-echinata								
Cancris auriculus	X	X						
Caucasina subulata								
Cassidulinoides oblonga								
Cibicides lobatulus	X	X			X			
Cibicidoides ungerianus		X	X		X			
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis		X						
Dentalina acuta		X			X			
Dentalina brevis		X						
Dentalina elegans		X			X	X	X	X
Dentalina inornata		X			X			
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme	X							
Elphidium crispum	X							
Elphidium fichtelianum								
Elphidium flexuosum	X							
Elphidium flex. reussi								
Elphidium joukovi								
Elphidium macellum	X							
Elphidium rugosum	X							
Elphidium ungeri								
Elphidium (Porosononion) granosum								
Epistominella exigua								
Eponides boueanus	X							
Fissurina cf. orbignyana								
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.					X	X		X
Fursenkoina acuta							X	
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana								
Glandulina ovula		X		X	X			
Globulina ex gr. gibba	X							
Globulina spinosa								
Globulina sp.	X							
Guttulina austriaca		X			X			X
Guttulina communis								
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii		X	X	X	X		X	
Hanzawaia boueana							X	
Heterolepa dutemplei	X	X	X		X		X	
Heterostegina costata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6 (Forts.)

	TT01	RA33	RA34	SA01	SA03	XX06	XX08	XX16
Lagena sp.					X			
Lenticulina cf. alabamensis						X		
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata		X			X			X
Lenticulina inornata		X	X		X	X	X	X
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.			X		X	X	X	X
Loxostomum digitale	X							
Marginulina hirsuta					X	X	X	X
Marginulina pedum		X						
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella			X					
Martinottiella communis		X		X	X			
Melonis affinis								
Melonis pompilioides		X			X	X		X
Neoeponides schreibersi		X						
Nodosaria badenensis								
Nodosaria elegantissima					X			
Nodosaria guttifera								
Nodosaria hispida				X	X	X		
Nodosaria longiscata						X	X	X
Nodosaria perversa								X
Nodosaria pyrula				X				
Nodosaria raphanistrum		X						
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune		X		X				X
Nonion sp.						X		
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera								
Planularia cassis					X			
Polymorphina complanata								
Praeglobobulimina pyrula						X	X	X
Pullenia bulloides		X	X					
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.	X							
Quinqueloculina div. spp.								
Reussella laevigata								
Reussella cf. pulchra								
Reussella spinulosa	X							
Rosalina obtusa	X							
Sigmoilopsis foeda		X						
Sinuloculina consobrina								
Siphonina reticulata		X	X					
Siphonodosaria verneuili		X			X			
Sphaeroidina bulloides		X	X		X			
Spiroloculina cf. canaliculata				X	X			
Spiroplectammina carinata		X	X		X			
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina		X		X		X	X	X
Textularia deperdita								
Textularia gramen		X	X		X			
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6 (Forts.)

	TTO1	RA33	RA34	SAO1	SAO3	XXO6	XXO8	XX16
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.								
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata			X		X			
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata				X	X			
Uvigerina pygmoides		X						
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata					X			
Uvigerina venusta						X	X	
Uvigerina sp.						X		
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen		X			X			
Vaginulinopsis hauerina								
Vaginulinopsis pedum					X			
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides		X		X		X	X	X
Globigerina concinna								
Globigerina diplostoma								
Globigerina falconensis				X			X	
Globigerina obesa						X		
Globigerina praebulloides								
Globigerina quinqueloba					X			
Globigerina regularis				X				
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus		X						
Globigerinoides quadrilobatus		X	X	X	X	X	X	X
Globigerinoides sicanus		X		X	X			
Globigerinoides trilobus		X	X	X	X	X	X	X
Globoquadrina globosa						X		
Globorotalia bykovae								
Globorotalia mayeri				X	X			
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis		X		X	X			
Praeorbulina glomerosa		X		X	X			
Praeorbulina transitoria								

TTO1 Stbr. Tittenbacher; Mergel; Untere Lagenidenzone
RA33 Aflenz (Kt. 4/6); sandig toniger Silt; Obere Lagenidenzone
RA34 Aflenz (Kt. 4/6); sandig toniger Silt; Obere Lagenidenzone
SAO1 Spielfeld, Autobahn; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone
SAO3 Spielfeld, Autobahn; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone
XXO6 Witscheinberg (Kt. 5/8); st. toniger Silt; Sandschalerzone
XXO8 Wielitschberg, S "Gollob"; f'sandiger Silt; Sandschalerzone
XX16 Graßnitzberg (Wh.); feinsandiger Silt; Sandschalerzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 7

	MW 51	MW 52	MW 17	MW 34	MW 35	MW 45	MF 40	MF 42
Alveolophragmium sp.								
Ammonia beccarii				X		X	X	X
Amphimorphina hauerina								
Amphistegina bohdanowiczi								
Amphistegina hauerina	X	X		X	X	X		X
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis	X	X		X	X	X		X
Bolivina dilatata								X
Bolivina sp.	X							
Borelis melo								
Bulimina costata								
Bulimina elongata-echinata				X				X
Cancris auriculus								
Caucasina subulata								
Cassidulinoides oblonga								
Cibicides lobatulus		X						
Cibicidoides ungerianus								
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis								
Dentalina acuta				X				
Dentalina brevis								
Dentalina elegans				X				
Dentalina inornata								
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme								
Elphidium crispum	X	X		X	X			
Elphidium fichtelianum	X				X			
Elphidium flexuosum					X			
Elphidium flex. reussi								
Elphidium joukovi								
Elphidium macellum	X			X				
Elphidium rugosum								
Elphidium ungeri								
Elphidium (Porosononion) granosum								
Epistominella exigua								
Eponides boueanus	X							
Fissurina cf. orbignyana								
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.								
Fursenkoina acuta					X	X	X	
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana								
Glandulina ovula								
Globulina ex gr. gibba	X	X						
Globulina spinosa								
Globulina sp.	X	X						
Guttulina austriaca	X	X		X				
Guttulina communis	X	X						
Guttulina sp.	X	X						
Gyroidinoides soldanii							X	
Hanzawaia boueana		X		X				
Heterolepa dutemplei	X	X		X				X
Heterostegina costata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 7 (Forts.)

	MW 51	MW 52	MW 17	MW 34	MW 35	MW 45	MF 44	MF 42
Lagena sp.								
Lenticulina cf. alabamensis								
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata					X	X		
Lenticulina inornata	X	X	X	X	X	X	X	X
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.			X	X	X	X	X	X
Loxostomum digitale	X	X		X				
Marginulina hirsuta			X	X				
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella								
Martinottiella communis								
Melonis affinis								
Melonis pompilioides								
Neoeponides schreibersi								
Nodosaria badenensis								
Nodosaria elegantissima								
Nodosaria guttifera								
Nodosaria hispida								
Nodosaria longiscata		X						
Nodosaria perversa			X	X				
Nodosaria pyrula			X					
Nodosaria raphanistrum			X					
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune	X	X		X	X	X	X	X
Nonion sp.				X	X	X	X	
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera			X					
Planularia cassis								
Polymorphina complanata								
Praeglobobulimina pyrula								X
Pullenia bulloides								
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.								
Quinqueloculina div. spp.					X			
Reussella laevigata								
Reussella cf. pulchra								
Reussella spinulosa	X			X				
Rosalina obtusa								
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina		X						
Siphonina reticulata								
Siphonodosaria verneuili			X					
Sphaeroidina bulloides								
Spiroloculina cf. canaliculata								
Spiroplectammina carinata			X	X				
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina								
Textularia deperdita								
Textularia gramen								
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 7 (Forts.)

	MW51	MW52	MW17	MW34	MW35	MW45	MF40	MF42
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.								
Tritaxia szaboi				X				
Uvigerina acuminata								
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata								
Uvigerina pygmoides								
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata								
Uvigerina venusta								
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen								
Vaginulinopsis hauerina		X						
Vaginulinopsis pedum								
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides								X
Globigerina concinna								
Globigerina diplostoma								
Globigerina falconensis								
Globigerina obesa				X	X			
Globigerina praebulloides								X
Globigerina quinqueloba								
Globigerina regularis								
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus			X	X				X
Globigerinoides sicanus			X					
Globigerinoides trilobus	X	X	X	X	X	X	X	X
Globoquadrina globosa				X				
Globorotalia bykovae								
Globorotalia mayeri					X			
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis			X	X			X	X
Praeorbulina glomerosa								
Praeorbulina transitoria								

MW51 FHKW Mellach, Bohrung W5, ± 2810 cm u. GOK; Amphisteginenmergel; Lagenidenzone

MW52 FHKW Mellach, Bohrung W5, 2740-2750 cm u. GOK; Amphisteginenmergel; Lagenidenzone

MW17 FHKW Mellach, Bohrung W3, 1330-1350 cm u. GOK; Silt; Obere Lagenidenzone

MW34 FHKW Mellach, Bohrung W3, 1890-1900 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone

MW35 FHKW Mellach, Bohrung W3, 1490-1500 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone

MW45 FHKW Mellach, Bohrung W4, 1545-1560 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone

MF40 FHKW Mellach, Bohrung F4, 850-860 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone

MF42 FHKW Mellach, Bohrung F4, 1220-1230 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Obere Lagenidenzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 8

	DD16	DD22	DD23	DD24	SB10	SB11	SB12	SB91
Alveolophragmium sp.								
Ammonia beccarii			X	X		X		
Amphimorphina hauerina								
Amphistegina bohdanowiczi								
Amphistegina hauerina	X	X	X			X	X	
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis		X	X	X			X	X
Bolivina dilatata		X				X		
Bolivina sp.								
Borelis melo								
Bulimina costata								
Bulimina elongata-echinata							X	
Cancris auriculus		X						
Caucasina subulata							X	
Cassidulinoides oblonga								
Cibicides lobatulus	X	X	X		X	X	X	X
Cibicidoides ungerianus								
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis								
Dentalina acuta								
Dentalina brevis								
Dentalina elegans								
Dentalina inornata								
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme								X
Elphidium crispum	X	X	X	X	X	X	X	X
Elphidium fichtelianum	X		X		X	X	X	X
Elphidium flexuosum								
Elphidium flex. reussi								
Elphidium joukovi						X		
Elphidium macellum					X		X	X
Elphidium rugosum				X			X	
Elphidium ungeri			X					
Elphidium (Porosononion) granosum								
Epistominella exigua								
Eponides boueanus	X							
Fissurina cf. orbignyana		X						
Fissurina quadricostulata								X
Frondicularia div. spp.								
Fursenkoina acuta								
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana	X							
Glandulina ovula								
Globulina ex gr. gibba	X		X		X		X	X
Globulina spinosa								
Globulina sp.								
Guttulina austriaca								
Guttulina communis								
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii								
Hanzawaia boueana	X	X				X	X	X
Heterolepa dutemplei	X	X			X	X	X	X
Heterostegina costata	X		X		X			

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 8 (Forts.)

	DD16	DD22	DD23	DD24	SB10	SB11	SB12	SB91
Lagena sp.								
Lenticulina cf. alabamensis								
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata								
Lenticulina inornata	X	X						
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.	X	X				X	X	
Loxostomum digitale	X	X			X	X	X	
Marginulina hirsuta								
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella								
Martinottiella communis								
Melonis affinis	X						X	
Melonis pompilioides								
Neoeponides schreibersi								
Nodosaria badenensis								
Nodosaria elegantissima								
Nodosaria guttifera					X	X		
Nodosaria hispida								
Nodosaria longiscata	X					X	X	
Nodosaria perversa								
Nodosaria pyrula						X		
Nodosaria raphanistrum								
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune		X		X		X	X	X
Nonion sp.							X	X
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera								
Planularia cassis								
Polymorphina complanata								
Praeglobobulimina pyrula							X	
Pullenia bulloides								
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.				X	X			
Quinqueloculina div. spp.			X	X	X			
Reussella laevigata								X
Reussella cf. pulchra								X
Reussella spinulosa	X	X				X	X	X
Rosalina obtusa	X	X						X
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina		X	X	X				
Siphonina reticulata								
Siphonodosaria verneuili								
Sphaeroidina bulloides								
Spiroloculina cf. canaliculata								
Spiroplectammina carinata								
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina		X				X		
Textularia deperdita	X							
Textularia gramen	X							
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 8 (Forts.)	DD16	DD22	DD23	DD24	SB10	SB11	SB12	SB91
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.		X	X	X				
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata								
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata	X							
Uvigerina pygmoides	X	X				X		
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata								
Uvigerina venusta						X		
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen								
Vaginulinopsis hauerina						X		
Vaginulinopsis pedum	X							
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides	X	X					X	X
Globigerina concinna							X	
Globigerina diplostoma		X						
Globigerina falconensis								
Globigerina obesa								
Globigerina praebulloides								
Globigerina quinqueloba								X
Globigerina regularis								
Globigerina woodi							X	
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus	X	X						
Globigerinoides sicanus	X	X						
Globigerinoides trilobus	X	X	X	X	X		X	X
Globoquadrina globosa	X	X						X
Globorotalia bykovae								X
Globorotalia mayeri						X		
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis	X	X			X			
Praeorbulina glomerosa								
Praeorbulina transitoria								

DD16 Lechenberg; Amphisteginenmergel; Obere Lagenidenzone
DD22 Oberburgstall; toniger Silt; Obere Lagenidenzone
DD23 Oberburgstall; feinkiesiger Mittelsand; Obere Lagenidenzone
DD24 Oberburgstall; siltiger Feinsand; Obere Lagenidenzone
SB10 Wildoner Schloßberg S; Amphisteginen-Heterosteginen-Mergel mit Algenschutt; Sandschalerzone
SB11 Wildoner Schloßberg S; Amphisteginenmergel; Sandschalerzone
SB12 Wildoner Schloßberg S; Amphisteginenmergel; Sandschalerzone
SB91 Wildoner Schloßberg; sandiger Amphisteginenmergel; Leitha-Kalkfauna; Sandschalerzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 9

	AM01	AM02	WEE1	WF01	WF02	WI01	WN01	TW16
Alveolophragmium sp.								
Ammonia beccarii			X	X		X	X	
Amphimorphina hauerina								
Amphistegina bohdanowiczi								
Amphistegina hauerina		X	X	X	X	X	X	X
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis	X	X	X	X	X	X	X	
Bolivina dilatata			X		X	X		
Bolivina sp.			X				X	
Borelis melo					X			
Bulimina costata								
Bulimina elongata-echinata				X				
Cancris auriculus			X			X	X	
Caucasina subulata			X					
Cassidulinoides subulata								
Cibicides lobatulus	X	X	X	X	X	X	X	X
Cibicidoides ungerianus							X	
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis								
Dentalina acuta								
Dentalina brevis								
Dentalina elegans								
Dentalina inornata								
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme	X	X						
Elphidium crispum	X	X	X	X	X	X	X	X
Elphidium fichtelianum	X	X	X	X	X	X	X	X
Elphidium flexuosum								
Elphidium flex. reussi	X		X	X	X			
Elphidium joukovi			X	X				X
Elphidium macellum	X	X	X	X	X	X	X	X
Elphidium rugosum		X	X	X	X	X		X
Elphidium ungeri			X	X				
Elphidium (Porosononion) granosum						X	X	
Epistominella exigua								
Eponides boueanus								
Fissurina cf. orbignyana		X				X	X	X
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.								
Fursenkoina acuta								
Fursenkoina compressa						X		
Gaudryina mayeriana								
Glandulina ovula								
Globulina ex gr. gibba	X	X	X	X	X	X	X	X
Globulina spinosa								
Globulina sp.	X	X	X	X	X	X	X	X
Guttulina austriaca								
Guttulina communis			X			X		X
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii								
Hanzawaia boueana	X		X	X	X	X		X
Heterolepa dutemplei	X	X	X	X	X	X	X	
Heterostegina costata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 9 (Forts.)

	AM01	AM02	WEE1	WF01	WF02	WI01	WN01	TW16
Lagena sp.						X		
Lenticulina cf. alabamensis								
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata						X		
Lenticulina inornata			X	X	X	X		
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.			X					
Loxostomum digitale			X	X	X	X		
Marginulina hirsuta				X				
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella								
Martinottiella communis								
Melonis affinis			X	X	X		X	X
Melonis pompilioides								
Neoeponides schreibersi								
Nodosaria badenensis								
Nodosaria elegantissima								
Nodosaria guttifera								
Nodosaria hispida								
Nodosaria longiscata				X				
Nodosaria perversa								
Nodosaria pyrula								
Nodosaria raphanistrum								
Nodosaria cf. rudis				X				
Nonion commune			X	X	X	X	X	
Nonion sp.								
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona							X	X
Palmula appendicifera								
Planularia cassis								
Polymorphina complanata						X		
Praeglobobulimina pyrula								
Pullenia bulloides								
Pyrgo clypeata							X	
Pyrgo div. spp.					X			
Quinqueloculina div. spp.					X			
Reussella laevigata			X	X	X			
Reussella cf. pulchra			X			X		
Reussella spinulosa		X	X			X	X	
Rosalina obtusa			X		X		X	X
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina						X		
Siphonina reticulata								
Siphonodosaria verneuili								
Sphaeroidina bulloides								
Spiroloculina cf. canaliculata								
Spiroplectammina carinata								
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina								
Textularia deperdita								
Textularia gramen								
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 9 (Forts.)

	AM01	AM02	WEE1	WF01	WF02	WI01	WN01	TW16
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.					X			
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata								
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata								
Uvigerina pygmoides								
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata								
Uvigerina venusta								
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen								
Vaginulinopsis hauerina								
Vaginulinopsis pedum								
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides		X	X		X	X	X	X
Globigerina concinna					X			
Globigerina diplostoma		X						X
Globigerina falconensis								X
Globigerina obesa								
Globigerina praebulloides								
Globigerina quinqueloba								
Globigerina regularis								X
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus		X	X			X	X	
Globigerinoides sicanus								
Globigerinoides trilobus		X	X		X	X	X	X
Globoquadrina globosa			X				X	X
Globorotalia bykovae							X	
Globorotalia mayeri								
Globorotalia transsylvanica			X					
Orbulina suturalis						X		
Praeorbulina glomerosa		X						
Praeorbulina transitoria								

AM01 Stbr.MöRZ, Afram; sandiger Amphisteginenmergel; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

AM02 Stbr.MöRZ, Afram; sandiger Amphisteginenmergel; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

WEE1 Stbr. Auen; Amphisteginenmergel; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

WF01 Weissenegg NW, "f"; Amphisteginenmergel; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

WF02 Weissenegg NW, "f"; zersetzter Leithakalk; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

WI01 Weissenegg SE, "i"; Amphisteginenmergel; Leithakalkfauna; Sandschalerzone

WN01 Weissenegg SE, "n"; Amphisteginenmergel; artenarme Leithakalkfauna; Sandschalerzone b.Buliminen - Bolivinen - Zone

TW16 westlicher Tafernerbruch, Amphisteginenmergel; artenarme Fauna; Sandschalerzone bis Buliminen - Bolivinen - Zone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 10

	EE01	EE02	EE03	EE20	RN20	RN41	RN71	RR05
Alveolophragmium sp.	X				X			
Ammonia beccarii						X		
Amphimorphina hauerina			X			X		
Amphistegina bohdanowiczi								X
Amphistegina hauerina								
Anomalina badenensis		X						
Astigerinata planorbis								X
Bolivina dilatata								
Bolivina sp.				X		X	X	
Borelis melo								
Bulimina costata						X		
Bulimina elongata-echinata								
Cancris auriculus	X	X			X			
Caucasina subulata								
Cassidulinoides oblonga								
Cibicides lobatulus				X				X
Cibicidoides ungerianus	X		X	X	X		X	
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis	X	X		X	X			
Dentalina acuta	X	X			X			
Dentalina brevis			X					
Dentalina elegans	X	X	X	X	X			
Dentalina inornata	X			X				
Dentalina punctata						X		
Dentalina vertebralis	X	X						
Elphidium aculeatum minoriforme								X
Elphidium crispum								X
Elphidium fichtelianum								
Elphidium flexuosum								
Elphidium flex. reussi								
Elphidium joukovi								X
Elphidium macellum								
Elphidium rugosum								
Elphidium ungeri								
Elphidium (Porosononion) granosum								
Epistominella exigua	X							X
Eponides boueanus								
Fissurina cf. orbignyana								
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.	X	X	X	X	X		X	
Fursenkoina acuta	X		X	X				
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana	X							X
Glandulina ovula	X		X	X	X		X	
Globulina ex gr. gibba		X	X		X			
Globulina spinosa								
Globulina sp.						X		
Guttulina austriaca		X	X	X	X	X		
Guttulina communis			X					
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii	X		X	X	X		X	
Hanzawaia boueana	X			X				
Heterolepa dutemplei	X	X	X	X	X	X	X	X
Heterostegina costata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 10 (Forts.)

	EE01	EE02	EE03	EE20	RN20	RN41	RN71	RR05
Lagena sp.								
Lenticulina cf. alabamensis		X						
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata	X							
Lenticulina cultrata			X			X		
Lenticulina inornata	X	X	X	X	X	X		
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.	X	X		X	X		X	
Loxostomum digitale								X
Marginulina hirsuta	X			X	X		X	
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella		X						
Martinottiella communis	X	X	X	X	X	X		
Melonis affinis								
Melonis pompilioides			X	X	X		X	
Neoeponides schreibersi						X		
Nodosaria badenensis			X					
Nodosaria elegantissima				X				
Nodosaria guttifera	X	X	X	X	X			
Nodosaria hispida		X	X	X				
Nodosaria longiscata	X		X					
Nodosaria perversa								
Nodosaria pyrula			X				X	
Nodosaria raphanistrum	X							
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune			X			X		
Nonion sp.		X	X					
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera								
Planularia cassis				X	X			
Polymorphina complanata								
Praeglobobulimina pyrula			X					
Pullenia bulloides	X		X	X			X	
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.								
Quinqueloculina div. spp.		X			X			
Reussella laevigata								
Reussella cf. pulchra								
Reussella spinulosa								X
Rosalina obtusa								X
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina								
Siphonina reticulata				X	X			
Siphonodosaria verneuili	X	X	X	X				
Sphaeroidina bulloides		X	X	X	X			
Spiroloculina cf. canaliculata					X			
Spiroplectammina carinata	X	X	X		X	X		
Spirosigmoilina sp.	X		X	X				
Stilostomella adolphina			X	X			X	
Textularia deperdita								
Textularia gramen	X	X			X			
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Textularia mariae					X			
Textularia nussdorfensis		X						X
Triloculina div. spp.								
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata					X			
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata		X	X	X	X	X		
Uvigerina pygmoides	X	X	X		X	X		
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata			X					
Uvigerina venusta								
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen				X				
Vaginulinopsis hauerina								
Vaginulinopsis pedum			X	X	X			
Vulvulina flexilis	X	X	X		X		X	
Globigerina bulloides	X	X	X	X	X	X	X	
Globigerina concinna							X	
Globigerina diplostoma								
Globigerina falconensis	X		X	X				
Globigerina obesa	X	X			X			
Globigerina praebulloides								
Globigerina quinqueloba								
Globigerina regularis	X		X					
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus	X		X	X	X			
Globigerinoides sicanus		X			X			
Globigerinoides trilobus	X	X	X	X	X	X	X	X
Globoquadrina globosa								
Globorotalia bykovae				X				
Globorotalia mayeri	X		X					
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis	X	X	X	X	X			
Praeorbulina glomerosa	X	X	X	X				X
Praeorbulina transitoria								

EE01 Weganriß SE Schloß Ehrenhausen; Silt; Obere Lagenidenzone
EE02 Feld S Schloß Ehrenhausen; Silt; Obere Lagenidenzone
EE03 Feld S Schloß Ehrenhausen; Silt; Obere Lagenidenzone
EE20 Feldrain SE Schloß Ehrenhausen, Silt; Obere Lagenidenzone
RN20 Stbr. Retznei; Tonmergel; Obere Lagenidenzone
RN41 Stbr. Retznei; Tonmergel; Obere Lagenidenzone
RN71 Stbr. Retznei; Tonmergel; Obere Lagenidenzone
RR05 Retznei,, Stbr.-Erweiterung, Mergel; Untere Lagenidenzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 11

	FA25	FA31	FA51	FA52	FA64	FA71	FA72	WK06
Alveolophragmium sp.								
Ammonia beccarii		X	X	X			X	X
Amphimorphina hauerina								
Amphistegina bohdanowiczi								
Amphistegina hauerina			X		X	X		
Anomalina badenensis								
Astigerinata planorbis		X	X	X		X	X	X
Bolivina dilatata							X	
Bolivina sp.							X	
Borelis melo								
Bulimina costata								
Bulimina elongata-echinata								
Cancris auriculus		X	X	X	X	X	X	
Caucasina subulata			X					
Cassidulinoides oblonga								
Cibicides lobatulus								
Cibicidoides ungerianus								
Cibicidoides austriacus								
Cylindroclavulina rudis								
Dentalina acuta								
Dentalina brevis								
Dentalina elegans								
Dentalina inornata								
Dentalina punctata								
Dentalina vertebralis								
Elphidium aculeatum minoriforme							X	X
Elphidium crispum	X	X	X		X	X	X	X
Elphidium fichtelianum		X	X		X	X	X	
Elphidium flexuosum						X	X	
Elphidium flex. reussi						X		X
Elphidium joukovi								
Elphidium macellum				X			X	X
Elphidium rugosum								
Elphidium ungeri				X				
Elphidium (Porosononion) granosum			X		X			X
Epistominella exigua								
Eponides boueanus								
Fissurina cf. orbignyana							X	X
Fissurina quadricostulata								
Frondicularia div. spp.								
Fursenkoina acuta		X	X					
Fursenkoina compressa								
Gaudryina mayeriana								
Glandulina ovula				X	X			
Globulina ex gr. gibba			X	X	X	X	X	X
Globulina spinosa								
Globulina sp.				X				
Guttulina austriaca					X			
Guttulina communis			X		X			
Guttulina sp.								
Gyroidinoides soldanii								
Hanzawaia boueana		X	X	X	X	X	X	
Heterolepa dutemplei	X	X	X		X	X	X	
Heterostegina costata			X					

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 11 (Forts.)

	FA25	FA31	FA51	FA52	FA64	FA71	FA72	WK06
Lagena sp.								
Lenticulina cf. alabamensis								
Lenticulina arcuata								
Lenticulina costata								
Lenticulina cultrata								
Lenticulina inornata			X			X		
Lenticulina orbicularis								
Lenticulina sp.			X			X		
Loxostomum digitale			X					
Marginulina hirsuta								
Marginulina pedum								
Marginulina similis (?)								
Marginulina vaginella								
Martinottiella communis								
Melonis affinis		X			X	X		
Melonis pompilioides								
Neoeponides schreibersi								
Nodosaria badenensis								
Nodosaria elegantissima								
Nodosaria guttifera								
Nodosaria hispida								
Nodosaria longiscata								
Nodosaria perversa								
Nodosaria pyrula								
Nodosaria raphanistrum								
Nodosaria cf. rudis								
Nonion commune		X	X		X	X	X	X
Nonion sp.								
"Nonionina boueana"								
Oolina hexagona								
Palmula appendicifera								
Planularia cassis								
Polymorphina complanata					X			
Praeglobobulimina pyrula								
Pullenia bulloides								
Pyrgo clypeata								
Pyrgo div. spp.				X				
Quinqueloculina div. spp.					X			
Reussella laevigata								
Reussella cf. pulchra					X			
Reussella spinulosa	X		X		X	X	X	
Rosalina obtusa	X		X		X	X	X	
Sigmoilopsis foeda								
Sinuloculina consobrina				X	X	X	X	X
Siphonina reticulata								
Siphonodosaria verneuili								
Sphaeroidina bulloides								
Spiroloculina cf. canaliculata								
Spiroplectammina carinata								
Spirosigmoilina sp.								
Stilostomella adolphina								
Textularia deperdita								
Textularia gramen								
Textularia laevigata								

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 11 (Forts.)

	FA25	FA31	FA51	FA52	FA64	FA71	FA72	WK06
Textularia mariae								
Textularia nussdorfensis								
Triloculina div. spp.								
Tritaxia szaboi								
Uvigerina acuminata								
Uvigerina graciliformis								
Uvigerina macrocarinata								
Uvigerina pygmoides								
Uvigerina parkeri breviformis								
Uvigerina semiornata								
Uvigerina venusta								
Uvigerina sp.								
Vaginulina badenensis								
Vaginulina legumen								
Vaginulinopsis hauerina								
Vaginulinopsis pedum								
Vulvulina flexilis								
Globigerina bulloides			X				X	X
Globigerina concinna								
Globigerina diplostoma			X					
Globigerina falconensis								
Globigerina obesa								
Globigerina praebulloides								
Globigerina quinqueloba								
Globigerina regularis								
Globigerina woodi								
Globigerinoides bisphaericus								
Globigerinoides quadrilobatus								
Globigerinoides sicanus								
Globigerinoides trilobus			X			X	X	
Globoquadrina globosa								
Globorotalia bykovae								
Globorotalia mayeri							X	
Globorotalia transsylvanica								
Orbulina suturalis			X					
Praeorbulina glomerosa								
Praeorbulina transitoria								

FA25 Dillach, Bohrung FA2, ± 2360 cm u. GOK; Tonmergel; extrem arten- und individuenarme Fauna; Verarmungszone

FA31 Dillach, Bohrung FA3, ± 570 cm u. GOK; sandiger Tonmergel; arten- und individuenarme Fauna; Sandschalerzone oder Buliminen - Bolivinen - Zone

FA51 Dillach, Bohrung FA5, 130 - 140 cm u. GOK; Feinsand (umgelagert ?), Sandschalerzone

FA52 Dillach, Bohrung FA5, ± 450 cm u. GOK; Silt; individuenarme Fauna; Sandschalerzone

FA64 Dillach, Bohrung FA6, < 1500 cm u. GOK; Amphisteginenmergel; Sandschalerzone oder Buliminen - Bolivinen - Zone

FA71 Dillach, Bohrung FA7, 1130-1150 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Sandschalerzone oder Buliminen - Bolivinen - Zone

FA72 Dillach, Bohrung FA7, ± 1190 cm u. GOK; feinsandiger Silt; Sandschalerzone oder Buliminen - Bolivinen - Zone

WK06 Weissenegg NW, "K"; Amphisteginenmergel, Sandschalerzone

download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 12

KORNGRÖSZENPARAMETER

		MEDIAN	MEAN	So*	Sk*	Ku*
mit Foraminiferen:						
	SB06	8.0	7.4	3.5	-0.3	1.2
	SB10	7.8	7.4	2.4	-0.3	1.3
	SB11	7.8	7.7	2.3	-0.2	1.4
	SB12	8.0	8.1	2.1	-0.01	1.2
	SB15	8.2	8.1	2.7	-0.2	1.3
	SB90	8.0	7.0	3.6	-0.4	1.3
	SB91	7.6	6.7	3.5	-0.3	0.7
	WV02	8.1	8.2	2.2	0.1	0.9
	WV03	8.1	8.0	2.7	-0.2	1.3
	WF01	7.2	6.4	3.7	-0.2	0.7
	WI01	7.4	6.1	3.7	-0.4	0.7
ohne Foraminiferen:						
	SB04	3.0	4.0	2.7	0.5	1.0
	SB07	0.9	1.3	2.0	0.4	1.4
	WG02	6.2	6.5	2.5	0.3	0.8
	WH01	1.2	1.6	2.6	0.4	1.4
	WL01	3.4	4.4	2.1	0.6	0.9
	WL02	2.5	3.1	2.5	0.4	1.8
	WK15	-0.4	-0.1	2.5	0.3	1.6
	FA24	1.9	2.6	2.2	0.6	1.7
	FA22	1.8	2.6	2.4	0.3	0.9
	FA16	1.0	1.6	2.8	0.4	1.2
	FA14	1.5	2.9	3.8	0.5	0.9
	FA13	2.5	3.8	3.2	0.6	0.8
	FA11	4.0	4.8	3.6	0.2	1.0

* berechnet nach FOLK & WARD (1957)

download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 13

Probe	Sortierung						Skewness					Kurtosis				mittl. KG Sand			Silt		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	G	M	F	G	M	F
SB06		*				*	*								*					*	+
SB10		*			*		*								*					*	+
SB11		*			*			*							*						#
SB12		*			*				*						*						#
SB15		*				*		*							*						#
SB90		*				*	*								*					*	+
SB91		*				*	*								*					*	+
WV02		*			*				*						*						#
WV03		*				*		*							*						#
WF01		*				*		*							*					#	
WI01		*				*	*								*					#	
SB04		*				*					*				*			#			
SB07		*			*						*				*		#				
WG02		*			*						*				*					#	
WH01		*			*						*				*		#				
WL01		*			*						*				*			+	*		
WL02		*			*						*				*			#			
WK15		*			*						*				*	#					
FA24		*			*						*				*		+	*			
FA22		*			*						*				*		+	*			
FA16		*				*					*				*		#				
FA14		*				*					*				*		+	*			
FA13		*				*					*				*			#			
FA11		*				*				*					*			+	*		

download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 14 (Erläuterungen)

Sortierung:	n. FOLK & WARD (1957)		
	01 ... poorly sorted	1.0 < x < 2.0	
	02 ... very poorly sorted	2.0 < x < 4.0	
	03 ... extremly poorly sorted	x > 4.0	
	n. FRIEDMAN (1962)		
	04 ... poorly sorted	1.4 < x < 2.0	
	05 ... very poorly sorted	2.0 < x < 2.6	
	06 ... extremly poorly sorted	x > 2.6	
Skewness:	n. FOLK & WARD (1957)		
	07 ... very negative skewed	-1.0 < x < -0.3	
	08 ... negative skewed	-0.3 < x < -0.1	
	09 ... nearly symmetrical	-0.1 < x < +0.1	
	10 ... positive skewed	+0.1 < x < +0.3	
	11 ... very positive skewed	+0.3 < x < +1.0	
Kurtosis:	n. FOLK & WARD (1957)		
	12 ... very platykurtic	x < 2.67	
	13 ... platykurtic	2.67 < x < 2.9	
	14 ... mesokurtic	2.91 < x < 3.1	
	15 ... leoptkurtic	3.11 < x < 3.5	

mittlere Korngröβe nach DIN 4188

G ... grob
M ... mittel
F ... fein
* ... Mean
+ ... Median
# ... Mean & Median zusammenfallend

download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 14
SUBPOPULATIONSGRENZEN

mit Foraminiferen:

SB06		6.5 ϕ / 30.0 %
SB10		5.7 ϕ / 21.0 %
SB11		5.9 ϕ / 20.0 %
SB12		4.8 ϕ / 8.0 %
SB15	4.1 ϕ / 8.5 % ?	5.5 ϕ / 18.0 %
SB90		6.0 ϕ / 25.0 %
SB91	-0.4 ϕ / 1.0 %	5.8 ϕ / 32.0 %
WV02	2.8 ϕ / 0.75 %	
WV03	3.8 ϕ / 7.5 %	6.0 ϕ / 20.0 %
WF01		4.9 ϕ / 35.0 %
WI01		6.4 ϕ / 42.0 %

ohne Foraminiferen:

SB04	-0.1 ϕ / 2.5 %	4.8 ϕ / 69.0 %
SB07	1.8 ϕ / 68.0 % ?	5.2 ϕ / 93.5 %
WG02		5.4 ϕ / 40.0 %
WH01	2.3 ϕ / 69.0 % ?	5.5 ϕ / 89.0 %
WL01	0.7 ϕ / 0.15 %	4.8 ϕ / 72.0 %
WL02	-0.2 ϕ / 7.5 %	4.7 ϕ / 80.0 %
WK15		4.3 ϕ / 91.0 %
FA24	-0.5 ϕ / 0.3 %	4.3 ϕ / 82.0 %
FA22	-0.1 ϕ / 32.0 %	5.5 ϕ / 75.0 %
FA16	1.0 ϕ / 50.0 %	4.6 ϕ / 85.5 %
FA14	-1.8 ϕ / 5.0 %	2.7 ϕ / 65.0 % ?
FA13	-0.4 ϕ / 3.5 %	4.9 ϕ / 72.0 %
FA11	0.2 ϕ / 8.0 %	5.5 ϕ / 62.0 %

download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 15
TONMINERALGEHALT in % (semiquantitativ)

Probe	CHL	ILL	MONT	KAO ges.	KAO I	KAO II
FA22	--	19	4	77	70	7
FA16	--	21	--	79	73	6
WI01	--	26	40	34	19	15
WE02	--	29	50	21	15	6
WV02	--	25	45	30	15	15
WV03	--	26	47	27	15	12
WV04	--	34	22	44	16	28
WC06	--	26	54	20	12	8
WC02	--	27	49	24	13	11
WEE1	--	28	50	22	12	10
PF43	--	24	--	76	62	14
AA04	--	39	--	61	45	16
AA05	4	34	2	60	39	21
RA13	27	35	11	27	5	22
RA14	29	25	23	23	12	11
GO08	14	29	29	28	15	13
PF99	11	22	3	64	38	26

CHL ... Chlorit
ILL ... Illit / detritischer Muskovit
MONT ... Montmorillonit
KAO ... Kaolinit

download unter www.biologiezentrum.at

Erläuterungen zu den Säulenprofilen

 Algenschutt

 Balaniden

 Bivalven

Blattabdrücke

 Boxwork Rhodolithen

Bryozoen

Echinoideen

Einzelkorallen

Fischreste

 Flaserschichtung

Foraminiferen

 Gastropoden

Gradierung

H Härtling

 Kleinstrippel

 Kohleschmitzchen

laminiert

L Limonit

 Ostracoden

Ostreen

 Pectiniden

Pflanzenhäcksel

 Probe

P Pyrit

Rhodolithen

 Rippel

 Schill

 Schrägschichtungskörper

 Schwermineralprobe

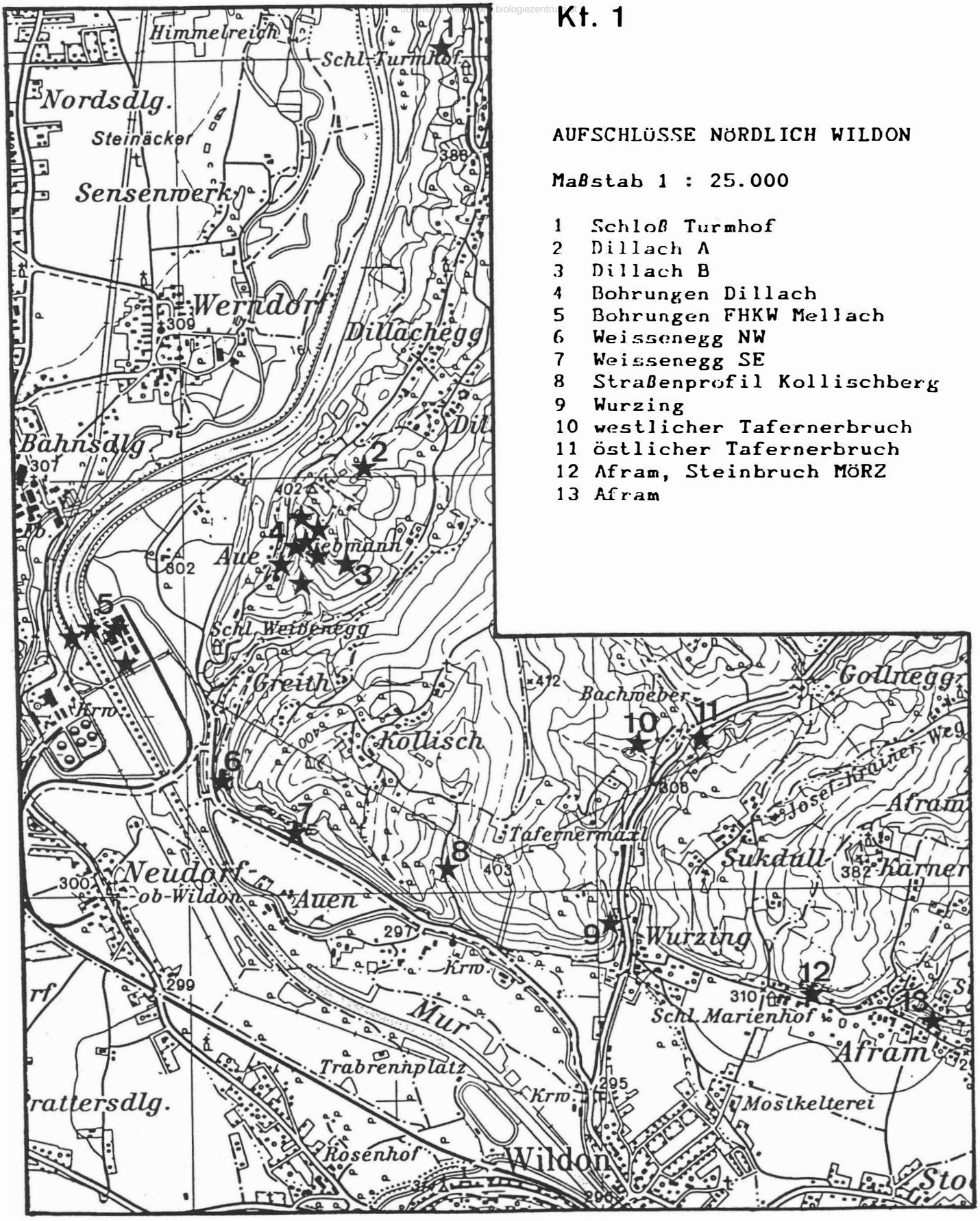
 Serpuliden

 Spuren

 Stockkorallen

download unter www.biologiezentrum.at

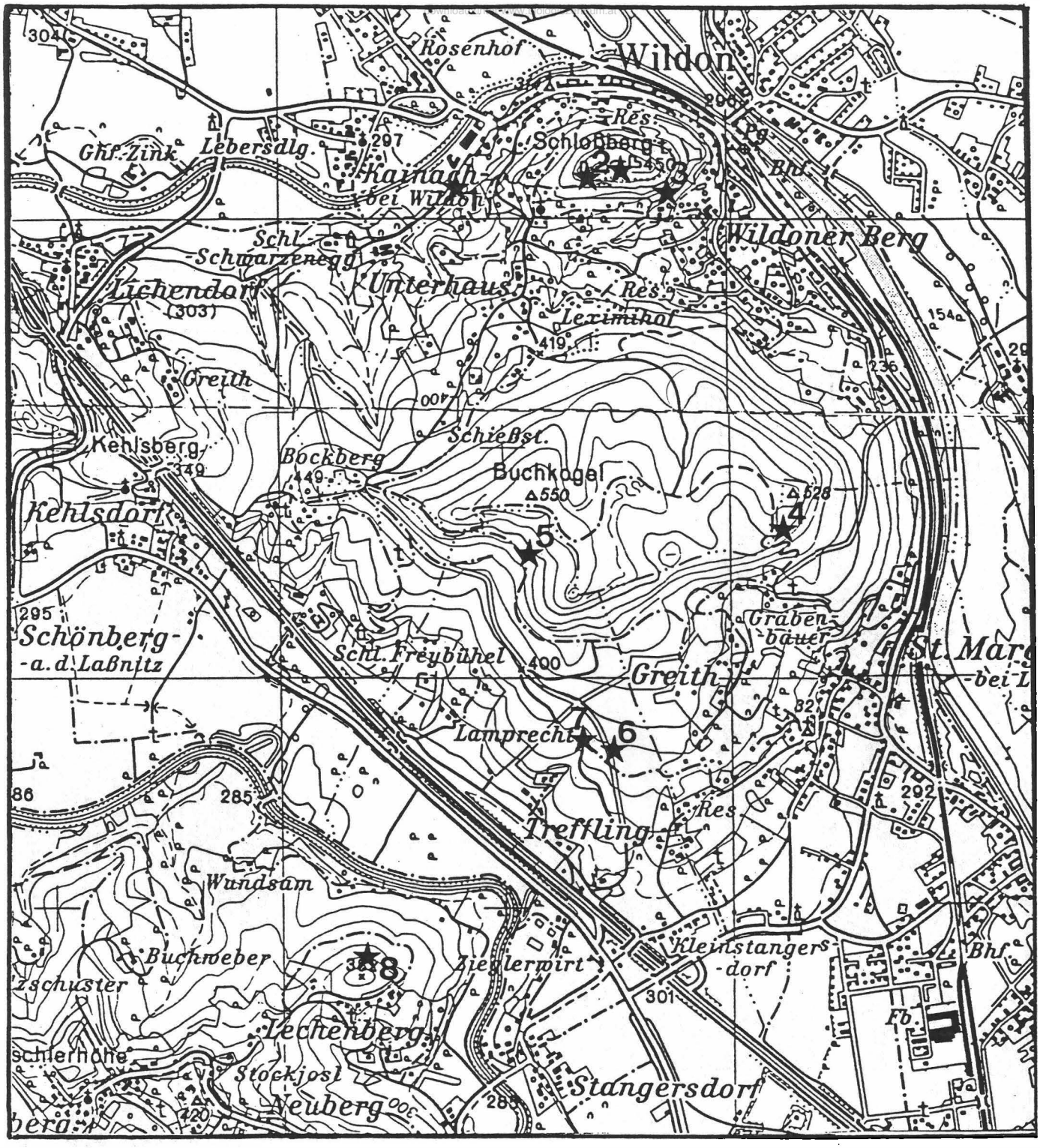
Kt. 1



AUFSCHLÜSSE NÖRDLICH WILDON

Maßstab 1 : 25.000

1 Schloß Turmhof
2 Dillach A
3 Dillach B
4 Bohrungen Dillach
5 Bohrungen FHKW Mellach
6 Weissenegg NW
7 Weissenegg SE
8 Straßenprofil Kollischberg
9 Wurzing
10 westlicher Tafernerbruch
11 östlicher Tafernerbruch
12 Afram, Steinbruch MöRZ
13 Afram



Kt. 2 a

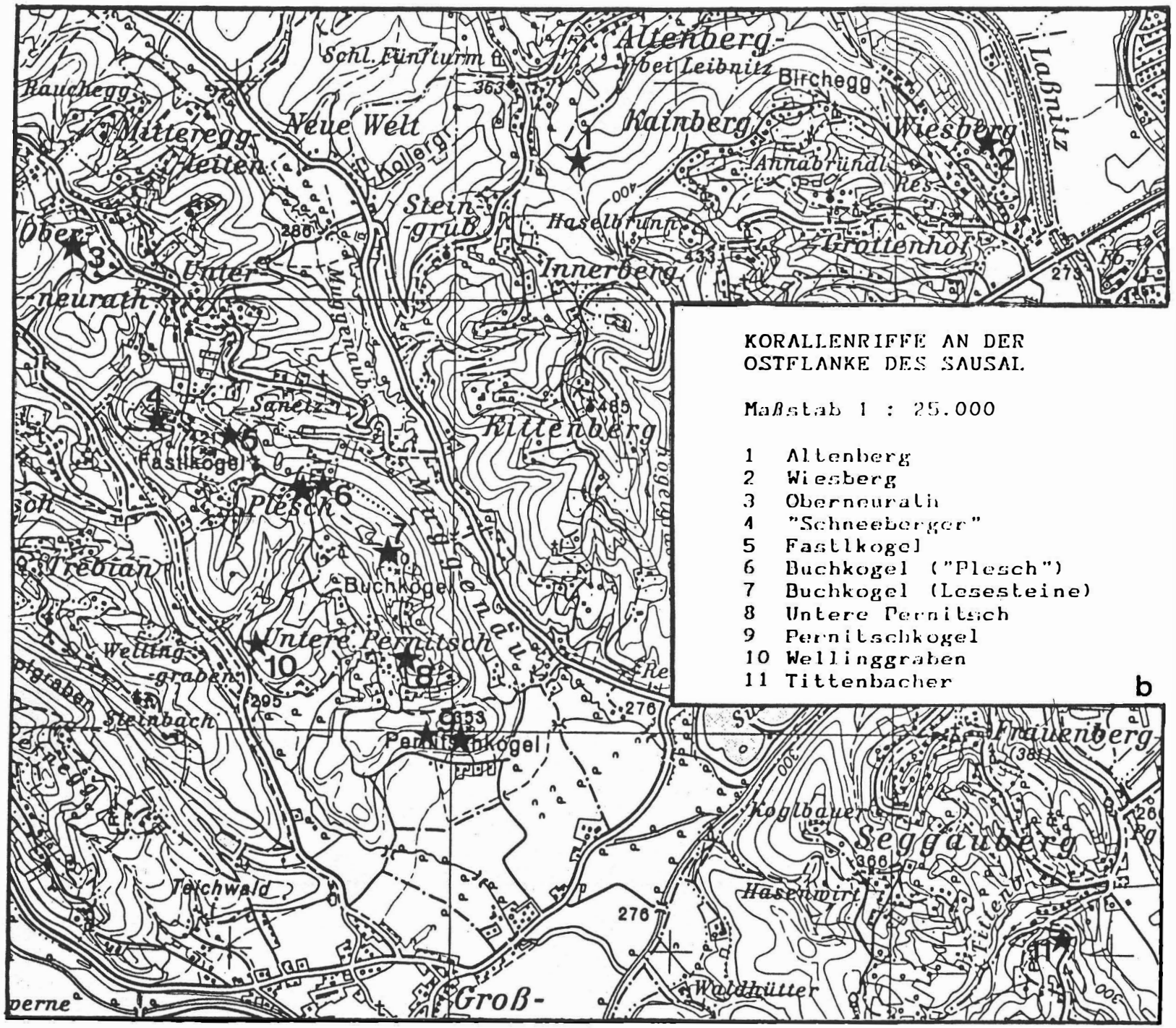
b

AUFSCHLÜSSE
WILDONER BUCHKOGEL & SCHLOSZBERG

Maßstab 1 : 25.000

1 Straße zum Schloß Schwarzenegg
2 Wildoner Schloßberg
3 Wildoner Schloßberg, Südabfall
4 Stbr. St. Margarethen
5 Wildoner Buchkogel
6 Treffling (Pipeline)
7 Treffling
8 Lechenberg

download unter www.biologiezentrum.at



KORALLENRIFFE AN DER
OSTFLANKE DES SAUSAL

Maßstab 1 : 25.000

1 Altenberg
2 Wiesberg
3 Oberneurath
4 "Schneeberger"
5 Fastlkogel
6 Buchkogel ("Plesch")
7 Buchkogel (Lesesteine)
8 Untere Pernitsch
9 Pernitschkogel
10 Wellinggraben
11 Tittenbacher

b

a

Kt. 3

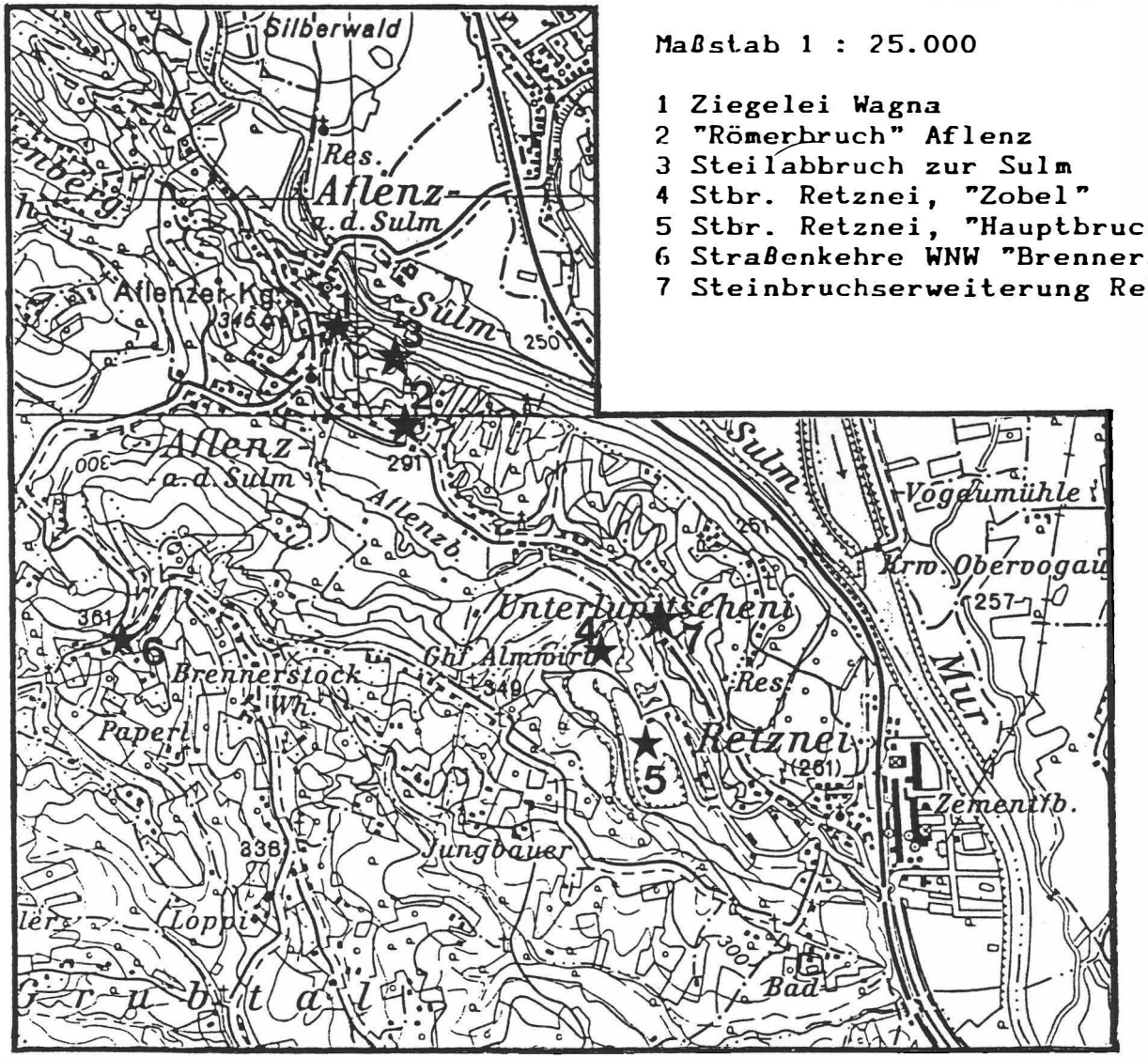
Kt. 4

download unter www.biologiezentrum.at

AUFSCHLÜSSE RETZNEI – AFLENZ

Maßstab 1 : 25.000

1 Ziegelei Wagna
2 "Römerbruch" Aflenz
3 Steilabbruch zur Sulm
4 Stbr. Retznei, "Zobel"
5 Stbr. Retznei, "Hauptbruch"
6 Straßenkehre WNW "Brennerstock"
7 Steinbruchserweiterung Retznei



download unter www.biologiezentrum.at

Kt. 5

AUFSCHLÜSSE SÜDLICH GAMLITZ

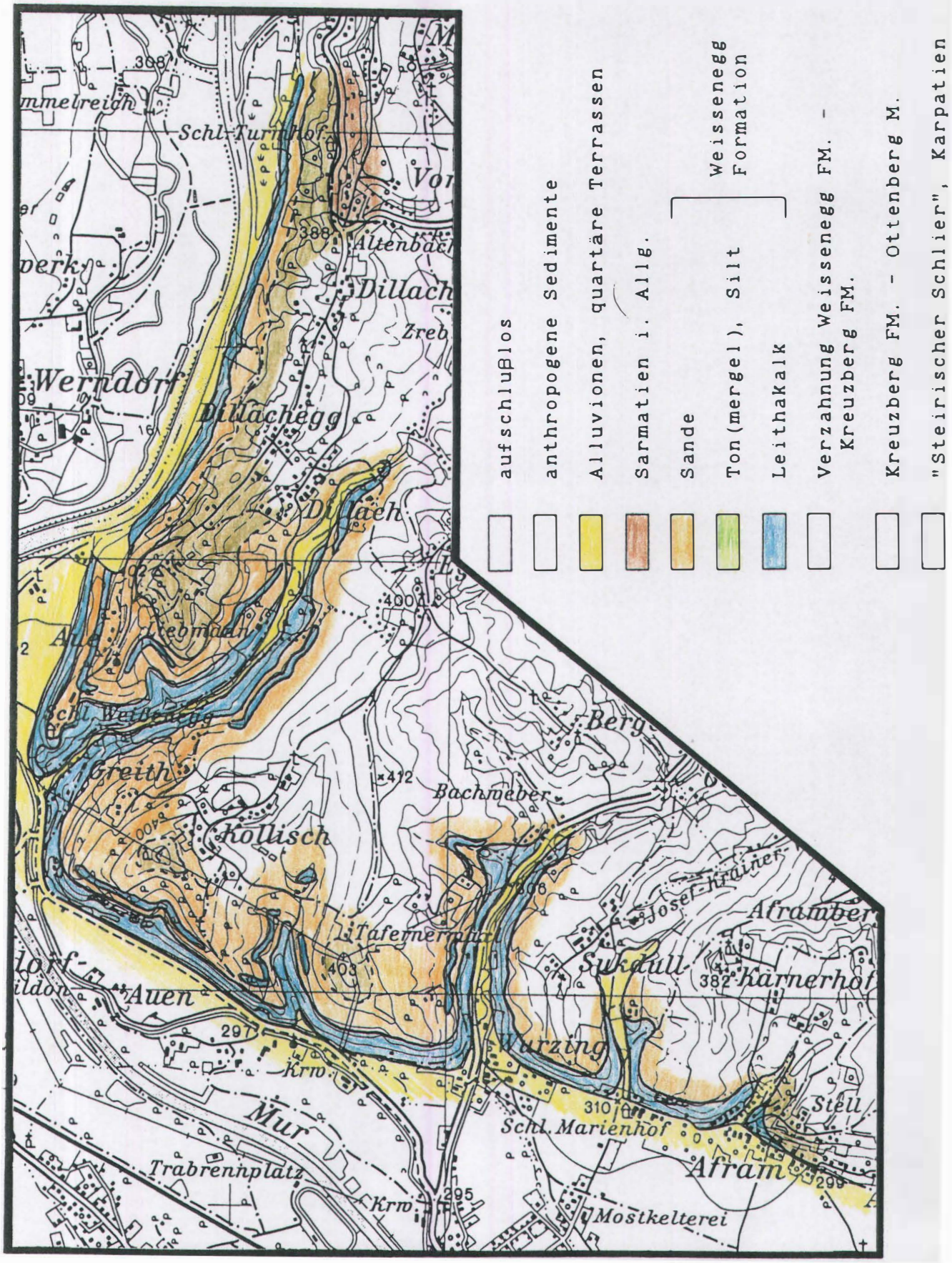
Maßstab 1 : 25.000

1 Stbr. Grubtal
2 "Altes Winzerhaus"
3 Eckberg
4 Urlkogel
5 Urlkogel (Feinklastika)
6 Ratsch / W. (Tuffit)
7 Witscheinberg
8 Wielitschberg (XX06)
9 Stbr. Wielitschberg
10 Graßnitzberg (Graben)
11 Straße nach Ottenberg
12 Graßnitzberg
13 Graßnitzberg (Weinberg)
14 Katzengraben
15 Autobahnbaustelle
16 Bubenberg
17 Bahnlinie Ehrenhausen - Spielfeld
18 Ehrenhausen
19 Straße Ehrenhausen - Gamlitz
20 "Fuchsmühle" = "Kochmühle"
21 Straße Ehrenhausen - Ottenberg
22 Ottenberg (Weinberg)
23 Ottenberg
24 Weinleiten
25 Schießkogel

download unter www.biologiezentrum.at

Karte 6

Geologische Karte
Leithakalkzug Kollischberg - Afram
ÖK 190; M = 1 : 25000



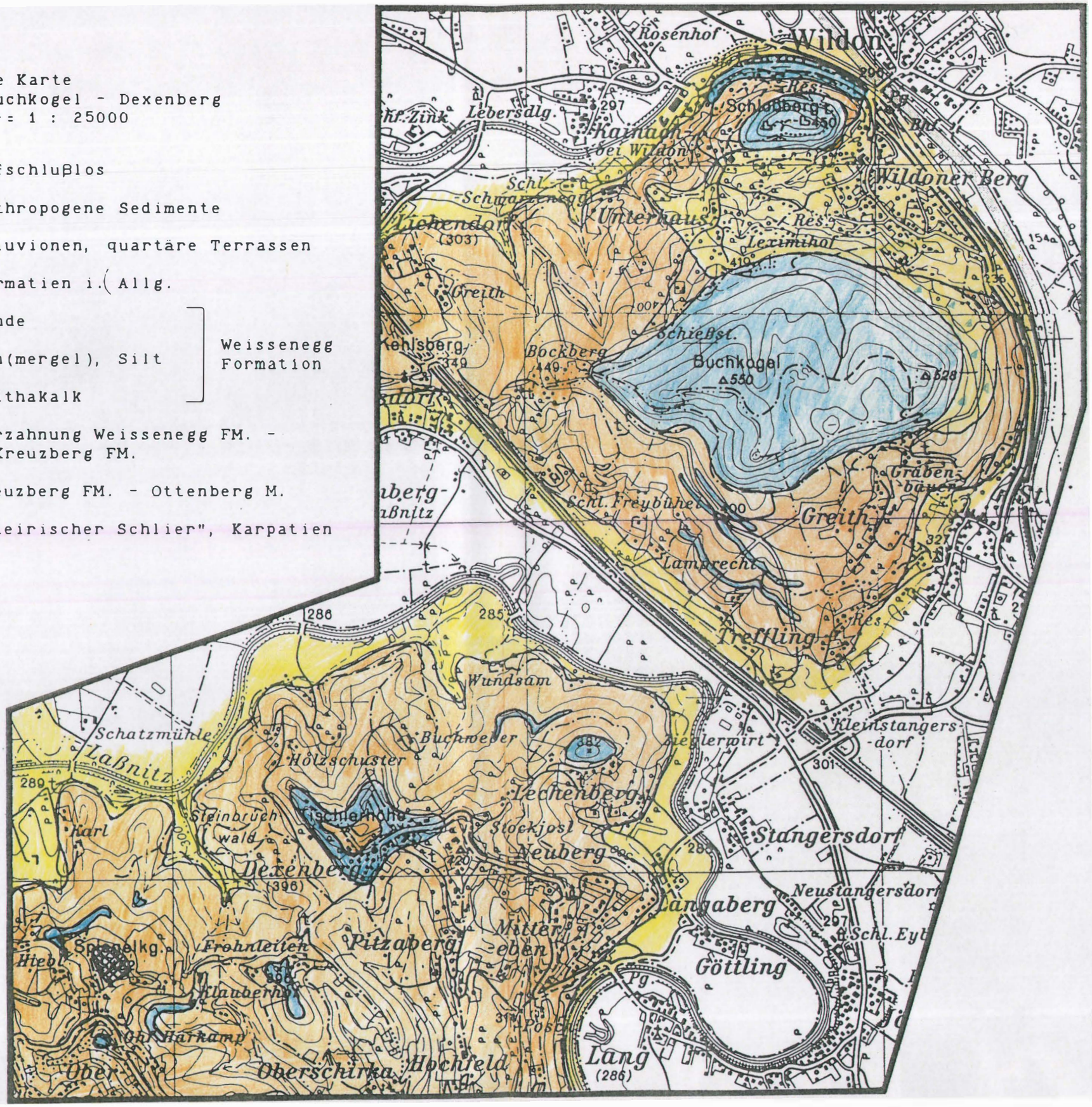
Karte 7

Geologische Karte
Wildoner Buchkogel - Dexenberg
ÖK 190; M = 1 : 25000

- aufschluβlos
- anthropogene Sedimente
- Alluvionen, quartäre Terrassen
- Sarmatien i. Allg.
- Sande
- Ton(mergel), Silt
- Leithakalk

  } Weissenegg Formation

- Verzahnung Weissenegg FM. - Kreuzberg FM.
- Kreuzberg FM. - Ottenberg M.
- "Steirischer Schlier", Karpatien



download unter www.biologiezentrum.at

Karte 8

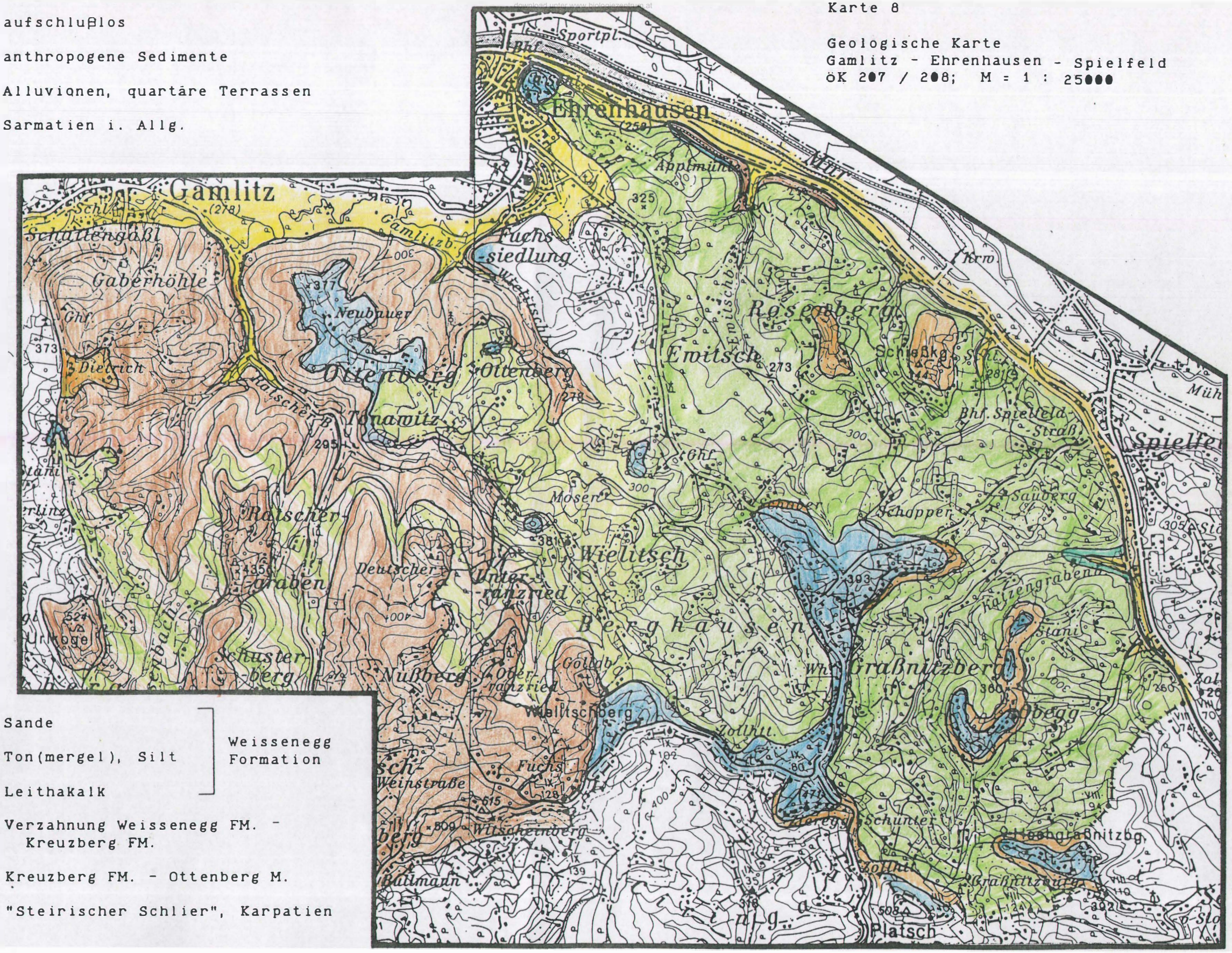
Geologische Karte
Gamlitz - Ehrenhausen - Spielfeld
ÖK 207 / 208; M = 1 : 25000

aufschlußlos

anthropogene Sedimente

Alluvionen, quartäre Terrassen

Sarmatien i. Allg.



Sande

Ton(mergel), Silt

Weissenegg Formation

Leithakalk

Verzahnung Weissenegg FM. - Kreuzberg FM.

Kreuzberg FM. - Ottenberg M.

"Steirischer Schlier", Karpatien

download unter www.biologiezentrum.at

Vortragskurzfassung
Informationstreffen österreichischer Sedimentologen
29.04.88, Innsbruck

Paläogeographische Überlegungen zu den Leithakalkarealen in der Steiermark.

J.G.FRIEBE, Graz

Die obertägig aufgeschlossenen Ablagerungen des Badenien in der Weststeiermark lassen sich grob in eine Schwellenzone (Sausalschwelle) und zwei marine Ingressionsbuchten (Gamlitzer B. & Florianer B.) gliedern. Der Schwellenbereich selbst zerfällt in (v. N n. S):
a) Die Leithakalkplattform von Wildon (oberste OLZ bis BBZ)
b) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal nordwestlich Leibnitz (ULZ,OLZ)
c) Die Leithakalkplatte südlich Leibnitz mit Fleckenriffen (ULZ)
d) Die Leithakonglomerate am Rande der Gamlitzer Bucht (ULZ)
e) Eine Leithakalkplatte im Süden (OLZ ?)

a) Die Leithakalkplatte von Wildon ruht auf einer Abfolge von Silt und Feinsand bzw. Feinsanden bis Grobsanden. Die Basis bilden im N leicht mergelige Silte mit mariner Molluskenfauna, in die erste detrigene Kalkbänke eingeschaltet sind. Sie verzahnen gegen S mit Sanden unterschiedlicher Korngröße.
Diese stellen den distalen Bereich einer Deltaentwicklung (Barren im Bereich der Lower Delta Plain) dar. An der Grenze OLZ / SZ erfolgt eine Transgression, verbunden mit einem Rückzug des Deltas und dem Beginn der Hauptmasse der Leithakalksedimentation. Die Kalkplattform selbst wird von Rotalgen (Corallinaceen) aufgebaut. Von einem "Riff" zu sprechen, wäre irreführend, da die Algen in Form von Rhodolithen und nicht gerüstbildend auftreten. Korallen sind hier sehr selten. Die Entwicklung wird in unregelmäßigen Abständen durch Zwischenlagen von vollmarinen Prodeltasedimenten (Amphisteginenmergel) unterbrochen. Im N sind der Plattform zwei Schutthalden unterschiedlichen Alters vorgelagert. Die Höhendifferenz zwischen Plattform und Florianer Bucht betrug mindestens 30 Meter. In der oberen SZ weisen Barrenbildungen im Bereich östlich der Mur auf einen neuerlichen Vorstoß eines Deltas. Der größte Teil der BBZ ist hier ebenfalls von Deltasedimenten geprägt, während im S die Kalksedimentation nur geringfügig unterbrochen wird. Vor einer endgültigen Dominanz der Siliziklastika im N schalten sich nochmals gering mächtige Algenkalkbänke ein. Die Bildungen des obersten Badenien sind der Upper Delta Plain zuzuordnen. Die darauf folgende Transgression ist bereits ins Sarmat zu stellen.

b) Im Gegensatz zur Umgebung von Wildon dominieren im Bereich des Sausals Korallenriffe. Riffbildner sind vorwiegend die Stockkoralle Porites sp., daneben Montastraea sp. und Tarbellastraea sp., die bisweilen von Corallinaceen umkrustet sind. Die Fleckenriffe sitzen entweder auf Untiefen oder an den Flanken von kleinen Inseln. In letzterem

download unter www.biologiezentrum.at

Fall bilden Aufarbeitungsprodukte des paläozoischen Grundgebirges (Schiefer des Sausal) die Basis der tertiären Schichtfolge. Diese Transgressionskonglomerate sind deutlich gradiert. Über ihnen baut sich das Riff auf. Die Korallenstöcke sind, besonders an der Basis, stark rekristallisiert, sodaß ihre Wuchsform meist nicht mehr erkennbar ist. Eine Zonierung ergibt sich durch das leichte Zurücktreten der Korallen zugunsten incrustierender Algen bei größerer Wassertiefe. Das weitgehende Fehlen von mergeligen Zwischenlagen weist auf geringe Wassertrübe hin. Die hangende Sedimentbedeckung ist fast immer der Erosion zum Opfer gefallen.
Diese Korallenriffe unterstreichen den transgressiven Trend im unteren Badenien.

c) Die Leithakalkplatte südlich von Leibnitz zerfällt im wesentlichen in zwei Teilbereiche: Ein Fleckenriff im S (Retznei) und eine Algenplattform im N (Aflenz, Wagna). Beide sind in der ULZ kurz nach der steirischen Gebirgsbildungsphase entstanden. In Retznei entwickelt sich das Riff über einer Untiefe von Steirischem Schlier (Karpatien), dessen Aufarbeitungsprodukte ("Geröllmergel") das Liegende des Leithakalks bilden. Im Zentrum der Untiefe folgt ein nur wenig zementierter Rhodolithenkalk, während in den etwas tieferen Bereichen die Korallen direkt über dem "Geröllmergel" Fuß fassen. Das Riff zeigt eine deutliche Zonierung:
= lagige, wenige cm hohe Kolonien von Porites sp. bilden das Hartsubstrat fur das weitere Riffwachstum über dem "Geröllmergel". Rhodolithen und Algenschutt dominieren, Lithophaga sp. und andere Bivalen sind häufig.
= kleine, ästige Porites-Kolonien, die zusammen mit wenigen Stöcken von Montastraea sp. und Tarbellastraea sp. ein lockeres Gerüst bilden. Incrustierende Algen sind häufig.
= massige Porites-Stöcke zusammen mit Tarbellastraea sp. und seltener Montastraea sp., vereinzelt Rhodolithen und Algenschutt.
= große (ca. 1 m Durchmesser) Stöcke von Montastraea sp. daneben Porites sp und Algen in der Außenzone des Riffs.
= kleine, massige Porites-Kolonien ,algenumkrustet, gemeinsam mit großen, ästigen Rhodolithen kennzeichnen den Abschluß der Riffentwicklung.

Über dem Fleckenriff folgt ein heller Algenschuttkalk, der in Bereichen größerer Wassertiefe häufig große, ästige Rhodolithen führt. Im Flachwasser- milieu dominiert feiner Algenschutt, wie er auch die liegenden Anteile der nördlich anschließenden Algenplattform bildet. Darüber folgen etwas mergelige, Kalke mit ebenfalls ästigen Rhodolithen. In den Hangendpartien treten nochmals große Stöcke von Montastraea sp. auf. Ähnliche Ablagerungen ruhigeren Wassers bilden die hangenden Anteile der Kalkplatte. Überlagert wird diese Entwicklung von einer mächtigen Abfolge von Feinsanden.
Diese und die beiden ausstehenden Gebiete werden derzeit bearbeitet.

Abkürzungen:
ULZ, OLZ: Untere bzw. Obere Lagenidenzone
SZ: Sandschalerzone
BBZ: Bulimina-Bolivina-Zone

download unter www.biologiezentrum.at

Vortragskurzfassung
Sediment '89 - 4. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen
20.05.1989, Innsbruck

FAZIES UND PALAOGEOGRAPHIE DER LEITHAKALKAREALE DER MITTELSTEIRISCHEN SCHWELLE (Badenien; Steiermark).

J. Georg FRIEBE (Graz)

Der marine Sedimentationsraum der Weststeiermark läßt sich grob in eine Schwellenzone (Mittelsteirische = Sausal Schwelle) und zwei marine Ingressionsbuchten (Gamlitzer Bucht, Florianer Bucht) gliedern. Im Schwellenbereich selbst werden anhand fazieller Kriterien unterschieden (von N nach S) (Abb.1):

1) Das Leithakalkareal von Wildon (Obere OLZ bis BBZ) (1)
2) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal nordwestlich Leibnitz (ULZ, OLZ)
3) Das Leithakalkareal südlich Leibnitz mit Fleckenriffen (Retznei) (ULZ, OLZ)
4) "Leithakonglomerat" und Leithakalk am Rande der Gamlitzer Bucht (ULZ, OLZ)
5) Das Leithakalkareal von Graßnitzberg (Obere OLZ, SZ).

Im Folgenden soll das Gebiet zwischen Leibnitz und der Staatsgrenze näher betrachtet werden.

Das Leithakalkareal südlich Leibnitz zerfällt in zwei Teilbereiche: Das Fleckenriff von Retznei und, nördlich anschließend, die Algenschuttkalke von Aflenz. Die Entwicklungsgeschichte ist durch ein vorgegebenes Relief bestimmt (Untiefe mit Eintiefung gegen Süden).
Die Basisentwicklung im Steinbruch Retznei zeigt eine Zonierung: Seegraswiese im Zentrum der Untiefe, daran anschließend Rhodolithengürtel, außen Korallenrasen. Im Zuge der unterbadenischen Transgression erobern die Korallen die gesamte Untiefe und bilden ein lockers Riffgerüst mit folgenden Kleinbereichen:

* kleine, ästige Porites-Kolonien, die zusammen mit wenigen Stöcken von Montastrea sp. und Tarbellastrea sp. ein lockeres Gerüst bilden. Incrustierende Algen sind häufig.
* massige Porites-Stöcke zusammen mit Tarbellastrea sp. und seltener Montastrea sp., vereinzelt Rhodolithen und Algenschutt.
* große (ca. 1 m Durchmesser) Stöcke von Montastrea sp. daneben Porites sp. und Algen in der Außenzone des Riffs.
* Kleine, massige Porites-Kolonien, algenumkrustet, gemeinsam mit großen, ästigen Rhodolithen kennzeichnen den Abschluß der Riffentwicklung.

Es folgt ein Algenschuttkalk, der in seichtem Wasser, im Brandungsmilieu entstanden ist. Darüber leitet ein mergeliger Rhodolithenkalk (mit flachen, incrustierenden

download unter www.biologiezentrum.at

Kolonien von Porites sp.) eine stärkere Transgressionsphase ein. Tonmergel und Feinsand (turbiditartig: T_{a-c}-Zyklen) schließen die aufgeschlossene Schichtfolge ab.

Nördlich Retznei werden in der ULZ Feinsande (teilweise Seegraswiesen) und darüber sandiger Algenschuttkalk abgelagert (kontinuierlicher Übergang durch Abnahme des Sandanteils).
Die mächtigen Algenschuttkalke im Hangenden ("Aflenzer Stein") weisen auf eine geringe Wassertiefe an der Grenze ULZ / OLZ hin. Darüber folgen mergelige Rhodolithenkalke, dann Feinsand. Das Verbreitungsgebiet des "Aflenzer Steins" ist gegen Osten durch Sandbarren begrenzt.

Im Raum Ehrenhausen - Gamlitz bestand zu Beginn des Badenien ebenfalls ein ausgeprägtes Relief: tieferes Wasser südlich Retznei, eine Hochzone bei Gamlitz, gegen Südosten wiederum tieferes Wasser. In diesen Raum bauen sich von Westen marine Schuttfächer von Braid (?) Deltas vor (Kreuzberg Formation). Die distalen Anteile reichen etwa bis zur Linie Ehrenhausen - Spielfeld. Gravitativer Transport (grain flow, turbidity currents etc.) überwiegt, der Einfluß der Wellen ist gering. Eine Regression Ende ULZ ermöglicht das Wachstum von Rotalgen. Der Hauptanteil des Leithakalks zeigt keinen oder nur geringen Einfluß der siliziklastischen Schüttung, während im Südteil des Verbreitungsgebietes stark sandiger und kiesiger Algenschuttkalk dominiert.

Der Leithakalk wird von foraminiferenreichen Tonmergeln der OLZ überlagert ("Gamlitzer Schlier"). Die Foraminiferenfauna weist auf tieferes Wasser hin. Der Einfluß der Kreuzberg Formation ist gering. Das Hangende bilden Küstensande ("Spielfelder Sande").An der Grenze OLZ / SZ erfolgt ein weiterer Vorstoß der Konglomerate der Kreuzberg Formation nach Osten ("Urler Blockschutt").

In der SZ leiten die Leithakalke von Graßnitzberg (in unterschiedlicher Fazies: Rhodolithenkalke, Algenschuttkalke, mergelige Heterosteginen - Schuttkalke etc.) eine mittelbadenische Transgression ein.

Schlußfolgerungen:

Die "Steirische Phase" der alpidischen Orogenese (Faltung des "Steirischen Schlier") und die damit verbundene Abtragung führen zu einem ausgeprägten Relief, das die unterbadenische Sedimentation kontrolliert. Die ULZ ist transgressiv entwickelt (Fleckenriff von Retznei). An der Grenze ULZ / OLZ wird diese Transgression kurz unterbrochen ("Aflenzer Stein", Leithakalkareal Gamlitz - Ehrenhausen). Weitere regressive Tendenzen treten in der höheren OLZ auf. Das Wechselspiel zwischen regressiven und transressiven Phasen spiegelt sich in der Gamlitzer Bucht durch einen Wechsel von terrigenen Schottern und Konglomeraten, Flachwasserkalken und Tonmergeln größerer Wassertiefe wieder.

Der transgressive Trend in der LZ wird durch die Entwicklung der Korallenriffe des Sausal unterstrichen. Die Regression an der Grenze OLZ / SZ kann im Leithakalkareal von Wildon ebenfalls beobachtet werden.