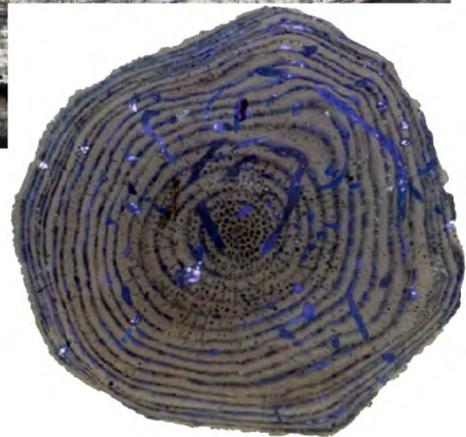
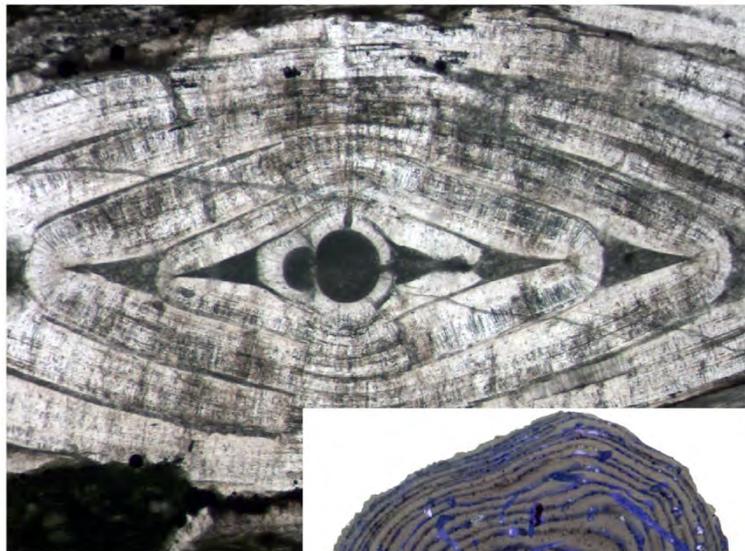
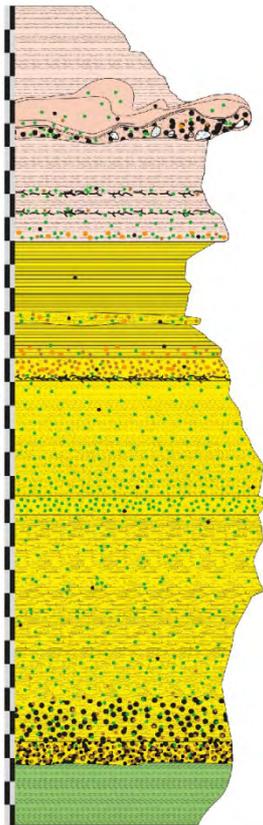
 **documenta**
naturae | no. 186

München 2012

**Lithostratigraphie der Adelholzen Formation
(Eozän, Lutetium)
im Raum Siegsdorf (Oberbayern)**



A. M. HEYNG

DOCUMENTA NATURAE

No. 186

2012

ISBN 978-3-86544-186-7

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Joh.-Seb.-Bach-Weg 2, 85238 Petershausen
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten
Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.),
Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte u.a.

Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen
Arbeitsgruppe (PBA) im Heimatmuseum Günzburg und im Naturmuseum, Im Thäle 3,
D-86152 Augsburg

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst, antike
Nahrungsmittel, Natur-Reiseführer, Präparation und Technik oder sind Neuauflagen alter
wissenschaftlicher Werke oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für
ausgewählte Regionen sowie fachbezogene Sonderthemen

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich,
für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

©copyright 2007 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder
Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in elektronische
Systeme.

©copyright 2012 für diese Ausgabe: bei A.M. HEYNG

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Standardprofil von Rohrdorf mit Nummulitenschliffen

www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www.documenta-naturae.de
München 2012

Neugliederung der Adelholzener Schichten (Eozän, Nordhelvetikum) im Raum Siegsdorf-Bad Adelholzen unter besonderer Berücksichtigung der Großforaminiferen und Molluskenfauna (Teile 1 und 2)

A. M. HEYNG

Zusammenfassung

Die Adelholzen Formation (Eozän, Lutetium; Nordhelvetikum) wird lithostratigraphisch in sieben Untereinheiten (Member) untergliedert. Charakteristische Großforaminiferen-Typen, deren Assoziationen sowie häufig vorkommende Mollusken werden vorgestellt.

Abstract

The new lithostratigraphic framework of the Adelholzen Formation (Eocene, Lutetian; Northern Helvetic group) is presented. Seven Members are characterised in detail. The most abundant types of larger foraminifera, their associations and abundant molluscs are described.

Schlüsselwörter: Lithostratigraphie; Adelholzen Formation; Eozän; Lutetium; Helvetikum; *Nummulites*; *Assilina*; *Discocyclina*.

Keywords: Lithostratigraphy; Adelholzen Formation; Eocene; Lutetian; Helvetic Unit; *Nummulites*; *Assilina*; *Discocyclina*.

Kontakt:
Dipl.-Geol. Alexander M. HEYNG
heyng@amh-geo.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Einleitung	4
1.1 Arbeitsgebiet - geographischer Überblick	4
1.2 Geologischer Rahmen	7
1.3 Problemstellung	8
2 Das alttertiäre Nordhelvetikum - Überblick zur bisherigen Forschung	9
2.1 Allgemeine Erläuterungen	9
2.2 Paläogeographischer Überblick	9
2.3 Abriß der Entwicklung des Sedimentationsraumes des Nordhelvetikums.	10
2.4 Gliederung der Adelholzener Schichten	13
2.5 Altersstellung und Korrelation der Adelholzener Schichten mit dem Südhelvetikum	14
2.6 Fossilgehalt der Adelholzener Schichten	14
3 Neugliederung der Adelholzener Schichten	18
3.1 Beschreibung und Abgrenzung der Schichten	18
3.1.1 Basaler Sandmergel	18
3.1.2 Assilinenmergel	21
3.1.3 Nummulitenkalk	23
3.1.4 Glaukonitsandstein	25
3.1.5 Discocyclinenmergel	26
3.1.6 Braune Schicht	30
3.1.7 Schwarzmergel	33
3.2 Neues Standardprofil	37
3.4 Zur Typuslokalität	37
4 Großforaminiferen der Adelholzener Schichten	38
4.1 Die ausgeschiedenen Großforaminiferen-Typen	38
4.1.1 Die Gattung <i>Nummulites</i>	38
4.1.2 Die Gattung <i>Assilina</i>	40
4.1.3 Die Gattungen <i>Discocyclina</i> und <i>Actinocyclina</i>	42
4.1.4 Die Gattung <i>Operculina</i>	45
4.2 Verteilung der Großforaminiferen auf das Profil	46
5 Mollusken der Adelholzener Schichten	48
5.1 Beschreibung der häufigsten Arten und Gattungen	48
5.2 Systematisch-tabellarische Übersicht	56
5.3 Verteilung der beschriebenen Arten auf das Profil	57
6 Begleitfauna- und Flora	59
6.1 Bemerkungen zu ausgewählten Arten	59
6.2 Verteilung der Begleitfauna- und Flora auf das Profil	60
7 Interpretation der Ergebnisse	62
7.1 Sedimentationsraum	62
7.2 Ökologie	63
8 Tabellarische Zusammenfassung	65
9 Literaturverzeichnis	67
10 TAFELN	69
TAFELN 1 bis 2: Großforaminiferen TAFELN 3 bis 5: Mollusken	
11 Anhang (Teil 2): Kartierung (mit Inhaltsverzeichnis)	81

Vorwort

Die Voraussetzungen für diese Arbeit wurden erst in jüngster Zeit durch glückliche Umstände geschaffen: Infolge einer Erweiterung der Betriebsstätte der Adelholzener Alpenquellen GmbH in Bad Adelholzen wurde im Jahre 1996 beim Bau einer Produktions- und Lagerhalle ein erstes zusammenhängendes Profil in den Adelholzener Schichten freigelegt. Darauf folgend wurde im Herbst 1999 ebenfalls beim Bau einer Produktionshalle auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf ein zweites Profil erschlossen. Beide Aufschlüsse, etwa 40 Kilometer Luftlinie voneinander entfernt, weisen in der lithologischen und faunistischen Entwicklung der aufgeschlossenen Horizonte der Adelholzener Schichten große Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen auf. Damit bot sich die Möglichkeit, ähnlich dem weit besser untersuchten und stratigraphisch gegliederten Südhelvetikum (Haunsberg, Kressenberg, Neubeuern, Enznau bei Bad Tölz) das Nordhelvetikum genauer zu untersuchen und, ausgehend von den Profilen und ergänzt durch eine Spezialkartierung im Raum Adelholzen-Siegsdorf, eine Neugliederung der Adelholzener Schichten zu erarbeiten.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe hatte ich das Glück, mit Regionalsammlern - zumeist alten Bekannten und Freunden - zusammenarbeiten zu können. Sie teilten mir ihre langjährige Erfahrung und ihr Wissen um die Adelholzener Schichten in zahlreichen Diskussionen hilfsbereit mit und halfen tatkräftig bei Grabungen. Auch konnte ich ihre umfangreichen Sammlungen in meine Auswertungen miteinbeziehen:

Meinen herzlichsten Dank an:

Stefan SCHELLHORN, Hans-Jürgen BERNDT, Wolfgang STEINBERGER, Helmut LEHERMEYER, Adolf KNALLINGER und Heinrich WANDERER!
Namentlich erwähnt seien hier auch Bernhard BEAURY und Alois SPECKBACHER.

Für das Interesse und die freundliche Unterstützung und Zusammenarbeit mit Schwester Theodolinde MEHLTRETTER und Herrn HEIM von der Adelholzener Mineralwasser GmbH will ich mich herzlich bedanken. Größten Dank schulde ich

auch Herrn Dipl. Geol. T. ROPPELT der Rohrdorfer Zement GmbH für sein entgegengebrachtes Interesse und die großartige Unterstützung; den hilfsbereiten Beschäftigten der Rohrdorfer Zement GmbH ebenfalls ein herzliches Dankeschön!

Zu Danken habe ich auch Dr. Madelaine BÖHME und den Herren Dr. Robert DARGA, Dr. Hans-Jochen GREGOR, Prof. Dr. Kurt HEISSIG, Dipl. Geol. Gerd W. KLEIBER, Dr. W. WERNER und Prof. Dr. H. HAGN für ihre Hilfe, ihre Unterstützung bei der Bestimmung der Fauna, ihre Anregungen und fruchtbaren Diskussionen!

Darüberhinaus bin ich auch allen zu Dank verpflichtet, die mich durch Rat und Tat bei meiner Arbeit unterstützt haben: Dipl. Geol. Uli SEEHUBER, Thomas SKOPP, Willi SCHWING.

Schließlich bedanke ich mich herzlichst bei Prof. Dr. Reinhold LEINFELDER (Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München) für sein vertrauensvolles Entgegenkommen und die Betreuung der vorliegenden Arbeit.

Allen voran jedoch danke ich meinen Eltern.

1. Einleitung

1.1. Arbeitsgebiet - geographischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet umfaßt das Kartiergebiet sowie ergänzend Aufschlüsse auf dem Betriebsgelände des Rohrdorfer Zementwerkes ca. 40 Kilometer Luftlinie in westlicher Richtung entfernt (siehe Abbildung 1).

Das Kartiergebiet umfaßt einen etwa 9 km² großen Ausschnitt des Alpenvorlandes südlich von Traunstein und liegt vollständig im Landkreis Traunstein. Es erstreckt sich über die Blätter Traunstein (81 41) und Teisendorf (8142) der topographischen Karte 1: 25000. Die nördliche Begrenzung des Kartiergebietes bildet eine Linie ausgehend von Bergen im Westen über Bad Adelholzen und Osterham nach Siegsdorf; sie quert im Ortsgebiet Siegsdorfs die Weiße Traun und passt sich nördlich Adlgastag dem Verlauf der B 306 an, die die östliche Begrenzung bildet.

Die südliche Begrenzung bildet eine Linie, die an der Kreuzung der B 306 und der Straße nach St. Johann die Bundesstraße verläßt und Richtung Daxbach verläuft. Nördlich Spatzreit überquert sie die Weiße Traun und verläuft über Scharam und Eßbaum nach Bergen, entlang des Verlaufs der Straße Bergen - Siegsdorf und später dem Bergener Bach (siehe Abb. 2, S. 5).

Die ergänzend herangezogenen Aufschlüsse auf dem Betriebsgelände des Rohrdorfer Zementwerkes (Blatt Aschau im Chiemgau, 8239) südöstlich des Ortes Rohrdorf liegen alle im Westen bis Nord-Westen des Steinbruches (siehe Abb. 3, S. 6): BZRa bezeichnet den Aufschluß mit Profil während der Baustelle 1999 - 2001 beim Hallenneubau auf der untersten Bruchsohle; BZRb bezeichnet den schon bei HAGN beschriebenen Aufschluß des „Nummulitenköpfls“ und seine Umgebung (BZRb-west , BZRb - ost) auf der obersten Bruchebene; BZRc bezeichnet Aufschlüsse südlich des „Bonhartköpfls“ auf der untersten Abbausohle.

Ausführliche Erläuterungen zum Untersuchungsgebiet und den einzelnen Aufschlüssen siehe Anhang (Kapitel 10: Kartierung).

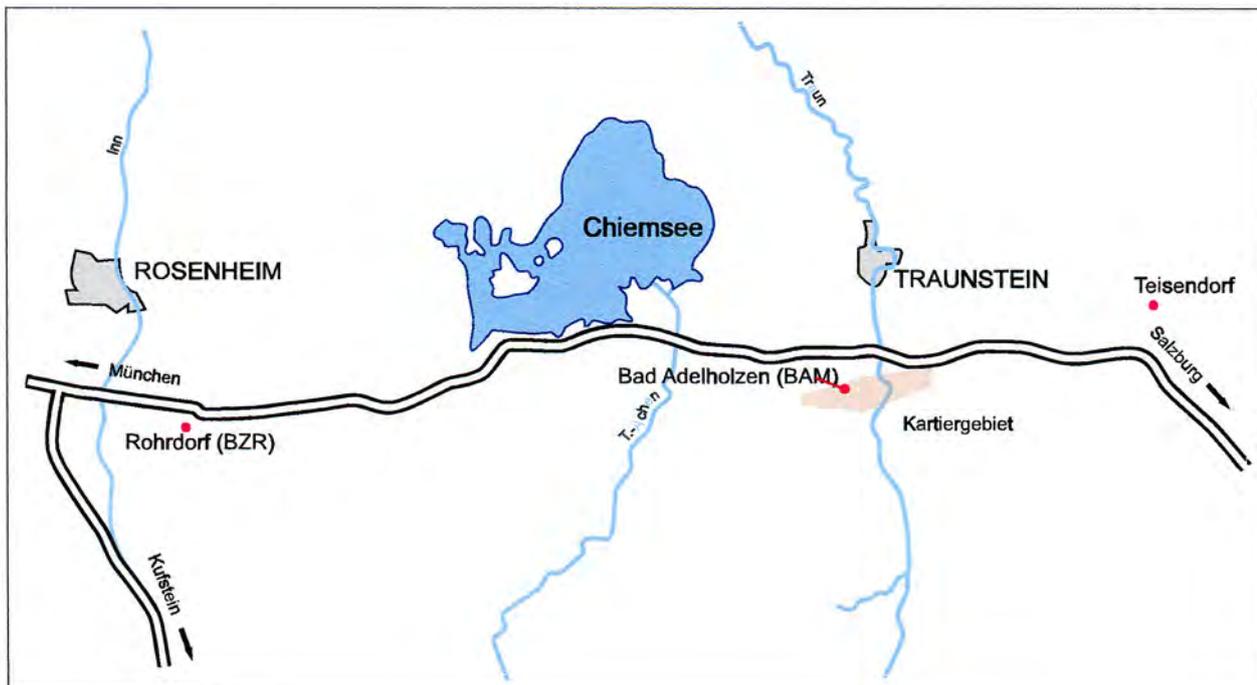


Abb. 1: Geographische Lage des Kartiergebietes und der Profile in Bad Adelholzen (BAM, Typuslokalität der Adelholzener Schichten) und Rohrdorf (BZR); Maßstab 1 : 250000.

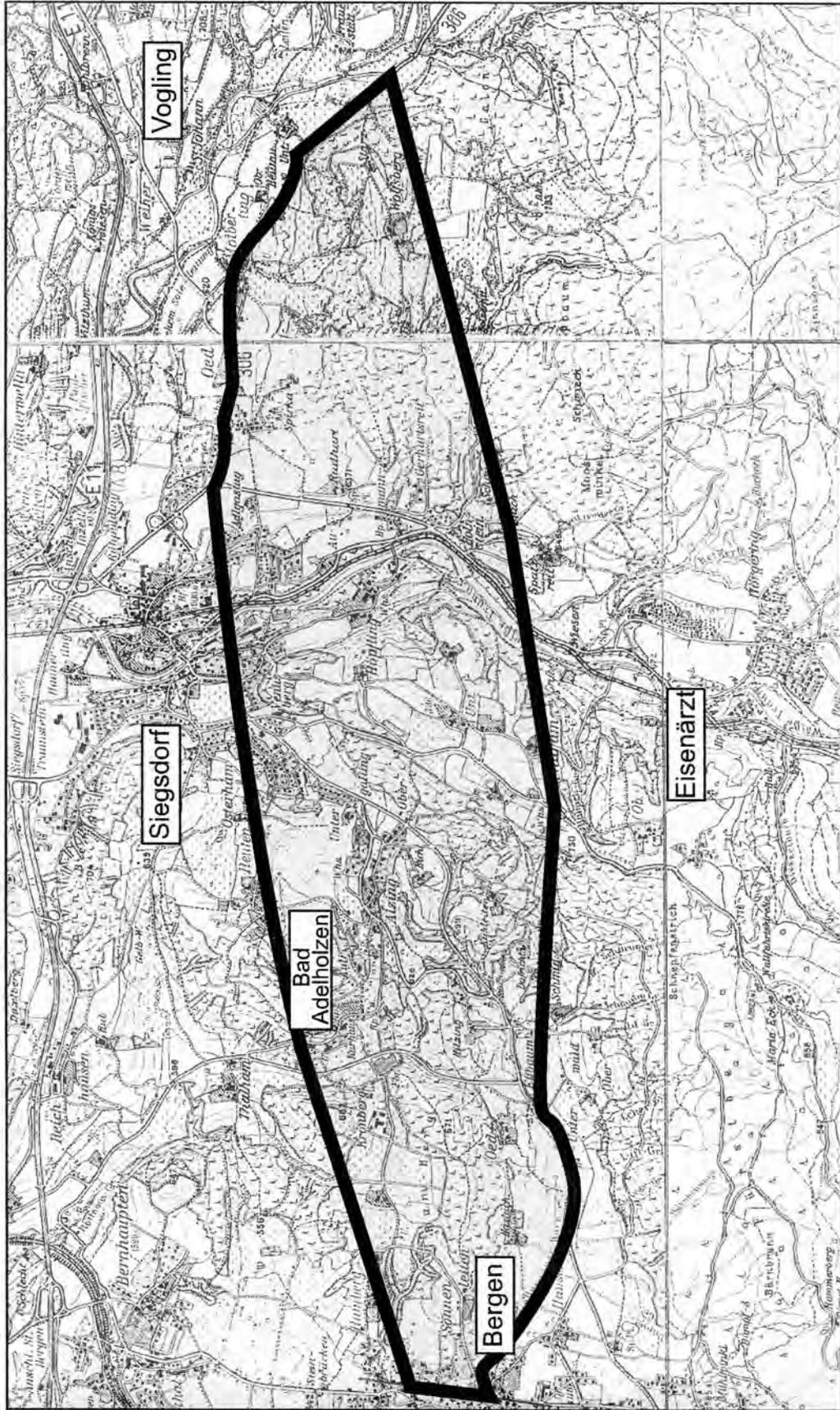


Abb. 2: Geographischer Blick über das Kartiergebiet (rötlich unterlegt); Maßstab 1 : 50000.

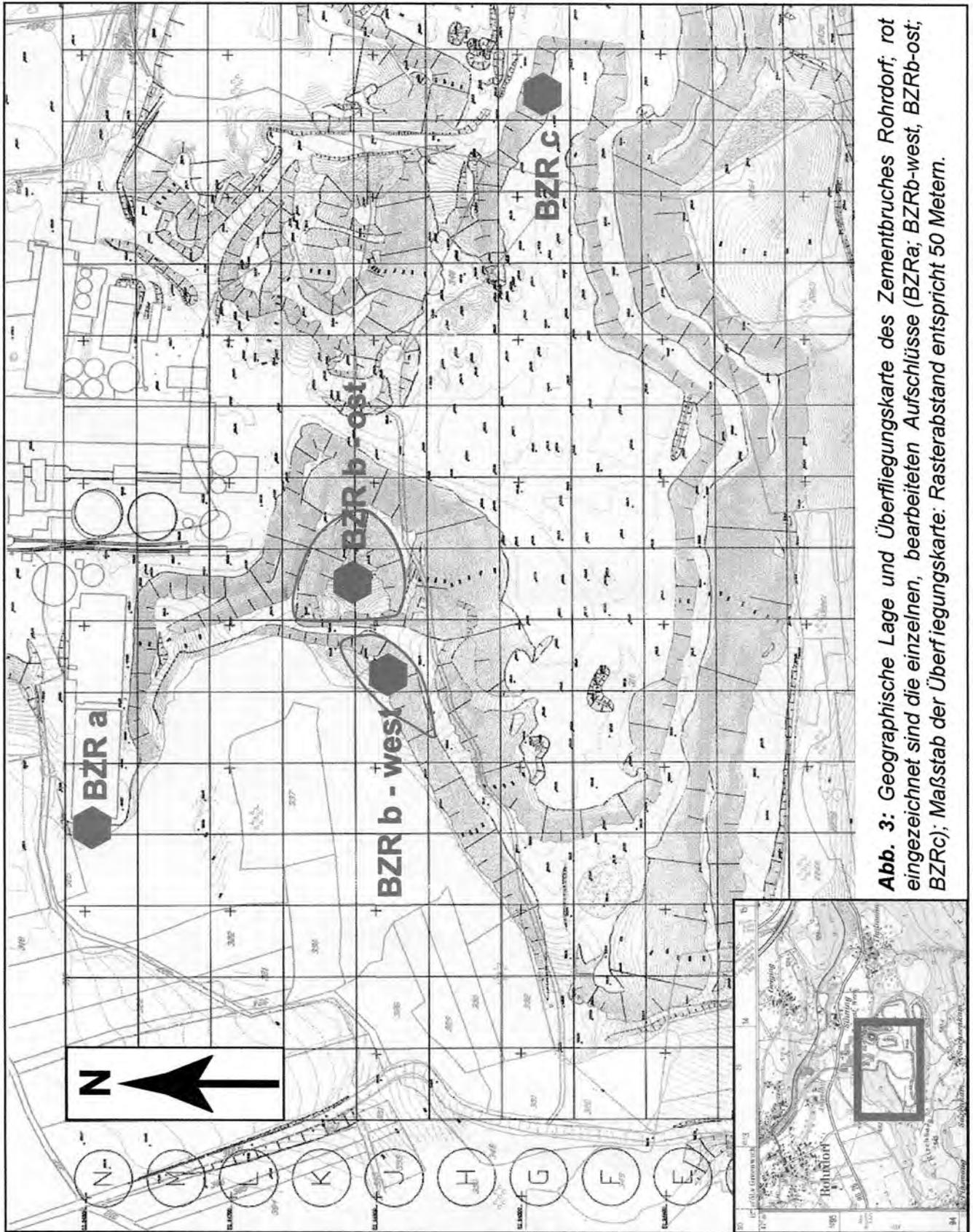


Abb. 3: Geographische Lage und Überfliegungskarte des Zementbruches Rohrdorf; rot eingezeichnet sind die einzelnen, bearbeiteten Aufschlüsse (BZR a; BZR b-west, BZR b-ost, BZR c); Maßstab der Überfliegungskarte. Rasterabstand entspricht 50 Metern.

1.2. Geologischer Rahmen

Wie Abb. 4 stark schematisiert und verdeutlicht, prägen die Geologie des Untersuchungsgebietes vorwiegend die Gesteine des Flysch, des Ultrahelvetikums und des Helvetikums sowie

der Faltenmolasse. Sie treten, durch die alpine Orogenese räumlich komprimiert und ineinandergeschoben (siehe Abb. 5) und später durch die Eiszeiten glazial überprägt, als dem Alpenkamm etwa parallele „Bänder“, dem Kalkalpin vorgelagert, an die Oberfläche.

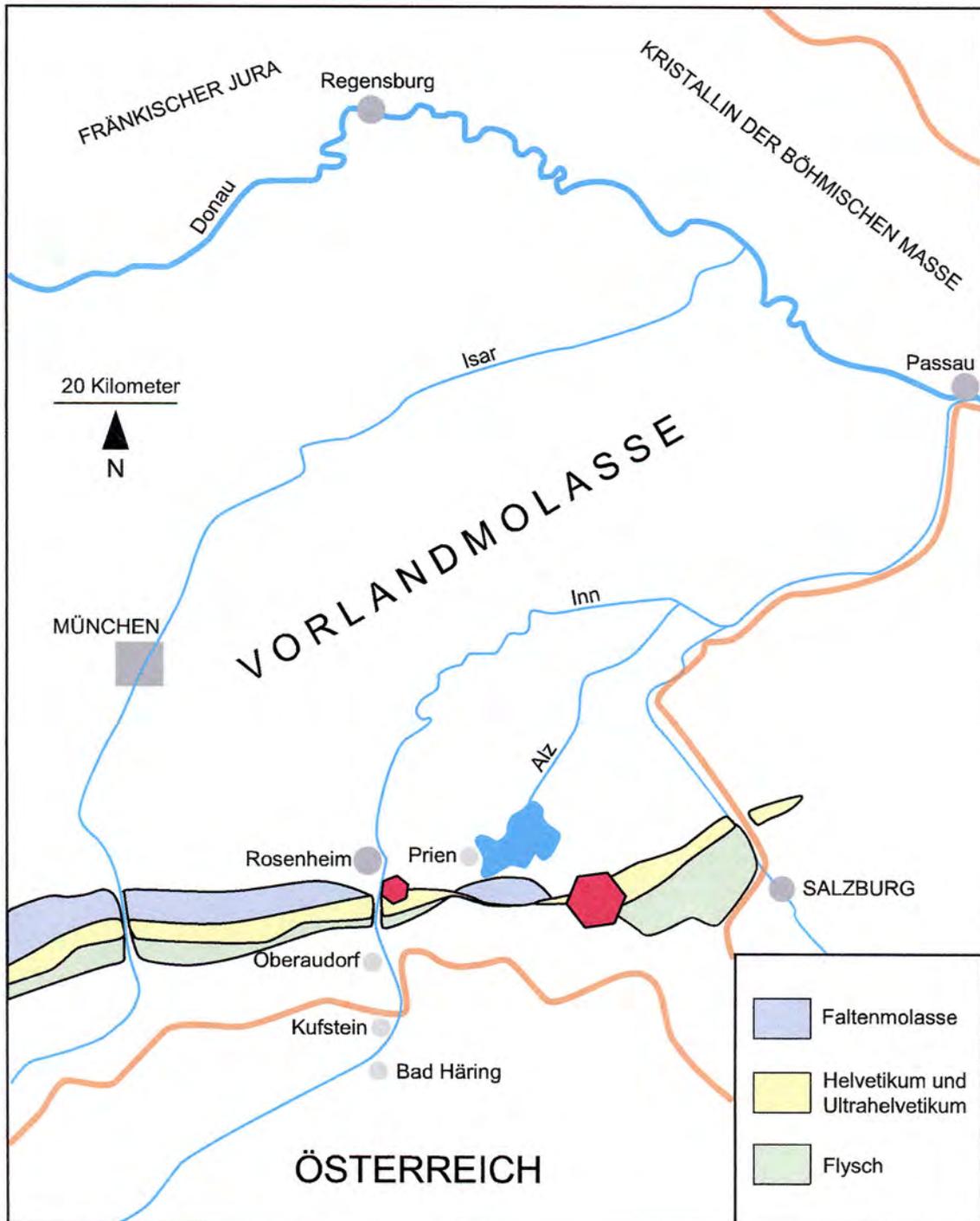


Abb. 4: Topographisch-geologische Skizze des Alpenvorlandes zwischen Isar und Salzach; rot gekennzeichnet sind das Kartiergebiet und die Aufschlüsse auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf (verändert nach HAGN & MOUSSAVIAN 1980:141).

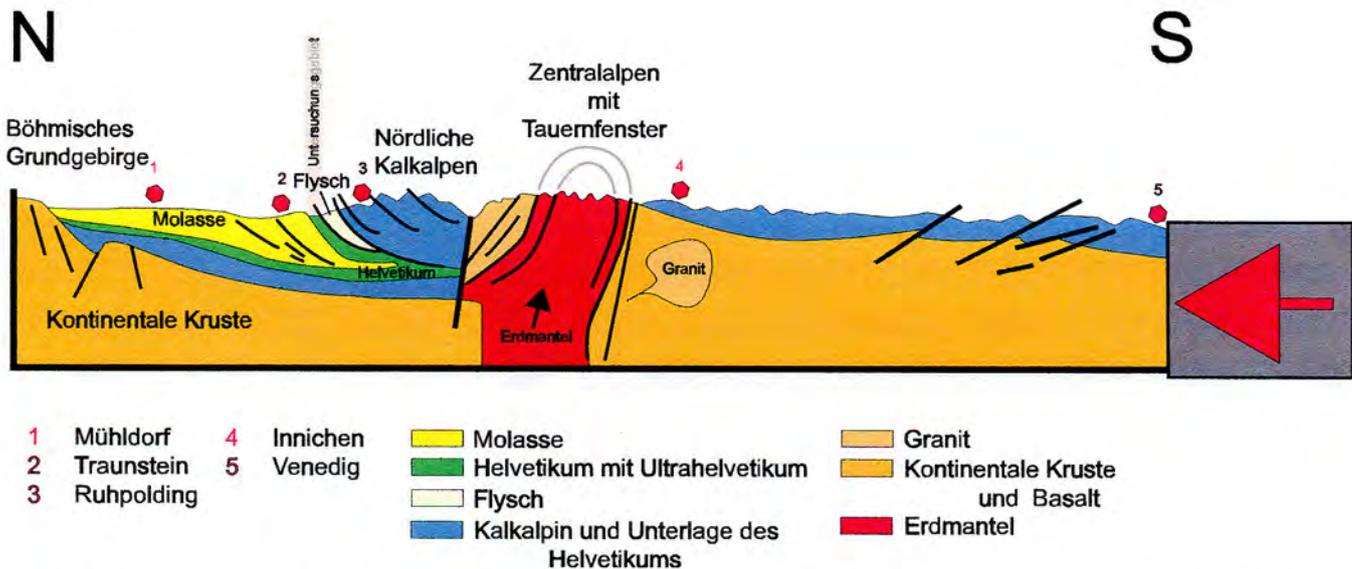


Abb. 5: Schematischer Schnitt durch den Alpenraum in der heutigen geologisch-tektonischen Situation: Die südliche Molasse wird überfahren, die Zentralalpen gehoben. Die geographische Lage des Untersuchungsgebietes ist rötlich markiert (Ausschnitt, verändert und umgezeichnet nach DARGA (1998: 37)).

Das Helvetikum wird im Süden eingerahmt durch die Gesteine des Flysch, die im Norden wiederum an das Nördliche Kalkalpin grenzen. Die Sedimente des Helvetikums, hier mit dem einer südlicheren Fazieszone (siehe unten) angehörenden Ultrahelvetikum vereint dargestellt, ziehen sich als schmales, nur wenige Kilometer breites Band durch das Untersuchungsgebiet; südlich des Chiemsees ist das Helvetikum stellenweise sogar vollständig vom Flysch überschoben und tritt erst wieder bei Bergen zutage. Die letzten Ausläufer helvetischer Gesteine in östlicher Richtung finden sich nördlich Salzburgs am Haunsberg. Im Westen treten helvetische Gesteine im Schlierseer- und Tegernseer-Raum sowie am Grünten zutage und setzen sich in der Schweiz mit weit mächtigerer Ausstrich-Breite fort; die Adelholzener Schichten entsprechen hier etwa den Bürggenschichten. Weiter im Norden, tektonisch grenzend an das Helvetikum, schließen sich die Sedimente der Molasse an. Dieser stets steilgestellte Kontakt war im Untersuchungsgebiet 1999 für kurze Zeit auf der Baustelle im Rohrdorfer Zementwerk (BZR a) aufgeschlossen und ist im Traunprofil bei Siegsdorf stets gut zu beobachten und seit langem bekannt, siehe z.B. HAGN et al. (1952: 15). Die durch die Alpen-Orogenese überfahrenen bzw. gefalteten Anteile (Faltenmolasse: z.B. auch Westerbuchberg, Thalberggraben) und die daran

anschließende ungefaltete Vorlandmolasse sind in vorliegender Grafik getrennt dargestellt. Ausführliche Erläuterungen zur Geologie des Kartiergebietes siehe Anhang (Kapitel 10: Kartierung).

1.3. Problemstellung

Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit sollen die Adelholzener Schichten (Eozän; Nordhelvetikum) des Chiemgaus (Oberbayern) anhand Lithologie und Sedimentologie neu gegliedert werden. Grundlage dafür soll eine Kartierung der aktuellen Aufschlüsse mit Schwerpunkt auf den Adelholzener Schichten (Spezialkartierung) bieten. Eine weitergehende, feinere Untergliederung soll - soweit möglich - durch die Großforaminiferen-Fauna erarbeitet werden. Ausgehend von Lithologie, Sedimentologie und Fauna, speziell der Molluskenfauna, sollen der Sedimentationsraum und dessen Entwicklung sowie paläökologische Aspekte der Adelholzener Schichten allgemein genauer beleuchtet werden.

2. Das alttertiäre Nordhelvetikum - Überblick zur bisherigen Forschung

2.1. Allgemeine Erläuterungen

Die Bezeichnung Helvetikum wurde ausgehend von der Schweiz (lat. Helvetia), wo die Äquivalente des oberbayerischen Helvetikums weit mächtiger und besser aufgeschlossen sind, erst spät in die Literatur eingeführt. Nach HAGN et al (1992:24) war es NOWAK (1911: 59), der die Bezeichnung Helvetikum erstmals im Siegsdorfer Raum benutzte.

Die Adelholzener Schichten, die im Zentrum der vorliegenden Arbeit stehen, sind benannt nach dem kleinen Ort Bad Adelholzen, in dessen Umgebung sich die besten Aufschlüsse - und auch die alte Typuslokalität (REIS 1896) - befinden.

Die Gesteine des Helvetikums zeigen sich allgemein im Profil stark differenziert. Aufgrund dessen schied man schon früh, ausgehend vom Bergbau am Kressenberg, Schichten aus und belegte sie mit regionalen Namen, die v.a. am Kressenberg (Südhelvetikum) bergbaulich geprägt waren (z.B. Schmalflöz, Roterz, Schwarzerz, Nebengestein). Dies wurde auch auf den Haunsberg bei Salzburg übertragen und ähnlich am Grünten praktiziert. Auch in der Region von Neubauern, wo durch Jahrhunderte währenden Abbau von Mühlsteinen viele Aufschlüsse in südhelvetischen Gesteinen geschaffen wurden, bezog man die Stratigraphie weitgehend auf den Kressenberg. Dabei sind die einzelnen Schichten meist geringmächtig, oft nur wenige Meter.

Das Nordhelvetikum, arm an Aufschlüssen und wirtschaftlich nicht interessant, da hier keine abbauwürdigen Erzhorizonte oder anderweitig nutzbare Gesteine zu finden sind, blieb leider weitgehend unbearbeitet.

Desweiteren zeigen sich deutliche Unterschiede in Lithologie, Sedimentologie und Fauna, betrachtet man die Entwicklung der helvetischen Gesteine in Nord-Süd-Richtung. Dies wurde schon früh mit einer Zunahme der Wassertiefe gen Süden erklärt und war Grund für eine Gliederung in Fazieszonen (siehe Punkt 2.2.).

Im Gegensatz zur starken Differenzierung im Profil bzw. in Nord-Süd-Richtung steht eine recht gleichförmige Ausbildung der helvetischen Gesteine in Ost-West-Richtung: Die Adelholzener Schichten, die das Alttertiär der nordhelvetischen Zone (siehe unten) darstellen, lassen sich in sehr ähnlicher lithologischer Entwicklung und Fossilführung vom Grünten im Allgäu bis zum Haunsberg bei Salzburg und darüberhinaus entlang des Alpennordrandes auffinden. Auch die Äquivalente der Adelholzener Schichten in der Schweiz, die Bürgenschichten, sind lithologisch sehr ähnlich.

Der tektonische Bau des Helvetikums ist v.a. durch eine kleinräumige Verschuppung und Verfaltung mit steilem Einfallen gekennzeichnet. Insbesondere mergelige und tonige Schichten sind oft ausgequetscht und tektonisch reduziert, was Profilaufnahmen und Mächtigkeitsangaben erschwert. Kalke und Kalkmergel sind meist stark zerrüttet und von Harnischen und Klüften durchzogen.

2.2. Paläogeographischer Überblick

Anhand der Bathymetrie, rekonstruiert durch Lithologie und Fauna, wird der Sedimentationsraum des Helvetikums gegliedert in eine nordhelvetische Fazies-Zone (Nordhelvetikum) und eine südhelvetische Fazies-Zone (Südhelvetikum). Mehr oder weniger geographisch getrennt sind beide Ablagerungsräume nach HAGN (z.B. 1960; 1992) durch eine Schwelle, die Intrahelvetische Schwelle, die regional als Inselgirlande bzw. als submarine Barre ausgebildet ist. Ihre Bedeutung bzw. Existenz wird von einigen Autoren jedoch angezweifelt (z.B. VOGELTANZ 1970). Das Südhelvetikum wird von Nord nach Süd weiter untergliedert in Eisenärztler-, Kressenberger- und Sandnock - Fazies. Das alttertiäre Nordhelvetikum wird nur durch die Adelholzener Fazies-Zone vertreten (siehe unten, Abb. 6).

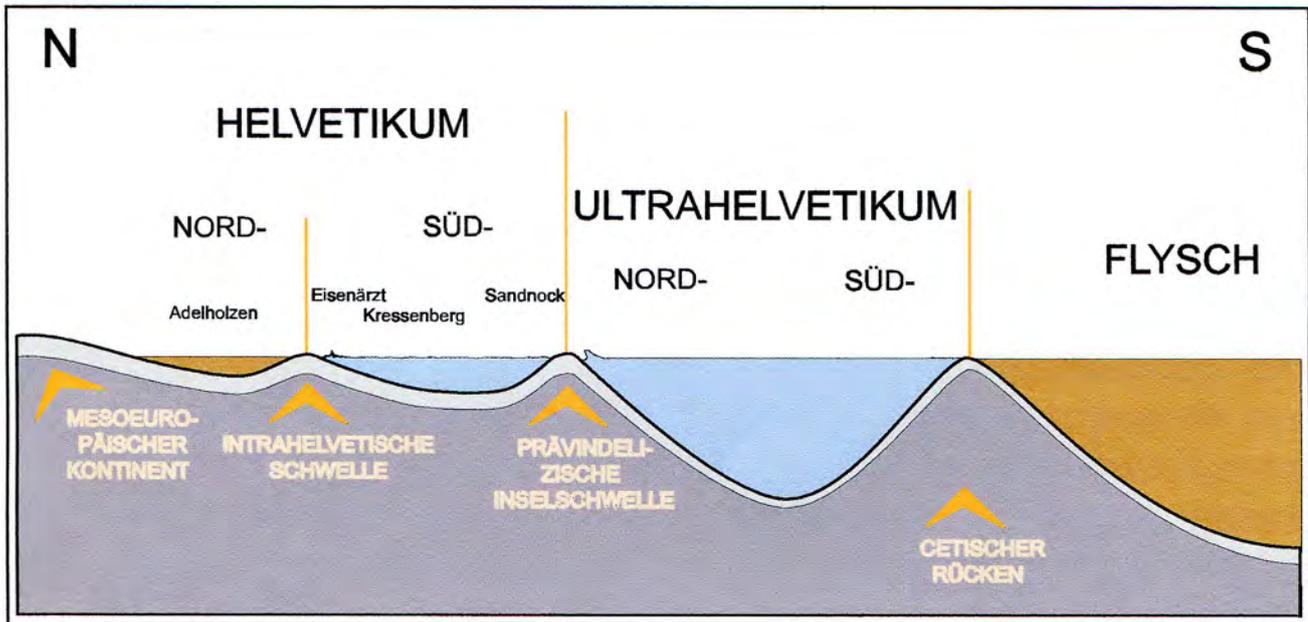


Abb.6: Schematische Darstellung der Sedimentationsräume des Helvetikums, Ultrahelvetikums und der Flysch-Zone im Untereozän. Während des Untereozäns war der Sedimentationsraum des Flysch bereits trockengelegt, das Nordhelvetikum noch nicht von der nordwärts gerichteten Transgression des helvetischen Meeres überwältigt (Trockenlegung = braun gefärbt); marine Sedimentation erfolgte im Süd- und Ultrahelvetikum (blau gefärbt); leicht verändert nach HAGN (1960: 133).

Im Norden des helvetischen Troges befand sich das Mesoeuropäische Festland (Vindelizisches Land), dessen Schelfsedimente das Helvetikum darstellt und demnach vorwiegend Flachwasser-Ablagerungen umfassen. Insbesondere ist dies im Nordhelvetikum als landnächste Fazies-Zone der Fall.

Südlich des Helvetikums, geographisch getrennt durch die Prävindelizische Inselchwelle, schloß sich das Ultrahelvetikum an; dessen Sedimentations-Raum erstreckte sich vom südhelvetischen Schelf bis hin zum Tiefseetrog des nordalpinen Flysches. Die Flysch-Zone war vom Ultrahelvetikum getrennt durch den Cetischen Inselrücken bzw. die Cetische Schwelle, da sie wohl regional nur eine submarine Barre darstellte. Das Ultrahelvetikum und insbesondere der Flysch besitzen als Ablagerungen des Kontinentalhanges bzw. des Beckens Tiefwasser- bzw. Tiefseecharakter.

2.3. Abriss der Entwicklung des Sedimentationsraumes des Nordhelvetikums (Oberkreide bis Unt. Oligozän)

Die stratigraphisch ältesten Schichten des Nordhelvetikums im Untersuchungsgebiet stellen die Pinswanger Schichten dar. Ihr Vorkommen ist jedoch auf die Region Rohrdorf-Neubeuern beschränkt, weiter östlich um Adelholzen sind sie nicht aufgeschlossen. Im Eozän westlich von Bad Tölz (STACKELBERG 1960: 11) und im Etzengraben am Schliersee vermitteln sie zwischen dem Stallauer Grünsandstein und den Pattenauer Schichten; der Stallauer Grünsandstein ist im Untersuchungsgebiet jedoch nirgendwo aufgeschlossen bzw. entwickelt.

Die **Pinswanger Schichten** wurden von HAGN (1952) mikropaläontologisch von den Pattenauer

Schichten abgetrennt und nach ihrem Vorkommen nächst dem Ort Pinswang benannt. Es handelt sich um blau-graue Kalkmergel mit relativ reicher Foraminiferen-Fauna sowie spärlicher Makrofauna HAGN (1952). Den Gehalt an Dinoflagellatenzysten untersuchte KIRSCH (1991). Die Pinswanger Schichten werden aufgrund planktischer Foraminiferen in das untere Obercampan gestellt (HAGN 1952: 69; 1953a: 306; 1953b: 2; 1954: 12). In der planktonischen Foraminiferen-Zonierung belegen sie die *ventricosa*-Zone. In der Dinoflagellatenzystenzonierung nach KIRSCH (1991) stehen sie etwa im mittleren Bereich von Zone 4 (*Areoligera coronata*-Zone). Nach Lithologie und Fauna werden die Pinswanger Schichten als Sedimente „küstenfernere Gebiete des äußeren Schelfs“ (KIRSCH 1991:191) interpretiert.

Nach HAGN spricht der Schlämmrückstand der nun stratigraphisch folgenden **Pattenauer Schichten** für eine Ablagerung „in einem nicht zu seichten, ruhigen Ablagerungsraum“ (HAGN & HÖLZL, 1952: S. 16). Er besteht fast ganz aus organogenen Bestandteilen, vorherrschend eine diverse Foraminiferenfauna und Ostracoden, daneben Inoceramenprismen; Quarz, Glimmer und Glaukonit fehlt fast völlig. Für Horizonte mit einem Überwiegen planktonischer Foraminiferen nimmt er an, daß sie „in einem sehr ruhigen und allenfalls auch tiefen Wasser abgelagert“ (HAGN 1952: S. 17) wurden. Untermuert und bestätigt wird diese Annahme u.a. von HAGN & HERM (1983:625) sowie KIRSCH (1991:190).

Im **Übergangsbereich** der Pattenauer Schichten zu den folgenden Gerhartsreiter Schichten deutet die Dinoflagellaten-Zysten-Vergesellschaftung nach KIRSCH (1991:190) auf eine „Phase beginnender Regression“ bzw. einen „küstennäheren Bereich“. Diese Tendenz einer beginnenden Verflachung und Küstennähe setzt sich weiter in den **Gerhartsreiter Schichten** fort. Diese dunkelgrauen, tonigen Mergel stellt HAGN (1952: 17) v.a. aufgrund der Foraminiferenfauna in einen bedeutend „küstennäheren Sedimentationsraum“ als die Pattenauer Schichten, auch ist eine Zunahme der Sedimentzufuhr festzustellen. Dies bestätigen auch die Untersuchungen von KIRSCH (1991) an den enthaltenen Dinoflagellaten-Zysten.

Ab dem Obermaastricht (KIRSCH 1991:191) zieht sich das Meer aus dem nordhelvetischen Ablagerungsbereich nach Süden zurück. Es setzt im Nordhelvetikum eine **Schichtlücke** ein,

die bis ins Untere Lutet reicht, während sich im Südhelvetikum die Sedimentation fortsetzt. Es kommen hier die Hachauer Schichten des Oberen Maastricht (HAGN 1960: 79 - 83) zur Ablagerung, die nach KIRSCH (1991:191) einem küstennahen, litoralen Ablagerungsbereich entsprechen.

Betrachtet man die weitere Schichtabfolge im Südhelvetikum (siehe dazu auch Abb.6), kommt es hier weiterhin zu einer fortschreitenden Verflachung des Sedimentationsraumes, die mit den Zwischenschichten (Ob. Cuisian) ihren Höhepunkt findet. Während der Schichtlücke im Nordhelvetikum bestand demnach im Südhelvetikum „eine vom Oberpaläozän bis ins Untereozän persistierende Küstenlinie“ (Buchholz 1989:51), bis durch eine **Transgression** das helvetische Meer im unteren Lutet auch wieder auf den nordhelvetischen Sedimentationsbereich übergriff. Nun folgt die Sedimentation der **Adelholzener Schichten**, deren basale Anteile („Untere Adelholzener Schichten“) als Transgressionshorizont eher sandig, die mittleren Bereiche („Mittlere Adelholzener Schichten“) vorwiegend kalkig und die hangenden Anteile („Obere Adelholzener Schichten“) mergelig ausgebildet sind, was auf eine stete Vertiefung des Sedimentationsraumes während der Ablagerung der Adelholzener Schichten hindeutet (genaue Erläuterungen siehe unten).

Diese Vertiefung des Sedimentationsraumes - in dessen Folge im Übergang Biarritzian-Priabonian auch die Intrahelvetische Schwelle ihre Bedeutung verliert - setzt sich mit der Ablagerung der **Stockletten** fort. Die Sedimentation dieser pelagischen, durch Globigerinen und Radiolarien geprägten Mergel setzt im Südhelvetikum bedingt durch eine Trog- und Fazieswanderung in Richtung Norden bereits im Unteren Biarritzian ein, während der Ablagerung der „Oberen Adelholzener Schichten“ im Nordhelvetikum. Erst etwa ab dem Mittleren Biarritzian greift die Fazies der Stockletten - durch die weitere Absenkung des Kontinentalschelfes im ausgehenden Eozän (HAGN et.al 1992:37) infolge der großräumlichen Einflüsse der Alpenogenese - auch auf das Nordhelvetikum über. Die Stockletten werden, da sie im Nord- wie auch im Südhelvetikum - durch ein Wegfallen der räumlichen Trennung der Intrahelvetischen Schwelle - gleichartig entwickelt sind, als faziesbrechend bezeichnet.

Den Stockletten eingelagert sind **Lithothamnienschuttkalk-Bänke**, vorwiegend bestehend aus Rotalgen-Detritus und örtlich auch Korallenresten, die von „Algenwiesen im Bereich

Untereozän



Sande



Adelholzener Schichten



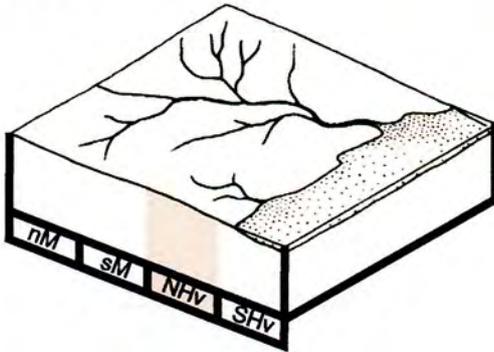
Mergel, Tone



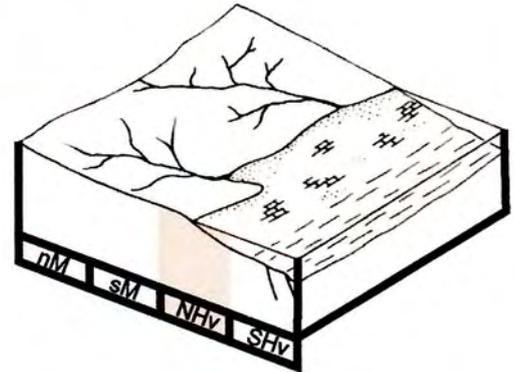
Biostrome, Bioherme



lagunäre Karbonate



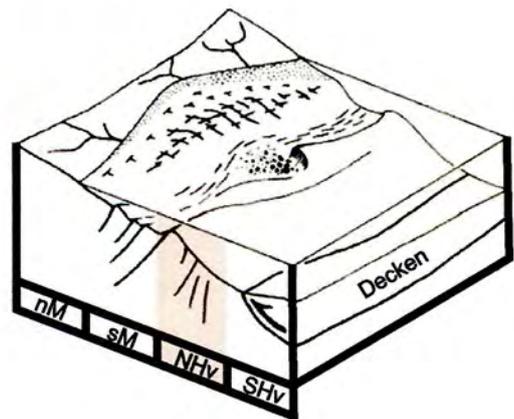
Mittlereozän



Obereozän



Unteres Oligozän



nM = nördliche Praemolasse
 sM = südliche Praemolasse
 NHv = Nordhelvetikum
 SHv = Südhelvetikum

Abb. 7: Skizze der Entwicklung des Sedimentationsraumes des Helvetikums und der im Norden anschließenden Praemolasse (nördliche Praemolasse = nM; südliche Praemolasse = sM) im Zeitraum Untereozän bis Unteres Oligozän; leicht verändert nach BUCHHOLZ (1989:52- 53).

ehemaliger Untiefen" (HAGN et. al 1992:37) bzw. darauf gründenden, nur regional nachgewiesenen patch-reefs stammen, die durch subaquatische Rutschungen und turbidity-currents in den Tiefsee-ähnlichen Sedimentationsraum der Stockletten eingetragen wurden.

Im höchsten Obereozän fand die pelagische Sedimentation im Helvetikum - wahrscheinlich verursacht durch die alpidische Überschiebung - ihren Abschluß mit dem **Schönecker Fischechiefer** des Tieferen Unteroligozäns (Nannoplanktonzone NP 21). Diese Sedimente, die nach BUCHHOLZ (1989: 54) dem Übergangsbereich Nord- zum Südhelvetikum entstammen, weisen mit ausgeprägter Lamination und ausschließlich pelagischen Faunen- und Florenelementen auf eine Sedimentation in großer Tiefe unter dysaeroben bis anaeroben Verhältnissen.

Zusammenfassend betrachtet läßt sich die bathymetrische Entwicklung des helvetischen Schelfmeeres in zwei Sequenzen fassen:

Einer Shallowing-upwards-Sequenz infolge einer Hebung des mesoeuropäischen Kontinentalsockels ab der Oberkreide, die im Ablagerungszeitraum der Zwischenschichten des Südhelvetikums, also nach HAGN etwa im Oberen Cuisian, ihren Höhepunkt findet. Diese Hebung zieht eine Regression des Meeres nach Süden nach sich, in deren Folge der nordhelvetische Sedimentationsraum etwa ab dem Oberen Maastricht trockenfällt. Bedingt durch Veränderungen der großräumlichen Tektonischen Verhältnisse kehrt sich die Bewegung um, es schließt sich eine Deepening-upwards-Sequenz mit einer Senkung des Kontinentalsockels an, die sich im Südhelvetikum bereits mit Beginn der Sedimentation des Schwarzerzes bemerkbar macht. In deren Folge kommt es im Unteren Lutetian zu einer Transgression des Meeres nach Norden und einer Rückeroberung des nordhelvetischen Ablagerungsbereiches durch das Helvetische Meer. Während der folgenden Sedimentation der Adelholzener Schichten setzt sich diese Entwicklung im Lutet fort. Mit den „faziesbrechenden“ Stockletten (siehe z.B. HAGN et al. 1992: 36) fällt eine räumliche Trennung des Nord- und Südhelvetikums (Intrahelvetische Schwelle) im Unteren Biarritzian weg. Mit dem oligozänen Schönecker Fischechiefer (Oligozän, Latdorfian), dem „jüngsten“ fest-gestellten Gestein des Helvetikums, findet die Sedimentation des Helvetikums ihren Abschluß, möglicherweise bedingt „durch die alpidischen Überschiebungen“ (BUCHHOLZ 1989:54).

2.4. Gliederung der Adelholzener Schichten

Seit O.M. REIS (1896: 24) existiert eine Unterteilung der Adelholzener Schichten in drei Abschnitte, basierend v.a. auf lithologischen Gesichtspunkten. Diese Dreigliederung wird von allen folgenden Autoren übernommen, von einigen durch eigene Beschreibungen ergänzt und verändert. Es resultiert die Situation, daß die Grenzziehung und Beschreibung der Abschnitte dieser - vom jetzigen Standpunkt mit vergleichsweise traumhaften Aufschlußverhältnissen und Profilen nicht leicht nachvollziehbaren - Dreigliederung leicht verwirrend, zumeist ungenau und wenig brauchbar ist.

Auch in der letzten zusammenfassenden Darstellung der Adelholzener Schichten durch HAGN et al. (1992:35-36) wird diese interne Drei-Gliederung übernommen und soll hier stellvertretend - als letzter Stand der Forschung - ausschnittsweise zitiert werden: Die Unteren Adelholzener Schichten werden hier als „glaukonitisch-sandig ausgebildet“ (ibid.: 35) bezeichnet; desweiteren enthielten sie gelegentlich Oberkreide-Gerölle. Die Mittleren Adelholzener Schichten werden beschrieben als „grüngraue, schwach glaukonitische, kalkig-mergelig gebundene, etwas mürbe Nummuliten- und Assilinenkalke“ und weiter: „Die Oberen Adelholzener Schichten liegen meist als grünlichgraue, mehr oder weniger glaukonitreiche Mergel vor“ (ibid.: 36).

Diese interne Gliederung in 3 Abschnitte entspricht tendenziell einer Sand-Kalk-Mergel-Abfolge entsprechend der Beeinflussung der Lithologie durch eine stetige Vertiefung des Sedimentationsraumes. Demnach sind die „Unteren Adelholzener Schichten“ als flachste, litorale Bildung und Transgressions-Horizont eher sandig, die mittleren Bereiche eher kalkig und die „Oberen Adelholzener Schichten“ als Ablagerung tieferen Wassers - überleitend zu den Stockletten - mangelig ausgebildet.

Als „Neuerung“ seit O.M. REIS (1896) nennt DE KLASZ (1956) erstmals aus den Gräben südlich Spirka ein hangendes Schichtglied der Adelholzener Schichten. Er bezeichnet sie als „Schwarzschieferfazies“ der Adelholzener Schichten und beschreibt sie als „schwarze, in trockenem Zustand schwarz-graue Mergel, die tonig oder feinstsandig, feinglimmerig, oft stark glaukonitisch ausgebildet sind.“

Abweichend werden in DARGA (1998) und

DARGA et. al. (1999), basierend auf den Geländeerfahrungen an der Baustelle in Adelholzen 1996, bereits Schichtbezeichnungen ("Braune Schicht") gebraucht, die auch in der von mir ausgearbeiteten neuen Gliederung verwendet werden; sie werden jedoch dort nicht näher erläutert und nicht mit der alten Gliederung sensu REIS in Zusammenhang gebracht.

2.5. Altersstellung und Korrelation mit dem Südhelvetikum

Schon O.M. REIS (1896) und SCHLOSSER (1925) sahen - v.a. aufgrund der Fauna und der lithologischen Entwicklung - die gesamte Entwicklung der Adelholzener Schichten als Äquivalente des Schwarzerzes einschließlich des Nebengesteins der Kressenberger Fazies-Zone des Südhelvetikums an. Danach erfolgte die Transgression in den nordhelvetischen Ablagerungsbereich und der Beginn der Sedimentation der Adelholzener Schichten während der Ablagerung des Schwarzerzes im Südhelvetikum etwa im unteren Lutet.

Auch HAGN (1992) ist aufgrund seiner langjährigen Untersuchungen der Groß-foraminiferen-Fauna dieser Auffassung: Er korreliert die „Unteren Adelholzener Schichten“ mit den hangenden Partien des Schwarzerzes, und die gesamten „Mittleren Adelholzener Schichten“ mit dem Flöz-Nebengestein (siehe HAGN et al. 1992:33). Die Grenzen der jeweiligen Schichten setzt er im Nord- und Südhelvetikum übereinstimmend in das Mittlere Lutet. Er betrachtet die Korrelation von Nord- und Südhelvetikum jedoch als problematisch (aufgrund der Revisionsbedürftigkeit der Nummuliten, die er zur Korrelation heranzog) und sah v.a. in mangelnden Aufschlüssen der Unteren Adelholzener Schichten und damit einhergehend geringen Kenntnissen Probleme, den Zeitpunkt der Transgression ins Nordhelvetikum genau festzulegen (HAGN 1960).

Die „Oberen Adelholzener Schichten“ mit der von DE KLASZ (1956) erstmals entdeckten Schwarzschiefer-Fazies wurden durch HAGN wiederholt untersucht und schließlich in HAGN et al. (1981: 131) als Hangendes der „Oberen Adelholzener Schichten“ ins Untere Biarritz, Nannoplankton-Zone NP 16 (= höheres Mitteleozän), gestellt. Zu dieser Zeit war im

Südhelvetikum die grobklastische Sedimentation abgeschlossen und die Ablagerung der Stockletten hatte bereits begonnen. BUCHHOLZ (1989: 51) besagt: „Die das Nebengestein überlagernden Mergel sind ebenfalls in die Zone NP 16 einzuordnen“.

HAGN erwähnt auch eine „geringmächtige Schicht schwarzer Mergel“ (HAGN et al. 1992:42) an der Basis der südhelvetischen Stockletten am Kressenberg - also in äquivalenter, wenn auch nicht zeitlich korrelater Position wie die Schwarzschiefer-Fazies der Adelholzener Schichten - und nimmt an, „daß die Ablagerungsbedingungen in beiden Fällen die gleichen waren“ (HAGN 1960:54). Nach den Untersuchungen WEHNER's (1981), der unter Anderen auch „schwarze Mergel“ aus den Oberen Adelholzener Schichten und von der Basis der Stockletten aus dem Kressengraben untersuchte, sind beide Gesteine nach ihrem organischen Inhalt (TOC, diverse Kohlenwasserstoffe, etc.) zwar durchaus verschieden, die Ergebnisse schließen eine ähnliche Fazies - mit Fazieswanderung Richtung Norden - jedoch nicht aus.

Wieder lithologisch und faunistisch zu korrelieren sind die Stockletten mit eingeschalteten Bänken von Lithothamnienschuttkalken, die in beiden Faziesräumen (Nord- und Südhelvetikum) zur Ablagerung kommen und daher wiederholt als „faziesbrechend „ (zuletzt in HAGN et al. 1992:36) bezeichnet werden. Allerdings setzt die Fazies der Stockletten wie bereits erwähnt im Südhelvetikum infolge der von HAGN (1960, 1967) festgestellten Trogwanderung und der damit einhergehenden Fazieswanderung in Richtung Norden etwas früher ein (etwa ab dem Unteren Biarritz) als im Nordhelvetikum (etwa ab Mittleren Biarritz). Anhand v.a. der pelagischen Foraminiferen, untergeordnet auch benthonischer Arten erarbeitete er eine Zonengliederung des bayerischen Helvetikums (siehe HAGN 1960: 55 ff.), kommt jedoch später zu anderen Ergebnissen (siehe HAGN et al. 1992).

2.6. Fossilgehalt der Adelholzener Schichten

Die letzte umfassende Bearbeitung der Fossilien des Helvetikums erfolgte durch SCHLOSSER (1925) in seiner monographischen Bearbeitung „Die Eocaenfaunen der bayerischen Alpen“.

ZEIT		NORDHELVETIKUM Adelholzen	SÜDHELVETIKUM Kressenberg
OLIGO.	LATDORF		Schönecker Fischschiefer
EOZÄN	PRIABON	Stockletten, bankweise Lithothamnienkalke	Katzenloch- schichten
	BIARRITZ		Stockletten und Lithothamnienkalke
	LUTET	Obere Adelholzener Schichten ?	Flöz-Nebengestein
		Mittlere Adelholzener Schichten ?	Schwarzerzschichten
		Untere Adelholzener Schichten	Zwischenschichten
CUIS		Roterzschichten	
PALEOZÄN	ILERD		Schmalflözschichten und Lithothamnienkalke
	THANET		Feinsandige, schwarze Mergel
	DAN		
OB.KR.	MAASTRICHT	Gerhartsreiter Schichten	Hachauer Schichten

Abb. 8: Die Schichtenfolge des Nordhelvetikums und der Kressenberger Fazies-Zone des Südhelvetikums in Oberkreide und Alttertiär; verändert nach HAGN et al. (1992:32).

Desweiteren finden sich Angaben zur Fauna der Adelholzener Schichten nur vereinzelt in der neueren Literatur. Um einen Überblick der bisher aus den Adelholzener Schichten bekannten Fossilien zu bieten, wurden auch Faunenlisten übernommen.

Folgende Fauna beschreibt SCHLOSSER (1925:198 - 201) aus den Adelholzener Schichten: Aus der „**obersten Stufe**“ (ibid.: 199) **der Adelholzener Schichten** nennt er nur folgende, spärliche Fauna:

BIVALVIA:

Scalaria densicostata SCHAFFH.
Gryphaea gümbeli MAYER

BRACHIOPODA:

Terebratulina eudichotoma GÜMBEL

Aus den „**Mittleren Adelholzener Schichten**“, die er mit dem Nummulitenkalk gleichsetzte, bestimmte SCHLOSSER (1925: 199) selbst an **Großforaminiferen:**

Orthophragmina discus RÜTIM.
(= *Discocyclus discus* RÜTIM.)
Orthophragmina sella D'ARCH.
(= *Discocyclus sella* (D'ARCH.))
Orthophragmina fortisi D'ARCH.
Orthophragmina patellaris SCHLOT.
(= *Aktinocyclus patellaris* (SCHLOT.))
Orthophragmina varicostata GMB.
Orthophragmina stellata D'ARCH.
Assilina exponens SOW.
Assilina granulosa D'ARCH.
Assilina mammillata D'ARCH.
Nummulites millecaput BOUBÉ
Nummulites helveticus KAUFM.
Nummulites laevigatus BRUG.
Operculina granulata LEYM.

Desweiteren nennt er folgende Fauna, die ich tabellarisch und weitgehend unkommentiert wiedergebe:

ANNELIDA:

Serpula spirulae LAM.
(= *Rotularia spirulae* LAM.)
Serpula bispinata SCHLOSSER
Serpula nummulitica SCHLOSSER

ECHINODERMATA:

Cyphosoma blanggianum DESH.
? *Echinocyamus alpinus* AG.
Conoclypeus conoideus LESKE
(= *Conoclypus conoideus* LESKE)

BRACHIOPODA:

Terebratulina eudichotoma GMB.

BIVALVIA:

Ostrea gigantea SOL.
(= *Pycnodonte gigantea* SOL.)
Ostrea alticostata MAY.
Cyclostreon parvulum GMB.
Spondylus schafhäutli FR. (n. REIS)
Spondylus frauscheri SCHLOSSER
Spondylus münsteri GÜMBEL
Spondylus teisenbergensis SCHAFFH.
Spondylus bifrons MÜNST.
Pecten tripartitus DESH.
Pecten scutulatus SCHAFFH.
Pectunculus alpinus SCHAFFH.

VERTEBRATA:

Oxyrhina sp.

Aus der „**tiefsten Stufe**“ **der Adelholzener Schichten** lag SCHLOSSER selbst kein Material, sondern nur eine Liste von Bestimmungen einer dritten Person vor, die Schlosser selbst anzweifelte und verwarf. Sie wird daher auch hier nicht berücksichtigt.

Aus den Adelholzener Schichten des Fundortes „Götzreut“ (= Gerhartsreiter Graben (?)) nennt SCHLOSSER (1925: 200) unhorizontiert noch folgende weitere Molluskenarten:

BIVALVIA:

Pecten suborbicularis MÜNST.
Pecten plebejus DESH.
Cyclostreon interostriatum GÜMBEL

Desweiteren revidiert er die Angaben von REIS (1897: 28) und bestätigt weitere Arten:

BRACHIOPODA:

Terebratula aequivalvis (SCHAFFHÄUTL)

BIVALVIA:

Cardium plumstediense SOW.

GASTROPODA:

Turritella sp.

Conus helveticus MAYER

Aus Adelhölzener Schichten der Umgebung von Neubeuern nennt HAGN (1954: 44) folgende **Großforaminiferen**-Arten:

Nummulites complanatus LAM.

Nummulites perforatus (MONTF.)

Assilina exponens (SOW.)

Discocyclina discus (RÜTIM.)

Discocyclina sella (D'ARCH.)

Die Mikrofauna der Schwarzmergel ("Schwarzschiefer-Fazies" sensu DE KLASZ 1956) wurde zuletzt von HAGN (1981) untersucht; er nennt über 50 Foraminiferenarten und 24 Nannoplankton-Arten (HAGN et. al. 1981:67 - 70 bzw. 130-131), die folgend wiedergegeben sind:

FORAMINIFERA:

Radiolaria gen. et sp. indet.

Clavulinoides szaboi haeringensis

Plectina eocenica

Marginulinopsis infracompressa

Vacinulinopsis asperuliformis

Nodosaria latejugata

Uvigerina chirana

Truncorotalia sp.

Turborotalia sp.

Stilostomella sp.

Planulina sp.

Cibicides sp.

Globigerina cryptomphala GLAESSNER

Globigerina eocaena GÜMBEL

Globigerina hagni GOHRBANDT

Globigerina linaperta FINLAY

Globigerinita pera (TODD)

Acarinina bullbrookii (BOLLI)

Acarinina spinuloinflata (BANDY)

Truncorotaloides rohri BRÖNNIMANN &
BERMUDEZ

Pseudohastigerina micra (COLE)

Spiroplectammia (Semivulvulina)

dalmatina (DE WITT PUYT)

Tritaxia szaboi (HANTKEN)

Karrerella subglabra (GÜMBEL)

Plectina dalmatina (SCHUBERT)

Tritaxilina pupa (GÜMBEL)

Vaginulinopsis asperuliformis (NUTTALL)

Marginulinopsis infracompressa
THALMANN

Nodosaria latejugata GÜMBEL

Bulimina truncana jacksonensiformis
HAGN

Uvigerina acutocostata (HAGN)

Uvigerina chirana CUSHMAN & STONE

Stilostomella globulicauda (GÜMBEL)

Gavelinella micra (BERMUDEZ)

Heterolepa n. sp.

Planulina costata (HANTKEN)

Planulina compressa (HANTKEN)

Anomalinoides alazanensis spissiformis
(CUSHM. & STAINFORTH)

Ammodiscus sp.

Qinqueloculina sp.

Sigmoilina sp.

Robulus sp.

Dentalina sp.

Nodosaria sp.

Marginulina sp.

Lingulina sp.

Guttulina sp.

Bolivina sp.

Uvigerina sp.

Stilostomella sp.

Eponides sp.

Osangularia sp.

Valvulineria sp.

Nuttallides sp.

Baggina sp.

Asterigerina sp.

Heterolepa sp.

Anomalinoides sp.

Chilostomella sp.

Nonionella sp.

NANNOPLANKTON:

Blackites tenuis (BRAMLETTE &
SULLIVAN)

Chiasmolithus solitus (BRAMLETTE &
SULLIVAN)

Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE &
RIEDEL)

Coccolithus pelagicus (WALLICH)

Cribocentrum reticulatum (GARTNER &
SMITH)

Cyclococcolithus floridanus (ROTH & HAY)

Cyclococcolithus formosus KAMPTNER

Dictyococcites dictyodus (DEFLANDRE &
FERT)

Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK

Discoaster saipanensis BRAMLETTE &
RIEDEL

Discoaster tani BRAMLETTE & RIEDEL

Discolithina distincta (BRAMLETTE &
SULLIVAN)

Discolithina plana (BRAMLETTE & SULLIVAN)
Lanternithus minutus STRADNER
Micrantholithus flos DEFLANDRE
Micrantholithus vesper DEFLANDRE
Reticulofenestra umbilica (LEVIN)
Reticulofenestra sp.
Sphenolithus furcatolithoides LOCKER
Sphenolithus moriformis (BRÖNNIMANN & STRADNER)
Zycolithus dubius DEFLANDRE
Zycolithus bijugatus (DEFLANDRE)

Desweiteren finden sich aus den Adelholzener Schichten des Höllgrabens (wahrscheinlich Nummulitenkalk) in HAGN et al. (1992:140-143) folgende inkrustierende Bryozoen angegeben, aufgewachsen auf Nummuliten-Gehäuse:

Puellina (Cribrilaria) n. sp. ?
Cyclicopora sp.
Escharoides (Mucronella) loricata
 KOSCHINSKY

Im Führer des Mammut-Museums Siegsdorf (DARGA 1998) sind aus den Adelholzener Schichten noch abgebildet (ohne Angaben zum Fundhorizont; vom Autor nach Ansicht der Originale - wenn möglich - rekonstruiert und in Klammern angegeben):

BIVALVIA:

Teredo sp. (Assilinenmergel ?)

CRUSTACEA:

Harpactoxanthopsis quadrilobatus
 (DESMAREST)
 -vom Autor bestimmt-
 (Braune Schicht)

VERTEBRATA:

Carcharodon sp. (Braune Schicht)

FLORA:

Bernstein (Braune Schicht)

Zuletzt beschrieb BÖHME (in DARGA et. al. 1999: 106) Reste einer carettochelyiden Weichschildkröte der Gattung *Allaeochelys* aus der Braunen Schicht der Typuslokalität in Bad Adelholzen (in vorliegender Arbeit BAM).

Zusammenfassend betrachtet ist aus den Adelholzener Schichten - anders als im Südhelvetikum und im Gegensatz zu den Ergebnissen in vorliegender Arbeit (siehe unten) - bisher nur eine recht spärliche Fauna bekannt.

3. Neugliederung der Adelholzener Schichten

3.1. Beschreibung und Abgrenzung der Schichten

Nach ausführlichen Geländearbeiten und Untersuchungen werden die Adelholzener Schichten wie folgt intern neu gegliedert; diese Neugliederung ist von der ehemaligen Dreigliederung unabhängig.

Es werden nach lithologischen und sedimentologischen, untergeordnet paläontologischen Gesichtspunkten 7 Schichten differenziert und voneinander abgegrenzt. Sie wurden vom Liegenden zum Hangenden wie folgt benannt:

Basaler Sandmergel
Assilinenmergel
Nummulitenkalk
Glaukonitsandstein
Discocyclinenmergel
Braune Schicht
Schwarzmergel

Diese Schichten werden anhand der jeweils enthaltenen, autochthonen Großforaminiferen-Fauna weiter in Fazies-Typen untergliedert. War dies nicht möglich, wurden möglichst lithologische bzw. sedimentologische Merkmale zur weiteren Untergliederung heran-gezogen.

3.1.1. Basaler Sandmergel (Ba)

Der Basale Sandmergel stellt den ältesten Horizont der Adelholzener Schichten dar. Umgelagerte Fossilien (Belemnitenrostren und wahrscheinlich

auch Foraminiferen aus der Oberen Kreide, Pattenauer- bzw. Gerhartsreiter Schichten) deuten auf seinen transgressiven Charakter hin. Wie in Hagn (1952:15; 1978:178 -180; 1992: 35) bereits beschrieben, kann ich die Gerhartsreiter- bzw. die Pattenauer Schichten als transgressive Basis der Adelholzener Schichten bestätigen. Der Basale Sandmergel entspricht wohl weitgehend den „Unteren Adelholzener Schichten“ sensu HAGN und fällt somit etwa in das Untere Mittel-Lutet.

Der Basale Sandmergel konnte im untersuchten Gebiet nur auf dem tektonisch stark gestörten Nummuliten-Köpfl im Zementbruch Rohrdorf (BZRb-ost) aufgefunden werden. Die hier festgestellte Mächtigkeit betrug etwa 1 bis höchstens 2 Meter, genauere Angaben waren durch die starke Tektonik nicht möglich. Der Aufschluss wurde durch den fortschreitenden Abbau im Frühjahr 2002 zerstört (siehe Anhang).

<u>Aufschluss</u>	<u>Mächtigkeit</u>
BZRb-ost	ca. 1 - 2 Meter

Lithologie und Sedimentologie des Basalen Sandmergels wechseln stark in der Vertikalen und Horizontalen. Es handelt sich um einen mürben, frisch schwarz- bis graubraunen, verwittert rostbraunen, dicht-gepackten Sandstein mit meist Korn-gestütztem, untergeordnet Matrix-gestütztem Gefüge. Die Sand-Komponente besteht überwiegend aus Brauneisenkörnern unterschiedlicher Korngrößen (weniger als 1 mm bis über 10 mm); die Sortierung wechselt horizontweise von gut bis kaum sortiert. Daneben finden sich häufig Quarzkörner (Durchmesser bis über 1 Zentimeter), die meist oberflächlich und in Rissen von Brauneisen imprägniert sind und die - wie auch die Brauneisenkörner - höchstwahrscheinlich umgelagert sind.

Die Matrix besteht aus einem grau-braunen Mergel bis Tonmergel, die vermutlich überwiegend aus aufgearbeiteten Oberkreide-Sedimenten herrührt; diese findet sich meist in den Zwickeln zwischen den dicht gepackten Brauneisenkörnern (Korn-gestütztes Gefüge) bzw. basal konnte auch ein Horizont mit Matrix-gestütztem Gefüge beobachtet werden, in dem kaum Brauneisenkörner zu finden waren.

Unter den biogenen Komponenten stehen die Großforaminiferen quantitativ im Vordergrund:

Zum einen finden sich insbesondere basal umgelagerte, zerbrochene oder abgerollte, meist vererzte Nummuliten, Assilinen und Discocyclinen. Desweiteren wurde schichtweise konzentriert (Zusammenschwemmung) eine autochthone Großforaminiferen-Fauna festgestellt, vorwiegend bestehend aus *Assilina* (Typ 1) und *Discocyclina* (Typ 1). Als weitere Biogene finden sich - wiederum horizontweise angereichert - Molluskengehäuse, teilweise stark fragmentiert (Schill-Lagen). Zur weiteren Fossilführung siehe unten.

Der liegende Kontakt des Basalen Sandmergels zu den Gerhartsreiter- bzw. Pattenauer Schichten (siehe Hagn, 1952:15; 1978:178 -180; 1992: 35) war im Aufschluß BZRb-ost nicht aufgeschlossen; die Schicht war auf Stockletten aufgeschoben; v.a. die wiederholten Funde von Belemnitenrostron weisen aber deutlich auf die Pattenauer Schichten als transgressive Basis der Adelholzener Schichten in diesem Gebiet .

Der hangende Übergang zum folgenden Assilinenmergel vollzieht sich im Profil fließend auf wenigen Dezimetern Mächtigkeit: der Gehalt an Brauneisenkörnern und Quarzkörnern tritt hinter dem des Glaukonits zurück, es entwickelt sich die stetigere, beruhigtere Lithologie und Sedimentologie des Assilinenmergels.

Anhand der autochthonen Großforaminiferen wird nur ein Fazies-Typ - der intern lithologisch-sedimentologisch stark differenziert ist - im Basalen Sandmergel ausgeschieden:

<u>Fazies-Typ</u>	<u>Assoziation</u>
-------------------	--------------------

Ba 1:	<i>Assilina</i> (Typ 1) + <i>Discocyclina</i> (Typ 1)
	<i>Nummulites</i> sp. <i>Assilina</i> sp. <i>Discocyclina</i> sp.

(nicht fett gedruckt = umgelagert)

Fossilführung

Desweiteren wurde folgende Fossilführung beobachtet:

Großforaminiferen: Zum einen finden sich im basalen Sandmergel vererzte, oft zerbrochene

Discocyclinen-, Nummuliten- und Assilinengehäuse, die meiner Ansicht nach transportiert und aus südlichen Bereichen (Südhelvetikum, Schwarzerz) umgelagert wurden. Sie werden daher hier nicht näher bestimmt und auch nicht typisiert. Zum anderen treten schichtweise angereichert (Zusammenschwemmung?) durchwegs unvererzte und meist unzerbrochene Gehäuse von *Assilina* (Typ 1) und *Discocyclina* (Typ 1) auf; diese werden daher als autochthon bis parautochthon angesehen und bilden die charakteristische Assoziation für den Basalen Sandmergel (Ba 1).

Bivalvia: Die Molluskenfauna ist arten-arm, jedoch individuenreich und besteht ausschließlich aus Lamellibranchiaten. Festgestellt wurden Pectiniden, Spondyliden und meist nur Bruchstücke, selten vollständige und dann meist doppelklappige Exemplare von *Pycnodonte gigantea* SOLANDER. Besonders auffallend sind Horizonte mit Muschelpflastern, die fast durchwegs entweder aus Schalenbruch oder aus mehr oder weniger kompletten Schalen von *Spondylus muensteri* GÜMBEL bestehen.

Cephalopoda: Relativ selten finden sich vorwiegend an der Basis des Basalen Sandmergels umgelagerte Belemniten-Rostren bzw. deren Bruchstücke; sie stammen aus den Pattenauer Schichten, die regional die Transgressionsbasis der Adelholzener Schichten bilden und aufgearbeitet wurden.

Echinodermata: Selten sind Bruchstücke von *Conoclypus conoideus* LESKE zu finden.

Flora: Horizontweise sind relativ häufig Holzreste festzustellen, die durchwegs stark gagatisiert und teilweise pyritisiert sind, so dass eine Bestimmung nicht mehr möglich ist (freundliche mündliche Mitteilung durch Dr. Jochen GREGOR).

Faunen- & Florenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Liste der bisher aus dem Basalen Sandmergel bekannten Arten und Formen:

Großforaminiferen:

Assilina (Typ 1)

Discocyclina (Typ 1)

Discocyclina sp. (umgelagert)

Assilina sp. (umgelagert)

Nummulites sp. (umgelagert)

Echinodermata:

Conoclypus conoideus LESKE

Bivalvia:

Pycnodonte gigantea SOLANDER

Spondylus muensteri (GÜMBEL)

Chlamys cf. *scutulatus* (SCHAFHÄUTL)

Chlamys cf. *suborbicularis* (MÜNSTER)

Cephalopoda:

Belemnites sp. (umgelagert!)

Flora:

Holzreste (gagatisiert bzw. pyritisiert)

Sedimentationsraum

Flachwasserfazies mit vor allem basal hochenergetischem Milieu (Fragmentation und Zusammenspülungen der Muschelschalen) mit transgressivem Charakter (umgelagerte Feinsedimente und Belemniten-Rostren aus den Pattenauer- bzw. Gerhartsreiter Schichten sowie klastische Komponenten und Großforaminiferen aus der südhelvetischen Schwarzerz-Fazies). Die insbesondere an der Basis häufigen Funde von gagatisierten Hölzern und Kohleschmitzen könnten auf Landnähe hindeuten.

Lithologie und Fauna (insbesondere der Teil der Großforaminiferenfauna, den ich als umgelagert betrachte) des Basalen Sandmergels erinnern sehr an die Schwarzerz-Fazies des Südhelvetikums (Kressenberg, Haunsberg, etc.). Auch entspricht der Basale Sandmergel gut der Beschreibung der für das Salzburger Südhelvetikum von VOGELTANZ (1970) ausgeschiedenen hangenden Fazies-Typen MF-Typ Sc 5 und MF-Typ Sc 6 (VOGELTANZ 1970: 401 - 402) des Schwarzerzes. Dies bestätigt die bisherigen Ergebnisse, dass die Transgression aus dem südhelvetischen Trog nach Norden während der Schwarzerz-Sedimentation stattgefunden hat.

Fossilführung

Es fanden sich folgende Fossilien:

Großforaminiferen: Die artenarme und äußerst individuenreiche Großforaminiferenfauna wird dominiert durch Assilinen (*Assilina* Typ1 und Typ2; enthalten wohl *Assilina exponens* SOW., A- und B-Formen). Dazu tritt im mergeligen, hangenden Fazies-Typ Am2 die Gattung *Discocyclus* (Typ 1 und Typ 2).

Bryozoa: Bryozoen finden sich in mehreren Arten (unbestimmt), meist inkrustierend auf biogenen Hartgründen (Großforaminiferen, Molluskenschalen); in Fazies-Typ Am2 sind vermehrt bäumchenförmig-verzweigte und auch fächerförmige Formen zu beobachten.

Spongiae: Wie im folgenden Nummulitenkalk ist die dickschalige *Pycnodonte gigante* (SOLANDER) oft stark von Bohrschwämmen (*Cliona* sp. ?) befallen.

Annelida: Insbesondere in Fazies-Typ Am1 findet sich *Rotularia spirulae* (LAM.) sehr häufig; Serpeln unbestimmter Arten (*Serpula* div. sp.) sind im gesamten Assilinenmergel sehr häufig, meist aufgewachsen auf Großforaminiferen und Molluskenschalen, oft zusammen mit sessil-inkrustierenden Bryozoen.

Bivalvia: Die Muschelfauna des Assilinenmergels beschränkt sich auf relativ wenige häufige Arten. Diese sind schichtweise aber sehr individuenreich. Insbesondere *Pycnodonte gigante* (SOLANDER) und *Spondylus muensteri* (GÜMBEL) treten in Fazies-Typ Am 1 sehr häufig und vorwiegend doppelklappig in phantastischer Erhaltung auf. Auch die zwei Kammmuschel-Arten (*Chlamys* cf. *scutulatus* (SCH.) und *Chlamys* cf. *suborbicularis* (MÜNSTER)) und Vertreter der *Plicatulidae* treten häufig auf, schichtweise angereichert v.a. im Fazies-Typ Am 2. Das Auftreten der Bohrmuschel *Lithophaga* sp. ist, wie im Nummulitenkalk, an das Vorkommen der dickschaligen *P. gigante* (SOLANDER) gebunden.

Echinodermata: Wie im Nummulitenkalk findet sich - insbesondere in Fazies-Typ Am1- neben anderen, selteneren und unbestimmten Arten relativ häufig der dickschalige *Conoclypus conoideus* LESKE, oft in Bruchstücken, seltener

sind komplette Coronen.

Faunenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Liste der bisher aus dem Assilinenmergel bekannten Arten und Formen:

Großforaminiferen:

Nummulites (Typ 1)
Assilina (Typ 1)
Assilina (Typ 2)
Discocyclus (Typ 1)

Bryozoa:

Div. sp. indet.

Spongiae:

Cliona sp.

Annelida:

Rotularia spirulae (LAM.)
Serpula div. sp.

Bivalvia:

Lithophaga sp.
Pycnodonte gigante (SOLANDER)
Plicatulidae gen. et sp. indet
Chlamys cf. *scutulatus* (SCHAFHÄUTL)
Chlamys cf. *suborbicularis* (MÜNSTER)
Spondylus muensteri
Div. sp. indet

Echinodermata:

Conoclypus conoideus LESKE
Div. sp. indet.

Sedimentationsraum

Gut durchlichtete, sauerstoffreiche Flachwasserfazies mit v.a. im Liegenden noch sehr hoher Wasserenergie; diese nimmt mit einer Tiefenzunahme (höherer Mergelanteil, überwiegend schichtparallele Einlagerung der Komponenten im hangenden Fazies-Typ Am2) zum Hangenden hin ab; der Sedimentationsraum entwickelt sich hin zu einer geschützteren, Lagunen-ähnlichen Fazies des hangenden Nummulitenkalkes (siehe unten).

3.1.3. Nummulitenkalk (Nk)

Der Nummulitenkalk ist sicherlich der auffallendste und am besten bekannte - weil auch am günstigsten aufgeschlossene - Horizont der Adelholzener Schichten. Zusammen mit dem Assilinenmergel (Fazies-Typ Am2, wohl auch noch Hangendes von Am1) und teilweise auch dem hangenden Discocyclusmergel (siehe z.B. GANSS 1977:52) wurden sie bisher als die typischen „Mittleren Adelholzener Schichten“ angesehen; somit entspricht der Nummulitenkalk etwa dem Oberen Lutet (z.B. HAGN et al 1992). Durch ihren ungeheuren Individuenreichtum an Nummulitengehäusen (*Nummulites* Typ1, beinhaltet wohl überwiegend den altbekannten *N. millecaput* BOUBEE) und Assilinen (*Assilina* Typ 1 und Typ 3, beinhaltet wohl überwiegend *A. exponens* (SOW.), untergeordnet auch *Assilina* Typ3) sind sie weithin bekannt geworden.

Der Nummulitenkalk ist durch seinen oft hohen Kalkgehalt meist als Härtling aus der Geländemorphologie herauspräpariert. Er ist im Profil von Adelhozen (BAM, ca. 4,50 Meter) und im gesamten Höllgraben (West und Ost) mit Mächtigkeiten bis zu 6 Metern weit verbreitet. Auch im Traunprofil (TPN, ca 3 bis 4 Meter) und Gerhartsreiter Graben (GRG, ca. 6 Meter) ist er anstehend sowie auch im Profil im Zementbruch Rohrdorf (BZRa, ca. 5 Meter).

<u>Aufschluss</u>	<u>Mächtigkeit</u>
BAM	ca. 4,50 Meter
HÖG, z.B. SNG	bis ca. 6 Meter
GRG	ca. 6 Meter
TPN	ca. 3 bis 4 Meter
BZRa	ca. 5 Meter

Beim Nummulitenkalk handelt es sich zum einen um einen mehr oder weniger kalkigen, bioklastenreichen, in wechselndem Grade ausgewaschenen Mergel-Sand bis Sandmergel. Zum Anderen entwickelt sich aus diesem Sand unter rasch steigendem Kalkgehalt ein harter, splittiger, bioklastenärmerer Kalkmergel bis Mergelkalk, welcher Bänke bildet, die lateral auskeilen.

Die sandige Komponente besteht v.a. aus Bioklasten, untergeordnet Glaukonitkörnern:

Bei den Biogenen und Bioklasten handelt es sich vorwiegend um Nummulitengehäuse und deren teilweise stark abgerollten Fragmente, die horizontweise in Massen auftreten, in wechselndem Grade horizontal eingeregelt sind bzw. dachschieferartige Lagerung zeigen und dann gesteinsbildend mit abgestütztem Gefüge auftreten. Schichtweise dominiert auch *Assilina* über *Nummulites*. Die weitere Fossilführung ist auffallend arten- und individuenarm (siehe unten). An abiogenen Komponenten ist ausschließlich Glaukonit zu nennen; beobachtet wurden unterschiedliche Korngrößen (bis zu 3 mm Durchmesser), die horizontweise konzentriert bzw. meist auch nach Größe mehr oder weniger sortiert sind.

Anhand der Verteilung der Großforaminiferen-Fauna läßt sich der Nummulitenkalk - hier relativ unabhängig von der Lithologie, insbesondere dem Kalkgehalt - nach meinen Erkenntnissen in 3 Fazies-Typen weiter untergliedern: Vom Liegenden ins Hangende:

<u>Fazies-Typ</u>	<u>Assoziation</u>
Nk 1:	<i>Nummulites</i> (Typ 1) + <i>Assilina</i> (Typ 1) + <i>Assilina</i> (Typ 3) + <i>Discocyclus</i> (Typ 1)
Charakteristik:	Hellgraue Kalkmergel-Matrix, Glaukonit- und Bioklastenreich, meist stark ausgewaschen.
Nk 2	(typische Fazies): <i>Nummulites</i> (Typ 1) + <i>Assilina</i> (Typ 3)
Charakteristik:	Bioklastenreicher, mehr oder weniger stark ausgewaschener Sandmergel mit wechselndem Kalkgehalt.
Nk 3:	<i>Nummulites</i> (Typ 1) + <i>Assilina</i> (Typ 2) + <i>Assilina</i> (Typ 3)
Charakteristik:	Reicher an Glaukonit, tendenziell weniger ausgewaschen.

Zum liegenden Übergang von Assilinenmergel zum Nummulitenkalk siehe oben.

Der Glaukonitsandstein entwickelt sich fließend aus dem Nummulitenkalk unter rascher Zunahme des Glaukonitgehaltes; die Matrix wird mergeliger. Die Nummulitenführung (betrifft auch *Assilina*) nimmt ab.

Fossilführung

An weiteren Fossilien fanden sich folgende Arten, Gattungen und Formen:

Großforaminiferen: Beobachtet wurden *Nummulites* (Typ 1) sowie *Assilina* (Typ 1, 2 und 3). Die typische, bekannte Fazies des Nummulitenkalkes besteht nur aus Gehäusen von *Nummulites* und *Assilina* (Typ 3) mit wenig Begleitfauna. *Assilina* (Typ 1) und *Assilina* (Typ 3) treten im gesamten Nummulitenkalk auf und sind horizontweise dominant und gesteinsbildend, während *Assilina* (Typ 2) erst im hangenden Fazies-Typ auftritt.

Bryozoa: Bei den Bryozoen herrschen sessil-inkrustierende Formen vor, meist aufgewachsen auf die als biogene Hartgründe dienenden Nummuliten- und Assilinengehäuse oder Austernschalen. Die Gattungen *Escharoides*, *Cyclicophora* und *Puellina* sind aus HAGN et al. (1992) entnommen und dort abgebildet. Weniger häufig kommen hier auch ästig ausgebildete Formen vor.

Spongiae: Die dickschalige *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER) ist oft stark von Bohrschwämmen (*Cliona* sp. ?) befallen.

Annelida: Die für die Adelholzener Schichten und allgemein für Flachwassersedimente des Lutet typische *Rotularia spirulae* (LAM.) ist im Nummulitenkalk schichtweise sehr häufig. Auch Serpeln, oft in Gemeinschaft mit Bryozoen auf Nummuliten- und Assilinengehäuse aufgewachsen, sind durchgehend im Profil häufig (siehe dazu auch Punkt 7.1.).

Echinodermata: Der hier sehr dickschalige *Conoclypus conoideus* LESKE findet sich oft in Bruchstücken, selten sind komplette Coronen, die dann meist tektonisch verdrückt sind. Im Schlammrückstand sind die Stacheln

von „*Cidaris*“ sp. schichtweise sehr häufig. An Crinoidenresten finden sich nicht selten Stielglieder von *Isocrinus cingulatus* (MÜNSTER) und *Bourgueticrinus* sp..

Bivalvia: Im Gestein einzeln eingestreut, meist aber partieweise oder nestartig angereichert finden sich die meist einklappigen Schalen der Auster *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER). Sie sind oft intensiv angebohrt durch Bohrschwämme (*Cliona* sp.), seltener durch Bohrmuscheln (*Lithophaga* sp.) und teilweise stark bewachsen mit Bryozoen und Serpeln. Einige Exemplare zeigen auch Spuren von Abrollung. Selten ist im Nummulitenkalk die hier relativ wenig bestachelte Stachelauster *Spondylus muensteri* zu finden.

Faunenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Faunenliste:

Großforaminiferen:

Nummulites (Typ 1) (beinhaltet *N. millecaput* BOUBÉ)
Assilina (Typ 1) (beinhaltet *Assilina exponens* (SOW.))
Assilina (Typ 2)
Assilina (Typ 3)

Bryozoa:

Cyclicopora sp.
Escharoides (*Mucronella*) *loricata* KOSCHINSKY
Div. sp. indet.

Spongiae:

Cliona sp.

Echinodermata:

Conoclypus conoideus (LESKE)
„*Cidaris*“ sp. (Stacheln)
Isocrinus cingulatus (MÜNSTER)
Bourgueticrinus sp.

Bivalvia:

Pycnodonte gigantea (SOLANDER)
Spondylus muensteri GÜMBEL
Lithophaga sp.

div. sp.) aufgewachsen auf Großforaminiferen- und Molluskenschalen.

Echinodermata: Neben seltenen, unbestimmten Seeigelresten und „Cidaris“- Stacheln finden sich meist vollständige Coronen von *Conoclypus conoideus* LESKE.

Bivalvia: Relativ häufig können im Glaukonitsandstein Spondyliiden (unbestimmt) und unbestimmbare Muschelsteinkerne (*Div. sp. indet.*) beobachtet werden. Daneben kommt auch noch selten *Pycnodonte gigantea* (SOLANDER) vor, oft angebohrt durch Bohrmuscheln (*Lithophaga sp.*); in hangenden Bereichen tritt eine weitere, kleinwüchsige Form (*Pycnodonte sp.*) hinzu. Schälchen aus der Gruppe der *Plicatulidae* (*Plicatulidae gen. et sp. indet.*) sind im gesamten Glaukonitsandstein häufig.

Faunenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Liste der bisher aus dem Glaukonitsandstein bekannten Arten und Formen:

Großforaminiferen:

Nummulites (Typ 2)
Assilina (Typ 2)
Assilina (Typ 3)

Vermes:

Rotularia spirulae (LAM.)
Serpula div. sp.

Echinodermata:

Conoclypus conoideus LESKE
„Cidaris“ *sp.* (Stacheln)
Div. sp. indet.

Bivalvia:

Lithophaga sp.
Pycnodonte gigantea (SOLANDER)
Pycnodonte sp.
Plicatulidae gen. et sp. indet.
Spondyliidae gen. et sp. indet.
Div. sp. indet.

Sedimentationsraum

Hochenergetische Flachwasserfazies mit Glaukonitbildung; schnelle Sedimentation (kurzer Sedimentationszeitraum).

Die Fazies des Glaukonitsandsteines unterscheidet sich deutlich von der eher abgeschlossenen, lagunären Fazies des Nummulitenkalkes. Dies führe ich auf eine relativ sprunghafte Vertiefung (Absenkung des mesoeuropäischen Schelfes), bzw. wahrscheinlich auch einer weitgehenden Öffnung des Sedimentationsraumes, zurück. Diese Entwicklung setzt sich im Discocyclinenmergel fort.

3.1.5. Discocyclinenmergel (Dm)

HAGN (1954: 44) erwähnt „grüngraue Mergel im Hangenden der Nummulitenbrekzien“ in der Region um Neubeuern. Weiterhin schreibt er an dieser Stelle: „Die grünlichgrauen Foraminiferen Mergel im Hangenden der Adelholzener Assilinenkalke darf man der glaukonitischen Fossilschicht gleichstellen, die Schlosser am Kressenberg als „Emanuelflöz-Nebengestein ausgeschieden hat“ (HAGN 1954:69). Die von ihm an dieser Stelle beschriebene Lithologie und Fauna sowie die Stellung im Profil entspricht gut den von mir beobachteten Verhältnissen im Discocyclinenmergel. Auch die hier gemachte Korrelation mit dem Südhelvetikum kann ich von Fauna und Lithologie her bestätigen. Hervorzuheben ist hierbei, daß die typische „Fossilschicht“ nur eine von mehreren Fazies-Typen des Nebengesteins darstellt. Nach HAGN et.a. (1992) entspricht der Discocyclinenmergel also dem Obersten Ober-Lutet.

Der Discocyclinenmergel konnte in seiner typischen Ausbildung im Typusprofil von Bad Adelholzen (BAM) sowie südlich davon in den Schuppen des Höllgrabens (z.B. Schneckengraben (SNG), im Wehrprofil („Schwimmbadprofil“) von Siegsdorf an der Weißen Traun (TPN) sowie auf dem Betriebsgelände des Rohrdorfer Zementwerks mit sehr unterschiedlichen Mächtigkeiten beobachtet werden; dies ist vorwiegend auf tektonische Reduktion dieser Mergel zurückzuführen, was sehr schön z.B. im Traun-Profil (TPN) oder am Nummulitenköpfl (BZRb) zu belegen war:

<u>Aufschluss</u>	<u>Mächtigkeit</u>
BAM	ca. 4 Meter
SNG	ca. 3 Meter
BZRa	ca. 5 Meter
BZRb	ca. 2 - 3 Meter
TPN	ca. 2 Meter

Beim Discocyclinenmergel handelt es sich um einen frisch grünlich-grauen, meist bräunlich-rostig verwitternden Biogen- und Bioklastenreichen Mergel. Die Intensität der Farbe variiert je nach Glaukonitgehalt. Dieser sinkt vom Liegenden (Schalenfazies) zum Hangenden (Mergelfazies) hin zugunsten einer Zunahme der Mergel-Matrix. An abiogenen klastischen Komponenten finden sich neben dem erwähnten, meiner Meinung nach als authochthone Bildung anzusehenden Glaukonitkörnern nur sehr selten und vereinzelt sehr gut gerundete, kleine Quarzkörnchen.

An biogenen Komponenten stehen die Großforaminiferen im Vordergrund, an erster Stelle die kleinwüchsigen Gehäuse von *Discocyclina* (hier D. Typ 3) insbesondere in den Fazies-Typen Dm 2 und Dm 3 sowie im Hangenden von Dm 1) und kleinwüchsige, aufgeblasen-knopfförmige Nummuliten (hier N. Typ 3). Im liegenden Fazies-Typ Dm 1 sind Assilinen (hier A. Typ 1 und Typ 3) noch sehr häufig und übersteigen anteilmäßig v.a. im Liegenden den Gehalt an Discocyclinen. In Faziestyp Dm 3 kommt noch *Operculina* (hier O. Typ1) hinzu. daneben findet sich eine reiche Makro- und Mikrofauna (weiteres zur Fossilführung siehe unten). An Bioklasten, die lateral auskeilenden Horizonten angereichert sind (flache Rinnenfüllungen ?) stehen Fragmente von Großforaminiferen, Mollusken und Echinodermen, meist wenig abgerollt, im Vordergrund.

Eine Schichtung ist horizontweise gut ausgebildet mit mehr oder weniger schichtparalleler Einlagerung der Biogene; meist ist sie jedoch bioturbat gestört (bioturbates Gefüge), insbesondere in den Fazies-Typen Dm 2 und Dm 3. Hier können auch einzelne, röhrenförmige, gebogene Grabgänge von mehreren Dezimetern Länge und bis zu 3 Zentimetern Durchmesser beobachtet werden (v.a. in Fazies-Typ Dm 2).

Zur liegenden Grenze mit dem Glaukonitsandstein siehe oben.

Der hangende Übergang zur folgenden Braunen Schicht erfolgt mit einer etwa 20 bis 30 Zentimeter mächtigen Übergangsschicht, die ich ob ihrer

Auffälligkeit hier als eigenen Fazies-Typ, der Braunen Schicht (Fazies-Typ Bs1; siehe unten) zugeordnet, ausscheiden will (siehe unten).

Anhand der Verteilung der Großforaminiferen-Fauna läßt sich der Discocyclinenmergel in drei Fazies-Typen weiter untergliedern: Vom Liegenden ins Hangende in den **Fazies -Typ Dm1** (oder Schalenfazies genannt), den **Fazies -Typ Dm 2** (oder Mittlere Fazies) und den **Fazies -Typ Dm3** (oder Mergelfazies). Sie sind jeweils durch folgende Assoziationen der weiter unten ausgeschiedenen Groß-foraminiferen-Formen (siehe Punkt 4.1.) charakterisiert:

<u>Fazies-Typ</u>	<u>Assoziation</u>
Dm1 (Schalenfazies):	<i>Nummulites</i> (Typ 3) <i>Assilina</i> (Typ 3) <i>Assilina</i> (Typ 1) <i>Discocyclina</i> (Typ 3)
Charakteristik:	Hoher Glaukonitgehalt, daher meist bräunlich-dkl.-grüne Gesteinsfarbe.
Dm 2 (Mittlere Fazies):	<i>Nummulites</i> (Typ 3) <i>Discocyclina</i> (Typ 3) <i>Actinocyclus</i> (Typ 1)
Charakteristik:	Abnehmender Glaukonitgehalt.
Dm3 (Mergelfazies):	<i>Nummulites</i> (Typ 3) <i>Discocyclina</i> (Typ 3) <i>Operculina</i> (Typ 1) <i>Actinocyclus</i> (Typ 1)
Charakteristik:	Wenig Glaukonit; dkl.- bis hell-graue Gesteinsfarbe.

Lithologisch ist im Profil des Discocyclinenmergels eine Abnahme des Glaukonitgehaltes und eine relative Zunahme der mergeligen Matrix zum Hangenden hin zu beobachten. Die Dominanz der Großforaminiferen über die restliche Fauna und ihr relativer Anteil am Gestein nimmt zum Hangenden hin stark ab. Zu Unterschieden in der Fossilführung der einzelnen Fazies-Typen siehe unten.

Fossilführung

Foraminifera: Der Discocyclinenmergel beherbergt im Hangenden (insbesondere Fazies-Typ Dm 3) eine relativ reiche und gut erhaltene Kleinforaminiferenfauna (siehe auch HAGN 1954: 44) bei seiner Beschreibung der "grüngrauen Mergel im Hangenden der "Nummulitenbrekzien"). Insbesondere zum Hangenden hin, im Bereich der „Mergelfazies“, nehmen planktische Formen zahlenmäßig immer mehr zu. Zu nennen sind z.B. die Gattungen *Nodosaria*, *Cibicides* und *Globigerina*.

Großforaminiferen: Im Discocyclinenmergel konnten Formen der Gattungen *Discocyclina*, *Nummulites*, *Assilina* und *Operculina* festgestellt werden. Im Liegenden und auch Mittleren Bereich (Fazies-Typen Dm 1 und Dm 2) des Discocyclinenmergels wird die Gesamtfaua zahlenmäßig dominiert durch *Discocyclina* (Typ 3), die hier in Massen auftritt. In der weiteren Entwicklung tritt diese Art in den Hintergrund (Fazies-Typ Dm 3, Mergelfazies). Der kleinwüchsige *Nummulites* (Typ 3) ist im gesamten Profilvereich des Discocyclinenmergels häufig anzutreffen. *Assilina* (Typ 3) kommt noch in den unteren Partien des Discocyclinenmergels vor (Liegendes des Fazies-Typen Dm 1). Im hangenden Bereich (Mergelfazies = Fazies-Typ Dm 3) tritt die kleinwüchsige *Operculina* (Typ 1) hinzu.

Bryozoa: Der Discocyclinenmergel beherbergt eine formenreiche Bryozoenfauna. Neben inkrustierenden Kolonien auf biogenen Hartgründen (*Bivalvia*, *Echinodermata*) sind bäumchenförmig-verzweigte, knollig-kugelige und suppentellerförmige Wuchsformen zu verzeichnen.

Brachiopoda: An meist kleinwüchsigen Brachiopoden wurden *Terebratulina eudichotoma* GÜMBEL (siehe bereits HAGN 1954: 43) und *Cistella* sp. festgestellt (wahrscheinlich jeweils mehrere Arten). Sie treten gehäuft ab der Mittleren Fazies (Fazies-Typ Dm 2) und besonders zahlreich in der hangenden Mergelfazies (Fazies-Typ Dm 3) auf.

Vermes: Neben den durchgehend vorkommenden sessilen Serpeln auf biogenen Hartgründen beobachtet man *Rotularia spirulae* (LAM.) vom Nummulitenkalk bis hinein in die Discocyclinenmergel. Sie ist in den basalen

Partien (Schalenfazies; Fazies-Typ Dm 1) noch relativ häufig; mit Auftreten von Fazies-Typ Dm 2 kommt sie nicht mehr vor.

Ostracoda: Insbesondere in den Fazies-Typen Dm 2 und Dm 3 fiel beim Schlämmen eine wohlhaltene, im ersten Überblick wohl über ein Dutzend Arten zählende Ostracoden-Fauna auf.

Decapoda: Krebs-Carapaxe in meist sehr vollständiger Erhaltung sind insbesondere im basalen Discocyclinenmergel (Fazies-Typen Dm 1 und Dm 2) häufig, treten jedoch vereinzelt auch im Hangenden (Fazies-Typ Dm 3) auf. Neben mehreren, unbestimmten Arten und einem Panzerrest der Schwimmkrabbe *Ranina* scheint insbesondere *Harpactoxanthopsis quadrilobatus* DESMAREST am häufigsten zu sein (siehe dazu auch Punkt 7.1.).

Echinodermata: An Seeigel-Arten sind neben seltenen, unbestimmten Formen v.a. der auffällige und im Fazies-Typ Dm 2 häufige *Conoclypus* sp. zu nennen (siehe dazu auch Punkt 7.1.). Auch Stacheln von „*Cidaris*“ sp. sind im Schlämmrückstand häufig anzutreffen, selten dagegen einzelne Crinoidenstiel-Glieder der Gattungen *Isocrinus* und *Bourgueticrinus*.

Scaphopoda: Scaphopoden konnten nur mit einem Einzelfund von *Dentalium* sp. nachgewiesen werden.

Gastropoda: Bei den festgestellten Gastropoden handelt es sich mit Ausnahme der kalzitschaligen *Pleurotomaria* cf. *puncticulosa* GÜMBEL um Steinkerne bzw. Prägesteinkerne, die stets tektonisch stark deformiert und schlecht erhalten sind. Ihr Vorkommen konzentriert sich v.a. auf den Übergang von Fazies-Typ Dm 1 zu Dm 2 und im gesamten Bereich des Fazies-Typs Dm 2. Am häufigsten sind neben der erwähnten *Pleurotomaria* cf. *puncticulosa* GÜMBEL, *Conus* cf. *helveticus*, *Calyptrea* cf. *aperta* und Cypraeen (*Cypraea* sp. und *Gisortia* cf. *gigantea* in mehreren Exemplaren); die anderen Gattungen sind nur durch vereinzelte Funde nachgewiesen.

Bivalvia: Im Discocyclinenmergel ist eine reiche Muschelfauna mit vielen Arten festzustellen, insbesondere in der Mittleren Fazies (Dm2) und auch in Dm 3; die Artenzahl scheint zum Hangenden hin abzunehmen. Die häufigsten Formen sind neben mehreren, teilweise nestartig

zusammengewachsenen Spondyliden-Arten die Pectiniden (mit *Lentipeecten cf. corneus*, *Chlamys cf. scutulatus*, *Chlamys cf. paueri*, *Chlamys cf. solea*). Sehr häufig im gesamten Discocyclinenmergel sind auch die Steinkerne (oft auch doppelklappig) unbestimmter *Laevicardiinae*. Daneben sind noch einige Plicatuliden-Arten und Steinkerne von *Crassatella sp.* nicht selten. Auffallend ist eine kleine Form der Gattung *Pycnodonte*, die im gesamten Discocyclinenmergel sehr häufig ist und auch noch in der hangenden Braunen Schicht häufig auftritt. In sporadisch auftretenden Holzresten sind stets *Teredo*-Spuren festzustellen.

Cephalopoda: Aus dem Profil Adelholzen sind mehrere Nautilideenfunde bekannt. Auch in Rohrdorf (BZR a, BZRb-west) konnte die Gattung *Aturia* in mehreren Exemplaren nachgewiesen werden. Sie liegen durchwegs in Schalenerhaltung vor und sind überwiegend schon primär als Fragmente eingebettet, selten auch vollständig. Es wurden auch Fragmente einer wahrscheinlich zweiten, größeren Nautilideen-Art geborgen. Diese konnten nicht näher bestimmt werden.

Vertebrata: Zähne, Wirbel und allgemein inartikulierte Knochenreste, wahrscheinlich überwiegend von Haien, sind im Discocyclinenmergel häufig zu finden, darunter auch sehr kleine Formen. Sie wurden außer dem auffallenden *Hexanchus sp.* nicht weiter bestimmt.

Flora: Sporadisch sind im gesamten Discocyclinenmergel Holzreste zu finden, die sich durch meist starken *Teredo*-Befall als Treibhölzer ausweisen. Ein Fund aus dem Fazies-Typ Dm 1 des Aufschlusses BZRa wurde freundlicherweise durch Dr. Jochen GREGOR untersucht und - mit Vorbehalt - zu den Gymnospermae gestellt. Als Einzelfund (Aufschluß BZRa; Fazies-Typ Dm 2) ist das Blatt eines Lorbeergewächses (sensu lato) zu nennen: es ist glattrandig, mit kaum sichtbarer Nervatur und stark gepreßten Kutikeln; durch die schlechte Erhaltung ist es leider nicht näher bestimmbar (freundliche mündliche Mitteilung durch Dr. Jochen GREGOR).

Faunen-und Florenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Faunen- und Florenliste:

Foraminifera:

Globigerina sp.
Div. sp. indet.

Großforaminiferen:

Discocyclina (Typ 1)
Nummulites (Typ 3)
Assilina (Typ 3)
Operculina

Bryozoa:

Div. sp. indet.

Brachiopoda:

Terebratulina eudichotoma
Cistella sp.

Vermes:

Rotularia spirulae
Serpula sp.

Ostracoda:

Div. sp. indet.

Decapoda:

Harpactoxanthopsis quadrilobatus
DESMAREST
Ranina sp.
Div. sp. indet.

Echinodermata:

Conoclypus sp.
„*Cidaris*“ sp. (Stacheln)
Div. sp. indet.
Isocrinus sp.
Bourgueticrinus sp.

Scaphopoda:

Dentalium sp.

Gastropoda:

Pleurotomaria cf. puncticulosa GÜMBEL
Calyptraea cf. aperta
Cypraea sp.
Gisortia cf. gigantea
Ficus sp.
Galeodea sp.
Athleta sp.
Conus cf. helveticus

Bivalvia:

Semimodiolus cf flabella (Schaffhäutl)
Pycnodonte sp.
Plicatulidae gen. et. sp. indet
Lentipecten cf. corneus
Chlamys cf. scutulatus
Chlamys cf. paueri
Chlamys cf. solea
Spondylus div. sp. indet.
Crassatella sp.
Laevicardiinae gen. et. sp. indet
Teredo sp. (in gagatisiertem Holz)

Cephalopoda:

Aturia sp.
Nautiloidea gen. et sp. indet.

Vertebrata:

Hexanchus sp.
Div. Sp. indet.

Florenreste:

Holz, gagatisiert; höchstwahrscheinlich
Gymnospermae
Blattrest Sp. indet.; lauroides Blatt

Sedimentationsraum

Flachwasserfazies mit im Liegenden mittlerer bis hangend mäßiger Wasserenergie und guter Durchlüftung. Die Wassertiefe nimmt stetig zum Hangenden hin zu (Zunahme des Mergelanteils; Veränderungen in der Fauna, insbesondere der Großforaminiferenfauna).

Der Artenreichtum und die Assoziation der Arten deuten auf eine nährstoffreiche und produktive Fazies mit hoher Raumstruktur, wie sie heute ähnlich in Lebensräumen mit Seegraswiesen beobachtet werden kann. Ich nehme daher ausgedehnte Seegraswiesenpolster, unterbrochen durch flache Rinnen mit erhöhter Wasserenergie (verstärkte Fragmentation, höhere Bioklastenführung) im Sedimentationsraum des Discocyclinenmergels, insbesondere im Fazies-Typ Dm 2, an.

Die reiche Fauna, von der hier nur ein Bruchteil bestimmt und vorgestellt wurde (v.a. die Molluskenfauna) sowie auch die Lithologie (z.B. Glaukonitgehalt) erinnern an die typische Fossil-schicht-Fazies des Nebengesteins des Südhelvetikums, mit der auch schon HAGN (1954: 44) den Discocyclinenmergel gleichstellte.

3.1.6. Braune Schicht (Bs)

Die Braune Schicht wurde bereits von HAGN (HAGN et al. 1981: 68 ff.) im Steinbruch des Zementwerkes Rohrdorf am „Adelholzener Sattel“ (oder „Nummulitenköpfl“, in dieser Arbeit BZRb) beobachtet und hier als eine basale, sandreiche Fazies des überlagernden, teilweise (basal und Fazies-Typ Sm2, siehe unten) ebenfalls sandreicher entwickelten Schwarzmergels interpretiert. Aus folgenden Gründen will ich die Braune Schicht jedoch als eigenständigen Horizont der Adelholzener Schichten abtrennen:

- Die Braune Schicht und der Schwarzmergel sind von ihrer faziellen Bildung her meiner Ansicht nach grundlegend verschieden.

- Die Molluskenfauna der Braunen Schicht unterscheidet sich von der des Schwarzmergels; sie hat nach meiner Übersicht mehr Arten mit dem Discocyclinenmergel gemeinsam.

- Im Typusprofil von Adelholzen (BAM) sowie im Höllgraben wird die Braune Schicht konkordant überlagert von Stockletten; der Schwarzmergel ist hier nicht entwickelt und sollte daher als unabhängige und zudem regional nicht entwickelte Schicht behandelt werden.

Nach HAGN (z.B. HAGN et al. 1992), so ist die Braune Schicht bereits ins Biarritz (Unterstes Unter-Biarritz) zu stellen.

Ich konnte die Braune Schicht im Typusprofil von Adelholzen (BAM), im Traunprofil flussabwärts (nördlich) des Siegsdorfer Wehres (TPN) und auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf (BZRa und BZRb) feststellen (Beschreibung der Aufschlüsse siehe Anhang). Die Braune Schicht variiert in ihren Mächtigkeiten (zwischen 1 Meter und 2,5 Metern), was vorwiegend wohl auf tektonische Reduktion zurückzuführen ist, besonders offensichtlich in den Aufschlüssen TPN und BZRb:

<u>Aufschluss</u>	<u>Mächtigkeit</u>
BAM:	ca. 1 Meter
BZRa:	ca. 2 bis 2,5 Meter
BZRb:	ca. 1,5 Meter
TPN:	ca. 1,80 Meter

Lithologisch handelt es sich bei der Braunen Schicht um einen dunkelbraunen, massig entwickelten und stückig brechenden, bröselig-mergeligen, feinen Sandstein. Die sandige Komponente des Gesteins besteht dabei überwiegend aus mergelig gebundenen, dicht gepackten (meist abgestütztes Gefüge) und wohlgerundeten Brauneisenkörnern. Diese Brauneisenkörner sehe ich nicht, wie bisher angenommen, als Verwitterungsprodukt von Glaukonitkörnern („alterierter Glaukonitsand“) an. Ein typisches Zeichen dafür wär eine bloße Rinde von Brauneisen um einen stets glaukonitischen Kern. Da sie jedoch durch und durch aus Brauneisen bestehen, was sich auch praktisch schon im Aufschluss an den typischen schmierig-braunen Hammer- und Meißelspuren am Sediment sehr einfach erkennen läßt, halte ich sie für eine autochthone bzw. paraautochthone Bildung.

An weiteren klastischen Komponenten sind vereinzelt auch sehr gut gerundete Glaukonitkörner festzustellen, die keinerlei Anzeichen einer Alteration erkennen lassen; diese führe ich, wie die sporadisch enthaltenen Groß-Foraminiferen der Gattungen *Discocyclina*, *Nummulites* und *Operculina*, auf eine Umlagerung aus dem liegenden Discocyclinenmergel zurück; sie sind nach meiner Ansicht also keine autochthone Bildung.

Desweiteren kommen in der Braunen Schicht auch wohlgerundete, kleine Quarzkörner vor.

Die Braune Schicht ist meist massig entwickelt und besitzt meist bioturbates Gefüge; eine Schichtung ist kaum erkennbar; sie ist nur horizontweise zum einen durch lateral begrenzte Muschelpflaster angedeutet, vorwiegend mit *Lentipecten corneus* (SOWERBY) in meist doppelklappiger Erhaltung, die regelrechte Pflaster bilden; auch hier ist das Gefüge jedoch meist durch Bioturbation mehr oder weniger aufgelöst. Zum anderen können in wechselnden Profilhöhen mehrere Horizonte phosphoritische Konkretionen beobachtet werden: wulstige Knollen mit bis zu 5 Zentimetern Durchmesser und ästig verzweigte Röhren. In manchen dieser Konkretionen finden sich Krebs-Carapaxe; diese Krebse könnten also Verursacher der Grabgänge sowie auch - zumindest eines Teiles - der Konkretionen sein.

Der Phosphorit-Gehalt des Sediments schlägt sich auch in der schwarzen Verfärbung schalentragender Invertebraten und der Knochen nieder; diese Färbung ist auf die Imprägnation durch phosphoritische Lösungen zurückzuführen. Ein relativ hoher Phosphoritgehalt findet sich

übrigens auch in den Erzen des Kressenberges (Südhelvetikum), was womöglich auf eine beiden Sedimentationsräumen gemeinsame Phosphor-Quelle (Intrahelvetische Schwelle?) hindeutet.

Da in der Braunen Schicht keine autochthone Großforaminiferen-Fauna festgestellt wurde, die bisher jeweils zur weiteren Untergliederung der einzelnen Schichten in (Bio-)Fazies-Typen herangezogen wurde, scheidet sich hier nach sedimentologischen Aspekten zwei Fazies-Typen aus. Dabei ist festzuhalten, daß es sich hierbei nicht um unterschiedliche fazielle Bildungen handelt, wie z.B. im Discocyclinenmergel; Fazies-Typ Bs1 ist einzig als eine Übergangsschicht zwischen liegenden Discocyclinenmergel zur Braunen Schicht zu sehen, in der die zwei völlig unterschiedlichen Gesteine bioturbat miteinander vermengt sind. Dieser Horizont ist aber ein so charakteristischer „Leithorizont“ und bisher immer festzustellen gewesen, dass ich diesen Bioturbationshorizont als eigenen sedimentologischen Fazies-Typ ausscheiden will:

Fazies-Typ und Charakteristik

Bs 1

(Bioturbationshorizont),

Charakteristik: Bioturbates Gefüge; Lithologie und Fauna der „typischen“ Braunen Schicht (siehe unten) vermischt mit Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 3; Großforaminiferen bioturbat verlagert aus Fazies-Typ Dm 3 (*Nummulites* (Typ 3), *Discocyclina* (Typ 3), *Operculina*).

Bs 2

(typische Braune Schicht),

Charakteristik: Typische Lithologie der Braunen Schicht: Harter, dkl.-brauner Sandmergel, abiog. Komp. fast ausschließlich Brauneisenkörner, korngestütztes Gefüge; zum Hangenden hin leichte Verfeinerung der Sandfraktion und Zunahme des Mergelanteils, keine (umgelagerten) Großforaminiferen.

Zum Übergang Discocyclinenmergel - Braune Schicht siehe oben.

Die Abgrenzung zum hangenden Schwarzmergel stellt sich problematisch dar und ist anhand der

von mir besuchten Aufschlüsse an dieser Stelle nicht eindeutig zu klären: Der Kontakt Braune Schicht - Schwarzmergel war nur in wenigen temporären Aufschlüssen zu beobachten (BZRa; BZRb; TPN). Durch die unterschiedliche Lithologie der Gesteine war er tektonisch immer stark gestört, die Horizonte stets miteinander verwürgt. Dennoch deuten gezielte Probenahmen in den genannten Aufschlüssen auf einen fließenden, lithologisch kaum zu fassenden Übergang zwischen Brauner Schicht und dem Schwarzmergel. Dieser Übergang ist gekennzeichnet durch eine stete Abnahme der klastischen Komponenten (Brauneisenkörner, Quarzgeröllchen) mit einer Zunahme des Mergelanteils und des Bitumen-Gehaltes. In der Fauna tritt im Laufe des Überganges die für den Schwarzmergeltypische *Pectenpropeamusium* sp. auf, nach und nach verschwinden *Lentipecten corneus* (SOWERBY) und Spondyliden.

Fossilführung

Foraminifera: Äußerst selten und vorwiegend im Bioturbationshorizont konnte ich Großforaminiferen (*Nummulites* sp. Typ 3); *Discocyclina* sp. (Typ 3); *Operculina* sp.) feststellen. Ihr Auftreten im Bioturbationshorizont ist offensichtlich auf bioturbate Verlagerung aus dem liegenden Discocyclinenmergel Fazies-Typ DM 3) zurückzuführen; sehr sporadische Funde der genannten Foraminiferen in (Litho-)Fazies-Typ BS 2 halte ich nicht zuletzt ob der schlechten Erhaltung auch für umgelagert.

Crustacea: Krebse bzw. Krebsreste wie einzelne Scheren und Carapax-Fragmente (*Harpactocarcinus* sp. und andere Arten) finden sich häufig, relativ vollständig mit erhaltenen Extremitäten und oft unverdrückt insbesondere in phosphoritischen Konkretionen; bei diesen meist langgezogenen, wulstigen Konkretionen scheint es sich um die Grabgänge mit in-situ-Erhaltung der verursachenden Krebse zu handeln. Ihre Erhaltung unterscheidet sich auffällig zu der im unterlagernden Discocyclinenmergel: Carapax und Extremitäten sind stets schwarz gefärbt (phosphoritisch imprägniert).

Gastropoda: Die allgemein recht häufig auftretenden und nur schlecht zu erkennenden Gastropoden sind allesamt als meist verdrückte Steinkerne mit noch teilweise anhaftenden,

kreidigen Schalenresten erhalten. Mit Abstand die häufigste Schnecke ist hier *Athleta* sp. neben einer Vielzahl anderer Arten (nicht näher bestimmt).

Bivalvia: Horizontweise angereichert findet sich *Lentipecten corneus* (SOWERBY) in oft doppelklappiger Erhaltung; Diese bioturbat gestörten Schalenpflaster könnte man fast als monospezifisch bezeichnen und sie sind wohl in ihrem ursprünglichen Lebensraum „in situ“ erhalten. Häufig, wenn auch nicht vergleichbar wie im Discocyclinenmergel, findet sich die kleinwüchsige *Pycnodonte* sp.; daneben finden sich unbestimmte Plicatulidae und auch *Semimodiolus* cf. *flabella* (SCHAFHÄUTL) tritt noch basal im Fazies-Typ Bs2 auf. Lagenweise sind insbesondere basal im Fazies-Typ Bs2 auch Spondyliden nestartig angereichert.

Cephalopoda: An Nautilideen ist nur von einem Einzelfund eines vollständigen Gehäuses von *Aturia* sp. (Schalenerhaltung) zu berichten. Die Schalen stets schwarz verfärbt (phosphoritisch imprägniert).

Vertebrata: An Vertebraten-Resten beschreibt BÖHME (in DARGA et. al. 1999: 106) Reste einer carettochelyiden Weichschildkröte der Gattung *Allaeochelys*. Relativ häufig zu finden sind einzelne Zähne und Wirbel von Haien (*Carcharocles* sp., *Hexanchus* sp., *Odontaspis* sp. und weitere Gattungen). Ausnahme bildet ein im Museum Siegsdorf ausgestelltes, zusammenhängendes Stück der Wirbelsäule eines unbestimmten Haies. Die Wirbeltierreste sind stets schwärzlich verfärbt, also ebenso wie die Krebse und Mollusken phosphoritisch imprägniert.

Florenreste: An Pflanzenresten finden sich neben Kohleschmitzen nicht selten verdrückte und völlig gagatisierte Holzreste. Sie sind nach freundlicher, mündlicher Mitteilung durch Herrn Dr. GREGOR ob der schlechten Erhaltung nicht näher zu bestimmen. Als Besonderheit ist in der Braunen Schicht auch vereinzelt Bernstein überliefert; mir bekannt sind Körner bis Klumpen mit mehreren Zentimetern Durchmesser (Ausstellung im Siegsdorfer Mammut-Museum).

Faunen- und Florenliste

Die folgende tabellarische Zusammenstellung der bisher bekannten Faunen- und Florenresten der Braunen Schicht berücksichtigt eigene Aufsammlungen bzw. Bestimmungen sowie Angaben aus der Literatur (DARGA et al. 1999):

Foraminifera:

<i>Nummulites</i> (Typ 3)	(umgelagert!)
<i>Discocyclina</i> (Typ 3)	(umgelagert!)
<i>Operculina</i> (Typ 1)	(umgelagert!)

Decapoda:

<i>Harpactoxanthopsis quadrilobatus</i> DESMAREST
Div. Sp. Indet.

Pelecypoda:

<i>Pecten</i> sp.
<i>Spondylus</i> div. sp.
<i>Lentipecten corneus</i> (SOWERBY)
Div. sp. indet.

Gastropoda:

<i>Athleta</i> sp.
Div. Sp. indet.

Cephalopoda:

<i>Aturia</i> sp.

Vertebrata:

<i>Allaeochelys</i> sp.
<i>Carcharocles</i> sp.
<i>Hexanchus</i> sp.
<i>Odontaspis</i> sp.
Div. sp. indet.

Florenreste:

Holzreste, gagatisiert (unbestimmbar)
Bernstein

Sedimentationsraum

Am Beginn der Sedimentation der Braunen Schicht steht ein relativ „plötzlicher“ Wechsel der Sediment-bestimmenden Faktoren (völlig veränderte Lithologie mit scharfer Grenze zwischen Discocyclinenmergel und Brauner Schicht, diese ist nur bioturbat aufgelöst und somit schlecht zu erkennen).

Dies führe ich, da dies in allen Aufschlüssen mit Kontakt Discocyclinenmergel - Braune Schicht stets festzustellen ist bzw. war, auf großräumliche Ereignisse zurück. Womöglich könnte es auf das Wegfallen ("Abtauchen") der Intrahelvetischen Schwelle zurückzuführen sein, mit Eintrag von Eisenlösungen und folgender Brauneisenbildung (autigene Brauneisenkörner; Phosphorit!). Auch nehme ich in diesem Zusammenhang eine Veränderung der Meeresströmungen (Up-welling) an, worauf ich insbesondere die Entwicklung der algenreichen Schwarzmergel-Fazies beziehe.

3.1.7. Schwarzmergel (Sm)

Der Schwarzmergel stellt, zumindest mit hangenden Anteilen der Braunen Schicht, die „Oberen Adelholzener Schichten“ gemäß der alten Gliederung dar. HAGN (1981: 70) stellt sie in die *Truncorotaloides rohri*-Zone, also in das Untere Biarritz. Nach HAGN (1981: 70) erlaubt auch das Nannoplankton eine Einstufung in die NP 16 = *Discoaster tani nodifer*-Zone.

Der Schwarzmergel konnte im Graben von Spirka (SPI, Mächtigkeit mehrere Meter), wo er das erste Mal durch DE KLASZ (in GANSS, 1956: 67) beschrieben wurde sowie im Wehrprofil („Schwimmbadprofil“) von Siegsdorf an der Weißen Traun (TPN, ca. 0,80 Meter) aufgefunden werden. Im Rohrdorfer Zementbruch konnte der Schwarzmergel an drei Stellen beobachtet werden: Einmal im Profil des Rohrdorfer Bruches (BZR_a, mehrere Meter), zum anderen am Nummulitenköpfl (BZR_b, ca. 15 Meter), wo sie schon durch HAGN (1981: 70) beschrieben wurden. Dort liegen sie in tektonischem Verband zwischen Stockletten. Ein dritter Aufschluß von Schwarzmergel fand sich Anfang Juli 2001 im SO-Teil des Rohrdorfer Bruches unterhalb des Bonhartköpfls (BZR_c): Hier fanden sich im Lithothamnienschuttkalk, in mehreren Schollen eingelagert, umgelagerte (!) Schwarzmergelschollen in typischer lithologischer Ausbildung des (Litho-)Fazies-Typ Sm 2 (siehe unten).

Aufschluss Mächtigkeit

SPI	mehrere Meter
BZR _a :	mehrere Meter
BZR _b :	ca. 15 Meter

BZRC: Schollen, ca. 0,50
Meter mächtig
TPN: ca. 0,80 Meter

Ausschließlich anhand der Lithologie scheidet ich drei (Litho-) Fazies - Typen aus:

Beim Schwarzmergel in seiner typischen Ausbildung (Fazies-Typ Sm1) handelt es sich um einen im frischen Zustand schwarzen, getrocknet hellgrauen, feinkörnigen, tonreichen Mergel, der stets feinen Glimmer führt. Basal im Übergang von der Braunen Schicht kann er noch feinstsandig entwickelt sein, wobei die sandige Komponente aus kleinsten Brauneisenkörnchen besteht.

Eine Schichtung ist meist schlecht ausgebildet und nur durch Anreicherung von Fossilien bemerkbar. In mittleren bis hangenden Bereichen von Fazies-Typ Sm 1 finden sich gehäuft langgezogene (bis zu 50 cm Länge beobachtet) Grabgänge mit bis zu 3 cm Durchmesser; sie sind wahrscheinlich auf Crustaceen zurückzuführen, womöglich auf eine unbestimmte Art mit fragilen Scheren (siehe unten).

Tektonisch stark durchbewegte Partien des typischen Schwarzmergels nahmen fast das Aussehen von Glanzkohle an und rochen stark nach Bitumen. Ähnliche Proben des Schwarzmergels aus dem Zementbruch Rohrdorf wurden von WEHNER (1981: S. 399 - 408) auf ihren organischen Inhalt untersucht. Danach beträgt der Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff 0,69 %, wobei als Typ des organischen Materials v.a. die bituminöse Grundmasse (> 50%), Liptinite (20 - 50 %), Inertinite ((5 - 20 %) und untergeordnet Vitrinite (<5%) ermittelt wurden. Interessanterweise bestehen der org. Kohlenstoff und insbesondere die Liptinite überwiegend aus den Resten kugeliger, planktonischer Algen.

Diesen relativ homogenen Mergeln war im Aufschluß Rohrdorf (BZR b) ein geringmächtiger, lateral auskeilender Horizont (Mächtigkeit ca. 10 bis 15 cm) sandreicher Mergel eingelagert (Fazies-Typ Sm2). Die sandige Komponente besteht aus feinkörnigen Brauneisenkörnchen. Dieser Fazies-Typ erinnert lithologisch an die Braune Schicht, ist jedoch feinkörniger und durch eine meist regellose, durcheinandergewürfelte Lagerung der Fossilien (Slump-Fazies) ausgezeichnet.

Im Hangenden - im Übergang zu den Stockletten - tritt der Schwarzmergel als hellgrauer bis hangend grünlichgrauer, toniger, blättrig verwitternder Mergel auf. Ich konnte darin keine Makrofossilien oder abiogene Komponenten beobachten.

Fazies-Typ und Charakteristik

Sm 1

(Basaler Schwarzmergel),

Charakteristik: Schwarzmergel in typischer lithologischer Ausbildung (siehe oben).

Sm 2

(Sandfazies),

Charakteristik: Harter, bankiger Sandmergel mit reicher Fossilführung, in Fauna und abiog. Komponenten (Brauneisenkörner, nur hier feinkörniger) der typischen Braunen Schicht (Bs2) ähnlich; chaotische Lagerung der Komponenten; fining-upward zu beobachten.

Sm 3

(Hangende Übergangsfazies),

Charakteristik: Hellgraue bis hangend grünlichgraue, tonige, blättrige Mergel; keine Makrofossilien oder abiogene Komponenten beobachtet.

Zum Kontakt des Schwarzmergels mit der liegenden Braunen Schicht siehe oben.

Eine Abgrenzung der hangenden Übergangsfazies zu den folgenden Stockletten kann ich nach meinen Möglichkeiten an dieser Stelle nicht vollziehen. Dies ist ausschließlich anhand der Kleinforaminiferen-Fauna möglich und bleibt einem Spezialisten vorbehalten. Es ist wahrscheinlich, daß zumindest Anteile des hier ausgeschiedenen Fazies-Typen SM 3 bereits den Stockletten angehören.

Fossilführung

Foraminifera: Die Mikrofauna der Schwarzmergel wurde von HAGN an verschiedenen Fundstellen (Region Rohrdorf, Rohrdorfer Bruch, Graben von Spirka) wiederholt intensiv untersucht und besprochen (HAGN 1981). Er nennt über 50 Foraminiferenarten und 24 Nannoplankton-Arten in meist sehr guter Erhaltung. Die entsprechenden Faunenlisten wurden teilweise von ihm übernommen (siehe unten).

Bryozoa: Bryozoen (mehrere Arten, unbestimmt) konnte ich nur in Fazies-Typ Sm 2 beobachten.

Ostracoda: Ebenfalls nur in Fazies-Typ Sm 2 mit mehreren Arten beobachtet.

Decapoda: An Decapoda konnte ich in Fazies-Typ Sm 2 Reste von Carapax und Extremitäten (v.a. Scheren) feststellen, die wahrscheinlich zur Gattung *Harpactoxanthopsis* gehören. Desweiteren fanden sich nicht selten in mittleren bis hangenden Bereichen von Fazies-Typ Sm 1 sehr fragile, langgezogene Extremitäten- und auch Panzerreste einer weiteren, unbestimmten Krebsart.

Anthozoa An Korallenresten beschreibt HAGN (1981: 70) „eine stark verästelte Koralle“, die „der Gattung *Diplohelia* nahesteht“. Fast ausschließlich in Fazies-Typ Sm 2 fanden sich neben der *Diplohelia* nahestehenden Form mehrere weitere, vorwiegend solitäre Korallenarten (unbestimmt).

Echinodermata: An Echinodermaten (unbestimmt) finden sich hauptsächlich Seeigelreste in Fazies-Typ Sm2, meist Bruchstücke von Coronen und Stachelreste.

Gastropoda: Der Schwarzmergel beherbergt eine meist kleinwüchsige, in Sm1 artenarme, in der slump-Fazies Sm2 jedoch äußerst artenreiche Schneckenfauna. Am häufigsten tritt hier *Athleta* sp. auf, die hier als einzige erwähnt werden soll; die Bearbeitung speziell der Gastropoden des Schwarzmergels mit kleinwüchsigen, meist schwer zu bestimmenden, bis dahin nicht auftretenden Arten, muß einer eigenen Arbeit vorbehalten bleiben.

Bivalvia: HAGN (1981: 70) erwähnt aus dem Schwarzmergel die Pecte *Variamussium* sowie „größere Reste von *Spondylus muensteri* GÜMBEL“. Eigene Aufsammlungen erbrachten neben der häufigen *Variamussium* sp. eine kleinwüchsige, artenreiche Molluskenfauna (Pelecypoda; insbesondere in Fazies-Typ Sm2; siehe auch unter Gastropoda). Das Vorkommen von *Spondylus muensteri* GÜMBEL ist nach eigenen Erkenntnissen jedoch auf die Braune Schicht beschränkt.

Cephalopoda: In Fazies-Typ Sm 1 und auch in Sm 2 sind relativ häufig meist

kleinwüchsige (bis höchstens ca. 5 Zentimeter im Durchmesser, durchschnittlich etwa 1 bis 2 Zentimeter) Nautilideen-Gehäuse zu finden, insbesondere die immer - unter den erhaltenen, fragilen kreidigen Schalenresten - vollständig pyritisierten Innenwindungen.

Vertebrata: Nach freundlicher, mündlicher Mitteilung durch Dr. F. PFEIL führt der Schwarzmergel eine reiche Haifauna. Erwähnt werden sollen hier nur *Physogaleus secundus* (WINKLER) und *Hexanchus* sp., die relativ häufig zu finden sind.

Nannoplankton: Für ausführliche Angaben zum Nannoplankton siehe HAGN (1981).

Faunenliste

Zusammenfassend gebe ich folgende Liste der bisher aus dem Schwarzmergel bekannten Arten und Formen (umfasst eigene Ergebnisse und Angaben aus der Literatur: HAGN et. al. 1981:67 - 70 bzw. 130-131):

Foraminifera :

Radiolaria Gen. et Sp. indet.
Clavulinoides szaboi haeringensis
Plectina eocenica
Marginulinopsis infracompresa
Vacinulinopsis asperuliformis
Nodosaria latejugata
Uvigerina chirana
Truncorotalia sp.
Turborotalia sp.
Stilostomella sp.
Planulina sp.
Cibicides sp.
lobigerina cryptomphala GLAESSNER
Globigerina eocaena GÜMBEL
Globigerina hagni GOHRBANDT
Globigerina linaperta FINLAY
Globigerinita pera (TODD)
Acarinina bullbrookii (BOLLI)
Acarinina spinuloinflata (BANDY)
Truncorotaloides rohri BRÖNNIMANN & BERMUDEZ
Pseudohastigerina micra (COLE)
Spiroplectammina dalmatina (DE WITT PUYT)
Tritaxia szaboi (HANTKEN)
Karreriella subglabra (GÜMBEL)

Plectina dalmatina (SCHUBERT)
Tritaxilina pupa (GÜMBEL)
Vaginulinopsis asperuliformis (NUTTALL)
Marginulinopsis infracompresse
 THALMANN
Nodosaria latejugata GÜMBEL
Bulimina truncana jacksonensiformis
 HAGN
Uvigerina acutocostata (HAGN)
Uvigerina chirana CUSHMAN & STONE
Stilostomella globulicauda (GÜMBEL)
Gavelinella micra (BERMUDEZ)
Heterolepa sp. indet.
Planulina costata (HANTKEN)
Planulina compressa (HANTKEN)
Anomalinoidea alazanensis spissiformis
 (CUSHM. & STAINFORTH)
Ammodiscus sp.
Qinqueloculina sp.
Sigmoilina sp.
Robulus sp.
Dentalina sp.
Nodosaria sp.
Marginulina sp.
Lingulina sp.
Guttulina sp.
Bolivina sp.
Uvigerina sp.
Stilostomella sp.
Eponides sp.
Osangularia sp.
Valvulineria sp.
Nuttallides sp.
Baggina sp.
Asterigerina sp.
Heterolepa sp.
Anomalinoidea sp.
Chilostomella sp.
Nonionella sp.

Bryozoa:

Div. Sp. Indet.

Ostracoda:

Cytherella sp.
 Div. Sp. indet

Athozoa:

Diplohelia sp.
 Div. sp. indet.

Echinodermata:

Div. sp. indet.

Pelecypoda:

Variamussium sp.
Inoceramus sp.
 Div. sp. indet.

Gastropoda:

Athleta sp.
 Div. sp. indet.

Cephalopoda:

Nautiloidea gen. et sp. indet

Vertebrata:

Physogaleus secundus (WINKLER)
Hexanchus sp.
 Div. Sp indet

Makroflora:

Inkohlte Holzreste und Kohleschmitzen,
unbestimmbar

Nannoplankton:

Blackites tenuis (BRAMLETTE & SULLIVAN)
Chiasmolithus solitus (BRAMLETTE & SULLIVAN)
Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE & RIEDEL)
Coccolithus pelagicus (WALLICH)
Cribozentrum reticulatum (GARTNER & SMITH)
Cyclococcolithus floridanus (ROTH & HAY)
Cyclococcolithus formosus KAMPTNER
Dictyococcites dictyodus (DEFLANDRE & FERT)
Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK
Discoaster saipanensis BRAMLETTE & RIEDEL
Discoaster tani BRAMLETTE & RIEDEL
Discolithina distincta (BRAMLETTE & SULLIVAN)
Discolithina plana (BRAMLETTE & SULLIVAN)
Lanternithus minutus STRADNER
Micrantholithus flos DEFLANDRE
Micrantholithus vesper DEFLANDRE
Reticulofenestra umbilica (LEVIN)
Reticulofenestra sp.
Sphenolithus furcatolithoides LOCKER
Sphenolithus moriformis (BRÖNNIMANN & STRADNER)
Zycolithus dubius DEFLANDRE
Zycolithus bijugatus (DEFLANDRE)

Sedimentationsraum

Ablagerung des tieferen Wassers (Kontinentalhang: Fazies-Typen Sm1 und Sm3) mit slumps (Fazies-Typ Sm2) aus höhergelegenen Schelfbereichen. Während der Sedimentation des Schwarzmergels kommt es zu einer stetigen Vertiefung des Sedimentationsraumes.

Der hohe Gehalt an Algen (Wehner 1981) könnte ein Indiz für eine Upwelling Zone darstellen mit aufkommendem, nährstoffreichem, kaltem Tiefenwasser (siehe auch Bemerkungen zum Sedimentationsraum der Braunen Schicht).

3.2. Neues Standardprofil

Abbildung 9 stellt zusammenfassend die Neugliederung der Adelholzener Schichten dar. Es handelt sich um ein Standardprofil mit durchschnittlichen Mächtigkeitsangaben, basierend v.a. auf den Profilen in Bad Adelholzen (Typusprofil; BAM) und Rohrdorf (BZR); ergänzend fließen natürlich auch alle weiteren besuchten Aufschlüsse mit ein.

3.3. Zur Typuslokalität

Als Typuslokalität der Adelholzener Schichten galt seit REIS (1896) der Graben südlich vom Kurhaus Adelholzen (z.B. GANSS et al. 1977: 49), genannt Höllgraben. Dieser ist zum einen recht groß, die Angabe also nicht eindeutig, desweiteren konnte dort nach langjähriger, intensiver Suche bisher kein zusammenhängendes, zugängliches Profil der Adelholzener Schichten festgestellt werden. Es steht nunmehr eine durch den Erweiterungsbau der Adelholzener Mineralwasser GmbH entstandene, relativ vollständige und auch langfristig im w-sw Bereich des Betriebsgeländes aufgeschlossene und stets zugängliche Profilabfolge (BAM) zur Verfügung, die als Typuslokalität an dieser Stelle neu definiert wird. Zur genauen Beschreibung der Typuslokalität siehe im Anhang.

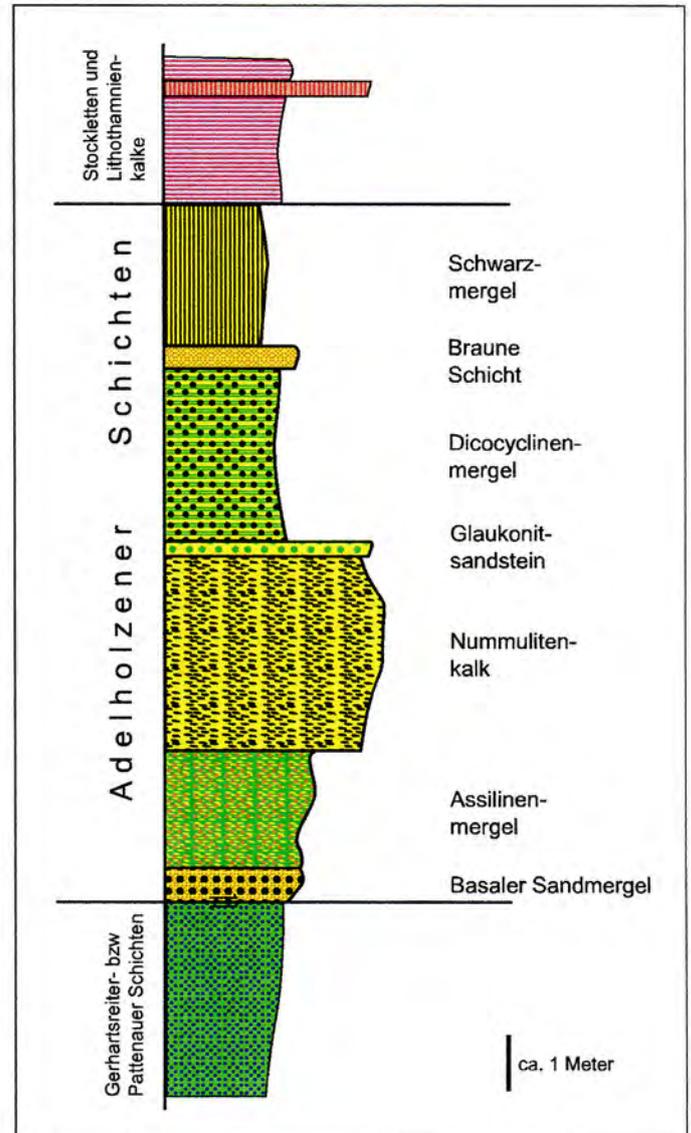


Abb. 9: Zusammengesetztes Standardprofil der Adelholzener Schichten; der hangende Schwarzmergel ist regional nicht entwickelt; Maßstab: der eingezeichnete Balken entspricht etwa 1 Meter.

4. Großforaminiferen der Adelholzener Schichten

Es hätte den Rahmen dieser Diplom-Arbeit gesprengt, alle in den Adelholzener Schichten vorkommenden Großforaminiferen-Arten nach neuester Nomenklatur spezifisch zu bestimmen. Eine Beschreibung war dennoch notwendig, um eine weitere Untergliederung der lithologisch ausgeschiedenen Schichten durchführen zu können. Daher habe ich mich auf die häufigsten Formen beschränkt, diese bis auf die Gattung bestimmt und anhand äußerer Merkmale „Typen“ ausgeschieden. Interne Gehäusemerkmale wurden nicht berücksichtigt, das heißt, die ausgeschiedenen „Typen“ der Gattungen entsprechen keinen Arten; eine Unterscheidung der mikro- und makrosphärischen Generationen erfolgte nicht.

Fünf Großforaminiferen-Gattungen stellen die häufigsten Formen in den Adelholzener Schichten: Die Gattungen *Nummulites*, *Assilina*, *Discocyclina*, *Actinocyclina* und *Operculina*. Aus diesen Gattungen wurden jeweils die häufigsten, die Fazies-Typen kennzeichnenden Formen in Typen ausgeschieden; seltenere Formen der Gattungen wurden nicht berücksichtigt. Daneben konnten noch weitere Gattungen, unter anderem *Astrocyclina*, festgestellt werden. Diese waren zur weiteren Untergliederung der lithologisch-sedimentologisch ausgeschiedenen Schichten in Fazies-Typen jedoch nicht relevant und werden hier nicht beschrieben.

4.1 Die ausgeschiedenen Großforaminiferen-Typen

Die Sortierung der gesammelten Großforaminiferen-Gehäuse nach „Typen“ innerhalb der einzelnen Gattungen erfolgte ausschließlich nach äußeren Gehäusemerkmalen - und parametern: der Gehäuseform, Struktur der Oberfläche, Durchmesser, Dicke sowie dem Verhältnis Durchmesser zu Dicke. Es wurden - wenn möglich - jeweils 25 bis 50 zufällig gewählte Exemplare pro „Typ“ vermessen. Bei einigen Formen - den

Gattungen *Actinocyclina* und *Operculina* - war dies aus unterschiedlichen Gründen jedoch nicht möglich; dies fällt jedoch hier nicht ins Gewicht, da jeweils nur ein „Typ“ ausgeschieden wurde.

4.1.1. Die Gattung *Nummulites*

Die Gattung *Nummulites* LAMARCK 1801 reicht stratigraphisch vom Paläozän bis ins Oligozän, mit einem Maximum der Entwicklung - in Bezug auf Größe (bis zu 12 cm Gehäuse-Durchmesser beobachtet) und Individuenzahl - im Mittleren Eozän. Anhand unterschiedlicher Ausbildung der Septalleisten werden drei Formengruppen unterschieden: bei radiaten Formen verlaufen die Septalleisten einfach, hierher gehören meist ältere Vertreter der Gattung *Nummulites* bzw. Arten mit langer stratigraphischer Reichweite. Sinuate und reticulate Formen besitzen mäandrisch verbogene bzw. netzartig verwachsene und aufgespaltene Septalleisten und sind hauptsächlich im Mittleren Eozän zu beobachten.

Vertreter der Gattung *Nummulites* bilden bilateral-symmetrische, planspiral-involute Gehäuse; daher ist die interne Kammerung von außen meist nicht sichtbar. Die Windungshöhe ist gering und nimmt nur allmählich zu; der Windungsquerschnitt ist meist V-förmig, die Windungszahl liegt bei maximal 40. Die Gesamtform der Gehäuse ist bei kleinwüchsigen Vertretern meist linsenförmig-halbkugelig, großwüchsige Formen sind durchwegs mehr oder weniger scheibenförmig. Die Gehäuseoberfläche ist glatt, bei reticulaten Formen granuliert.

Nummuliten bewohnten vorwiegend warme, flache Schelfgebiete und lebten wohl in Symbiose mit photoautotrophen Organismen, höchstwahrscheinlich Zooxanthellen ähnlich den Scleractinia.

In den Adelholzener Schichten unterscheidete ich nach den oben erwähnten Kriterien folgende drei Typen von Nummuliten:

***Nummulites* Typ 1**

Dieser Nummuliten-Typ bezeichnet wohl den im Nummulitenkalk gesteinsbildend auftretenden

Nummulites millecaput (BOUBÉÉ), wie er in der Literatur bisher beschrieben und bezeichnet wurde. Ich bleibe jedoch auch hier konsequent bei einer unspezifischen Bezeichnung, da ich auch den Eindruck habe, daß hier durchaus mehrere Arten vorliegen könnten.

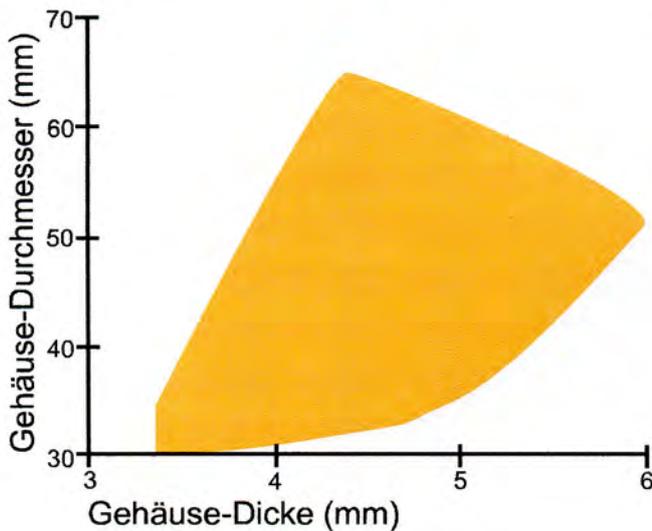
Beschreibung:

Großwüchsige, flache Gehäuse mit mehr oder weniger glatter Oberfläche.

Gehäuseparameter (von 50 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:
30 mm bis 65 mm, durchschnittlich **45 mm**;
Gehäuse-Dicke:
3,4 mm bis 5,9 mm, durchschnittlich **4,4 mm**;
Verhältnis Durchmesser zu Dicke:
durchschnittlich **10,2**.

Nummulites Typ 1
(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Assilinenmergel:
Fazies-Typ Am 2;
Nummulitenkalk:
Fazies-Typen Nk 1, Nk 2, Nk 3, Nk 4;

Assoziationen:

Fazies-Typ Am 2: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclus (Typ 1) -
Discocyclus (Typ 2);

Fazies-Typ Nk 1: *Nummulites* (Typ 1)-
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclus (Typ 1);

Fazies-Typ Nk 2: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Nk 3: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 2) -
Assilina (Typ 3);

Nummulites Typ 2

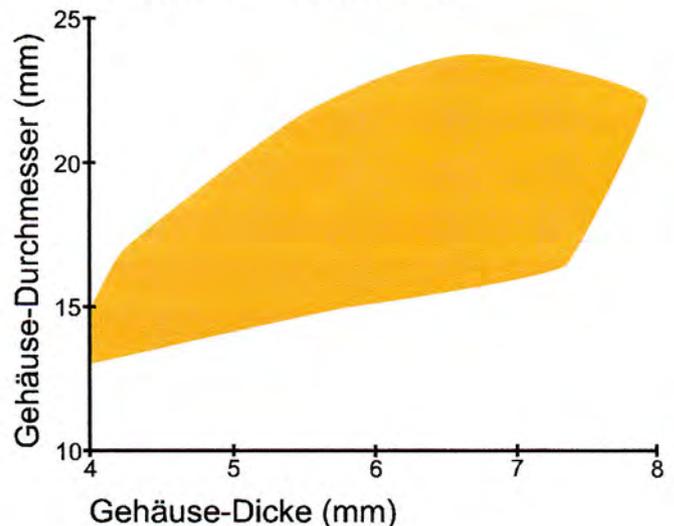
Beschreibung:

Großwüchsige, linsenförmige Gehäuse, dicklich, bauchig aufgeblasen; Oberfläche mehr oder weniger glatt; sind die äußersten Schalenteile abgeplatzt werden bogig-geschwungene Septalleisten sichtbar.

Gehäuseparameter (von 50 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:
13 mm bis 24 mm, durchschnittlich **19 mm**;
Gehäuse-Dicke:
4 mm bis 8 mm, durchschnittlich **5,8 mm**;
Verhältnis Durchmesser zu Dicke:
durchschnittlich **3,3**.

Nummulites Typ 2
(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Glaukonitsandstein:
Fazies-Typ Gs 1;

Assoziationen:

Fazies-Typ Gs 1: *Nummulites* (Typ 2)-
Assilina (Typ 2) -
Assilina (Typ 3).

Nummulites Typ 3

Beschreibung:

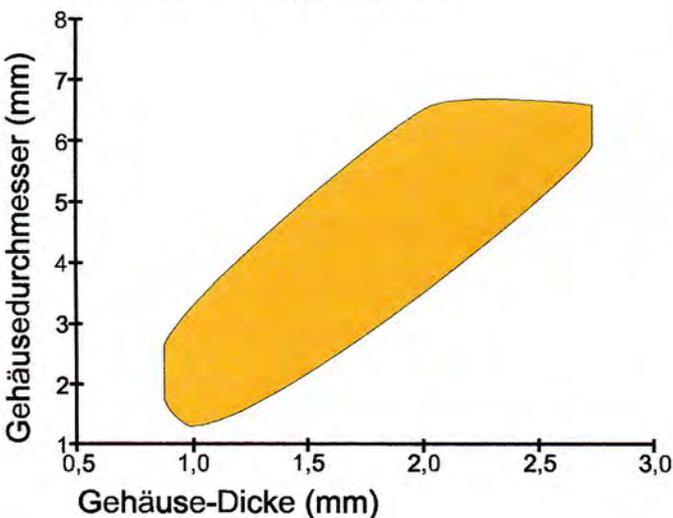
Kleinwüchsige, linsenförmige Gehäuse, bauchig aufgeblasen; Gehäuseoberfläche mehr oder weniger glatt; teilweise mäandrisch verbogene und verzweigte Septalleisten sichtbar.

Gehäuseparameter (von 50 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:
6,5 mm bis 1,5 mm, durchschnittlich **3.29 mm**;
Gehäuse-Dicke:
2,7 mm bis 0,9 mm, durchschnittlich **1.3 mm**;
Verhältnis Durchmesser zu Dicke:
durchschnittlich **2.34**.

Nummulites Typ 3

(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Discocyclinenmergel:
Fazies-Typen Dm 1, Dm 2, Dm 3.
Braune Schicht:
Fazies-Typ Bs 1 (umgelagert !).

Assoziationen:

Fazies-Typ Dm 1: *Nummulites* (Typ 3) -
Assilina (Typ 3) -
Assilina (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 3);

Fazies-Typ Dm 2: *Nummulites* (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3) -
Actinocyclina (Typ 1);

Fazies-Typ Dm 3: *Nummulites* (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3) -
Operculina (Typ 1)-
Actinocyclina (Typ 1);

Fazies-Typ Bs 1: *Nummulites* (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3) -
Operculina (Typ 1)
(alle umgelagert aus Dm 3 !!!);

4.1.2. Die Gattung Assilina

Die zur Familie der *Nummulitidae* DE BLAINVILLE 1825 gehörige Gattung *Assilina* D'ORBIGNY 1829 reicht vom Paläozän bis ins Obere Eozän. Das Maximum ihrer Entwicklung liegt im Mittleren Eozän. Hier sind sie meist sehr großwüchsig (ähnlich wie bei *Nummulites*), vorher und nachher tendenziell kleinwüchsiger.

Vertreter der Gattung *Assilina* bilden bilateral-symmetrische, planspiral-evolute Gehäuse; Die Septalleisten greifen nicht auf frühere Windungen über; daher ist die interne Kammerung von außen meist gut sichtbar. Die Windungshöhe nimmt ganz allmählich zu, bis zu 16 Windungen können gebildet werden. Gehäuse von *Assilina* sind ähnlich wie bei *Nummulites* bei kleinwüchsigen Formen meist linsenförmig, großwüchsige Formen sind meist scheibenförmig. Die Gehäuseoberfläche ist glatt.

Assilinen lebten vorzugeweise in tropischen Flachmeeren (Schelf), wie die *Nummuliten* wahrscheinlich in Symbiose mit photoautotrophen Organismen.

Ich scheidet folgende 3 Typen von Assilinen in den Adelholzener Schichten aus:

Assilina Typ 1

Dieser Assilinen-Typ entspricht wohl weitgehend der bekannten *Assilina exponens* (SOW.).

Beschreibung:

Mittelgroße bis große, flache Gehäuse, randlich nicht durchscheinend; Oberfläche glatt, teilweise mit Vertiefung in der Mitte.

Gehäuseparameter (von 50 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

15,4 mm bis 23,6 mm, durchschnittlich **21,19mm**;

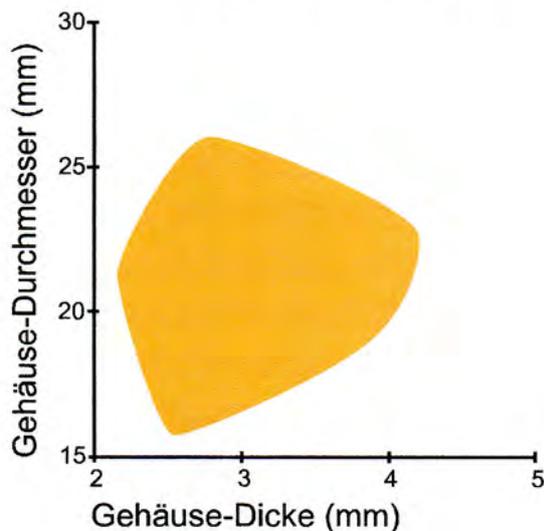
Gehäuse-Dicke:

2,2 mm bis 3,9 mm, durchschnittlich **3,0 mm**;

Verhältnis Durchmesser zu Dicke:
durchschnittlich **7,1**.

Assilina Typ 1

(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Basaler Sandmergel:

Fazies-Typ Ba 1

Assilinenmergel:

Fazies-Typen Am 1, Am 2, Am 3

Discocyclinenmergel:

Fazies-Typen Dm 1

Assoziationen:

Fazies-Typ **Ba 1**: *Assilina* (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 1);

Fazies-Typ **Am 1**: *Assilina* (Typ 1) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ **Am 2**: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 2);

Fazies-Typ **Dm 1**: *Assilina* (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3).

Assilina Typ 2

Beschreibung:

Große, flache, scheibenförmige Gehäuse, zumindest randlich durchscheinend; Oberfläche glatt.

Gehäuseparameter (von 15 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

27,3 mm bis 35 mm, durchschnittlich **29,8 mm**;

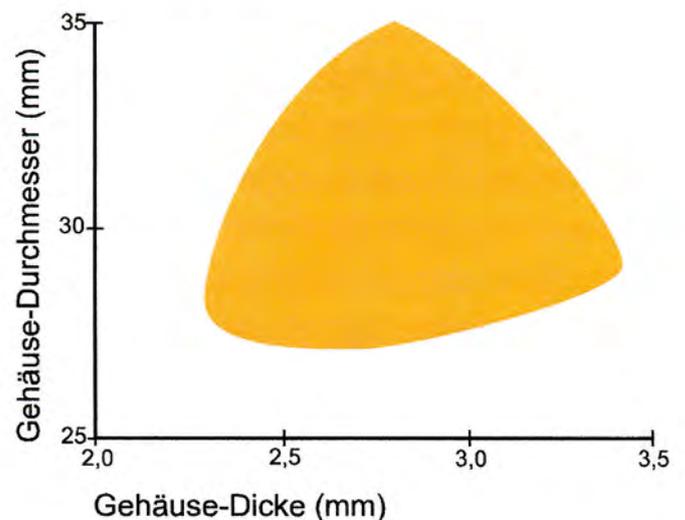
Gehäuse-Dicke:

2,3 mm bis 2,8 mm, durchschnittlich **2,61 mm**;

Verhältnis Durchmesser zu Dicke:
durchschnittlich **11,49**.

Assilina Typ 2

(Werte von 15 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Nummulitenkalk:
Fazies-Typ Nk 3
Glaukonitsandstein:
Fazies-Typ Gs 1
Discocyclinenmergel:
Fazies-Typ Dm 1

Assoziationen:

Fazies-Typ Nk 3: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 2) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Gs 1: *Assilina* (Typ 2)-
Nummulites (Typ 2) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Dm 1: *Assilina* (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3);

***Assilina* Typ 3**

Unter *Assilina* Typ 3 will ich alle kleinwüchsigen Gehäuse, meist die makrosphärischen Generationen, linsenförmig oder abgeflacht, stellen. Eine weitere auch äußerst aufwendige Unterscheidung ist für meine Zwecke nicht nötig bzw. wenig sinnvoll. Dies sollte - wie bereits erwähnt - einer monographischen Bearbeitung der Großforaminiferen-Fauna der Adelholzener Schichten vorbehalten bleiben.

Beschreibung:

Alle kleinen, linsenförmigen und kleinen, abgeflachten Gehäuse der Gattung *Assilina* zusammengefasst.

Vorkommen im Profil:

Glaukonitsandstein:
Fazies-Typ Gs 1
Assilinenmergel:
Fazies-Typen Am 1, Am 2, Am 3
Nummulitenkalk:
Fazies-Typen Nk 1, Nk 2, Nk 3
Glaukonitsandstein:
Fazies-Typ Gs 1
Discocyclinenmergel:
Fazies-Typ Dm 1

Assoziationen:

Fazies-Typ Am 1: *Assilina* (Typ 1) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Am 2: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 2);

Fazies-Typ Nk 1: *Nummulites* (Typ 1)-
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 1);

Fazies-Typ Nk 2: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Nk 3: *Nummulites* (Typ 1) -
Assilina (Typ 2) -
Assilina (Typ 3);

Fazies-Typ Gs 1: *Assilina* (Typ 2)-
Nummulites (Typ 2) -
Assilina (Typ 3).

Fazies-Typ Dm 1: *Assilina* (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3) -
Assilina (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3);

4.1.3. Die Gattungen *Discocyclina* und *Actinocyclina* (Fam. *Discocyclinidae*)

Die Familie *Discocyclinidae* GALLOWAY 1928 ist vom Paläozän bis Eozän weit verbreitet, mit einem Maximum in der Entwicklung im Eozän; hier besitzen sie große biostratigraphische Bedeutung. Vertreter der *Discocyclinidae* bilden meist flache, scheibenförmige, oft durchscheinende (hyaline) Gehäuse mit Größen bis zu 50 Millimetern, sind jedoch allgemein meist kleinwüchsig. Eine in vielen Ringen angeordnete mediane Kammerlage (Kammern rechteckig bzw. schwach hexagonal, mit kleinen Seitenkammerchen) wird beidseitig von Lateralkammerlagen umgeben, die von Pfeilern durchsetzt ist. Diese enden in der Gehäuseoberfläche, woraus eine meist warzige oder gekörnelte Oberflächenstruktur resultiert. Insbesondere die Gattung *Actinocyclina* zeigt

zusätzlich auch ausgeprägte, radiale Rippen auf der Gehäuseoberfläche.

Die *Discocyclusinidae* sind v. a. in Gesteinen flacher, tropischer und subtropischer Meeresteile (Schelfgebiete) weit verbreitet.

Ich scheidete folgende 3 Typen von Discocyclusinen in den Adelholzener Schichten aus:

***Discocyclusina* Typ 1**

Beschreibung:

Großwüchsige, dünnschalige Gehäuse (am Gehäuserand meist durchscheinend), Oberfläche glatt bis feinst gekörnt, mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Erhebung in der Mitte.

Gehäuseparameter (von 25 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

26 mm bis 36 mm, durchschnittlich **29,5 mm**;

Gehäuse-Dicke:

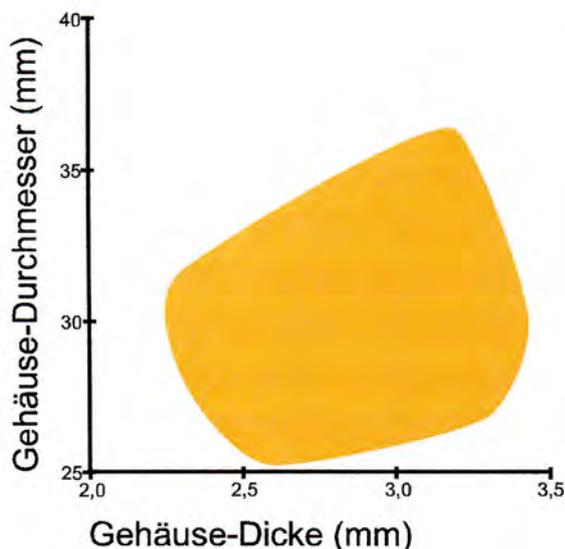
2,3 mm bis 3,3 mm, durchschnittlich **2,9 mm**;

Verhältnis Durchmesser zu Dicke:

durchschnittlich **10,17**.

***Discocyclusina* Typ 1**

(Werte von 25 vermessenen Exemplaren)



Vorkommen im Profil:

Basaler Sandmergel:

Fazies-Typ Ba 1

Assilinenmergel:

Fazies-Typen Am 1, Am 2

Assoziationen:

Fazies-Typ **Ba 1**:

Assilina (Typ 1) -

Discocyclusina (Typ 1);

Fazies-Typ **Am 2**:

Nummulites (Typ 1) -

Assilina (Typ 1) -

Assilina (Typ 3) -

Discocyclusina (Typ 1) -

Discocyclusina (Typ 2);

Bemerkungen:

Exemplare von *Discocyclusina* Typ 1 aus dem Basalen Sandmergel zeigen deutliche Spuren eines Transports bzw. einer Umlagerung nach einer Imprägnation durch Brauneisen, wie sie auch im Schwarzerz des Südhelvetikums zu beobachten ist.

***Discocyclusina* Typ 2**

Beschreibung:

Mittelgroße, relativ dünnschalige, jedoch nicht durchscheinende Gehäuse mit feiner, regelmäßig gekörnter Oberfläche; ohne mittige Erhebung.

Gehäuseparameter (von 45 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

9,0 mm bis 12,4 mm; durchschnittlich **10,5 mm**;

Gehäuse-Dicke:

1,1 mm bis 1,8 mm; durchschnittlich **1,44 mm**;

Verhältnis Durchmesser zu Dicke:

durchschnittlich **7,45**.

Vorkommen im Profil:

Assilinenmergel:

Fazies-Typ Am 1, Am 2

Assoziationen:

Fazies-Typ **Am 2**:

Discocyclusina (Typ 2) -

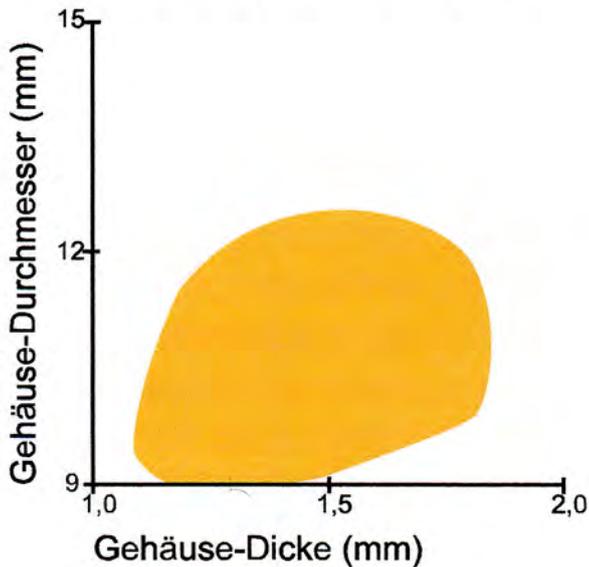
Discocyclusina (Typ 1) -

Assilina (Typ 1) -

Assilina (Typ 3)

Discocyclina Typ 2

(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Discocyclina Typ 3

Beschreibung:

Kleinwüchsige, dünnchalige Gehäuse mit feinwarziger Oberfläche und einer mehr oder weniger ausgeprägten Erhebung in der Mitte der Schale.

Gehäuseparameter (von 50 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

3,8 mm bis 8,3 mm; durchschnittlich **5,88 mm**;

Gehäuse-Dicke:

0,5 mm bis 0,9 mm; durchschnittlich **0,67 mm**;

Verhältnis Durchmesser zu Dicke:

durchschnittlich **8,94**.

Vorkommen im Profil:

Discocyclinenmergel:

Fazies-Typ Dm 1, Dm 2, Dm 3.

Braune Schicht:

Fazies-Typ Bs 1 (umgelagert!)

Assoziationen:

Fazies-Typ Dm 1: *Discocyclina* (Typ 3) -
Assilina (Typ 1) -
Assilina (Typ 3) -
Nummulites (Typ 3);

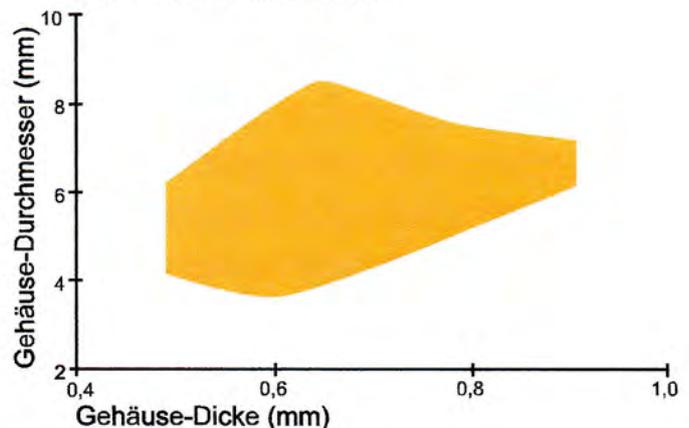
Fazies-Typ Dm 2: *Discocyclina* (Typ 3) -
Nummulites (Typ 3) -
Actinocyclus (Typ 1);

Fazies-Typ Dm 3: *Discocyclina* (Typ 3) -
Nummulites (Typ 3) -
Actinocyclus (Typ 1) -
Operculina (Typ 1);

Fazies-Typ Bs 1: *Discocyclina* (Typ 3) -
Nummulites (Typ 3) -
Operculina (Typ 1);

Discocyclina Typ 3

(Werte von 50 vermessenen Exemplaren)



Bemerkungen:

Kennzeichnend für den Discocyclinenmergel, insbesondere massenhaftes Auftreten in den liegenden und mittleren Partien (Fazies-Typ Dm 1, „liegende Schalenfazies“ und Dm 2). Reicht in einzelnen Exemplaren bis ins Liegende der Braunen Schicht (Fazies-Typ Bs 1, „Bioturbationshorizont“); diese sind - wie auch *Nummulites* Typ 3 - jedoch mit Sicherheit aus dem unterlagernden Fazies-Typ Dm 3 umgelagert.

Actinocyclus Typ 1

Von den Gehäusen der sehr fragilen Actinocyclusen konnten, da sie beim Schlämmen stets zerbrachen, nur wenige vollständige Exemplare vermessen werden; daher gebe ich nur den kleinsten und größten beobachteten Wert an, die Angabe des Verhältnisses Durchmesser zu Dicke und die graphische Darstellung der Werte entfallen ob der geringen Gesamtzahl.

Beschreibung:

Kleinwüchsige, sehr dünnchalige, durchscheinende Gehäuse; Die Oberfläche trägt beidseitig eine warzige Erhebung in der Mitte, von der strahlenförmig - mehr oder weniger stark ausgebildete - radiale Rippen nach außen ziehen, die sich unregelmäßig in ihrem Lauf gabeln; Anzahl der Rippen: etwa 15 (innen) bis 25 (außen).

Gehäuseparameter (von 10 gemessenen Exemplaren):

Gehäuse-Durchmesser:

kleinstes beobachtetes Exemplar 3 mm,

größtes beobachtetes Exemplar 11 mm.

Gehäuse-Dicke:

0,5 mm bis 0,7 mm; durchschnittlich 0,6 mm;

Vorkommen im Profil:

Discocyclinenmergel:

Fazies-Typ Dm 2, Dm 3.

Assoziationen:

Fazies-Typ Dm 2: *Actinocyclus* (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3);

Fazies-Typ Dm 3: *Actinocyclus* (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3) -
Discocyclina (Typ 3) -
Operculina (Typ 1);

Bemerkungen:

Actinocyclus (Typ 1) dominiert zahlenmäßig in mehreren Horizonten - lateral begrenzt - über *Discocyclina* (Typ 3) und kommt sonst durchgehend selten vor. Dies auf eine Sortierung und Zusammenschwemmung der Astrocyclinen-Gehäuse zurückzuführen halte ich wegen sehr ähnlicher hydraulischer Eigenschaften von *Discocyclina* (Typ 3) und *Actinocyclus* (Typ 1) für unwahrscheinlich. Die Actinocyclinen scheinen vielmehr lokal passendere Lebensbedingungen vorgefunden zu haben und *Discocyclina* (Typ 3) dort ökologisch zu „vertreten“. Die Skulptur und Gehäuse-Dicke der Astrocyclinen variiert von Fundstelle zu Fundstelle. So sind sie in Proben des Traunprofils (TPN) stets sehr dünnchalig und mit zarter Skulptur, in Proben des Rohrdorfer Zementbruches (BZR b) hingegen sehr viel dickschaliger, mit deutlicher Skulptur und auch etwas größer.

4.1.4. Die Gattung *Operculina*

Die zur Familie *Nummulitidae* DE BLAINVILLE 1825 gestellte Gattung *Operculina* hat eine stratigraphische Reichweite von Oberkreide bis rezent.

Operculinen bilden zunächst involute, mit fortschreitender Entwicklung evolute Gehäuse; daher sind alle Umgänge von außen gut sichtbar. Ihre Windungen nehmen rasch an Höhe zu; die Windungszahl ist mit drei bis fünf Windungen stets gering. Die Gehäuse der Operculinen sind linsen- oder scheibenförmig.

Operculina lebt heute bevorzugt in flachen Bereichen (Schelfgebiete) warmer Meere.

Nach obigen Kriterien scheidet ich einen „Typ“ aus:

Operculina Typ 1

Es konnten nur zehn Exemplare vermessen werden, darunter die kleinsten und größten beobachteten Gehäuse; ob der geringen Zahl entfällt die Angabe des Verhältnisses Durchmesser zu Dicke sowie die graphische Darstellung der Werte.

Beschreibung:

Kleinwüchsige, dünnchalig-durchscheinende Gehäuse; erste Windungen involut, folgende „entrollt“ (evolut); Windungshöhe nimmt schnell zu, höchstens fünf Windungen beobachtet.

Gehäuseparameter (10 Exemplare):

Gehäuse-Durchmesser:

Größtes beobachtetes Exemplar 5,4 mm

Gehäuse-Dicke:

0,4 mm bis 0,9 mm

Vorkommen im Profil:

Discocyclinenmergel:

Fazies-Typ Dm 3.

Braune Schicht:

Fazies-Typ Bs 1 („Bioturbationshorizont“).

Assoziationen:

Fazies-Typ Dm 3: *Operculina* (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 2) -
Actinocyclus (Typ 1) -
Nummulites (Typ 3);

Fazies-Typ Bs 1: *Operculina* (Typ 1) -
Discocyclina (Typ 2) -
Nummulites (Typ 3)
(alle umgelagert!!!).

Bemerkungen:

Kennzeichnend für den hangenden Fazies-Typ Dm 3 ("Mergelfazies") des Discocyclinenmergels. Die in der Braunen Schicht (Fazies-Typ Bs 1, = „Bioturbationshorizont“) selten zu findenden Operculinen betrachte ich - wie auch die in dieser Schicht zu findenden Discocyclinen (Typ 2) und Nummuliten (Typ 3) - als bioturbat umgelagert aus dem Fazies-Typ Dm 3 des Discocyclinenmergels.

Actinocyclus und *Operculina*) und jeweils deren häufigsten Formen, die ich im vorherigen Kapitel rein nach äußeren Gehäusemerkmalen ausgeschieden habe, darstellen.

In Abbildung 11 auf darauffolgender Seite will ich die Großforaminiferen-Assoziationen der einzelnen, weiter oben bereits ausgeschiedenen Fazies-Typen der einzelnen Schichten zusammenfassend darstellen. Angezeichnet sind sie auf ein kombiniertes Idealprofil der Adelholzener Schichten, kombiniert aus den Profilen in Adelholzen (BAM) und Rohrdorf (BZRa) sowie ergänzend anderen Fundstellen.

4.2. Verteilung der Großforaminiferen auf das Profil

Zusammenfassend will ich in Abbildung 10 auf dieser Seite die Verteilung der Großforaminiferen-Gattungen (*Nummulites*, *Assilina*, *Discocyclina*,

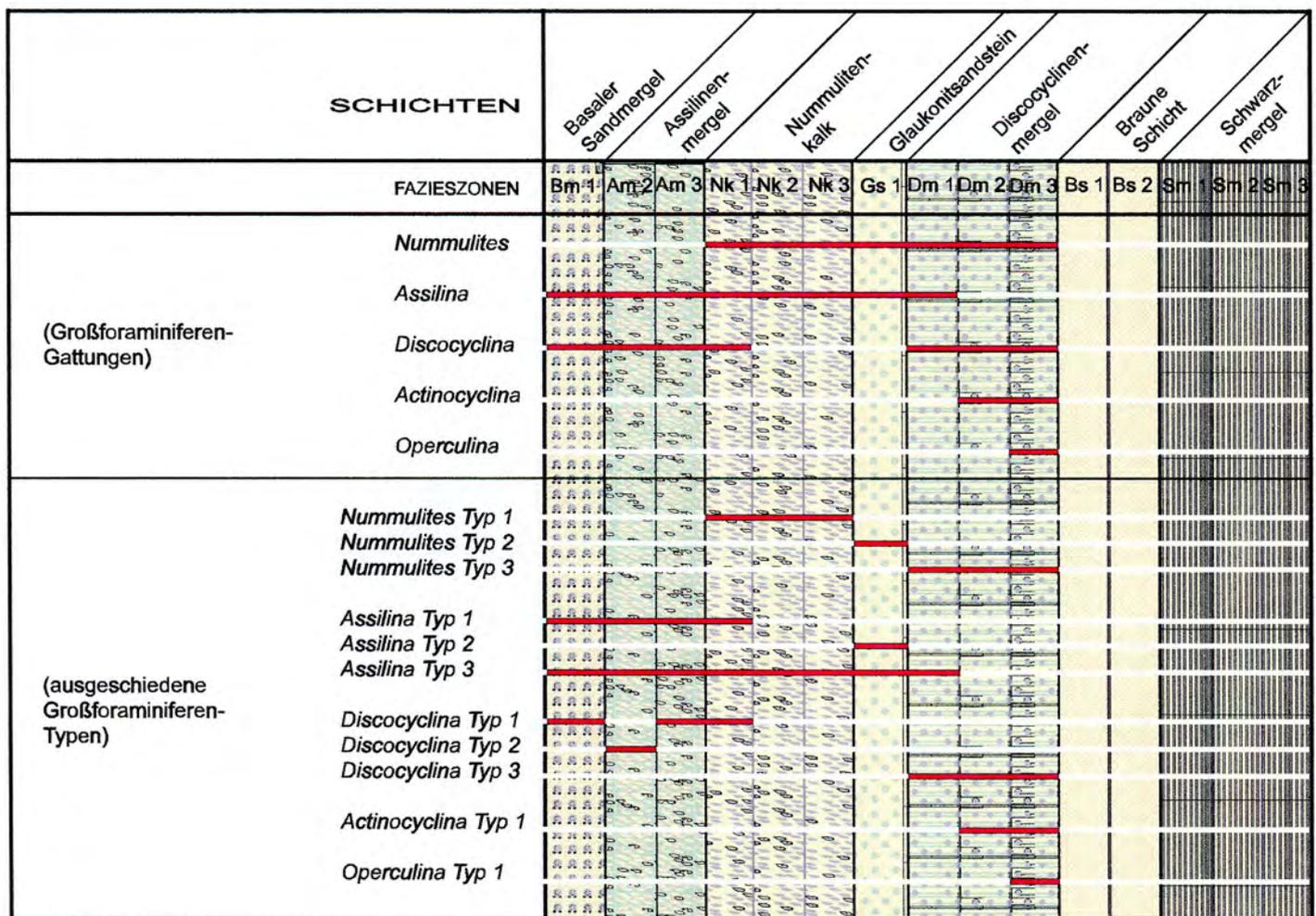


Abb. 10: Verteilung der Großforaminiferen-Gattungen und -Typen auf das Profil der Adelholzener Schichten.

Schicht	Fazies-Typ	Großforaminiferen-Assoziationen
Schwarzmergel	Sm 3	
	Sm 2	
	Sm 1	
Braune Schicht	Bs 2	
	Bs 1	(bioturbat verlagerte Großforaminiferen)
Discocyclinenmergel	Dm 3	<i>Nummulites (Typ 3) - Discocyclina (Typ 3) - Actinocyclina (Typ 1) - Operculina (Typ 1)</i>
	Dm 2	<i>Nummulites (Typ 3) - Discocyclina (Typ 3) - Actinocyclina (Typ 1)</i>
	Dm 1	<i>Nummulites (Typ 3) - Assilina (Typ 1) - Assilina (Typ 3) - Discocyclina (Typ 3)</i>
Glaukonit-sandstein	Gs 1	<i>Nummulites (Typ 2) - Assilina (Typ 2) - Assilina (Typ 3)</i>
Nummuliten-Kalk	Nk 3	<i>Nummulites (Typ 1) - Assilina (Typ 2) - Assilina (Typ 3)</i>
	Nk 2	<i>Nummulites (Typ 1) - Assilina (Typ 3)</i>
	Nk 1	<i>Nummulites (Typ 1) - Assilina (Typ 1) - Assilina (Typ 3) - Discocyclina (Typ 1)</i>
Assilinenmergel	Am 2	<i>Assilina (Typ 1) - Assilina (Typ 2) - Discocyclina (Typ 1) - Discocyclina (Typ 2)</i>
	Am 1	<i>Assilina (Typ 1) - Discocyclina (Typ 1)</i>
Basaler Sandmergel	Bm 1	<i>Assilina (Typ 1) - Discocyclina (Typ 1) (+ umgelagerte Großforaminiferen)</i>

Abb. 10: Verteilung der Großforaminiferen-Assoziationen auf das Profil der Adelholzener Schichten.

5. Mollusken der Adelholzener Schichten

5.1. Die häufigsten festgestellten Gastropoden- und Bivalven-Arten

In die folgende Zusammenstellung der weitestgehend erstmalig aus den Adelholzener Schichten beschriebenen Gastropoden- und Bivalvenarten bzw. -gattungen wurden nur die am häufigsten festgestellten Formen aufgenommen. Dies ist für die im Kapitel 7 folgenden ökologischen Interpretationen völlig ausreichend; eine komplette Bearbeitung der von mir geborgenen, äußerst artenreichen Molluskenfauna muß einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Die nach meinen Beobachtungen häufigsten Formen gehören unter den Bivalvia zur Unter-Klasse Pteriomorphia mit den Familien Gryphaeidae, Spondylidae, Pectinidae und Plicatulidae; dazu auch die Familie Modiolinae. Von den geborgenen Gastropoda werden unter den Archaeogastropoda die Familien Pleurotomariidae und Emarginulinae, unter den Mesogastropoda die Familien Cypraeoidea und Cassidae, und unter den Neogastropoda die Familien Conidae und die Unter-Familie Athlethinae berücksichtigt. Alle weiteren Familien der Bivalvia und Gastropoda sowie auch die Klassen Scaphopoda und Cephalopoda treten zahlenmäßig hinter den bearbeiteten Gruppen zurück und müssen an dieser Stelle außer Acht gelassen werden. Sie bleiben einer späteren Bearbeitung vorbehalten.

Da es sich - wie bereits erwähnt - bei den festgestellten Molluskenarten- bzw. Gattungen überwiegend um Erstnachweise aus den Adelholzener Schichten handelt, will ich die häufigsten, zur ökologischen Interpretation herangezogenen Formen ausführlicher beschreiben und auf den Tafeln im Anhang abbilden.

Die allgemein meist schlechte Erhaltung der Mollusken bereitete bei Bergung und Präparation oft Schwierigkeiten und machte auch eine Bestimmung auf Artniveau bisweilen unmöglich; daher konnte eine Zuordnung oft nur bis auf Gattungsebene erfolgen, bei wenigen Formen nur

bis hin zur Familie.

Die Bestimmung der Arten folgt weitestgehend dem Werk von SCHLOSSER (1925), das trotz seiner Revisionsbedürftigkeit das einzige Grundlagenwerk der Molluskenfauna des bayerischen Helvetikums darstellt. Auch die Monographie von COSSMANN (1904 -1906) über die Molluskenfauna der zeitlich-äquivalenten Sedimente des Pariser Beckens bot - wenn auch ebenso revisionsbedürftig - Hilfe bei der Bestimmung der Funde. Zusätzlich wurden auch die zahlreichen Arbeiten von TRAUB zur Molluskenfauna des Paläozäns am Haunsberg eingesehen.

Die Numerierung der einzelnen Stücke beinhaltet ein Kürzel für die jeweilige Fundschicht (Ba, A, Nk, Gs, D, Bs, S), die Nummer - soweit vorhanden (entsprechend Slg. HEYNG), das Fundjahr sowie den Fundort.

Die jeweilige Beschreibung konzentriert sich auf das abgebildete Stück, ergänzt durch weitere Funden der gleichen Art bzw. Gattung.

KLASSE GASTROPODA

Unt.-Klasse Prosobranchia

Ord. Archaeogastropoda

Ü.-Fam. Pleurotomarioidea

Fam. Pleurotomariidae

Pleurotomaria cf. puncticulosa GÜMBEL

Taf. 3, Fig. 8

Material:

D81/00; BZRa

Stark beschädigtes Gehäuse, Schale korrodiert; deformiert: H ca. 24 mm, B ca. 46 mm.

Beschreibung:

Gehäuse mit breiter Basis und mäßig hohem Gewinde; Skulptur besteht aus Spirallinien mit perlschnurartiger Struktur (feine Knötchen); Schlitzband sehr tief gelegen.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Fazies-Typen Dm 1 bis Dm 3), gehäuft in Fazies-Typ Dm 2.

Ökologie:

Carnivor; rezent Tiefwasser, fossil meist Flachwasser- und Riffbewohner.

Bemerkungen:

Die an dem vorliegenden Exemplar erhaltenen Merkmale stimmen gut mit der Beschreibung von SCHLOSSER (1925: 79 - 80) überein. Nach SCHLOSSER (1925: 79) ist *P. puncticulosa* "eine der häufigsten Gastropoden des Kressenberges, jedoch nahezu auf das Nebengestein (...) beschränkt". Im Nordhelvetikum ist sie auf den Discocyclinenmergel beschränkt und gehört auch hier zu den häufigsten und ob der Schalenerhaltung auch auffälligsten Gastropodenfunden. Es handelt sich um den Erstnachweis dieser art in den Adelholzener Schichten.

Ü.-Fam. Fissurelloidea

Fam. Fissurellidae

Unt.-Fam. Emarginulinae

Emarginula sp.

ohne Abb.

Material:

S7/00: BZRb

Skulptursteinkern mit kreidigen Schalenresten; leicht verdrückt: H ca. 4 mm, B ca. 3,5 mm, L ca. 7 mm.

Beschreibung:

Schale mützenförmig, Wirbel nach hinten gekrümmt und reicht über Schalenrand hinaus, soweit erhalten nicht eingerollt; deutlicher Schlitz, dieser nimmt etwas weniger als 1 Drittel der Länge vom Vorderrand bis zum Wirbel ein; gegitterte Skulptur.

Vorkommen:

Schwarzmergel, Fazies-Typ Sm 2.

Ökologie:

Herbivor - carnivor; bevorzugt Hartsubstrat in der Gezeitenzone, Sublitoral, auch Tiefwasserbewohner bekannt.

Bemerkungen:

Die Zugehörigkeit des vorliegenden Exemplares zur Gattung *Emarginula* unterliegt keinem Zweifel; von einer weitergehenden Bestimmung muß ich hier jedoch absehen. Es handelt sich um den Er-

stnachweis dieser art in den Adelholzener Schichten.

Ord. Mesogastropoda

Ü.-Fam. Tonnoidea

Fam. Cypraeoideae

Cypraea sp.

ohne Abb.

Material:

D69/00; BZRa

Steinkern, letzte W. stark beschädigt, stark verdrückt: H ca. 32 mm, B ca. 19 mm.

Beschreibung:

Annähernd halbovale Form, an einem Enden deutlich zugespitzt, das Andere abgerundet; Windungen umfassen sich - soweit erkennbar - vollständig; Mündung langgezogen-gebogen, eng.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, vorwiegend Fazies-Typ Dm 2, auch im Hangenden von Dm 1 und im Liegenden von Dm 3.

Ökologie:

Omnivor (herbivor, carnivor); epifaunal in Riffen und im Flachwasser.

Bemerkungen:

Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Gattung in den Adelholzener Schichten.

Gisortia cf. gigantea (MÜNSTER)

Taf. 3, Fig. 9

Material:

Div. Material, unbez.; BZRa.

Beschreibung:

Große, rundliche Gehäuse; Umgänge umfassen einander vollkommen; Gewinde flach, kaum erhoben; Mündung langgezogen, eng.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Fazies-Typen Dm 1, Dm 2, Dm 3).

Ökologie:

Siehe *Cypraea sp.*

Bemerkungen:

Obwohl die Steinkerne dieser Art alle stark verdrückt sind zeigen sie starke Ähnlichkeiten mit jenen von *Gisortia gigantea* MÜNSTER aus dem Nebengestein, dem Schwarzerz oder dem Roterz des Kressenberges, wo diese Art allgemein häufig vorkommt. Nach SCHLOSSER (1925: 104) ist *G. gigantea* „im Eocaen der bayerischen Alpen überall ziemlich häufig“, wider Erwarten aus den Adelholzener Schichten bisher jedoch nicht beschrieben worden (Erstnachweis).

Fam. Cassidae

Unt.-Fam Cassinae

Galeodea sp.

Taf. 3, Fig. 10

Material:

D80/00; BZRa

Steinkern, Gewinde und Mündung beschädigt; stark verdrückt: H ca. 15 mm, B ca. 32 mm.

Beschreibung:

Große Endwindung, darauf 3 Knotengürtel erkennbar, durch breite Zwischenräume voneinander getrennt; Knoten stumpf, axial ausgezogen, von oben nach unten schwächer werdend und in Zahl abnehmend; Ansatz eines Siphonalkanals erkennbar.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Fazies-Typen Dm 1 bis Dm 3).

Ökologie:

Carnivor; auf Sand- und Weichböden allgemein, v. a. litoral, auch tieferes Wasser.

Bemerkungen:

Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Gattung in den Adelholzener Schichten.

Ord. Neogastropoda

Ü.-Fam. Muricoidea

Fam. Volutidae

Unt.-Fam. Athletinae

Athleta sp.

ohne Abb.

Material:

B3/99; BAM

Steinkern mit Schalenresten, stark beschädigt; leicht verdrückt: H ca. 36 mm, B ca. 10 mm.

S3/00; BZRb

Steinkern-Fragment mit kreidigen Schalenresten; leicht verdrückt: H ca. 23 mm, B ca. 15 mm.

Beschreibung:

Gehäuse leicht bauchig, verkehrt spindelförmig; hohe Endwindung, Gewinde klein; zarte querverlaufende Rippung, die in angedeuteten leichten Knoten mündet; deutliche und regelmäßige, feine Längsstreifung.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, Braune Schicht und Schwarzmergel (Sm 1, Sm 2).

Ökologie:

Carnivor, grabend in Sand- und Schlamm Böden; insbesondere Bewohner warmer Meere, Litoral bis Tiefsee.

Bemerkungen:

Die Steinkerne gehören höchstwahrscheinlich der selben Art an. Da meist aber viele Merkmale nicht mehr erhalten sind, muß ich von einer artlichen Zuordnung hier absehen. Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Gattung in den Adelholzener Schichten.

Ü.-Fam. Conoidea

Fam. Conidae

Conus cf. helveticus MAYER

Taf. 3, Fig. 11

Material:

D68/00; BZRa

Kohiger Steinkern, beschädigt und verdrückt: H ca. 30 mm, B ca. 21 mm.

D117/01; BZRa

Steinkern, stark beschädigt und verdrückt: Größter Durchmesser des Gewindes: Ca. 22 mm.

Beschreibung:

Gehäuse kegelförmig, Umgänge umfassen einander; Gewinde flach, soweit erkennbar etwas erhoben, mit typischer, mehrfacher Streifung; Mündung lang und schmal.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Dm 1, Dm 2, Dm 3), häufiger in Fazies-Typ Dm 2.

Ökologie:

Carnivor, auf Sand- und Weichböden allgemein; in Seegraswiesen, auch in Riffen; meist flaches bis auch tieferes Wasser.

Bemerkungen:

Die Erhaltung der Steinkerne ist meist schlecht und alle Exemplare sind mehr oder weniger tektonisch deformiert. Bei einigen Stücken ist jedoch die typische Querstreifung auf der Oberseite der Windungen zu erkennen. Da SCHLOSSER (1925: 134) die große Variationsbreite dieser Art betont, stelle ich diese Steinkerne mit Vorbehalt allesamt zu *C. helveticus*; eine Überprüfung dieser Art erscheint notwendig. Bereits REIS (1896: 28) erwähnt die Art *Conus pyramidalis* aus den Adelholzener Schichten des Wolfsberggrabens, welche SCHLOSSER (1925: 200) als *C. helveticus* revidierte.

KLASSE BIVALVIA

Unt.-Klass. Pteriomorphia

Ord. Mytiloidea

Ü.-Fam. Mytiloidea

Fam. Mytilidae

Unt.-Fam. Modiolinae

Semimodiolus cf. flabella
(SCHAFHÄUTL)
ohne Abb.

Material:

D45/99; BZRa

Steinkern mit Schalenresten, leicht beschädigt: L ca. 96 mm, B. ca 46 mm.

D46/99; BZRa

Steinkern mit Schalenresten, stark beschädigt: L ca. 75 mm, B ca. 38 mm.

Beschreibung:

Stark ungleichseitig, schief, Gesamtform hochoval, „Schuh-förmig“; Ligament langgezogen, gerade; Wirbel stumpf, Vorderende flügelartig verbreitert.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel und Braune Schicht.

Ökologie:

Rezente Vertreter der Familie leben meist auf schlammigen Grund, vom litoral bis in mäßige Tiefen.

Bemerkungen:

Diese auffallende Art ist im Südhelvetikum aus der „Fossilschicht“ von St. Pankraz sowie aus dem Nebengestein am Kressenberg bekannt, wo sie nach SCHLOSSER (1925: 48) „beträchtliche Dimensionen erreichen“ kann und „ziemlich selten“ ist. Auch im Discocyclinenmergel ist sie großwüchsig, kommt aber häufig vor, wenn auch oft nur in Bruchstücken, da es eine relativ dünnschalige Art ist. Aber auch dieser Schalenbruch ist ob der auffälligen, runzeligen Oberfläche (=Periostrakum) dieser Art zuzuordnen. Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Gattung und Art in den Adelholzener Schichten.

Unt.-Fam. Lithophaginae

Lithophaga sp.
ohne Abb.

Material:

Div. Material, unbez.; BZRa, BZR, BAM.

Beschreibung:

Nur indirekt durch charakteristische Bohrgänge in dickschaligen Exemplaren von *Pycnodonte gigantea* (SOL.) nachgewiesen.

Vorkommen:

Assillinenmergel bis Nummulitenkalk, an das Vorkommen von *P. gigantea* (SOL.) gebunden.

Ökologie:

Rezent v. a. in warmen, subtropisch-tropischen

Meeren; bleibt zeitlebens in (mit Hilfe von Säuren) selbstgebauten Bohrlöchern in primären (z.B. anstehendem Kalkgestein) und sekundären Hartgründen (z.B. Steinkorallen, dicke Muschelschalen).

Bemerkungen:

Häufig sowohl im Assilinenmergel als auch im Nummulitenkalk.

Ord. Ostreoida

Unt.-Ord. Ostreina

Ü.-Fam. Ostreioidea

Fam. Gryphaeidae

Pycnodonte gigantea (SOLANDER)

Taf. 3, Fig. 12

Material:

Div. Material, unbez.; BZR_a, BZR, BAM.

Beschreibung:

Große, meist außerordentlich dickschalige Gehäuse, hoch-ovaler Umriss, meist stark konvex gewölbte Klappen; Innenseite mit tiefem Muskeleindruck und breitem, dreigeteiltem Ligamentfeld; Gehäuseoberfläche mit unregelmäßigen, welligen Anwachsstreifen.

Vorkommen:

Basaler Sandmergel bis Glaukonitsandstein.

Ökologie:

Filtrierer, sessil /mit einer Klappe festzementiert, zumindest juvenil); speziell angepasst an Flachwasser mit hoher Wasserenergie (blasige Schalenstruktur mit „Zwischenböden“ in Verbundbauweise).

Bemerkungen:

Diese auffällige Art ist aus den „Mittleren Adelholzener Schichten“ schon lange bekannt (z.B. SCHLOSSER 1925). Am häufigsten kommt sie im Assilinenmergel vor und tritt bis in die hangenden Bereiche des Nummulitenkalkes recht häufig auf. Im Glaukonitsandstein gibt es nur noch vereinzelt Nachweise.

Pycnodonte sp.

ohne Abb.

Material:

Div. Material, unbez.; BZR_a, BZR, BAM.

Beschreibung:

Gehäuse in Bezug auf Gesamtgröße relativ dickschalig, gesamtform sehr variabel, rundlich-trapezförmig bis langgezogen; dreigeteiltes Ligamentfeld; Gehäuseoberfläche mit unregelmäßiger Anwachsstreifung.

Vorkommen:

Hangender Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel (Dm 1, Dm 2, Dm 3) und Braune Schicht (Bs 1, Bs 2).

Ökologie:

Die wenigen, rezenten Verwandten leben meist auf Hartsubstrat zementiert, gewöhnlich auf schlammig-kiesigem Grund; mittleres bis tiefes Wasser.

Bemerkungen:

Diese Form ist außerordentlich häufig, insbesondere im gesamten Discocyclinenmergel. Für eine nähere Bestimmung bedarf es jedoch eines Spezialisten.

Ü.-Fam. Plicatuloidea

Fam. Plicatulidae

Plicatulidae gen et sp. indet

ohne Abb.

Material:

Div. Material, unbez.; BAM, BZR_a, BZR_b und andere Fundstellen.

Beschreibung:

Kleine, rundliche bis leicht ovale, dünne Schalen; Radialrippchen erkennbar, nicht bis zum Ventralrand reichend, leicht unregelmäßig; Öffnung unterhalb des Wirbels erkennbar.

Vorkommen:

Assilinenmergel bis Braune Schicht.

Ökologie:

Rezent in wärmeren Meeren weltweit verbreitet; sessil, mit rechter Klappe auf Hartsubstrat festgewachsen.

Bemerkungen:

Die nach SCHLOSSER (1925: 40) „meist auf Nummuliten aufgewachsenen Schalen“ der Art *P. parvula* werden von ihm aus dem Nebengestein des Kressenberges und auch aus den Adelholzener Schichten beschrieben. Das mir vorliegende Material umfasst wohl mehrere Arten, von einer näheren Bestimmung mußte abgesehen werden.

Unt.-Ord. Pectinina
Ü.-Fam Pectinoidea
Fam. Pectinidae

Lentipecten cf. corneus (SOW.)
ohne Abb.

Material:

D63/00; BZRa
Einklappiges Exemplar, beschädigt: L ca. 28 mm, B ca. 32 mm.

Beschreibung:

Mäßig gewölbte, dünne und fragile Schale; Umriss rund bis oval (oft tektonisch deformiert!); feine, konzentrische Anwachsstreifung erkennbar. Mit relativ kleinen, nahezu gleichförmigen Ohren, teilweise mit zarter Längsstreifung parallel zum Außenrand.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, Braune Schicht.

Ökologie:

Ähnlich *Chlamys* (siehe unten), jedoch ohne Byssus und somit teilweise befähigt zum freien Schwimmen.

Bemerkungen:

Diese Art ist im Discocyclinenmergel (Schalenfazies, mittlere Bereiche) sowie in der Braunen Schicht lagenweise extrem häufig anzutreffen. Es handelt sich um den Erstrnachweis dieser Art aus den Adelholzener Schichten.

U.-Fam. Chlamydiae

Chlamys cf. scutulatus (SCHAFHÄUTL)

Taf. 4, Fig. 14 & 17

Material:

A10/00; BZRb
Einzelklappe; stark beschädigt, teilweise abgerieben: B ca. 31 mm, H ca. 32 mm.
A27/98; BAM
Einzelne, rechte Klappe; Schloßregion stark beschädigt: B ca. 24 mm, H ca. 25 mm.
D59/00; BZRa
Einzelne Klappe, leicht beschädigt: B ca. 9 mm, H ca. 9 mm.

Beschreibung:

Schale flach, annähernd symmetrisch-kreisförmig; über 30 Hauptrippen erkennbar, diese sind viereckig abgerundet und beschuppt; Zwischenrippen deutlich entwickelt, ebenfalls beschuppt; Zwischenraum der Rippen mit feinsten Fältelung (Streifung), mittig parallel, seitlich spitzwinklig zu den Hauptrippen; Anwachsstreifung erkennbar; Ohren relativ groß und stark skulptiert (berippt), tiefer byssal-notch.

Vorkommen:

Assilinenmergel und Discocyclinenmergel.

Ökologie:

Filterierer, meist Flachwasserbewohner, litoral, auf Schlamm, Kies und Sand; meist auf Hartsubstrat byssal verankert; bis in große Tiefen.

Bemerkungen:

Durch die große Übereinstimmung der Merkmale stelle ich die drei Exemplare zur selben Art, das juvenile Exemplar aus dem Discocyclinenmergel jedoch mit Vorbehalten. Am nächsten kommen sie im Werk von SCHLOSSER (1925:46) der Beschreibung von „*Pecten*“ (*Chlamys*) *scutulatus*, wenn ich auch eine dort beschriebene, leichte Asymmetrie der Schale nicht erkennen kann. SCHLOSSER nennt an gleicher Stelle *Ch. scutulatus* aus den Adelholzener Schichten des Spirkagrabens und bezeichnet sie dort als selten. In Rohrdorf (BZRb) wie auch in Adelholzen (BAM) kommt diese Art im Assilinenmergel sehr häufig vor.

***Chlamys cf. suborbicularis* (MÜNSTER)**

Taf. 4, Fig. 13

Material:

Am25/98; BAM

Einzelne Klappe, beschädigt: B ca. 58 mm, H ca. 57 mm.

Ba29/01; BZRb

Einzelne Klappe, stark beschädigt: B ca. 55 mm, H ca. 60 mm.

Beschreibung:

Große, dickschalige Klappen, Gesamtform - soweit erkennbar - asymmetrisch, rundlich-oval, mit deutlicher Anwachsstreifung; Ohren groß, ungleich, mit deutlicher Längsstreifung parallel zum Außenrand.

Vorkommen:

Basaler Sandmergel und Assilinenmergel.

Ökologie:

Siehe oben (*Ch. cf. scutulatus* (SCHAFH.)).

Bemerkungen:

Diese Art weist nach SCHLOSSER (1925:44) im Unterschied zur nachfolgenden *Ch. paueri* FR. keine Radialstreifung auf, ist ansonsten dieser aber sehr ähnlich. SCHLOSSER (1925: ibid.) beschreibt sie aus dem Südhelvetikum, hier aus dem Nebengestein des Emanuelflötzes, als sehr häufig. Auch im Assilinenmergel ist diese Art zusammen mit *Spondylus muensteri* GÜMB. sehr häufig zu finden, in Adelholzen (BAM) ebenso wie in Rohrdorf (BZRb). Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Art in den Adelholzener Schichten.

***Chlamys cf. paueri* FRAUSCHER**

Taf. 4, Fig. 16

Material:

D50/00; BZRa

Einklappiges Exemplar, stark beschädigt: L ca. 75 mm, B ca. 72 mm.

Beschreibung:

Große, dickschalige Klappe, Gesamtform asymmetrisch, länglich-oval; Ohren groß, ungleich; deutliche Anwachsstreifung, feine Radialstreifung erkennbar.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, v. a. Übergang der Schalenfazies zur Mergelfazies.

Ökologie:

Siehe oben (*Ch. cf. scutulatus* (SCHAFH.)).

Bemerkungen:

Diese Art wurde von FRAUSCHER aufgrund der sehr feinen Radialstreifung von der sonst sehr ähnlichen *Ch. suborbicularis* (MÜNSTER) abgetrennt. SCHLOSSER (1925: 44) beschreibt sie als „keineswegs besonders häufig“ aus dem Nebengestein des Kressenberges. Aus dem Pariser Becken wird sie von COSSMANN (1913) mit etwas deutlicher hervortretender Radialstreifung beschrieben. Das vorliegende Exemplar stelle ich v. a. aufgrund dieser erkennbaren, zarten Radialstreifung - mit Vorbehalten - zu dieser Art. Es handelt sich um den Erstnachweis dieser Art in den Adelholzener Schichten.

***Chlamys cf. solea* (DESH.)**

Taf. 4, Fig. 15

Material:

D110/00; BZRa

Einzelklappe, stark beschädigt: H ca. 26 mm, B ca. 26 mm.

Beschreibung:

Gesamtform annähernd rund, relativ dickschalig; Ohren ungleich, mit feiner Längsstreifung bzw. Längsstreifen und Querrippen; Schalenoberfläche mit regelmäßiger, feiner konzentrischer Anwachsstreifung und feinen Radialrippen.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, hangende Mergelfazies (Fazies-Typ DM 3).

Ökologie:

Siehe oben (*Ch. cf. scutulatus* (SCHAFH.)).

Bemerkungen:

Die vorliegende Schale besitzt starke Ähnlichkeiten mit der von COSSMANN (1913: Taf. XL; Fig. 131-1) abgebildeten *Ch. solea* aus dem Lutet von Barnes; hier ist das rechte, stärker skulptierte Ohr jedoch vom Schalenrand stärker losgelöst.

Fam. Propeamussiidae

Propeamussium sp.

Taf. 4, Fig. 18

Material:

S1/00; BZRb
Rechte Klappe, Skulptursteinkern mit
Schalenresten: B ca. 10 mm, H ca. 11 mm.

Beschreibung:

Sehr dünne, schwach gewölbte Schale, Umriß
rundlich; „Ohren“ klein und annähernd gleich
geformt; auf der Innenseite zehn radiale Rippen,
fast bis zum Ventralrand reichend; diese beginnen
sehr schmal, werden in Richtung Ventralrand
kräftiger und enden breit ausgezogen.

Vorkommen:

Schwarzmergel (Fazies-Typ Sm 1, Sm 2).

Ökologie:

Rezent typischerweise Bewohner des Tiefwassers,
unterhalb 50 Metern bis 4000 Meter.

Bemerkungen:

Diese Form kommt im Schwarzmergel sehr häufig
vor, insbesondere in etwas grobkörnigeren Lagen,
und ist für diese Schicht charakteristisch.

Fam. Spondylidae

Spondylus muensteri GÜMBEL

Taf. 5, Fig. 19 & 20

Material:

A4/98; BAM
Doppelklappiges Exemplar, beschädigt: B ca. 64
mm, H ca. 75 mm.

Beschreibung:

Schale flach (rechte Klappe stärker gewölbt),
relativ gleichmäßig dünnschalig, ovale Form, zum
Schloß hin zugespitzt; zahlreiche schmale, dicht
angeordnete, regelmäßige Radialrippen; zarte,
unregelmäßige Bestachelung.

Vorkommen:

Basaler Sandmergel, Assilinenmergel bis
Nummulitenkalk.

Ökologie:

Rezent in warmen, subtropisch-tropischen Meeren,
meist litoral bis flacheres Wasser; meist auf
Hartsubstrat (zumindest juvenil) mit der rechten
Klappe festzementiert.

Bemerkungen:

Diese Art wurde von SCHLOSSER (1925: 40,
199) aus der „mittleren Stufe“ der Adelholzener
Schichten beschrieben. Im Südhelvetikum ist
sie zahlreich im Emanuelflöz-Nebengestein zu
finden (SCHLOSSER: 40, 199), ebenso in der
„Fossilschicht“ von St. Pankraz am Haunsberg.

Spondylus sp.

Taf. 5, Fig. 21 & 22

Material:

D8/00; BZRa
Doppelklappig, leicht beschädigt: L ca 87 mm, B
ca. 63 mm.
D103/00; BZRa
Doppelklappig, beschädigt: L ca. 73 mm, B ca. 40
mm.

Beschreibung:

Von vorheriger Art durch unregelmäßige, sehr
variable Gesamtform und sehr viel stärkere
Bestachelung unterschieden.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Dm 1, Dm 2, Dm 3) und
Braune Schicht (Bs 1, Bs 2).

Ökologie:

Siehe oben (*Spondylus muensteri* Gumb.).

Bemerkungen:

Diese Form kommt im Discocyclinenmergel
sehr häufig vor, auch nestartig angereichert
und zusammengewachsen. Von einer näheren
Bestimmung an dieser Stelle wurde abgesehen,
bedingt durch eine undurchsichtige Fülle von
beschriebenen Arten, die revisionsbedürftig sind.

Unt.-Klasse Heterodonta
Ord. Veneroida
Ü.-Fam. Crassatelloidea
Fam. Crassatellidae
Unt.-Fam Crassatellinae

Crassatellidae gen. et sp. indet.
ohne Abb.

Material:

Div. Material, unbez.; BAM, BZRa, BZRb.

Beschreibung:

Umriß oval, hinten etwas verlängert; regelmäßige, feine Anwachsstreifung bzw. -furchung erkennbar.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel, Mergelfazies (Fazies-Typ Dm 3)

Ökologie:

In warmgemäßigten, tropischen Gewässern, v. a. im tieferen Wasser.

Bemerkungen:

Das vorliegende Stück macht eine Zuordnung zur Gattung *Crassatella* sehr wahrscheinlich, eine weitere Bestimmung ob der schlechten Erhaltung nicht möglich.

Ü.-Fam. Cardioidea
Fam. Cardiidae
Unt.-Fam. Laevicardiinae

Laevicardiinae gen. et sp. indet
ohne Abb.

Material:

Div. Material, unbez.; BAM, BZRa, BZRb.

Beschreibung:

Gehäuseform ungleichseitig, langgezogen; gleichmäßige, feine Radialrippung erkennbar.

Vorkommen:

Discocyclinenmergel (Fazies-Typen Dm 1 bis Dm 3), gehäuft in der Schalenfazies (Dm 1).

Ökologie:

Rezente vorwiegend in tropisch-subtropischen Gewässern, vom Eulitoral bis Sublitoral.

Bemerkungen:

Die Steinkerne dieser Gattung sind im Discocyclinenmergel sehr häufig, oft auch doppelklappig. Ihre Erhaltung ist schlecht und werden daher im Gelände meist übersehen. Da Wirbel und Schloß nicht zur Verfügung stehen, kann nur eine sehr allgemeine Bestimmung erfolgen.

Es handelt sich um den Erstdnachweis dieser Gattung in den Adelholzener Schichten.

5.2. Systematische Kurzübersicht der beschriebenen Taxa

KLASSE GASTROPODA

Unt.-Klasse Prosobranchia
Ord. Archaeogastropoda
Ü.-Fam. Pleurotomarioidea
Fam. Pleurotomariidae

Pleurotomaria cf. puncticulosa GÜMBEL

Ü.-Fam. Fissurelloidea
Fam. Fissurellidae
Unt.-Fam. Emarginulinae

Emarginula sp.

Ord. Mesogastropoda
Ü.-Fam. Tonnoidea
Fam. Cypraeoidea

Cypraea sp.

Gisortia cf. gigantea (MÜNSTER)

Fam. Cassidae
Unt.-Fam Cassinae

Galeodea sp.

Ord. Neogastropoda
Ü.-Fam. Muricoidea
Fam. Volutidae
Unt.-Fam. Athletinae

Athleta sp.

Ü.-Fam. Conoidea
Fam. Conidae

Conus cf. helveticus MAYER

KLASSE BIVALVIA

Unt.-Klass. Pteriomorphia
Ord. Mytiloidea
Ü.-Fam. Mytiloidea
Fam. Mytilidae
Unt.-Fam. Modiolinae

Semimodiolus cf. flabella (SCHAFHÄUTL)

Unt.-Fam. Lithophaginae

Lithophaga sp.

Ord. Ostreoida
Unt.-Ord. Ostreina
Ü.-Fam. Ostreoida
Fam. Gryphaeidae

**Pycnodonte gigantea (SOLANDER)
Pycnodonte sp.**

Ü.-Fam. Plicatuloidea
Fam. Plicatulidae

Plicatulidae gen et sp. indet

Unt.-Ord. Pectinina
Ü.-Fam Pectinoidea
Fam. Pectinidae

Lentipecten cf. corneus SOW.

U.-Fam. Chlamydiae

**Chlamys cf. scutulatus (SCHAFHÄUTL)
Chlamys cf. suborbicularis (MÜNSTER)
Chlamys cf. paueri FRAUSCHER
Chlamys cf. solea (DESH.)**

Fam. Propeamussiidae

Propeamussium sp.

Fam. Spondylidae

**Spondylus muensteri GÜMBEL
Spondylus sp.**

Unt.-Klasse Heterodonta
Ord. Veneroidea
Ü.-Fam. Crassatelloidea
Fam. Crassatellidae
Unt.-Fam Crassatellinae

Crassatellidae gen. et sp. indet.

Ü.-Fam. Cardioidea
Fam. Cardiidae
Unt.-Fam. Laevicardiinae

Laevicardiinae gen. et sp. indet

5.3. Verteilung der beschriebenen
Mollusken-Taxa auf das Profil

Bei der Beschreibung der einzelnen Schichten und Fazies-Zonen wurde bereits im Kapitel 3 auf deren Faunen- und Florengelalt eingegangen. Die Verteilung der oben beschriebenen, häufigsten und später für ökologische Aussagen herangezogenen Arten stelle ich folgend noch einmal zusammenfassend tabellarisch dar (Abb. 12, S.58 und 59).

Die Grafik basiert auf eigenen Beobachtungen in allen begangenen Aufschlüssen und insbesondere in den Profilen in Bad Adelholzen (BAM) und im Rohrdorfer Zementwerk (BZRa), die über mehrere Monate hinweg regelmäßig besucht, dabei systematisch aufgegraben und intensiv abgesammelt wurden.

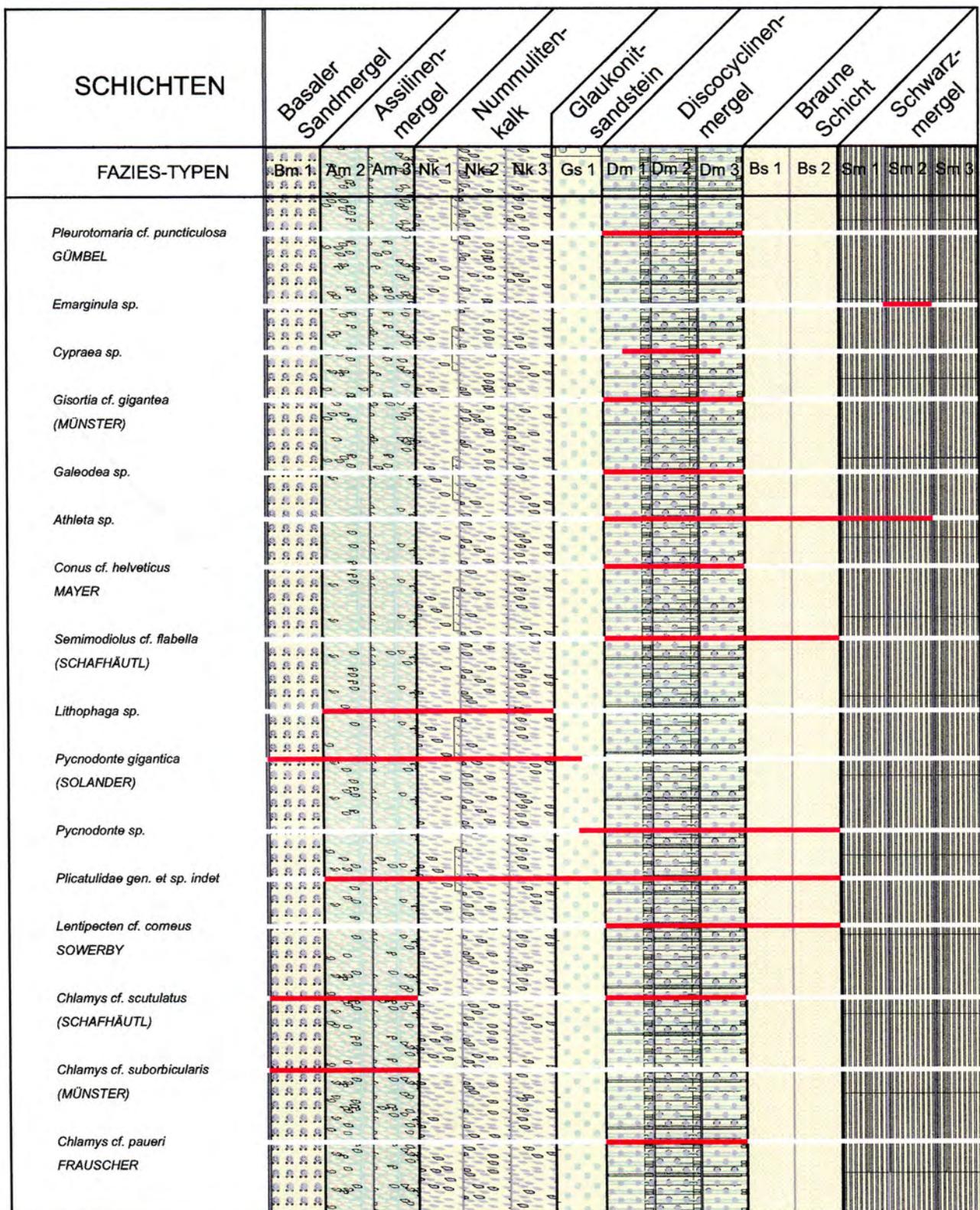


Abb. 12a: Verteilung der beschriebenen Mollusken auf das Profil der Adelholzener Schichten (Fortsetzung siehe nächste Seite).

und scheint spitzer auszulaufen als bei *C. conoideus*. Besonders zahlreich war sie ab dem Hangenden von Fazies-Typ Dm 1 und im Fazies-Typ Dm 2 des Discocyclusmergels festzustellen. Ob es sich dabei um eine andere Art handelt oder möglicherweise um eine ökologisch angepasste Form, kann ich nicht entscheiden.

Zum wahrscheinlichen Lebensraum von *C. conoideus* schreiben HAGN et. al. (1992:198): „Die kräftige, dickschalige Corona läßt auf eine tropische Flachsee schließen (...).“ Diese dicke, robuste Corona ist auch als Anpassung an einen hochenergetischen Lebensraum zu sehen. Bei *Conoclypus* sp. könnte es sich dementsprechend vielleicht um eine an geringere Wasserenergie bzw. vielleicht auch tieferes Wasser angepasste Form handeln.

Harpactoxanthopsis quadrilobatus
(DESMAREST, 1822) fand sich neben der Schwimmkrabbe *Ranina* und weiteren Decapodenarten vom basalen Discocyclusmergel (Fazies-Typ DM 1) bis zum Hangenden der Braunen Schicht (Fazies-Typ Bs 2). Besonders zahlreich trat *Harpactoxanthopsis* in den Fazies-Typen Dm 1 und Dm 2 auf.

Ob der meist phantastischen Erhaltung mit artikulierte Extremitäten und Scheren und der hohen Transportempfindlichkeit von Dekapoden-Resten (SCHÄFER 1962: 543) muß man annehmen, dass der Sedimentationsraum weitgehend auch dem Lebensraum entsprach.

Zu wahrscheinlichen Lebensraum von *Harpactoxanthopsis quadrilobatus* sei VOGELTANZ (1972:37) zitiert: „Aus der Form der Extremitäten, die etwa jener der rezenten *Ocypode aegyptica* vergleichbar ist, geht hervor, daß die Art auf dem Sediment lief, vermutlich auch grabend und zeitweise über dem Wasserspiegel leben konnte.“

6.2. Verteilung der Begleitfauna - und Flora

Nachfolgende Grafik (S. 61 bis 62) hält die Beobachtungen zur Verteilung der Begleitfauna- und -Flora fest.

SCHICHTEN	Basaler Sandmergel		Assilinenmergel			Nummulitenkalk			Glaukonit-sandstein			Discocyclinenmergel		Braune Schicht		Schwarzmergel	
	Bm 1	Am 2	Am 3	Nk 1	Nk 2	Nk 3	Gs 1	Dm 1	Dm 2	Dm 3	Bs 1	Bs 2	Sm 1	Sm 2	Sm 3		
FAUNA																	
Foraminifera/planktisch (unbestimmt)																	
Foraminifera/benthisch (unbestimmt)																	
Schwämme (unbestimmt)																	
Korallen (unbestimmt)																	
Bryozoa (unbestimmt)																	
Brachiopoda																	
Terebratulina eudichotoma																	
Cistella sp.																	
Vermes																	
Rotularia spirulae																	
Serpula sp.																	
Scaphopoda																	
Dentalium sp.																	
Cephalopoda																	
Aturia sp.																	
Nautiloidea gen. et sp. indet.																	
Ostracoda (unbestimmt)																	
Decapoda																	
Harpactoxanthopsis quadrilobatus																	
Ranina sp.																	

Abb. 12a: Verteilung der festgestellten Begleitfauna und -Flora auf das Profil der Adelholzener Schichten (Fortsetzung siehe nächste Seite).

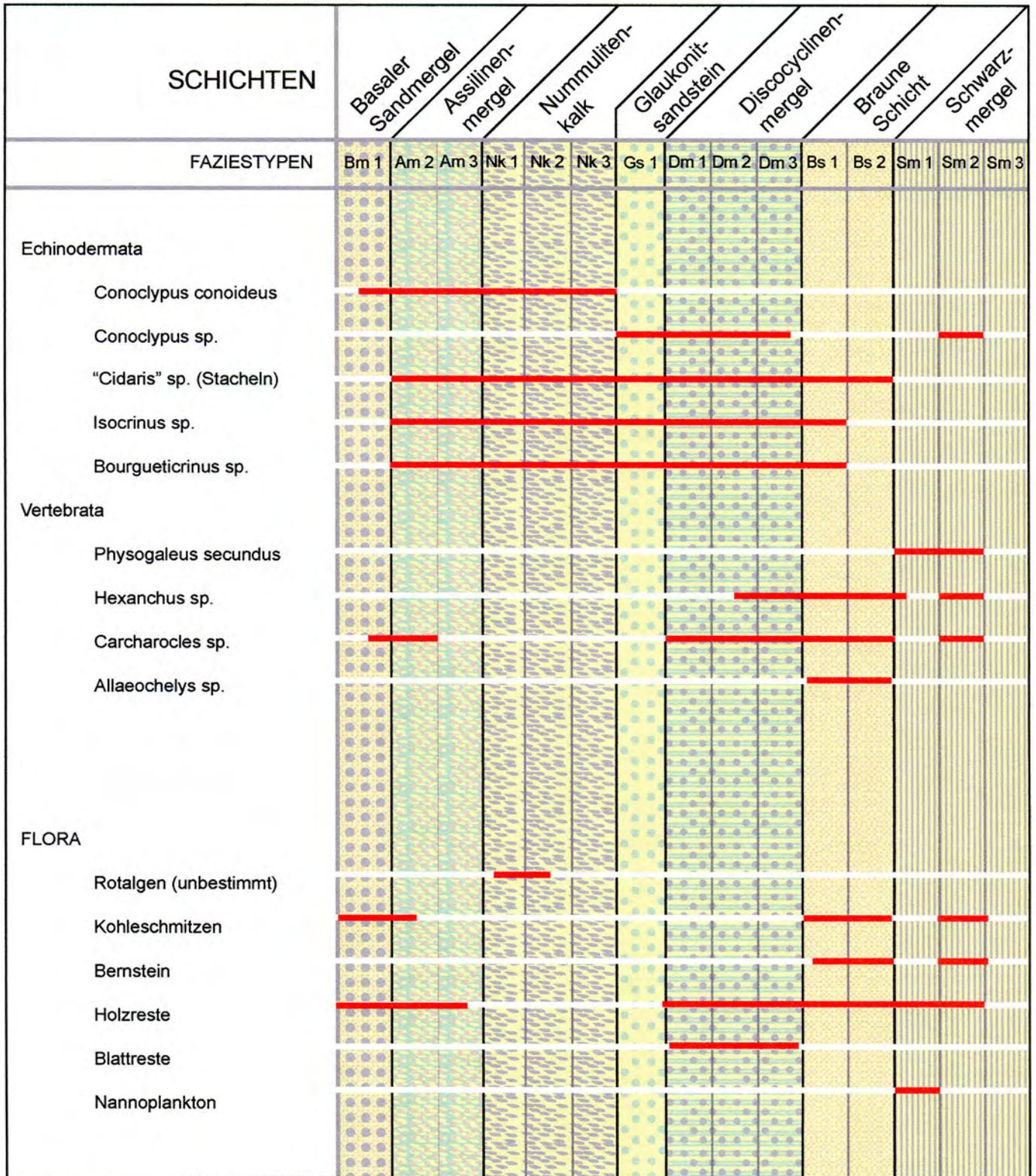


Abb. 12b: Verteilung der festgestellten Begleitfauna und -Flora auf das Profil der Adelholzener Schichten (Fortsetzung von vorheriger Seite).

7. Interpretation der Ergebnisse

7.1. Sedimentationsraum

Im gesamten Ablagerungszeitraum und -Raum der Adelholzener Schichten herrschten **vollmarine Verhältnisse**, es lassen sich im untersuchten Gebiet anhand der Fauna oder Lithologie keine Hinweise auf einen fluviatilen Einfluß feststellen.

Schon frühere Bearbeiter haben eine Sand-Kalk-Mergel-Abfolge der Adelholzener Schichten festgestellt. Diese lithologische Entwicklung führten sie auf eine **fortschreitende Zunahme der Wassertiefe** zurück, was ich durch meine Untersuchungen erwartungsgemäß bestätigen und auch weiter differenzieren kann (absolute Angaben zur Wassertiefe halte ich hier nicht für sinnvoll):

Auf den Transgressionshorizont der Adelholzener Schichten, den Basalen Sandmergel als unmittelbar litorales Sediment folgt der im Bereich des Sublitorals abgelagerte Assilinenmergel, während dessen Sedimentation sich der Ablagerungsraum stetig vertiefte. Der folgende Nummulitenkalk deutet auf eine eher abgeschlossene, lagunäre Flachwasserfazies hin. Eine relativ abrupte Vertiefung des Sedimentationsraumes mit Beginn des Glaukonitsandsteines leitet über in eine Phase stetiger Tiefenzunahme während des Discocyclinenmergels. Mit Beginn der Ablagerung der Braunen Schicht vermute ich wiederum eine sprunghafte Absenkung des Schelfes, wobei auch die Bedeutung der Intrahelvetischen Schwelle wegfiel, an das sich wiederum eine Phase relativ stetiger Absenkung während der Sedimentation des Schwarzmergels anschloß, welche in der Beckenfazies der Stockletten mündet. Im Ergebniss umfassen die Adelholzener Schichten demnach Ablagerungen des unmittelbaren Litorals (Basaler Sandmergel) bis hin zu Sedimenten des unteren Kontinentalhanges.

Verknüpft mit der Wassertiefe nimmt auch die **Intensität der Wasserbewegungen** ab, wobei ich in Phasen sprunghafter Absenkung des Kontinentalschelfes im Zusammenhang mit der Alpen-Orogenese (Glaukonitsandstein, Braune Schicht) verstärkte Wasserenergie annehme.

Die Lithologie, speziell autigener Glaukonit und Brauneisen, geben indirekt und direkt Hinweise auf das damalige **Klima**:

Das im Glaukonit und im Brauneisen enthaltene Fe (sowie auch Phosphor-verbindungen) für das Südhelvetikum von der Intrahelvetischen Schwelle (z.B. HAGN 1954); Dort standen eisenreiche Gesteine an (Granite, als Gerölle im Roterz des Kressenberges nachgewiesen), die tiefgründig verwitterten und das Eisen wurde in Lösung in den südhelvetischen Trog sowie nach meiner Ansicht ebenso nach Norden transportiert. Diese massive Verwitterung mit folgender Bildung relativ mächtiger Lagerstätten (Erzbergbau am Kressenberg, am Grünten, etc.) vollzieht sich nur unter subtropisch-tropischen Klimaten.

Auch die Bildung glaukonitischer Sande ist nach BERZ (z.B. 1923) heutzutage vom Äquator bis hin zum 40. Breitengrad auf nördlicher und südlicher Halbkugel beschränkt.

Großforaminiferen, insbesondere Nummuliten und Assilinen, findet man - speziell bei massenhaftem Auftreten als biogene Gesteinsbildner (Assilinenmergel, Nummulitenkalk) - vorwiegend in Gesteinen ehemals tropisch-subtropischer Regionen.

Bei dahingehender Betrachtung der bearbeiteten Mollusken fällt das große Spektrum thermophiler Elemente auf. Als wärmepreferente Unterfamilien und Gattungen sind v. a. *Lithophaga*, *Spondylus*, *Crassatella*, *Laevicardium*, *Cassinae* (*Galeodea*), *Athletinae* (*Athleta*) sowie die Familien *Conidae* und *Cypraeidae* zu bezeichnen, legt man die Annahme zugrunde, dass die Temperaturansprüche der fossilen und rezenten Vertreter vergleichbar waren (Aktualitätsprinzip). Rezente Vertreter dieser Taxa sind vorzugsweise aus tropisch-subtropischen Bereichen bekannt.

Demgemäß kann auf die Lage des Sedimentationsraumes der Adelholzener Schichten im **subtropisch-tropischen Klimabereich** geschlossen werden, was den heutigen Klimaannahmen für das Eozän - speziell dem Lutet - Europas, entspricht.

Auch aus den Sedimenten lassen sich einige allgemeine Erkenntnisse ziehen: Beschäftigt man sich mit Gesteinen des Südhelvetikums oder Ultrahelvetikums, so fällt auf, dass in den Adelholzener Schichten **grobklastische Komponenten** bis auf basale Bereiche des Assilinenmergels (basaler Sandmergel) - und selbst dort im Vergleich auch spärlich vertreten - weitgehend fehlen. Dies steht in starkem

Gegensatz zu den südhelvetischen, zu den Adelholzener Schichten äquivalenten Gesteinen, dem Schwarzerz und dem Nebengestein („Fossil-schicht“). Diese sind durchwegs klastenreich entwickelt, am Haunsberg (z.B. TRAUB 1953, VOGELTANZ 1970) ebenso wie am Kressenberg und speziell auch in der Region Neubeuern (HAGN 1954). Auf die Gründe hierfür will ich folgend näher eingehen.

Im basalen Bereich des Assilinenmergels (basaler Sandmergel), dem Transgressionshorizont der Adelholzener Schichten, wären klastische Komponenten erfahrungsgemäß am ehesten zu vermuten. Ihre Seltenheit liegt wohl darin begründet, dass das eozäne Nordhelvetikum auf Pattenauer- bzw. Gerhartsreiter Schichten transgrediert (siehe z.B. HAGN 1954, Hagn et al. 1992, GANSS 1977), überwiegend tonig-mergelig ausgebildeten Gesteinen, die bei höherer Wasserenergie im Sublitoral-Litoralbereich durchaus vollständig bis zur Feintrübe aufgearbeitet werden können und daher kaum Klastika liefern (siehe auch HAGN 1954). Dies sieht man (im kleineren Maßstab) eindrucksvoll auch heute im Bett der Weißen Traun: Bei Hochwasser herausgerissene Mergelbrocken der Gerhartsreiter bzw. Pattenauer Schichten sind schon einige 100 Meter hinter dem Aufschluss aufgerieben und im Geröllbestand des Flußbettes nicht mehr nachweisbar. Daß aber dennoch - wenn auch sehr selten - gut gerundete Quarz-Körner, meist mit Brauneisen-Imprägnation (meist tief in Risse eingedrungen), festzustellen sind, liegt meiner Meinung nach daran, dass diese aus südlichen Bereichen (Schwarzerz) im Laufe der Transgression mitgeführt wurden, also umgelagert sind.

An der südlichen Küste (mesoeuropäisches Festland) des nordhelvetischen „Trog“ ist also kein Anstehendes, potentiell schuttlieferndes Gestein vorhanden. Auch auf Flüsse, die Schutt aus dem Hinterland liefern könnten, konnte ich keine Hinweise feststellen (siehe auch oben, Salinität).

Das im Süden des nordhelvetischen Trog gelegene Land, die Intrahelvetische Schwelle, käme potentiell als Schuttlieferant - wie dies im Südhelvetikum der Fall ist - in Frage, der Schutt geht aber weitgehend ins Südhelvetikum, bzw. wird dort an der Küste erzeugt. Dass Abrasion im Nordhelvetikum im Schatten der Inselkette oder Barre der Intrahelvetischen Schwelle nicht intensivst stattfindet, ist einleuchtend.

Von dieser Intrahelvetischen Schwelle stammen - wie auch weit massiver im Südhelvetikum - das im Galukonit sowie im Brauneisen enthaltene Fe sowie auch Phosphorverbindungen (v.a. in der Braunen Schicht).

Der hohe Pyritgehalt in Horizonten des Schwarzmergels läßt sich auf zeitweise anaerobe Verhältnisse der bodennahen Wasserschichten zurückführen, welche auf zeitweise verstärkte Sauerstoffzehrung aufgrund bakterieller Abbauprozesse (Herabsinken organischen Materials aus den äußerst produktiven, oberen Wasserschichten; Algenreichtum) zurückgehen.

7.2. Ökologie

Abschließend will ich auf einige Beobachtungen eingehen, die mir im Laufe der Arbeiten aufgefallen sind und die ich für wichtig erachte.

Zum **Verteilungsmuster der Großforaminiferen und Mollusken** ist zum einen zu bemerken, daß im Nummulitenkalk monospezifische Bänke wechsellagern mit jeweils fast ausschließlich Gehäusen des einen oder des anderen Großforaminiferen-Types bzw. einmal der mikrosphärischen und der makrosphärischen Generation einer Art. Diese Beobachtung beschreiben auch andere Autoren von vergleichbaren Fundstellen. Dies auf eine Größensortierung durch Wasserbewegung und Strömung zurückzuführen, halte ich für eine durchaus zutreffende, aber nicht ausreichende Erklärung dieses Phänomens.

Unterschiedliche ökologische Ansprüche der verschiedenen Großforaminiferen-Generationen (A- und B-Formen) könnten ein weiterer, durchaus vorstellbarer Grund sein. Grundlegende Untersuchungen in dieser Richtung bei den Heterosteginen, den nächsten rezenten Verwandten der Nummulitidae, die Fakten liefern könnten, sind mir jedoch nicht bekannt.

Zum anderen ist von folgender Beobachtung und ihrer Interpretation zu berichten, die möglicherweise auch in das obige Phänomen mit hineinspielt:

Wird die Fauna „dominiert“ von Großforaminiferen, speziell Vertretern der meist großwüchsigen Gattungen *Nummulites* (Nummulitenkalk) und *Assilina* (Assilinenmergel), erscheint die

Molluskenfauna auffallend artenarm und auf wenige Arten beschränkt: v. a. *Pycnodonte gigantea* (SOL.) und großwüchsige, passive oder bestachelte Liegeformen der Familie *Spondylidae* sowie untergeordnet auch vagile Vertreter der Familie *Pectinidae*.

Dies sind vorwiegend Formen, die - zumindest juvenil - auf sekundäre Hartgründe angewiesen und an durchströmtes Flachwasser (mit durchaus hoher Wasserenergie) angepasst sind. Dies ist festzustellen vom Assilinenmergel bis hinein in die basalen Bereiche der Discocyclinenmergel (Schalenfazies), besonders offensichtlich jedoch im gesamten Nummulitenkalk.

Lässt die Dominanz der Großforaminiferen nach, und / oder dominieren Großforaminiferen-Gattungen mit geringen Gehäusegrößen, scheint die Diversität der Molluskenfauna sprunghaft anzusteigen. In Grafik 12 und 13 ist dieser mehr oder weniger sprunghafte Anstieg im Übergang vom Glaukonitsandstein zum Discocyclinenmergel deutlich herauszulesen.

Dieser tendenziellen Abhängigkeit könnte über allgemeine ökologische Bedürfnisse bezüglich Wassertemperatur, Salinität und Nahrungsangebot hinaus - denn diese sind durchaus auch für Mollusken während des Nummulitenkalkes als optimal zu bezeichnen - ein Mechanismus zugrundeliegen, der meiner Ansicht nach in einer indirekten Beeinflussung der Molluskenfauna durch die dominierende Großforaminiferenfauna besteht:

Die Großforaminiferen beeinflussen und verändern die Beschaffenheit der Meeresboden-Oberfläche und intern das Substrat, also für benthische (epi- und endobenthische) Organismen wie Mollusken entscheidende Faktoren des Lebensraumes.

Diese These vertritt auch GINSBURG, wie ich bei einem Vortrag GINSBURGS am 18-10-2000 während seines Besuches am Institut für Geologie und Paläontologie München feststellte. In einem zweiseitigen Skript formulierte er dieses Denkmodell in kurzer, sehr prägnanter Weise, weshalb ich den betreffenden Abschnitt an dieser Stelle wörtlich und unübersetzt zitieren möchte:

„When one source monopolizes the production of carbonate grains - ooids, crinoids, bivalves, skeletal algae - it can dictate benthic populations, modes of transport and deposition. For example, the encrinites of the Mississippian and ooid sands throughout geologic history severely limited populations of benthic invertebrates and influenced depositional processes. In all these examples, unique hydraulic properties, which exercise

feedback on waves, currents and substrates, produce distinctive modes of accumulation and special conditions of the surface sediments.“

Desweiteren will ich kurz auf zwei zweifelhafte bzw. verwirrende Begriffe in der Literatur zu den Adelholzener Schichten eingehen.

Im Siegsdorfer Museum wird der Lebensraum der großwüchsigen Nummuliten (*Nummulites* Typ 1) während des Nummulitenkalkes als **Seegraswiese** dargestellt. Beobachtungen an rezenten Seegraswiesen widersprechen jedoch den Verhältnissen im Nummulitenkalk. So zeichnen sich Seegraswiesen allgemein durch eine diverse Fauna aus, was auf eine grundlegende Erhöhung der Raumstruktur durch die Makrophyten zurückzuführen ist; vielerlei Nischen entstehen, die von den unterschiedlichsten Organismengruppen genutzt werden.

Dies widerspricht den Verhältnissen, wie ich sie im Nummulitenkalk angetroffen habe: Hier trifft man auf eine artenarme Fauna mit vorwiegend an hochenergetische Lebensräume angepasste Liegeformen von Mollusken (*Pycnodonte gigantea*, Spondyliden), die zumindest in ihren juvenilen Stadien auf Hartgründe angewiesen sind; dafür stehen ausschließlich biogene Hartgründe, v.a. Nummuliten- und Assilinengehäuse zur Verfügung. Es findet sich im Nummulitenkalk kein Indiz für die Existenz von Seegraswiesen.

Dies nehme ich vielmehr für den Discocyclinenmergel an; eine artenreiche Fauna ähnlicher Zusammensetzung heutiger Seegraswiesen-Gemeinschaften ist hier zu finden nebst einer sandig, bereichsweise schlammigen Beschaffenheit des ehemaligen, gut belichteten Meeresbodens, was optimale Verhältnisse für die Entwicklung vieler Seegras-Arten bietet.

In der Literatur immer wieder erwähnt findet sich der Begriff „**Nummuliten-Riff**“, so zum Beispiel in den Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25000 der Blätter Nr. 8140 (Prien am Chiemsee) und Nr. 8141 (Traunstein) von O. GANSS (1977:51), wo er das „Hilzinger Nummulitenriff“ beschreibt. Er benutzt den Begriff „Riff“ hier rein morphologisch bzw. sogar tektonisch, soweit ich ihn verstehe.

Ich betrachte diese „Nummulitenriffe“ als überwiegend wohl postmortal in Massen zusammengeschwemmte Gehäuse der Nummuliten mit oftmals dachziegelartiger

Lagerung der einzelnen Gehäuse zueinander (bedingt durch ihre hydraulischen Eigenschaften) und Bildung flach im Raum erhobener „mounds“. Diese mounds lassen sich übrigens auch, wenn auch noch weniger deutlich, im Assilinenmergel beobachten.

Auch bei einer sehr offenen Definition des Begriffes „Riff“ sollte man ein Riff von einer Zusammenschwemmung doch trennen: Bei der Genese der Zusammenschwemmung spielt u.a. die Wasserströmung, deren Stärke und Richtung die ausschlaggebende Rolle zur Bildung einer im Raum erhobenen, meist sehr veränderlichen Struktur, eines „mounds“. Veränderlich deshalb, weil eine Festigung primär meist nicht vorhanden ist: Veränderungen in Strömungsstärke- und Richtung hat eine Verlagerung, Erosion und Resedimentation zur Folge, ein Phänomen, das zum Beispiel durch die Gezeitenwirkung ständig ausgelöst wird. Prägt die Wasserbewegung- bzw. -Strömung auch die Morphologie des Riffes und die Verteilung der Riff-bewohnenden Arten, so ist sie sicherlich nicht das entscheidende Reagens zur Bildung einer im Raum erhobenen, dreidimensionalen Struktur eines Riffes. Ausschlaggebend im Riff sind wohl vielmehr die Eigenschaften der riffbildenden Organismengruppe (Schwämme, Korallen, Algen, etc.), wie unter anderem die grundlegend sessile Lebensweise, Bildung von (meist calcitischen) Hartteilen, ein vertikales Wachstum nach oben (oftmals zum Licht hin durch photoautotrophe Lebensweise des riffbildenden Organismus oder dessen Symbionten) etc.. Grundlegend erfolgt durch die Gerüstbildung durch die Hartteile der Organismengruppe eine von vorneherein konsolidierte Struktur, die u. a. auch als Sedimentfänger fungiert.

Die obige Argumentation zeigt, dass der hier rein morphologisch verwendete Begriff „Nummulitenriff“ mehr als verwirrend ist und in diesem Zusammenhang wohl nicht mehr verwendet werden sollte, wie schon HAGN (1960: 33) anmerkte.

8. Tabellarische Zusammenfassung

- Die Adelholzener Schichten werden neu gegliedert; es werden nach lithologischen Gesichtspunkten sieben Schichten ausgetrennt, beschrieben und voneinander abgegrenzt: Basaler Sandmergel, Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht und Schwarzmergel.

- Anhand der Großforaminiferen-Fauna bzw. bei deren Fehlen anhand der Lithologie und Sedimentologie, werden die einzelnen Schichten weiter in Fazies-Typen untergliedert:

Basaler Sandmergel
(Fazies-Typ Ba 1),

Assilinenmergel
(Fazies-Typen Am 1 bis Am 3),

Nummulitenkalk
(Fazies-Typen Nk 1 bis Nk 4),

Glaukonitsandstein
(Fazies-Typen Gs 1),

Discocyclinenmergel
(Fazies-Typen Dm 1 bis Dm 3),

Braune Schicht
(Fazies-Typen Bs1, Bs 2),

Schwarzmergel
(Fazies-Typen Sm 1 bis Sm 3).

- Die häufigsten Formen der Großforaminiferen-Fauna der Gattungen *Nummulites*, *Assilina*, *Discocyclina*, *Actinocyclina* und *Operculina* werden in Typen zusammengefasst und beschrieben; diese bilden wechselnde Assoziationen, die für jeden Fazies-Typen einer Schicht charakteristische Zusammensetzungen haben. Anhand dieser Gliederung können Gesteine der Adelholzener Schichten meist schon im Aufschluß erkannt und einer Schicht und dem Fazies-Typen zugeordnet werden.

- Die häufigsten Arten der Molluskenfauna (Gastropoda, Bivalvia) werden beschrieben und abgebildet sowie ihre Verteilung auf das Profil der Adelholzener Schichten - zusammen mit der festgestellten Begleitfauna - festgehalten.

- Neue bzw. genauere Beobachtungen, u.a. zur bathymetrischen Entwicklung des Sedimentationsraumes, können vorgestellt werden.

9. Literaturverzeichnis

BERZ, K. (1923): Untersuchungen über Glaukonite.- *Iber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, 10: 74 - 98; Stuttgart.

BUCHHOLZ, P. (1989): Der Lithothamnienkalk Südostbayerns - Sedimentologie und Diagenese eines Erdgasträgers.- *Geol. Bav.*, 93: 5 - 97, 35 Abb., 3 Tab., 5 Taf., 1 Beil.; München.

DARGA, R. (1998): Südostbayerisches naturkunde- und Mammut-Museum Siegsdorf.- *Bayerische Museen*, Bd 25: 1 -158, zahlr. Abb. u. Taf.; München.

HAGN, H. & HÖLZL, O. (1952): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums.- *Geol. Bav.*, 10: 1 - 208, 7 Abb., 8 Taf.; München.

HAGN, H. (1954): Some Eocene Foraminifera from the Bavarian Alps and Adjacent Areas.- *Contr. Cushman Found. Foramin. Res.*, 5: 14-20, Taf. 3-4; Washington.

HAGN, H. (1954): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern).- *Geol. Bav.*, 22: 1 - 136, 26 Abb., 1 geol. Karte; München.

HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. - *Geol. Bav.*, 44: 1-208, 10 Abb., 12 Taf., 1 Tab.; München.

HAGN, H. & DARGA, R. (1989): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Helvetikums im Raum von Neubeuern am Inn.- *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, 29: 257 - 275; München.

HAGN, H. & MOUSSAVIAN, E. (1980): Die Gosau- und Alttertiäreröle des Westerbuchbergs (Unt. Eger, Subalpine Molasse, Chiemgau).- *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, 20: 137 - 157; 2 Abb., Taf. 11 - 12; München.

- HAGN, H. & SCHMID, R. (1988): Fossilien von Neubeuern - Bilder aus der geologischen Vergangenheit.- Ausstellungsführer. im Helvetikum von Salzburg (Österreich). - Verh. Geol. B.-A., H. 3: 373-451, 14 Abb., 5 Taf., 3 Tab., 2 Falttab.; Wien.
- KIRSCH, K.-H. (1991): Dinoflagellatenzysten aus der Oberkreide des Helvetikums und Nordultrahelvetikums von Bayern.- Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A, Geologie und Paläontologie, 22: 306 S., 105 Abb., 43 Taf.; München.
- KLEIBER, G. W. (1984): Fazielle und Biostratigraphische Untersuchungen in der obersten Kreide und im Alttertiär südlich des Grüntens.- Unveröff. Diplomarbeit an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- KLEIBER, G. W. (1991): Nummuliten der paläogenen Tethys in Axialschnitten.- Tüb. Mikropal. Mitt., 9: 161 S., 5 Taf.; Tübingen.
- REIS, O. M. (1896): Erläuterungen zu der Geologischen Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf.- Geogn. Jh., 8: 1 - 155; Kassel.
- SAVAZZI, E. (1995): Morphology and mode of life of the polychaete *Rotularia*.- Paläont. Z., 69, 1-2: 73 - 85, 40 Fig.; Stuttgart.
- SCHLOSSER, M. (1925): Die Eocaenfauna der bayerischen Alpen.- Abh. d. Bayer. Akad. D. Wiss., math.- naturwiss. Abt., 30: 1 - 207, 1 - 68; München.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1957): Molasse-Untergrund und Helvetikum-Nordgrenze im Tegernsee-Bereich und die Frage der Herkunft von Erdöl und Jodwasser in Oberbayern.- Geol. Jb., 74: 225 - 242; Hannover.
- TRAUB, F. (1953): Die Schuppenzone im Helvetikum von St.Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. - Geol. Bav., 15: 1-38, 4 Abb.; München.
- VOGELTANZ, R. (1968): Beitrag zur Kenntnis der fossilen Crustacea Decapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 130: 78-105, 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- VOGELTANZ, R. (1970): Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals
- VOGELTANZ, R. (1972): Die Crustacea Decapoda aus der „Fossilischiicht“ von Salzburg (tiefes Lutetium, Südhelvetikum). - Ber. Haus d. Natur Salzburg, 3: 29-45, 2 Abb., 1 Taf.; Salzburg.
- WEHNER, H. (1981): Der organische Inhalt einiger „schwarzer“ Mergel des bayerischen Alpenvorlandes im Hinblick auf das Kohlenwasserstoff-Bildungspotential.- Geol. Bav., 82: 399 - 408; München.
- ZIEGLER, J. H. (1960): Die Assilinen des Eozäns vom Kressenberg in Oberbayern.- Geol. Bav., 44: 209 - 231, 4 Taf., 2 Beil.; München.

10. TAFELN

Tafeln 1 bis 2: Großforaminiferen

Tafel 3 bis 5: Mollusken

Erläuterungen zu Tafel 1

Fig. 1:

Nummulites Typ 1

Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Nummulitenkalk, Fazies-Typen Nk 1 bis Nk 3; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten Adelholzen. (Maßstab: Das größte Gehäuse (rechts unten) hat einen Durchmesser von 56,5 Millimetern).

Fig. 2:

Nummulites Typ 2

Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Glaukonitsandstein, Fazies-Typ Gs 1; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen. (Maßstab: Das Gehäuse rechts unten hat einen Durchmesser von 21 Millimetern).

Tafel 1



Erläuterungen zu Tafel 2

- Fig. 3:** ***Assilina Typ 1***
Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel, Fazies-Typen Am 1 bis Am 3; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen .
(Maßstab: Das Gehäuse rechts hat einen Durchmesser von 23 Millimetern)
- Fig. 4:** ***Assilina Typ 2***
Fundschicht: Adelholzener Schichten, Glaukonitsandstein, Fazies-Typ Gs 1; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen .
(Maßstab: Größter Durchmesser 33 Millimeter)
- Fig. 5:** ***Assilina Typ 3***
Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Nummulitenkalk, Fazies-Typen Nk 1 bis Nk 3; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen .
(Maßstab: Das Gehäuse rechts oben hat einen Durchmesser von 9,5 Millimetern)
- Fig. 6:** ***Discocyclus Typ 1***
Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel, Fazies-Typ Am 2; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen .
(Maßstab: Das zweite Gehäuse von rechts besitzt einen Durchmesser von 32 Millimetern).
- Fig. 7:** ***Discocyclus Typ 2***
Entwicklungsreihe; Fundschicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel, Fazies-Typ Am 2; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen .
(Maßstab: Das größte Gehäuse (rechts) hat einen Durchmesser von 12 Millimetern)

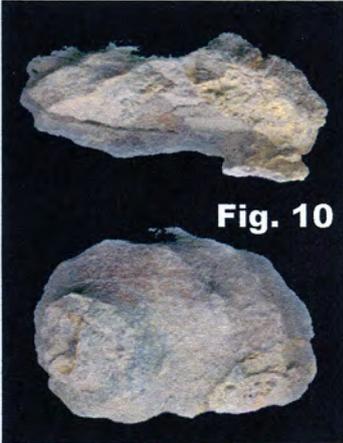
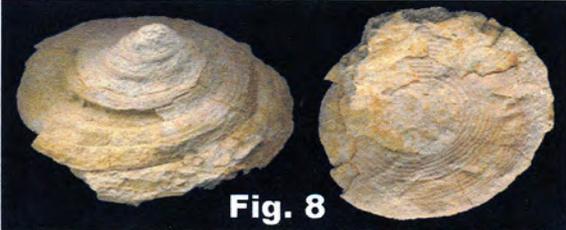
Tafel 2



Erläuterungen zu Tafel 3

- Fig. 8:** *Pleurotomaria cf. puncticulosa GÜMBEL*
(D81/00; BZRa; Slg. Heyng)
Fundschrift: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 2;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Größter Durchmesser der Gehäusebasis etwa 46 Millimeter).
- Fig. 9:** *Gisortia cf. gigantea (MÜNSTER)*
(unbezeichnet; Slg. Heyng)
Fundschrift: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 2;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Größte Breite des Gewindes 111 Millimeter).
- Fig. 10:** *Galeodea sp.*
(D80/00; BZRa; Slg. Heyng)
Fundschrift: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 2;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Höhe des Gehäuses ca. 15 Millimeter, Breite ca. 32 Millimeter).
- Fig. 11:** *Conus cf. helveticus MAYER*
(D117/01; BZRa; Slg. Heyng)
Fundschrift: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 2;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Größter Durchmesser des Gewindes ca. 22 Millimeter).
- Fig. 12:** *Pycnodonte gigantea (SOLANDER)*
Fundschrift: Adelholzener Schichten, Nummulitenkalk;
Fundort: Höllgraben bei Bad Adelholzen, lose herausgewittert.
(Maßstab: Höhe ca. 140 Millimeter, Breite ca. 111 Millimeter)

Tafel 3



Erläuterungen zu Tafel 4

- Fig. 13:** *Chlamys cf. suborbicularis (MÜNSTER)*
(Am25/98; BAM; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel,
Fazies-Typ Am 1; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten
(BAM) auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad
Adelholzen.
(Maßstab: Breite der Klappe ca. 58 Millimeter, Höhe ca. 57 Millimeter).
- Fig. 14:** *Chlamys cf. scutulatus (SCHAFHÄUTL)*
(A27/98 BAM)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel,
Fazies-Typ Am 2; Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf
dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad Adelholzen.
(Maßstab: Breite der Schale ca. 24 Millimeter, Höhe ca. 25 Millimeter).
- Fig. 15:** *Chlamys cf. solea (DESH.)*
(D110/00; BZRa; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel,
Fazies-Typ Dm 3; Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim
Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Breite und Höhe der Klappe ca. 26 Millimeter).
- Fig. 16:** *Chlamys cf. paueri FRAUSCHER*
(D50/00; BZRa; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel,
Fazies-Typ Dm 2; Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim
Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Breite der Schale ca. 72 Millimeter, Länge ca. 75 Millimeter).
- Fig. 17:** *Chlamys cf. scutulatus (SCHAFHÄUTL)*
(D59/00 BZRa)
Einklappiges Exemplar; Fundsicht: Adelholzener Schichten, Discocyclinenmergel,
Fazies-Typ Dm 2; Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Profil beim
Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Breite und Höhe der Klappe ca. 9 Millimeter).
- Fig. 18:** *Propeamussium sp.*
(S1/00; BZRb; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Schwarzmergel, Fazies-Typ Sm 1;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Nummulitenköpfl (BZRb).
(Maßstab: Breite der Schale ca. 10 Millimeter, Höhe ca. 11 Millimeter).

Tafel 4

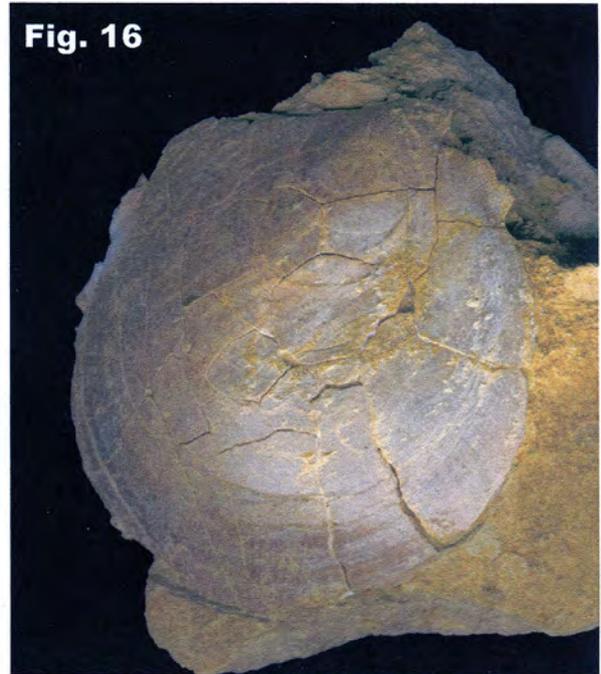
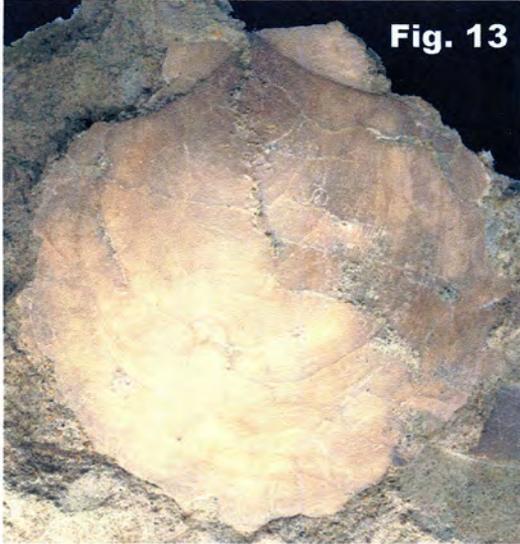
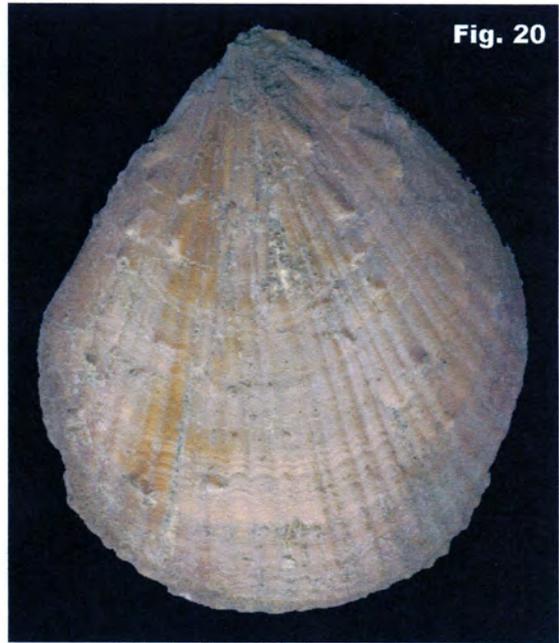


Fig. 18

Erläuterungen zu Tafel 5

- Fig. 19:** ***Spondylus muensteri* GÜMBEL**
(ohne Bezeichnung; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Basaler Sandmergel;
Fundort: Betriebsgelände Zementwerk Rohrdorf, Nummulitenköpfl (BZRb).
(Maßstab: Länge ca. 85 Millimeter, Breite ca. 60 Millimeter).
- Fig. 20:** ***Spondylus muensteri* GÜMBEL**
(A4/98; BAM; Slg. Heyng)
Fundsicht: Adelholzener Schichten, Assilinenmergel, Fazies-Typ Am 1;
Fundort: Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM) auf dem
Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH, Bad
Adelholzen .
(Maßstab: Länge ca. 75 Millimeter, Breite ca. 64 Millimeter).
- Fig. 21:** ***Spondylus sp.***
(D103/00; BZRa; Slg. Heyng)
Doppelklappiges Exemplar; Fundsicht: Adelholzener Schichten,
Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 2; Fundort: Betriebsgelände
Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Länge ca. 73 Millimeter, Breite ca. 40 Millimeter).
- Fig. 22:** ***Spondylus sp.***
(D8/00; BZRa; Slg. Heyng)
Doppelklappiges Exemplar; Fundsicht: Adelholzener Schichten,
Discocyclinenmergel, Fazies-Typ Dm 3; Fundort: Betriebsgelände
Zementwerk Rohrdorf, Profil beim Hallenneubau (BZRa).
(Maßstab: Länge ca. 87 Millimeter, Breite ca. 63 Millimeter).

Tafel 5



11. Anhang (Teil 2): Kartierung

Spezialkartierung der Adelholzener Schichten im Raum Bergen – Siegsdorf, ergänzend mit Aufschlüssen auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf

- 11.1. Allgemeines
 - 11.1.1. Einleitung
 - 11.1.2. Klima und Hydrologie
 - 11.1.3. Morphologie des Untersuchungsgebietes
 - 11.1.4. Aufschlussverhältnisse
 - 11.1.5. Tektonische Verhältnisse
- 11.2. Aufgeschlossenen Gesteinseinheiten
 - 11.2.1. Flysch
 - 11.2.2. Pattenauer- und Gerhartsreiter Schichten
 - 11.2.3. Adelholzener Schichten
 - 11.2.4. Stockletten und Lithothamnienschuttkalke
 - 11.2.5. Molasse
 - 11.2.6. Quartär
 - 11.2.6.1. Pleistozän
 - 11.2.6.2. Holozän
- 11.3. Aufschlüsse der Adelholzener Schichten
- 11.4. Geologische Karte

11.1. Allgemeines

11.1.1. Einleitung

Zur geographischen Lage und Abgrenzung des Kartiergebietes sowie der ergänzend herangezogenen Aufschlüsse im Zementwerk Rohrdorf siehe Teil 1 dieser Arbeit (Punkt 1.1., S. 4 bis 6; mit Abb. 1 bis 3).

Verkehrstechnisch ist das Kartiergebiet gut erschlossen. Hauptverkehrsadern sind hierbei die Straßen Bergen - Siegsdorf, Siegsdorf – Eisenärzt und die B 306. Daneben erschließen viele Forststraßen und Wanderwege auch das abgelegene, steile Gelände des Ramberges, das Gebiet zwischen Alzing und Höpfling sowie Gerhartsreit - Wolfsberg.

11.1.2. Klima und Hydrologie

Der Gebietsniederschlag beträgt für das Kartenblatt Traunstein (1:25000, Nr. 8141) allgemein 1520 Millimeter, die Gebietsverdunstung 550 Millimeter (nach GANSS et al 1977: 304; Werte vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft; auch die folgenden Werte und Angaben zu diesem Punkt sind aus diesem Werk entnommen). Im Kartiergebiet liegen die Werte noch etwas höher: Der mittlere Jahresniederschlag der Messstation in Bad Adelholzen wird mit 1647 Millimetern, der Wert der weiter südlich sowie höher gelegenen Messstation Maria Eck liegt bei 1834 Millimetern. Diese hohen Niederschläge und der im überwiegenden Teil des Kartiergebietes aus der Geländemorphologie und dem geologischen Untergrund resultierende hohe Oberflächenabfluss machen meist eine Verbauung der Bäche notwendig.

Das Gebiet ist reich an Quellen mit durchwegs normal erdalkalischen, meist sehr Hydrogencarbonat-reichen Wässern (auch im Gelände oft deutlich sichtbar an kalkumkrusteten „Biogenen“ im Quellbereich, darunter auch ausgewaschenen Nummuliten aus den Adelholzener Schichten, wie z.B. im Schneckenraben am Abfall des Ramberges zum Höllgraben). Die Quellschüttungen sind jedoch gering und so werden sie bis auf zwei

Ausnahmen nicht genutzt: Die Primus-Quellen (auch durch Bohrungen erschlossen) von Adelholzen und die Petrusquelle von Siegsdorf dienen der Herstellung von Tafelwasser; beide Quellen entspringen der Molasse-Quartär Grenze. Da das Kartiergebiet bis auf das Trauntal oberflächlich bzw. oberflächennah anstehendes Helvetikum (schlechte Grundwasserleiter) mit meist geringer Quartärüberdeckung aufweist, beträgt die Grundwasserhöflichkeit hier nahezu Null. Nur die holozänen Schotter im Tal der Weißen Traun führen Grundwasser mit spezifischen Ergiebigkeiten um 25 l/sxm (bzw. 10 bis 50 l/s). Bis auf das Trauntal (Neubildung durch Niederschläge und Uferfiltrat) ist auch die Grundwasserneubildung, v. a. bedingt durch meist steile Gelände-Morphologie und schlechte Leiter (Helvetikum), gering.

Vorfluter des östlichen Bereiches des Kartiergebietes ist die Weiße Traun. Im westlichen Bereich entwässert unter Anderen der Bach im Höllgraben nach Süden in den Bergener Bach.

Die Böden des Kartiergebietes werden vorwiegend als Grünland für die Viehhaltung, steilere Lagen forstwirtschaftlich genutzt; Ackerbau wird kaum betrieben. Bei den Böden handelt es sich um Parabraunerden auf lößbedeckten Rißmoränen und kiesig-sandigen Würmmoränen und Schottern (am Scharamer Plateau bzw. im westlichen Bereich des Kartiergebietes verbreitet); Böden schluffreicher Moränen und Schwemmmkegel neigen hier zu Vernässung und sind auch für die Viehhaltung meist wenig brauchbar (z.B. am Ausgang der Gräben südlich Spirka). Holozäne Talfüllungen tragen meist Gleye, Anmoor- und Moor-Gleye, welche auch auf Grundmoränen verbreitet sind.

11.1.3. Morphologie des Untersuchungsgebietes

Die höchsten Geländepunkte des Kartiergebietes befinden sich östlich Gerhartsreit (an der östlichen Grenze des Kartiergebietes) mit 779 Metern und zwischen Adelholzen und Siegsdorf auf dem Alzinger Höhenzug nördlich Alzing mit 710 Metern. Der sich westlich erhebende Ramberg steigt zwischen Oed und Kronberg bis auf 671 Meter an.

Die Kirche der Ortschaft Bergen (West-Grenze des Kartiergebietes) liegt auf 553 Metern und der Bahnhof Siegsdorf (außerhalb der nördlicher Kartiergrenze) im Tal der Weißen Traun auf 606 Metern.

Beherrscht wird die Morphologie des Kartiergebietes durch die Südwest – Nordost hindurch ziehende Rippe nordhelvetischer, glazial überprägter Gesteine, mit steiler und kleinräumig wechselnder Morphologie, unterbrochen durch die Einschnitte des Höllgrabens und des Trauntales: Im westlichen Bereich des Kartiergebietes ist dies der Höhenzug des Ramberges und dessen Fortsetzung nach Osten, dem Höhenzug von Alzing, unterbrochen durch den Höllgraben. Daran schließt sich östlich das stark glazial geprägte Scharamer Plateau an, mit sanften Geländestrukturen, das steil und zergliedert mit zwei deutlichen Terrassenkanten nach Osten ins Tal der Weißen Traun hin, abfällt. Östlich des Trauntales erhebt sich der Höhenzug Gerhartsreit – Spirka (Westseite des Wolfsberges), dessen helvetischer Kern nach Süden und Westen überdeckt ist von Buntmergelserie und Flyschgesteinen.

11.1.4. Aufschlussverhältnisse

Gut aufgeschlossen ist das Typusprofil der Adelholzener Schichten auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH: Auch nach den optimalen Aufschlussverhältnissen während der Bauarbeiten 1996 ist das Profil in seiner gesamten Breite immer noch zugänglich und für weitere wissenschaftliche Untersuchungen (Probenentnahmen, kleinere Grabungen) zu begehen. Des weiteren gewährten Rutschungen und Aufbrüche im steilen Gelände und durch die teilweise verheerenden Stürme der letzten Jahre umgestürzte Bäume gute Einblicke in den Untergrund.

Schwierigkeiten bei Kartierarbeiten bereitet die tektonische Situation, Moränenbedeckung und örtlich dichtestes Unterholz bei steiler Morphologie. Zur Klärung des Schichtbestandes, der Stratigraphie und der Fossilführung im Rahmen dieser Arbeit war daher eine große

Probenmenge und teilweise umfangreiche Materialbergung notwendig. Auch störte das Hochwasser der Weißen Traun, welches das Aufnehmen der im Flussbett aufgeschlossenen Profile mehrmals unmöglich machte.

11.1.5. Tektonische Verhältnisse

Der tektonische Rahmen des Kartiergebietes lässt sich vereinfacht wie folgt darstellen:

Das Gerüst des Ramberges, seiner Fortsetzung nach Osten, des Scharamer Plateaus und der Höhe um Wolfsberg bildet ein allgemein Südwest - Nordost streichender, stets saiger einfallender Gesteinskörper nordhelvetischer Gesteine. Er ist aus mehreren Schuppen aufgebaut, und im Norden auf die Molasse aufgeschoben (Grenze Helvetikum - Molasse nachgewiesen im Traunprofil (TPN) und auf dem Betriebsgelände der Adelholzer Mineralwasser GmbH (BAM)). Die südlichen Schuppen, „überfahren“ durch die Gesteine der Flysch-Zone (Grenze Helvetikum - Flysch liegt etwas südlich der Grenze des Kartiergebietes) sind, wie auch die mittleren Schuppen (zunehmend nach Süden), meist tektonisch stärker beansprucht, in ihren Mächtigkeiten reduziert; zunehmend sind die plastischeren, mergeligen Gesteine (Stockletten, Gerhartsreiter Schichten) „ausgequetscht“ (tektonisch unterdrückt).

Des Weiteren sind Querbrüche bzw. Nord-Süd gerichtete Bruchzonen festzustellen, wie sie z.B. im Höllgraben und im Trauntal zu vermuten sind, und an denen (wie auch an kleineren Querstörungen, die im Gelände kaum durch die quartäre Überdeckung festzustellen sind) die Schuppen staffelartig gegen Westen nach Süden hin verschoben sind.

Zu diesen allgemeinen Umständen kommen die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichten einer Schuppe hinzu: So umfasst eine Schuppe, wie man es im Aufschluss BAM beobachten kann, ursprünglich Gerhartsreiter Schichten, Adelholzer Schichten und Stockletten mit geringmächtigen Lithothamnienschuttkalk-Bänken. Der Kontakt kompetenter Gesteine (harte, geringmächtige Horizonte der Gerhartsreiter Schichten, Lithothamnienschuttkalk und Nummulitenkalk) und inkompetenter Gesteine (Stockletten; Assilinenmergel, Discocyclinenmergel, Braune Schicht) ist stets mit „schichtparallelen Gleitungen“, Reduktion der weicheren Mergel, Zerklüftung (Calcit verheilte Klüfte, Calcit-Drusen) im kompetenteren Gestein sowie auch Harnischbildung entlang der Gleitflächen verbunden. Daraus resultiert kleinräumig ein komplexes Gesamtbild, das im Rahmen dieser Kartierung nur annähernd und allgemein geklärt werden kann.

11.2. Aufgeschlossene Gesteinseinheiten

11.2.1. Flysch

Flyschgesteine konnten im Kartiergebiet nur als hellgrauer, kalkiger Sandstein mit verwitterter dunkelgrauer, rissiger Oberfläche festgestellt werden. Nach GANSS (1977) handelt es sich hierbei um Gault-Schichten des Oberapt und Alb.

Diese Gesteine des Flysch konnten nur als Blöcke am östlichsten Rand des Kartiergebietes aufgefunden werden und sind nach GANSS (1977) in der Karte verzeichnet (Flysch-Gault, auf Helvetikum überschoben).

11.2.2. Pattenauer- und Gerhartsreiter Schichten

Die Pattenauer Schichten (siehe auch Teil 1, Punkt 2.3., S. 11) sind als homogene, hellgraue, unverwitterte harte Mergel entwickelt; teilweise stechen sie ins Grünlich-bläuliche (insbesondere im frischen Zustand), brechen stückig und verwittern lehmig.

Sie führen eine reiche Mikrofauna, die Makrofauna ist artenreich, aber relativ spärlich gesät bzw. fällt kaum auf, da es sich z.B. bei den Mollusken meist um zarte Abdrücke handelt;

relativ häufig und charakteristisch sind allenfalls Inoceramen-Schalen (bzw. Bruchstücke - „Inoceramen-Prismen“ - im Schlämmrückstand).

Pattenauer Schichten waren beim Bau der Mineralwasserfabrik in Bad Adelholzen aufgeschlossen, heute ist das Vorkommen verbaut (eingezeichnet nach GANSS et al (1977). Im Traunprofil waren die Pattenauer Schichten während der Kartierarbeiten zeitweise hervorragend aufgeschlossen, hier nördlich grenzend an Gerhartsreiter Schichten.

Ansonsten waren sie nur am Fuß der Terrassenkante des Trauntals am Venusberg (Betriebsgelände der Petrusquelle) verrutscht und sehr schlecht aufgeschlossen.

Bei den Gerhartsreiter Schichten (siehe auch Teil 1, Punkt 2.3., S. 11) handelt es sich um dunkelgraue bis schwarze, tonige Mergel mit stückigem Bruch. Eine feine Schichtung ist nur bergfeucht bzw. anstehend in Bachbetten zu erkennen, wo sie durch das fließende Wasser herauspräpariert wurde. Sie verwittern lehmig. Diesen Mergeln eingelagert sind stets harte, sandige Bänke, teilweise gradiert und fein geschichtet, die an der Oberfläche durch Grabgänge charakteristisch gekennzeichnet sind; an der Unterseite der Bänke sind oft Fließstrukturen erkennbar. Diese Bänke sind oft stark zerklüftet und mit Calcit-Kristallen ausgekleidet. Sie führen eine reiche, gut erhaltene Mikro- und Makrofauna. Was insbesondere die Unterscheidung mit dem Schwarzmergel der Adelholzener Schichten erleichtert sind die schon im Gelände in den Gerhartsreiter Schichten erkennbaren, sehr häufig auftretenden Gehäuse der sandschaligen, großwüchsigen Foraminifere *Lituola grandis* (REUSS).

Die Typuslokalität der Gerhartsreiter Schichten befindet sich im Gerhartsreiter Graben, eingeschuppt zwischen Adelholzener Schichten und Stockletten mit Lithothamnienkalken. Sie werden auch durch die Straße nach Maria Eck bzw. durch den parallel zur Straße laufenden Gaben angeschnitten. Im Traunprofil (TPN) grenzen Gerhartsreiter Schichten südlich an Pattenauer Schichten, nördlich sind sie aufgeschoben auf Schwarzmergel und Braune Schicht.

Des weiteren waren Gerhartsreiter Schichten, eingeschuppt zwischen Adelholzener Schichten im Typusprofil der Adelholzener Schichten (BAM; mittlerweile überwachsen) und als Fortsetzung nach Osten in einem kleinen Seitengraben des Höllgrabens aufgeschlossen. Lithologisch treten sie hier etwas feinkörniger und ärmer an Glimmer als im Typusprofil (und allgemein der östlich der Traun gelegenen Lokalitäten) auf, wie auch in der folgenden Lokalität: An der Südseite des Ramberges wurden bei der Verlegung einer Wasserleitung vom Hochbehälter aus westlich des Gehöftes als Fortsetzung der bereits bekannten Vorkommen östlich und im Untergrund des Hofes (nach freundlicher mündlicher Mitteilung des langjährigen Hofbesitzers) Gerhartsreiter Schichten mit eingeschalteten, harten Sandsteinbänken angetroffen.

11.2.3. Adelholzener Schichten

Auf die Lithologie, Sedimentologie und Fossilführung der Adelholzener Schichten wurde gemäß der Aufgabenstellung bereits im Teil 1 dieser Arbeit ausführlich eingegangen.

Die Aufschlüsse der Adelholzener Schichten im Kartiergebiet und im Zementwerk Rohrdorf werden weiter unten (Punkt 11.3.) im Einzelnen behandelt.

11.2.4. Stockletten und Lithothamnienkalke

Die Stockletten (siehe auch Teil 1, Punkt 2.3., S. 11) treten als hellgrau bis blau-graue oder beige, selten gefleckte, meist kalkreiche Mergel auf; sie enthalten – partiweise angereichert - Glaukonit- und Quarzkörnchen, Glimmer ist stets nur sehr feinschuppig vorhanden. Teilweise sind die Mergel sandiger ausgebildet, und sind dann auch eher gelblich bis bräunlich gefärbt. Sie brechen kleinstückig, schollig-bröckelig, und verwittern lehmig und meist tiefgründig. Die Stockletten enthalten eine reiche und gut erhaltene Mikrofauna; spärlich ist jedoch die Makrofauna (Tiefwassermollusken, in Vorkommen von Rohrdorf nicht selten Nautilideen).

Aufgeschlossen sind die Stockletten – zusammen mit Lithothamnienschuttkalken – im Kartiergebiet immer im Verband mit Adelholzener Schichten. Vorkommen finden sich – stets zusammen mit Lithothamnienschuttkalken – im Kartiergebiet verbreitet am südlichen Ramberg, im Westen des Alzinger Höhenzuges, im Traunprofil gegenüber Holnstein und in den Gräben um Spirka und Gerhartsreit.

Die Lithothamnienschuttkalke (siehe auch Teil 1, Punkt 2.3., S. 11) sind den Stockletten bankweise eingelagert (slumps aus Flachwasserbereichen, vorwiegend bestehend aus Rotalgenschutt) und teilweise auch mit ihnen verzahnt. Es ist eine grobkörnige sowie eine feinkörnige Fazies des Lithothamnienschuttkalkes mit allen Übergängen zu beobachten. Er enthält stets Glaukonit und Quarzkörnchen und besteht zum großen Teil aus Rotalgenschutt, daneben auch Echinodermenresten und Großforaminiferen. Örtlich sind in der grobkörnigen Fazies Gerölle von Steinkorallen enthalten (Vorwiegend vom Fundort Rohrdorf und seiner Umgebung, aber auch im Höllgraben). Die Bänke zeigen meist eine Gradierung oder Lamination (fining upwards) und Strömungsmarken an der Unterseite; eine Schichtung innerhalb der Bänke ist meist nicht festzustellen.

Die Lithothamnienschuttkalke treten im Kartiergebiet immer im Verband mit Stockletten auf (Vorkommen siehe oben).

11.2.5. Molasse

Tonmergelschichten des Rupel (südlicher Bereich) und Chatt (nördlicher Bereich) treten nur untergeordnet im nordwestlichen Bereich des Kartiergebietes in Bachanrissen unter der quartären Überdeckung sowie im Traunprofil hervor. Sie sind kaum voneinander zu unterscheiden (Trennung und Einzeichnung in die Karte erfolgte nach GANSS, 1977). Es handelt sich dabei um graue bis graugrüne, stets regelmäßig fein geschichtete Mergel. Nach GANSS (1977: 96 ff.) führen sie neben Foraminiferen auch Echinoderemreste, Kleinmollusken und auch Fischreste.

Die tektonische Grenze zwischen Helvetikum und den Rupel-Tonmergeln der gefalteten Molasse findet sich im Kartiergebiet hervorragend aufgeschlossen im Traunprofil. Auch während der Bauarbeiten auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH waren dem Helvetikum nördlich vorgelagerte, dunkelgraue, feinsandige Tonmergel (wahrscheinlich Rupel) aufgeschlossen (nicht eingezeichnet, da genaue Lage unbekannt); die Grenze Helvetikum-Molasse ist also auch hier nachgewiesen. (die eingezeichnete Grenze Helvetikum – Molasse folgt weitestgehend der von GANSS (1977) gezogenen Linie).

11.2.6. Quartär

11.2.6.1. Pleistozän

Praewürmeiszeitliche Sedimente finden sich vorwiegend im östlichen Bereich des Kartiergebietes: Rißeiszeitliche Moränen, meist mit Lößlehm überdeckt, überdecken flächig den aus den Gesteinen des Helvetikums (in südlich des Kartiergebietes aus Buntmergelserie) gebildeten Kern des Scharamer Plateaus. An dessen östlichen und westlichen Terrassenrand findet sich Nagelfluhe, vorwiegend wohl Rißeiszeitlich, Mindel-Alter ist teilweise jedoch wahrscheinlich. Auch der nördliche Ausläufer der Anhöhe von Spirka trägt einen Mantel rißeiszeitlicher Moränen; an seiner nördlichen Kante findet sich - langgezogen als Rippe parallel zur Bundesstraße - Nagelfluh, der nach GANSS (1977: 130 – 131) aus der Mindel-Eiszeit stammt. Im westlichen Bereich des Kartiergebietes finden sich an praewürmeiszeitlichen Sedimenten meist grob, selten auch gleichmäßig feinkörnige, mehr oder weniger geschichtete Nagelfluhe: So südlich von Alzing an der Südwest-Seite des Ramberges westlich Adelholzen (mit ungeklärtem Alter).

Würmeiszeitliche Sedimente bilden die weit verbreitete quartäre Überdeckung westlich des Scharamer Plateaus: Der quartäre Mantel des Alzinger Höhenzugs besteht vorwiegend aus

Schotter- und Grundmoräne (diese ist oft stark verfestigt, dadurch vernässte Böden), gleiche Verhältnisse findet man an der Nordseite des Ramberges.

11.2.6.2. Holozän (Postglazial)

Wirtschaftlich interessante Gesteine finden sich im Kartiergebiet nicht, bis auf örtlich begrenzte, alte, längst aufgelaassene Abbau im Nagelfluh und Kies. Große Massenbewegungen mit massivem Eingriff in die Morphologie fanden in jüngster Zeit im Rahmen der Erweiterungsbauten der Adelholzener Mineralwasser GmbH statt: Hier wurde zum einen der südöstliche Ausläufer des Ramberges hinter der alten Fabrik großflächig abgetragen, zu zweiten wurde das gewonnene Gestein auf die Felder der Umgebung verbracht, teilweise meterhoch aufgeschüttet und wieder zu Grünland rekultiviert (westlich bzw. südwestlich Kronberg, Nordseite des Ramberges). Beim Neubau der Kläranlage nördlich des Betriebsgeländes kam der Schutt des Baus der alten Hallen der Mineralwasserfabrik zum Vorschein, der damals vom Betriebsgelände bis hin zu den Quellen westlich gegenüber des Kurhauses in Bad Adelholzen angeschüttet wurde.

11.3. Aufschlüsse der Adelholzener Schichten

Aufschlüsse im Kartiergebiet (beginnend im Westen, vorangestellt die Typuslokalität (BAM)):

BAM - Betriebsgelände der Adelholzener Mineralwasser GmbH (Typuslokalität)

Aufgeschlossene Schichten:

Assilinenmergel (ca. 4 Meter), Nummulitenkalk (ca. 4,50 Meter), Glaukonitsandstein (ca. 0,70 Meter), Discocyclinenmergel (ca. 4 Meter), Braune Schicht (ca. 1 Meter), in konkordanter Lagerung.

Bemerkungen:

Während der Bauarbeiten 1995 wurden die zwei nördlichsten Schuppen der Adelholzener Schichten freigelegt, dazwischen Gerhartsreiter Schichten. Während die nördliche Schuppe, grenzend an Molasse-Mergel, tektonisch stark beansprucht und in der Abfolge gestört ist, zeigt die südliche Schuppe ein konkordantes, tektonisch wenig gestörtes Profil der Adelholzener Schichten vom Assilinenmergel bis hin zur Braunen Schicht, das als Typusprofil festgelegt wurde (siehe Teil 1, Punkt 3.3., S. 37). Der Kontakt zu den Gerhartsreiter Schichten war tektonisch. Der Basale Sandmergel war nicht aufgeschlossen (einziger Aufschluss im Zementwerk Rohrdorf, BZRb). Schwarzmergel wurde ebenfalls nicht angetroffen (im Kartiergebiet nur im Osten (Traunprofil, Spirka) sowie im Zementwerk Rohrdorf); meiner Meinung nach ist dies nicht auf tektonische Reduktion zurückzuführen, sondern darauf, dass diese Fazies hier örtlich nicht zur Sedimentation kam und durch Stockletten „vertreten“ wurde; sie kamen demnach hier in konkordanter Lagerung über der Braunen Schicht der Adelholzener Schichten zur Ablagerung.

Auch nach Abschluss der Bauarbeiten ist das Profil weiterhin zugänglich (mit Erlaubnis der verständnisvollen Betriebsleitung). Zudem ist der abgeböschte Hang nicht stabil, es kommt immer wieder zu hangparallelen Rutschungen mit neuen Aufschlüssen.

RAB - Ramberg

Adelholzener Schichten:

Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht.

Bemerkungen:

Bis zu fünf Schuppen von Adelholzener Schichten bilden den Kern des Ramberges und sind v. A. im südlichen Bereich aufgeschlossen. Im nördlichen Bereich des Ramberges ist das Helvetikum zunehmend von würmeiszeitlichen Schotter- und Grundmoränen überdeckt. Die zwei nördlichsten Schuppen sind in der Typuslokalität (BAM) sehr gut aufgeschlossen, ihre Fortsetzung nach Westen jedoch fast nur noch durch Handbohrungen nachgewiesen. Zwischen den einzelnen Schuppen sind stets Stockletten mit geringmächtigen Lithothamnienschuttkalk-Bänken (feinklastische bis grobklastische Turbidit-Fazies; Gradierung; an der Basis der Bänke meist mit Strömungsmarken, sehr schön aufgeschlossen z.B. beim Bau eines neuen Forstweges einige hundert Meter hinter der Forsthütte) aufgeschlossen. Im Gelände morphologisch hervortretend ist meist der Nummulitenkalk. Zwischen diesen durch ihn gebildeten Rippen sind in den Tälchen stets Discocyclinenmergel und Braune Schicht anzutreffen (in ihren Mächtigkeiten sehr variabel, wahrscheinlich tektonisch stets mehr oder weniger reduziert; stets tiefgründig verwittert, bzw. verlehmt, ins besonders auch die begleitenden Stockletten), grenzend an Stockletten und Lithothamnienkalk. Die Gesamtbreite des aufgeschlossenen Helvetikums sowie anscheinend auch die Zahl der Schuppen nimmt nach Bergen hin ab; westlich Bergen ist Helvetikum überhaupt nicht mehr aufgeschlossen und tritt erst wieder bei Rohrdorf – Neubeuern auf.

HÖG - Höllgraben

Adelholzener Schichten:

Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht.

Bemerkungen:

Der Höllgraben durchschneidet den Ramberg in Richtung Nord-Süd; hier tritt der Kern des Ramberges, die Schuppen von Adelholzener Schichten und ihre Lagerungsverhältnisse, angeschnitten entlang der Straße deutlich hervor: Die von den Hängen herabziehenden Rücken erschließen meist gut den Nummulitenkalk und den Glaukonitsandstein (nördlich der Rücken meist Assilinenmergel – stark verwittert bzw. wegerodiert); in den Tälchen dazwischen sind die hangenden, mergelreichen Adelholzener Schichten (Discocyclinenmergel, Braune Schicht) sowie Stockletten zu finden (teilweise nur durch Handbohrungen nachgewiesen). Deutlich wird hier jedoch, daß die Rücken bzw. einzelnen Schuppen nicht immer parallel laufen, sondern sie sind – entsprechend einer kleinräumigen Tektonik – oft ineinander geschoben und an Querstörungen (bzw. Bruchzonen) relativ zueinander versetzt. Zwischen den Rücken aus Nummulitenkalk liegende Schichten sind dann tektonisch reduziert bzw. vollständig amputiert. Ein Beispiel dafür ist der Rücken nahe Hilzing, beschrieben (in GANSS, 1977: 51 ff.) als „Nummulitenriff“ von Hilzing, wo sich der Rücken morphologisch hervortretend zweimal „gabelt“; die beschriebene Querstörung weiter östlich war nicht mehr aufzufinden (eingezeichnet nach GANSS, 1977).

AHZ - Alzinger Höhenzug

Adelholzener Schichten:

Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht.

Bemerkungen:

Der Alzinger Höhenzug ist die Fortsetzung des Ramberges, jenseits des Höllgrabens nach Osten hin. Die Aufschlüsse von Adelholzener Schichten sind hier jedoch begrenzt auf den westlichen Teil des Höhenzuges, weil sie östlich zunehmend von Moränen der Würmeiszeit überdeckt sind. Gut aufgeschlossen sind Adelholzener Schichten dann erst wieder weit östlich in den Gräben von Spirka und Gerhartsreit. Es lassen sich jedoch – wie am Ramberg

– im westlichen Alzinger Höhenzuges bis zu fünf Schuppen von Adelholzener Schichten feststellen, deren Lagerung und Aufschlussverhältnisse denen des Ramberges entsprechen.

TPN - Traunprofil, nördlicher Bereich flussabwärts des Siegsdorfer Wehres

Aufgeschlossene Schichten:

Discocyclinenmergel, Braune Schicht, Schwarzmergel.

Bemerkungen:

Im Süden grenzen die Adelholzener Schichten an Gerhartsreiter Schichten, die Schichtabfolge ist tektonisch stark zerrüttet, die Schichten „ineinander gepresst“. Fluss abwärts (Norden) grenzen sie an graue Tonmergel der Molasse (Rupel).

Die Fortsetzung der Schichten dieser Lokalität nach Westen, Vorkommen von Adelholzener Schichten, Gerahrtsreiter- und Pattenauer Schichten am Fuß der Terrassenkante des Trauntals am Venusberg (Betriebsgelände der Petrusquelle) sind bis auf verrutschte Ausbisse der Pattenauer Schichten verschüttet und überwachsen (sie wurde nach GANNS et al. (1977) eingezeichnet).

TPS – Traunprofil, südlicher Bereich gegenüber Holnstein

Aufgeschlossene Schichten:

Nummulitenkalk.

Bemerkungen:

Die noch im Jahre 2000 unmittelbar am Rande des Traunbettes aufgeschlossenen Adelholzener Schichten sind durch die Hochwässer der letzten Jahre vollkommen zugeschottert. Mit Sicherheit festgestellt wurde damals zumindest der Nummulitenkalk (Handstücke liegen vor), der an dieser Stelle der Karte auch eingezeichnet wurde. Auch die Fortsetzung dieses Vorkommens gen Westen ist vollkommen überwachsen und wahrscheinlich verrutscht; es konnten hier nur noch Stockletten und Lithothamnienschuttkalke festgestellt werden (Adelholzener Schichten eingezeichnet nach GANSS (1977)).

GRG – Gerhartsreiter Graben

Aufgeschlossene Schichten:

Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht.

Bemerkungen:

Im Gerhartsreiter Gabenzug werden zwei Schuppen der Adelholzener Schichten angeschnitten. Sie sind hier eingeschuppt zwischen Gerhartsreiter Schichten (nördlich), Lithothamnienkalken (feinklastische Turbidit-Fazies) und Stockletten. Sie werden vom Bachbett teilweise angeschnitten, durch Hangrutsche oder Baumstürze freigelegt, teilweise sind sie jedoch nur durch Handbohrungen nachgewiesen.

Schwarzmergel – wie etwas weiter nördlich in den Gräben von Spirka - habe ich hier nicht beobachtet; sie sind jedoch speziell bei Handbohrungen schwer von Gerhartsreiter Schichten zu unterscheiden.

SPA – Spirka

Aufgeschlossene Schichten:

Assilinenmergel, Nummulitenkalk, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht, Schwarzmergel.

Bemerkungen:

In den Gräben südlich Spirka können zwei Schuppen der Adelholzener Schichten beobachtet werden, eingeschuppt zwischen Stockletten mit Lithothamnienschuttkalk-Bänken in der typischen feinklastischen Turbidit-Fazies des Nordhelvetikums. Sie sind vom Bachbett teilweise angeschnitten, teilweise sind sie nur durch Handbohrungen nachgewiesen; die Aufschlussverhältnisse sind relativ schlecht.

Von dieser Lokalität wurden die Schwarzmergel zum ersten Mal beschrieben (DE KLASZ in: GANSS et al. 1956: 67), hier als „Schwarzschiefer-Fazies“ der Adelholzener Schichten bezeichnet.

Aufschlüsse auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf (BZR):

BZRa – Profil beim Neubau einer Lager bzw. Produktionshalle (Baustelle „Secula-Halle“)

Aufgeschlossene Schichten:

Nummulitenkalk (ca. 5 Meter), Glaukonitsandstein (ca. 1 Meter), Discocyclinenmergel (ca. 5 Meter), Braune Schicht (ca. 2 bis 2,5 Meter), Schwarzmergel (mehrere Meter), in konkordanter Lagerung.

Bemerkungen:

Im Süden grenzt der Schwarzmergel diskordant an sandige, dünnbankige Stockletten (nordhelvetischer Fazies-Bereich). Nördlich bzw. nordöstlich sind Nummulitenkalk und Glaukonitsandstein überlagert von holozänen Seetonen des „Rosenheimer Sees“.

Die westliche Fortsetzung dieser nördlichsten nordhelvetischen Schuppe findet sich, durch Querstörungen nach Süden versetzt, einige 100 Meter westlich in einem Bachanriss in ähnlicher Schicht-Abfolge, Lithologie und Sedimentologie aufgeschlossen. Die Verhältnisse in Richtung Osten sind unbekannt (überbaut durch Produktionsgebäude des Zementwerkes).

BZRb – Nummulitenköpfl und westliche Fortsetzung

Aufgeschlossene Schichten:

Basaler Sandmergel, Assilinenmergel, Glaukonitsandstein, Discocyclinenmergel, Braune Schicht, Schwarzmergel.

Bemerkungen:

Westlich geht der Schwarzmergel konkordant in sandige, grau-braune Stockletten über, denen dünnbankige Lithothamnienschuttkalkbänke (feinkörnig-kalkig verhärtet bis grobkörnig-mergelig entwickelt, gradiert) eingeschaltet sind. Die Gesteine der Adelholzener Schichten sind auf sandig entwickelte Stockletten aufgeschoben bzw. kompliziert mit Stockletten verschuppt und ineinander gefaltet. Es konnten zwei Schuppen von Adelholzener Schichten festgestellt werden, wobei die nördliche Schuppe tektonisch im Schichtbestand reduziert war. Die südliche Schuppe zeigte den gesamten Schichtbestand der Adelholzener Schichten, wenn auch tektonisch stark gestört und in den Mächtigkeiten reduziert.

Hier war auch als einziger Aufschluss der Basale Sandmergel (ca. 1 bis 2 Meter mächtig) aufgeschlossen, basal aufgeschoben auf Stockletten, hangend grenzend an Assilinenmergel (konkordant, aber tektonisch überprägt).

BZRc – Aufschluss in Lithothamnienschuttkalk-Bänken unterhalb des Bonhartköpfls, unterste Abbauwand (umgelagerter Adelholzener Schichten)

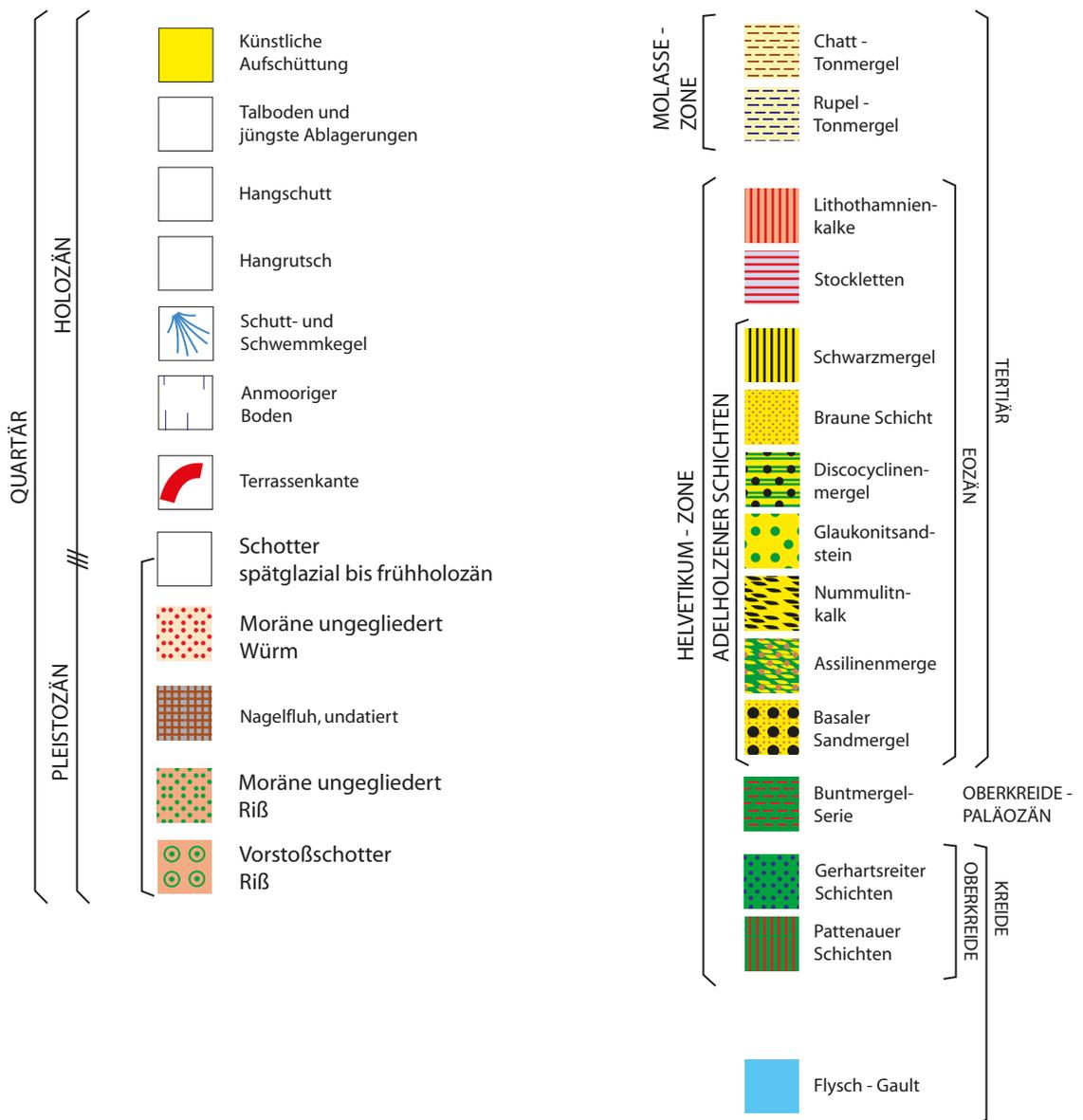
Aufgeschlossene Schichten:
Schwarzmergel (Fazies-Typ Sm2).

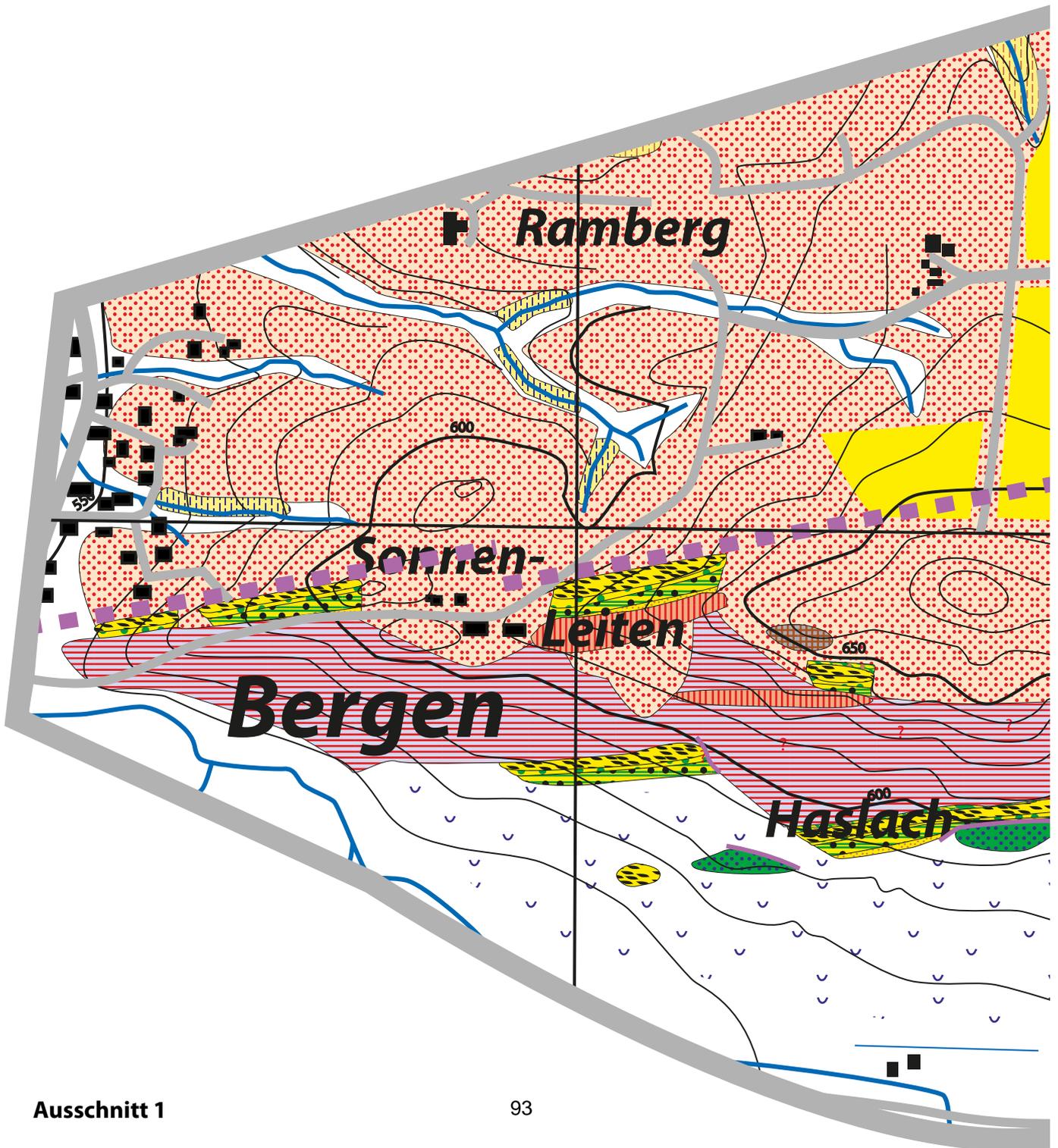
Bemerkungen:

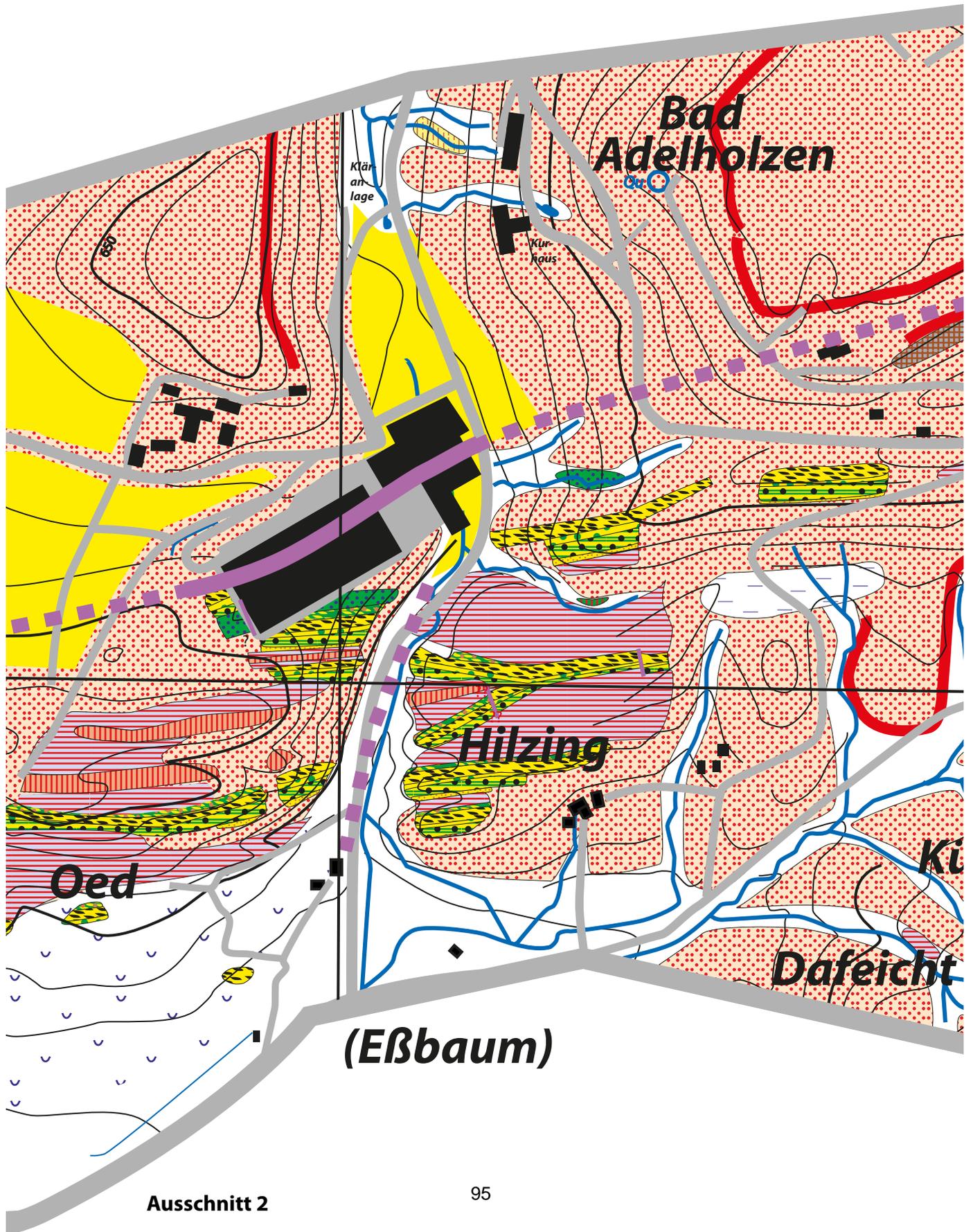
Aufgefunden wurden umgelagerte Schwarzmergel-Schollen (Fazies-Typ Sm2) in groben, dickbankigen Lithothamnienschuttkalk-Bänken (Brekzien-Fazies nach BUCHHOLZ (1989:47) des Nordhelvetikums. Die Schollen entsprechen lithologisch und sedimentologisch dem typischen Schwarzmergel des Fazies-Typs Sm2, wie er auch am Nummulitenköpfl aufgeschlossen war. Auch Fauna und Flora des Gesteins beider Aufschlüsse stimmen - soweit ich das feststellen konnte - überein.

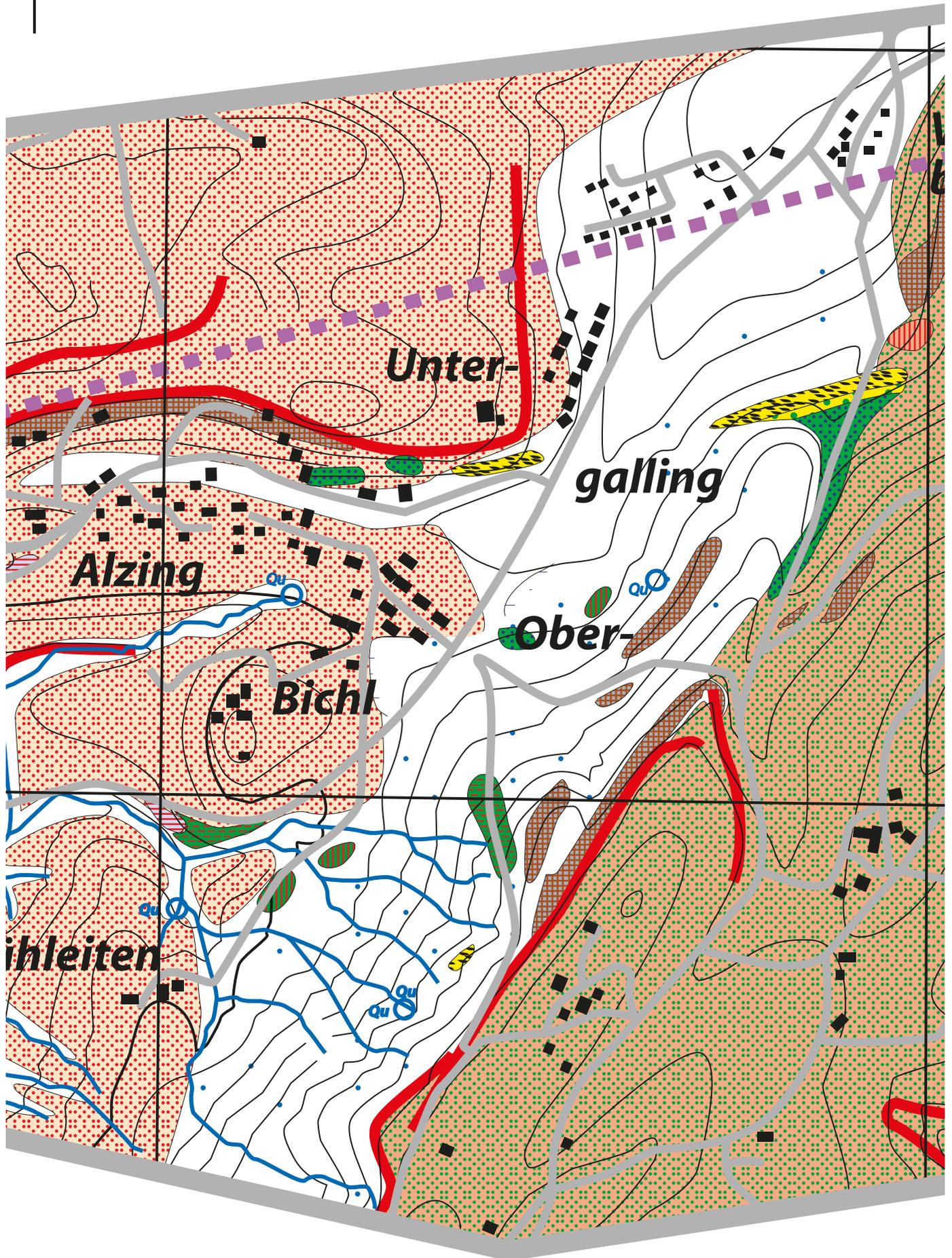
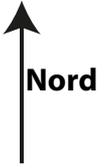
11.4. Geologische Karte

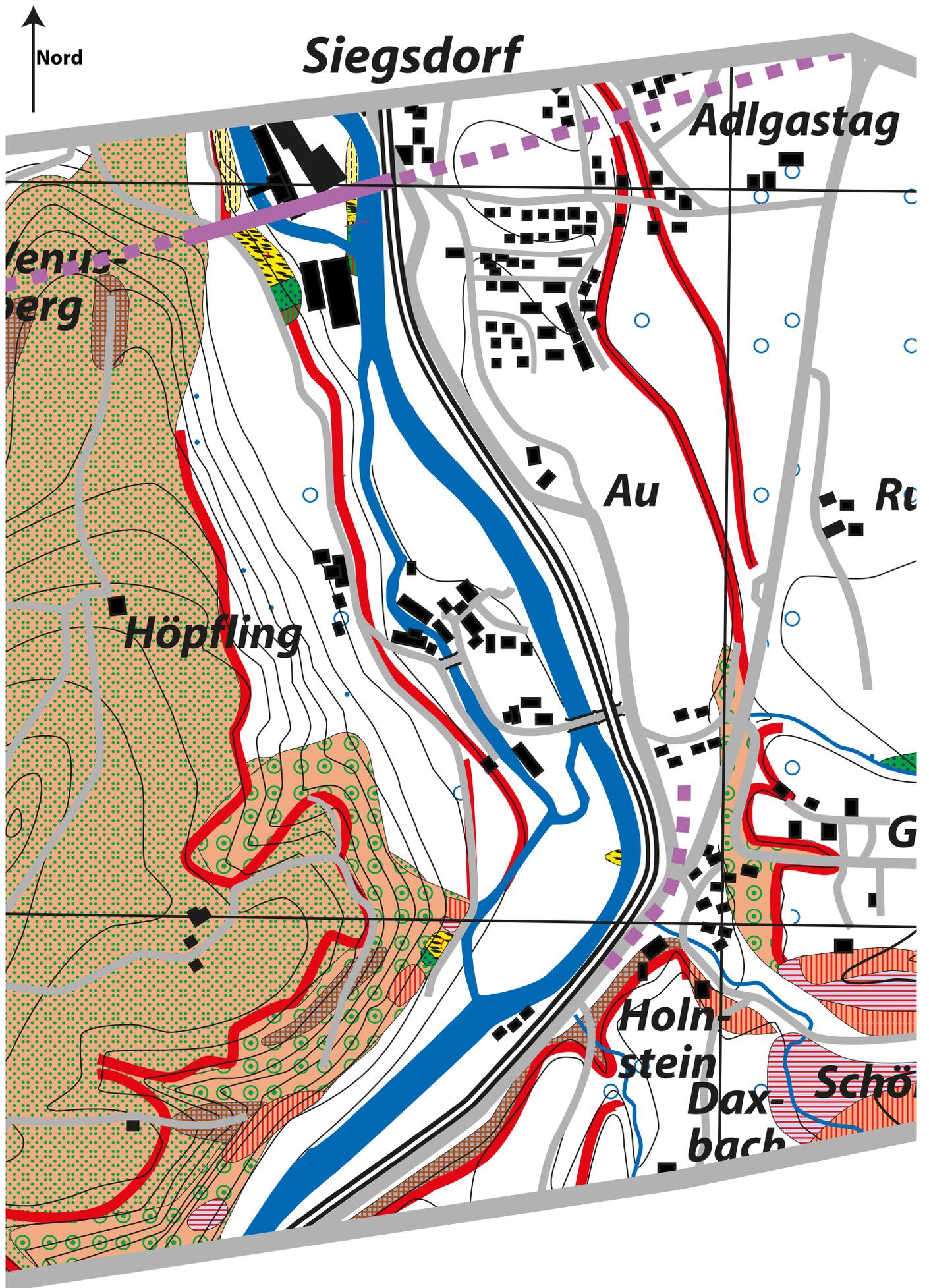
Legende:

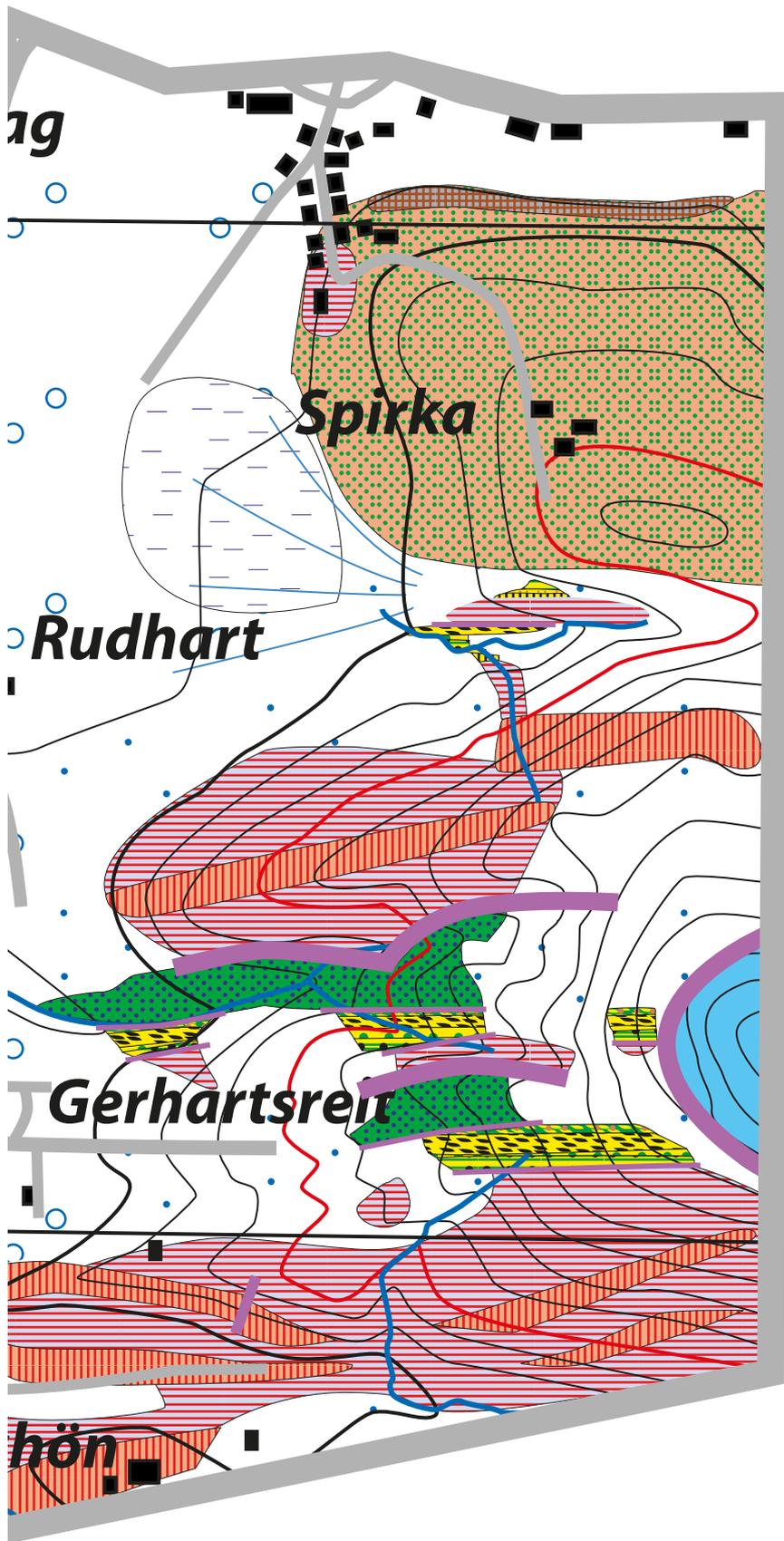












APPENDIX: Formale Lithostratigraphie

Vorliegende Abhandlung stellt die Diplom-Arbeit des Verfassers an der LMU München des Jahres 2003 dar. Sie ist in unveränderter Form publiziert. Forschungsergebnisse, die seit 2003 zum Thema Adelholzener Schichten zu verzeichnen sind, sind Gegenstand weiterer Veröffentlichungen (z.B. Berndt, Gregor & Heyng 2011; Heyng & Gregor 2007a; Heyng & Gregor 2007b), und wurden nicht in vorliegendes Werk eingearbeitet.

Folgend wird die formal und international gültige Benennung der Adelholzener Schichten und ihrer lithostratigraphischen Untereinheiten nachgetragen, wie sie bereits in Lammerer, Ortner & Heyng (2011) kurz vorgestellt wurde. Die in Klammern angegebenen Schichtbezeichnungen sollten in Zukunft nur noch als Arbeits- bzw. Geländebezeichnungen weiter gebraucht werden.

Die Adelholzener Schichten sind als **Adelholzen Formation** zu bezeichnen. Sie wird lithostratigraphisch in sieben Member weiter untergliedert, vom Liegenden zum Hangenden wie folgt:

- Nummulitenköpfl Member (*Basaler Sandmergel*)

Benannt nach der Typus-Lokalität dieser Schicht am „Nummulitenköpfl“ (oder „Adelholzener Sattel“) auf dem Gelände des Zementsteinbruches Rohrdorf (Oberbayern).

- Ramberg Member (*Assilinenmergel*)

Benannt nach der Typus-Lokalität am Nordfuß des Ramberges auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Alpenquellen GmbH (= Typus-Profil der Adelholzen Formation) in Bad Adelholzen (Oberbayern).

- Höllgraben Member (*Nummulitenkalk*)

Benannt nach den Aufschlüssen dieser Schicht im „Höllgraben“, einem Taleinschnitt südlich des Betriebsgeländes der Adelholzener Alpenquellen GmbH in Bad Adelholzen östlich Bergen (Oberbayern).

- Schneckengraben Member (*Glaukonitsandstein*)

Benannt nach dem Aufschluss dieser Schicht im „Schneckengraben“ am Ramberg, südlich des Typus-Profiles auf dem Betriebsgeländes der Adelholzener Alpenquellen GmbH in Bad Adelholzen östlich von Bergen (Oberbayern).

- Fadengraben Member (*Discocyclinenmergel*)

Benannt nach dem Aufschluss dieser Schicht im „Fadengraben“ westlich des Zementsteinbruches Rohrdorf (Oberbayern).

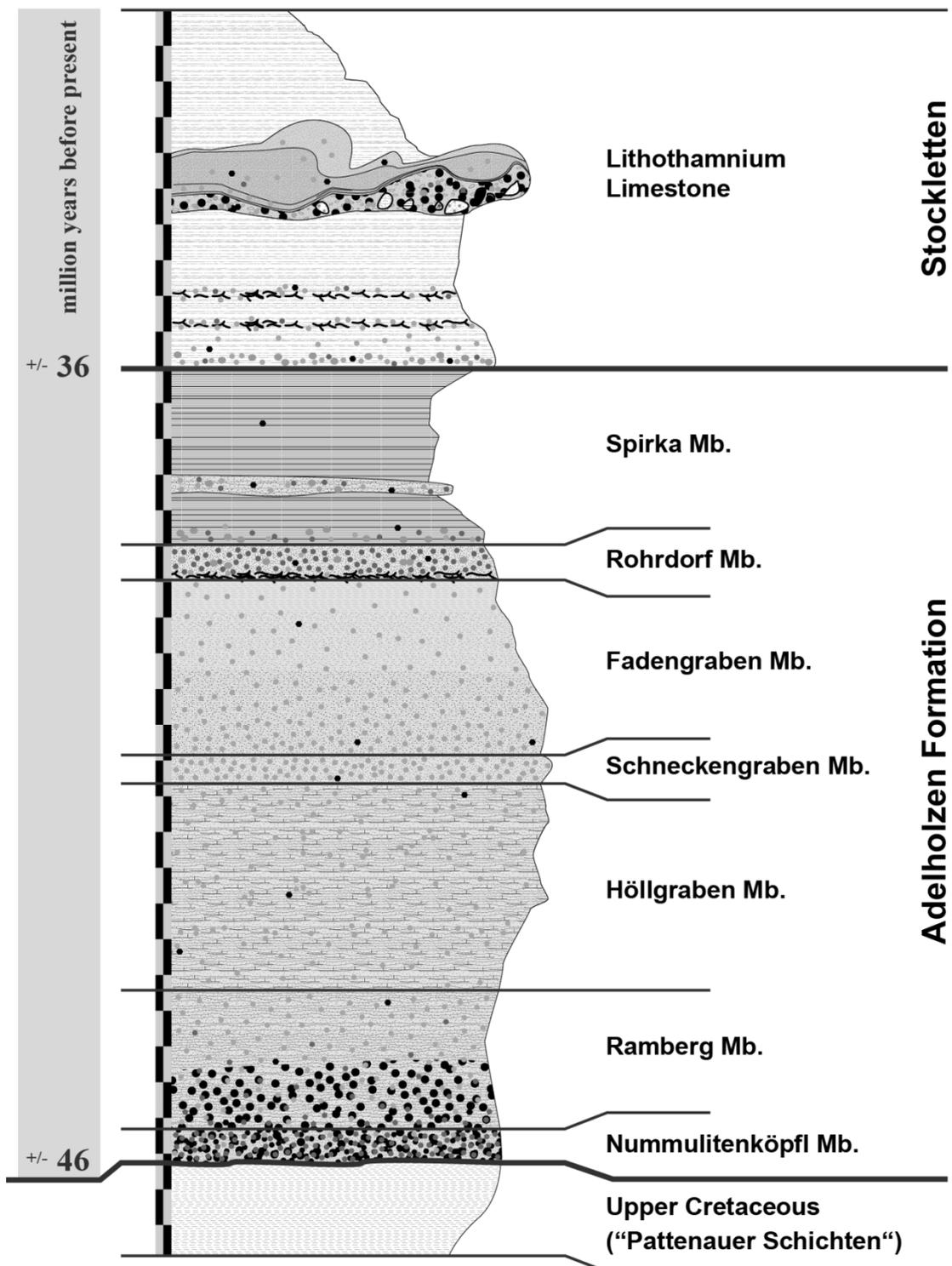
- Rohrdorf Member (*Braune Schicht*)

Benannt nach der Typus-Lokalität am „Nummulitenköpfl“ auf dem Gelände des Zementsteinbruches Rohrdorf (Oberbayern).

- Spirka Member (*Schwarzmergel*)

Benannt nach der Typus-Lokalität in den Gräben nördlich des Gehöfts Spirka östlich Siegsdorf (Oberbayern).

Der Aufschluss auf dem Betriebsgelände der Adelholzener Alpenquellen GmbH in Bad Adelholzen (Oberbayern) wird als Typus-Profil der Adelholzen Formation vorgeschlagen.



Kombiniertes Standardprofil der Adelholzen Formation des Zementsteinbruches Rohrdorf südlich von Rosenheim, Oberbayern (verändert nach Lammerer et al. 2011).

Zitierte Literatur

Berndt, H.-J., Gregor, H.-J. & Heyng, A.M. (2011): Eine pyritisierte Palmfrucht aus dem eozänen Schwarzmergel (Spirka Member) des Rohrdorfer Zementwerkes am Chiemsee. – Documenta naturae, **164-2**: 15-21; München.

Heyng, A.M. (2007a): Zwei Zähne des Riesenhaies *Carcharocles auriculatus* (BLAINVILLE) aus dem Spirka Member der Adelholzen Formation (Eozän) von Rohrdorf am Chiemsee (Süddeutschland). – Documenta naturae, **164-1**: 33-35, 1 Taf.; München.

Heyng, A. M. & Gregor, H.-J. (2007b): Ein lauroider Blattrest aus dem marinen Eozän von Rohrdorf im Chiemgau. – Documenta naturae, **164-1**: 29-31, 2 Abb., 1 Taf.; München.

Lammerer, B., Ortner, H. & Heyng, A. (2011): Field trip to the Northern Alps between Munich and the Inn Valley. - In: Carena, S., Friedrich, A.M. & Lammerer, B. (Eds.): Geological Field Trips in Central Western Europe: Fragile Earth International Conference, Munich, September 2011. - Geological Society of America Field Guide, **22**: 75–100. doi:10.1130/2011.0022(06).

