Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 65 (1972)

Heft: 3

Artikel: Stratigraphisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Äusseren Einsiedler Schuppenzone und im Wägitaler Flysch E und W des Sihlsees (Kt. Schwyz)

Autor: Kuhn, Jürg A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-164104

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol 65/3	Seiten 485–553	18 Textfiguren und 8 Tafeln (I–VIII)	Basel, Dez. 1972

Stratigraphisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Äusseren Einsiedler Schuppenzone und im Wägitaler Flysch E und W des Sihlsees (Kt. Schwyz)

Von JÜRG A. KUHN, Zürich

ABSTRACT

The present study deals with the Upper Cretaceous and Eocene formations exposed in the region south of Einsiedeln (Central Switzerland). These sediments belong to several tectonic units which, in this area, constitute the northern border of the Alpine chain:

a) The «Äussere Einsiedler Schuppenzone» (Outer Imbricated Zone of Einsiedeln), consisting of displaced wedges of the youngest sediments from the Helvetic Drusberg Nappe: Amdener Schichten (Amden Beds), Nummulitenkalk (Nummulitic Limestone), Globigerinenmergel (Globigerina Marls) and Burgsandstein (a local term for a Flysch-type sandstone).

b) The Wildflysch: widely dispersed heterogeneous rocks, usually imbricated above, between or below units a) and c).

c) The Wägital-Flysch: a shale-siltstone-sandstone sequence of typical Flysch character.

The micropaleontological investigation of the shaly-marly marine sediments was a major purpose of this study. The examination of the planktonic and benthonic smaller foraminifera as well as the calcareous nannoplankton has lead to a more precise age dating of some of the formations. The Amdener Schichten were found to be of Santonian age and to include the Zones of *Globotruncana concavata concavata* and *G. concavata carinata*. The Globigerinenmergel are dated as late Middle Eocene (*Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone to *G. c. pomeroli*/*G. c. cerroazulensis* Zone of TOUMARKINE and BOLLI 1970). The Wildflysch has yielded *Globorotalia cerroazulensis cocoaensis* and *Isthmolithus recurvus*, indicators of a Late Eocene age.

The Wägital-Flysch contains two distinct assemblages of foraminifera; one appears to be of Campanian to early Maastrichtian, the other of Middle Eocene age. In some samples, a mixture of these two faunas is found, others contain only non-calcareous agglutinated foraminifera. The present data do not confirm the interpretation of earlier authors that the Wägital-Flysch represents a continuous stratigraphic sequence from the Turonian to the Lower Eocene.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegenden Untersuchungen umfassen die jüngsten Formationen der helvetischen Schichtreihe der Drusberg-Decke: Amdenerschichten, Nummulitenkalk, Globigerinenmergel und südhelvetischen Flysch (Burgsandstein), die als tektonische Einheit unter dem Namen «Äussere Einsiedler Schuppenzone» den geologischen Alpenrand bilden, sowie eingeschuppten Wildflysch und den südlich anschliessenden Wägitaler Flysch.

Mit Hilfe der untersuchten planktonischen und benthonischen Foraminiferen und des Nannoplanktons konnten in der Äusseren Einsiedler Schuppenzone folgende stratigraphische Horizonte unterschieden werden: Die Amdenerschichten umfassen das ganze Santonian: *Globotruncana concavata* – und *Globotruncana concavata carinata* Zone. Die Globigerinenmergel stellen oberes Mitteleozän

dar. Hier gelang aufgrund der Entwicklungsreihe von *Globorotalia cerroazulensis* (TOUMARKINE und BOLLI 1970) der Nachweis folgender Biozonen: oberer Teil der *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone, *Globorotalia cerroazulensis pomeroli* Zone und *Globorotalia cerroazulensis pomeroli/ Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* Zone. Der südhelvetische Flysch (Burgsandstein) wird altersmässig dem obersten Mitteleozän bis unterem Obereozän zugeordnet.

Wildflysch-Vorkommen mit *Globorotalia cerroazulensis cocoaensis* und *Isthmolithus recurvus* in der Äusseren Einsiedler Schuppenzone und im Wägitaler Flysch werden ins Obereozän gestellt und als eventuelle normalstratigraphische Fortsetzung der helvetischen Schichtreihe betrachtet. Diese Wildflysch-Vorkommen sind altersmässig nicht mit der Habkern-Wildflysch-Zone korrelierbar.

Im Wägitaler Flysch wird auf das Problem der Umlagerung von Mikrofossilien in Flyschablagerungen hingewiesen und diese mindestens zum Teil als aufgearbeitet betrachtet. Es konnten lediglich zwei Faunenvergesellschaftungen eng begrenzten und verschiedenen Alters nachgewiesen werden: Campanian bis unteres Maastrichtian und Mitteleozän. Eine früher angenommene durchgehende stratigraphische Abfolge vom Turonian bis ins Untereozän konnte deshalb nicht bestätigt werden. Durch das Auftreten von Mischfaunen und unnatürlichen Faunenassoziationen wird die Alterseinstufung des Wägitaler Flysches erneut zur Diskussion gestellt.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 487
Einleitung 488
Geographische Übersicht 489
Die Äussere Einsiedler Schuppenzone (AESZ) 489
Historisches 489
Tektonik 490
Übersicht 490
Tektonik der AESZ 491
Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen 494
Amdenerschichten 495
Allgemeines 495
Lithologie 496
Makrofossilien 496
Mikrofossilien 497
Planktonische Foraminiferen 497
Benthonische Foraminiferen 500
Nannoplankton 501
Hystrichosphären 501
Charakteristik der Mikrofauna 502
Ablagerungstiefe 503
Vergleiche mit anderen Gebieten 503
Zusammenfassung 504
Nummulitenkalk 504
Globigerinenmergel 506
Allgemeines 506
Lithologie 507
Makrofossilien 508
Mikrofossilien 508
Planktonische Foraminiferen 508
Benthonische Foraminiferen 511
Nannoplankton 516
Hystrichosphären 516

Charakteristik der Mikrofauna 516
Ablagerungstiefe 516
Vergleiche mit anderen Gebieten 518
Fazieswechsel Nummulitenkalk/Globigerinenmergel 519
Zusammenfassung 520
Südhelvetischer Flysch (Burgsandstein) 520
Allgemeines 520
Lithologie 521
Mikrofauna und Alter 521
Wildflysch 523
Verbreitung im Untersuchungsgebiet 523
Alter 525
Paläogeographische Stellung 526
Interpretation der heutigen tektonischen Stellung 527
Wägitaler Flysch 528
Historisches 528
Paläontologische und stratigraphische Probleme 528
Mikrofossilien im Wägitaler Flysch 532
Allgemeines 532
Zusammenfassung 534
Foraminiferen 534
Faunenvergesellschaftungen 535
Charakteristik der Mikrofauna 541
Nannoplankton 542
Dinoflagellaten und Hystrichosphären 542
Ergebnisse der mikropaläontologischen Untersuchungen 543
Wägitaler Flysch mit Mikrofossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian 543
Wägitaler Flysch mit Mikrofossilien des Mitteleozäns 544
Zusammenfassung 545
Zur Altersfrage des Wägitaler Flysches 545
Tektonik 546
Anhang 548
Planktonische Foraminiferen 548
Benthonische Foraminiferen 548
Literaturverzeichnis 548

VORWORT

Die vorliegende Arbeit ist aus zwei an der ETH-Zürich ausgeführten Diplomarbeiten (BAUMANN 1967; KUHN 1967) hervorgegangen, die Feldaufnahmen erstreckten sich über die Sommermonate 1966–1971. Die Auswertung des Materials erfolgte am Geologischen Institut der ETH-Zürich, wo auch das Belegmaterial deponiert ist. Die abgebildeten Hypotypen der benthonischen Foraminiferen befinden sich im Naturhistorischen Museum Basel unter den Nummern C26771–C26942.

Meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. H.M. BOLLI bin ich für das rege Interesse und die zahlreichen Ratschläge am Institut oder im Felde zu grossem Dank verpflichtet.

Den Herren Professoren Dr. R. HANTKE und Dr. R. TRÜMPY verdanke ich wertvolle Hinweise anlässlich von Terrainbesuchen und für die Abfassung des Manuskriptes.

Herr Dr. J. P. BECKMANN führte mich in die Systematik der benthonischen Foraminiferen ein und übernahm die gründliche Durchsicht der betreffenden Abschnitte. Mit Frl. Dr. MONIQUE TOURMARKINE diskutierte ich Fragen der Zonierung und Taxonomie der planktonischen Foraminiferen. Frau Dr. MICHELE CARON war mir behilflich bei der Bestimmung der Globotruncanen und Herr H. THIERSTEIN übernahm die Bestimmungen des Nannoplanktons der Oberkreide. Herrn Dr. F. RÖGL verdanke ich zahlreiche Angaben über das österreichische Helvetikum und tertiäres Belegmaterial. Herr H. FRANZ stand mir für die Aufnahmen mit dem Scanning-EM zur Verfügung und Frl. FRIEDA DEUBELBEISS war mir bei der Aufbereitung von Proben auf Pollen und Hystrichosphären behilflich. Die Herren Dr. A. OCHSNER und Pater COELESTIN MERKT † OSB gaben mir wertvolle Ratschläge anlässlich mehrerer Exkursionen. Den Herren F. HAGER, U. GERBER und Dr. D. FREY danke ich für ihre Mithilfe bei der Reinzeichnung der Karten und Profile, der Fertigstellung der Fototafeln und der Bereinigung des Manuskriptes. Mit meinen Studienkollegen und Terrainnachbarn P. BAUMANN, E. CARTIER, H. P. MÜLLER und A. RISSI verbinden mich gemeinsame Tage im Feld und anregende Diskussionen. Der *Zentenarfonds* der Eidg. Technischen Hochschule gewährte einen namhaften Drukostenbeitrag.

Meine Dankbarkeit den lieben Eltern gegenüber, die mir in selbstloser Weise das Studium ermöglichten, kann niemals angemessenen Ausdruck finden. Ihnen sei die vorliegende Arbeit gewidmet.

EINLEITUNG

Die Grundlage der vorliegenden stratigraphisch-paläontologischen Untersuchungen bildet die geologische Kartierung der Äusseren Einsiedler Schuppenzone (AESZ), die mit den Aufnahmen von BAUMANN, HANTKE, E. MÜLLER, H.P. MÜLLER, RISSI und SCHLANKE als Blatt Einsiedeln, 1132, des Geolog. Atlas der Schweiz 1:25000 erscheinen wird. Vorläufige Resultate sind in den unveröffentlichten Diplomarbeiten von BAUMANN, KUHN und H. P. MÜLLER (alle 1967) enthalten.

Gegenstand der Untersuchungen waren die Mikrofossilien der Gesteinsserien in Mergel- oder Tonfazies der AESZ und des Wägitaler Flysches. In der AESZ wurden die Amdenerschichten, die Globigerinenmergel, der südhelvetische Flysch, sowie der scheinbar im Verband mit diesem auftretende Wildflysch mikropaläontologisch untersucht, während die schon mehrfach bearbeiteten Einsiedler Nummulitenkalke nicht näher berücksichtigt wurden. Bedingt durch die Aufschlussverhältnisse konnten nur wenige durchgehende Profile aufgenommen werden, doch liessen sich diese durch zahlreiche Teilprofile ergänzen. Im Gebiete W des Sihlsees wurde das von BAUMANN 1966 aufgesammelte Material weiterbearbeitet.

FREI (1963) untersuchte den Wägitaler Flysch S der Äusseren Einsiedler Schuppenzone lithologisch, sedimentologisch und mikropaläontologisch, wobei er ausschliesslich die Hartbänke berücksichtigte und die Mikrofauna somit nur im Dünnschliff studieren konnte. Angeregt durch das Auffinden von tertiärem Wildflysch und durch den Bau von weitgehend N–S, d.h. senkrecht zur Streichrichtung, verlaufenden Waldstrassen, die zahlreiche neue Aufschlüsse westlich des Sihlsees lieferten, wurden die Untersuchungen in den Wägitaler Flysch ausgedehnt. Ergänzend zu den Resultaten von FREI sind deshalb besonders die weichen Pelitlagen des Wägitaler Flysches mikropaläontologisch untersucht worden, was teilweise zu anderen Altersdeutungen führte.

GEOGRAPHISCHE ÜBERSICHT

Das untersuchte Gebiet liegt E und W des südlichen Sihlsees. Die Nordgrenze folgt dem Alpenrand zwischen Alptal und Hinter-Sattelegg. E wird es durch den Rand des Kartenblattes Einsiedeln, 1132, der Landeskarte der Schweiz 1:25000 begrenzt, der auch die Namen der Lokalitäten entnommen sind. Die Südgrenze verläuft ungefähr entlang der Linie Chli Aubrig–Unteriberg–Gschwändstock; im W bildet das Alptal bis zur subalpinen Molasse die Grenze. Die Zuflüsse der Sihl (Alp, Grossbach, Minster, Eubach) entwässern das Gebiet gegen N.

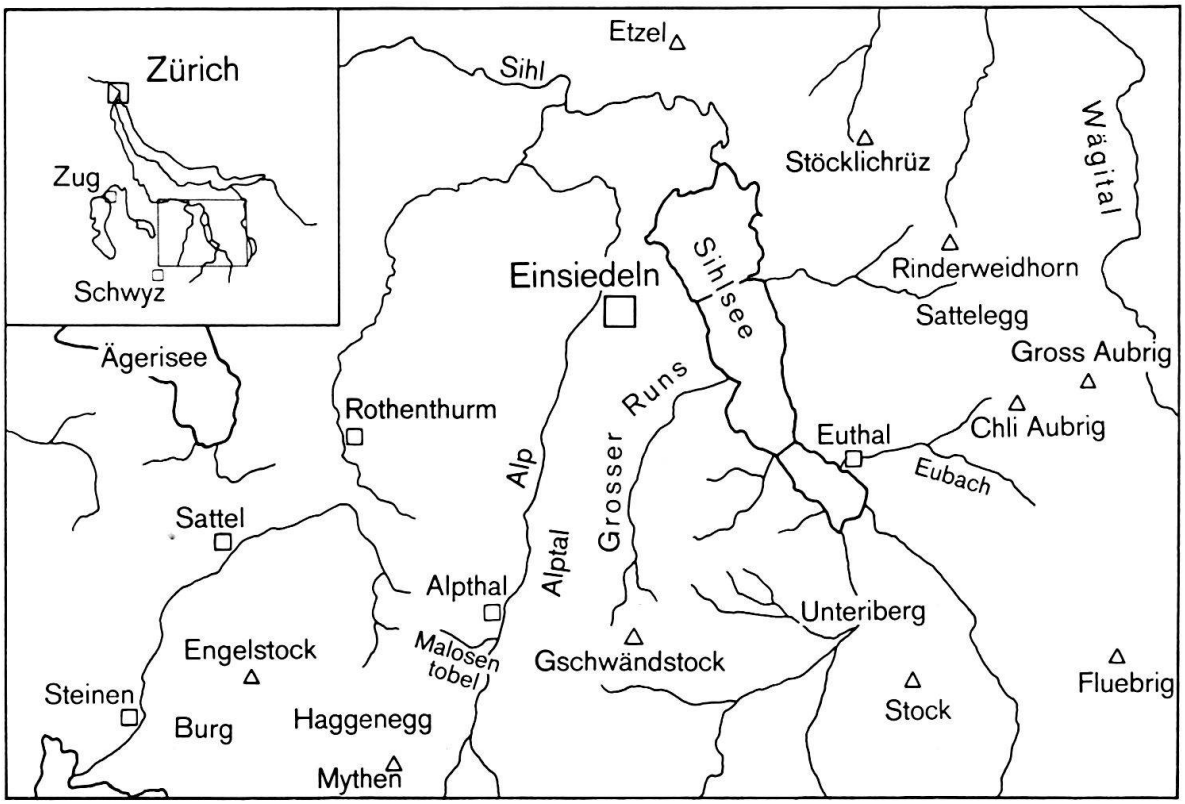


Fig. 1. Geographische Übersichtskarte 1:100000.

DIE ÄUSSERE EINSIEDLER SCHUPPENZONE (AESZ)

Historisches

Für einen umfassenden historischen Überblick über Tektonik, Stratigraphie und Paläontologie der Äusseren und Inneren Einsiedler Schuppenzone wird auf LEUPOLD (1966), FREI (1963, p. 17–25) und HERB und HOTTINGER (1965, p. 135–145) verwiesen. Der früher gebräuchliche Ausdruck «Einsiedler Flysch», der dem Gesteinscharakter der Schichtreihe nicht entspricht, wurde von FREI (1963, p. 24) durch die Bezeichnung «Äussere Einsiedler Schuppenzone» (AESZ) und «Innere Einsiedler Schuppenzone» (IESZ) ersetzt. Beide Zonen sind aufgebaut durch die Formationen: Amdenerschichten, Nummulitenkalk, Globigerinenmergel und südhelvetischen Flysch (Burgsandstein).

Im Rahmen der Diplomarbeiten von BAUMANN (1967) und KUHN (1967) wurde das Gebiet der AESZ W und E des Sihlsees neu kartiert. Diese Arbeiten umfassten auch mikropaläontologische Untersuchungen und die Altersbestimmung der Amdenerschichten und Globigerinenmergel der AESZ. MÜLLER (1971) hat seine Untersuchungen der N angrenzenden subalpinen Molasse als Dissertation publiziert.

Tektonik

Übersicht

JEANNET (1934) und JEANNET, LEUPOLD und BUCK (1935) erkannten den internen, dachziegelartigen Schuppenbau der AESZ und LEUPOLD (1937, 1943) klärte die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der weiter südlich gelegenen Vorkommen von helvetischem Alttertiär ab. Demnach ist die oberkretazisch-tertiäre Hülle der Drusberg-Decke in der Zentralschweiz in drei Komplexe verschiedener tektonischer Lage aufgeteilt. Von S nach N folgen zuerst die *Tertiärvorkommen*, die noch in direktem Verband mit der *Drusbergdecke* stehen (Fidersberg–Spirstock–Zone). Dann erscheint die *Innere Einsiedler Schuppenzone*, die von Ibach (Schwyz) über Haggenegg–Gschwändstock–Charenstock verfolgt werden kann, weiter E direkt vor der Stirn der Drusberg-Teildecke mit ihren drei Elementen Fluebrig, Räderten, Wiggis liegt und sich in der Ostschweiz in die Schuppenzone der Fliegenspitz–Wildhauser-Mulde fortsetzt.

Gegen die subalpine Molasse erscheint die *Äussere Einsiedler Schuppenzone* als drittes und am weitesten nach N geglittenes Element. Von W nach E setzt sie sich vom Lauerzersee in das Gebiet W des Sihlsees mit der klassischen Lokalität Steinbach fort und erreicht E des Sihltales die grösste Ausbissbreite. In isolierten Vorkommen lässt sie sich weiter nach E über Salbügel–Trepsental bis in die Flibachzone bei Weesen verfolgen. Diese drei Zonen von oberkretazischem bis tertiärem Südhelvetikum sind im N-S-Profil durch verschiedene Elemente begrenzt, die ebenfalls durch die oligozänen Bewegungen nach N verfrachtet wurden.

Es ergibt sich von N nach S folgende Aufgliederung der tektonischen Einheiten (Tf. VIII; im folgenden ist zum Vergleich den entsprechenden Elementen die Numerierung von FREI (1963, p. 10–11) beigefügt):

- subalpine Molasse, vertreten durch die karbonatreiche untere Süsswassermolasse (MÜLLER 1971, p. 11), Element (0); Oligozän.
- Wildflysch, eingeschuppt zwischen subalpiner Molasse und Helvetikum, sog. «Randflysch» (MÜLLER 1971, p. 12–14); Obereozän.
- Äussere Einsiedler Schuppenzone (AESZ), Element (1).
- Wildflysch im Dach der AESZ, nur W des Sihlsees festgestellt; Mittel- bis Obereozän.
- helvetische Randkette (Rigi-Hochflue, Urmiberg, Aubrige) Element (3).
- Wägitaler Flysch, Element (4_1); mit Fossilien des Campanian und unteren Maastrichtian.
- Wildflysch, eingespiesst im Wägitaler Flysch. Nur auf der Sihlsee-Westseite festgestellt; Mittel- bis Obereozän.

- Wägitaler Flysch, Element (4_2); mit Fossilien der Oberkreide und des Mitteleozäns.
- Innere Einsiedler Schuppenzone (IESZ), Element (5).

Weiter im S folgen Wildflysch-Vorkommen, die Stirnfalte der Drusbergdecke (Gibel-Guggerenchopf-Gewölbe, E des Sihltales die Fluebrig-Stirn), östlichster Ausläufer des Schlierenflysches und die mesozoischen Klippen (Mythen, Mördergruebi, Roggenstock). Nähere Angaben sind FREI (1963) zu entnehmen.

Tektonik der AESZ

Die nördliche Begrenzung der AESZ ist durch ihre Aufschiebung auf die subalpine Molasse gegeben. Vom Alptal bis zur Sattelegg ist ein direkter Kontakt Molasse/Helvetikum infolge der quartären Überdeckung nirgends aufgeschlossen (MÜLLER 1971, p. 12–13). Vermutungen über das Bestehen eines eingeschuppten «Randflysches» zwischen Molasse und Helvetikum gehen auf OCHSNER (1921, p. 108–109) und FREI (1963, p. 143) zurück. Diese Frage wurde in den Diplomarbeiten von BAUMANN, KUHN, MÜLLER (alle 1967) verfolgt, und es gelang, diesen mittel- bis obereozänen «Randflysch» westlich und östlich des Sihlsees nachzuweisen (BAUMANN, p. 46; KUHN, p. 33; MÜLLER, p. 51–55; MÜLLER 1971, p. 12–14; OCHSNER 1969, Geologischer Atlas 1:25000, Blatt Linthebene, 1133). Die südliche Begrenzung der AESZ bildet im Untersuchungsgebiet der Kontakt gegen den Wägitaler Flysch. Lokal kann sich Wildflysch dazwischen schalten (Tf. VIII, Hummel). N des Chli Aubrig verhindern Schuttmassen den Einblick, so dass dort isolierte Aufschlüsse bisher nicht den verschiedenen tektonischen Einheiten zugeordnet werden konnten. Die AESZ ist aus vier dachziegelartig übereinanderliegenden Schuppen aufgebaut, die oberkretazische bis mitteleozäne Sedimente umfassen (Fig. 2).

Amdenerschichten: Diese Mergelfazies bildete den Gleithorizont des helvetischen Schichtpaketes, das wahrscheinlich durch Schweregleitung bei geringer Überlast im Oligozän von frontalen Teilen der Drusberg-Decke nach N abgefahren ist (TRÜMPY 1969, p. 125–127).

Diese inkompetenten Mergel waren als Abscherungshorizont prädestiniert. Die Trennfläche, an der sich das überliegende Alttertiär aus dem normalstratigraphischen Verband der Drusbergdecke löste, verläuft im untersuchten Gebiet mehr oder weniger an der Basis der Amdenerschichten.

Die zu den einzelnen Schuppen gehörigen Amdenermergel fehlen jedoch an einigen Stellen, so dass dort Nummulitenkalk direkt auf Globigerinenmergel der nächst tieferen Schuppe zu liegen kommt.

Nummulitenkalk: Den unveröffentlichten Diplomarbeiten von BAUMANN (1967) und KUHN (1967) ist zu entnehmen: Der Nummulitenkalk als kompetenter Schichtverband zwischen inkompetenten Mergelserien hat während der Bewegungen in dem Sinne reagiert, dass die Kalkplatten durch Bruchsysteme zerschert und in einzelne Schollen zerteilt wurden, die teilweise zurückblieben. So sind die Nummulitenkalkbänke von W nach E – von Alptal bis nördlich des Chli Aubrig – nicht durchgehend verfolgbar: über gewisse Strecken fehlen sie.

Von N nach S lassen sich vier zu den einzelnen Schuppen gehörige Nummulitenkalkplatten unterscheiden. E des Sihlsees: Gotertegg, Chilchevogteflue, Ruestel-

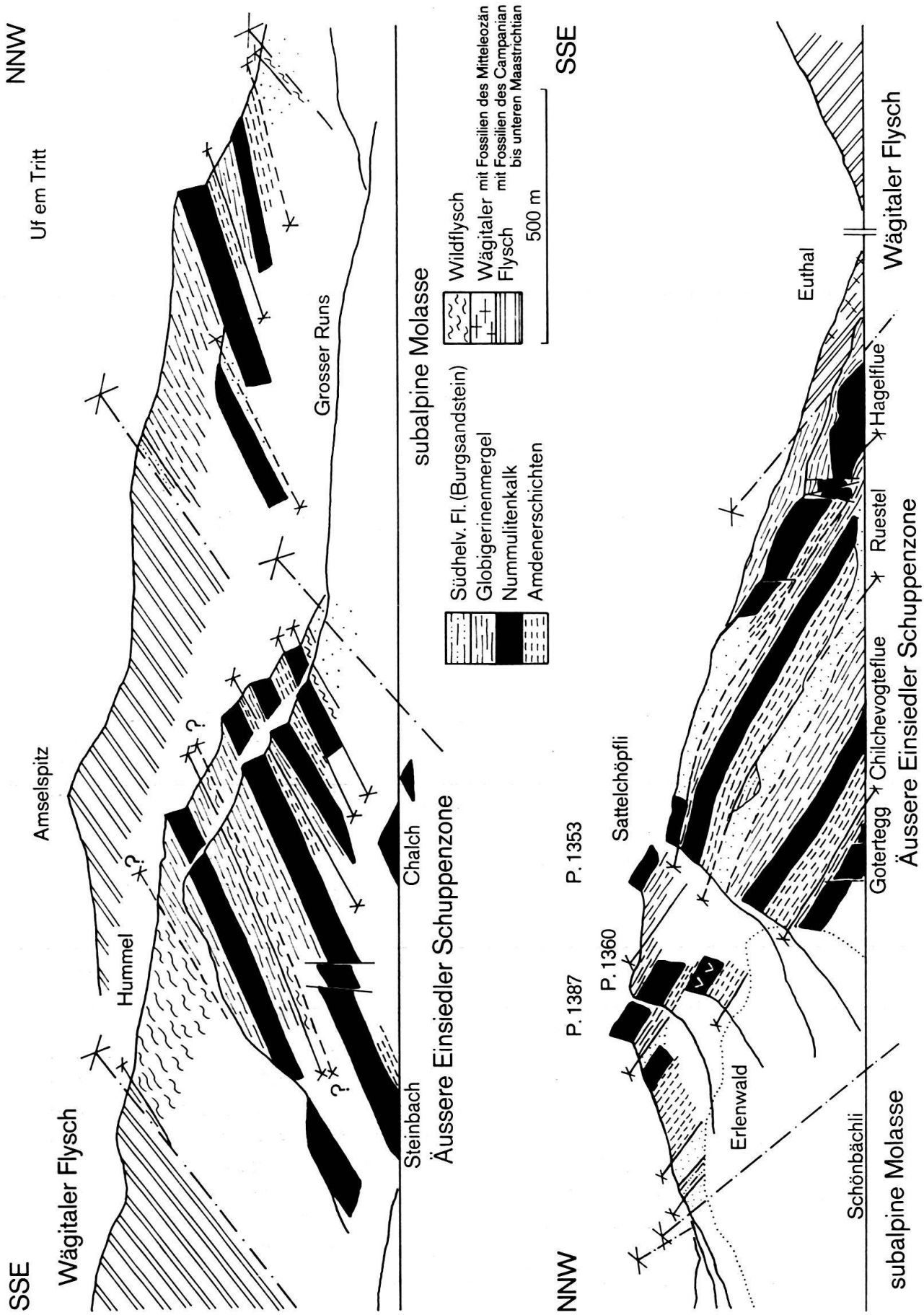


Fig. 2. Profilaufrisse der Ost- und Westseite des Sihlsees. (Nach LEUPOLD 1965, BAUMANN 1967, KUHN 1967).

platte, Hagelflue. Weiter gegen E ist das Einfallen des Nummulitenkalkes nur wenig steiler als die Hangneigung, und das Auseinanderhalten der versackten Kalkplatten wird schwierig. Unübersichtlich werden die Verhältnisse im Oberen Euthal, in den Bärlauibächen, wo Sackungsmassen von Nummulitenkalk und Mergelschiefern das Anstehende als mächtige Schuttmasse überdecken. Westlich des Sihlsees hat sich im Rücken der Schuppenzone im Streichen kein Tal ausgebildet. Dort sind daher die vier Kalkschuppen in den Nordabhängen gut verfolgbar, einzig am Amselspitz sind nur drei Nummulitenkalkplatten vorhanden.

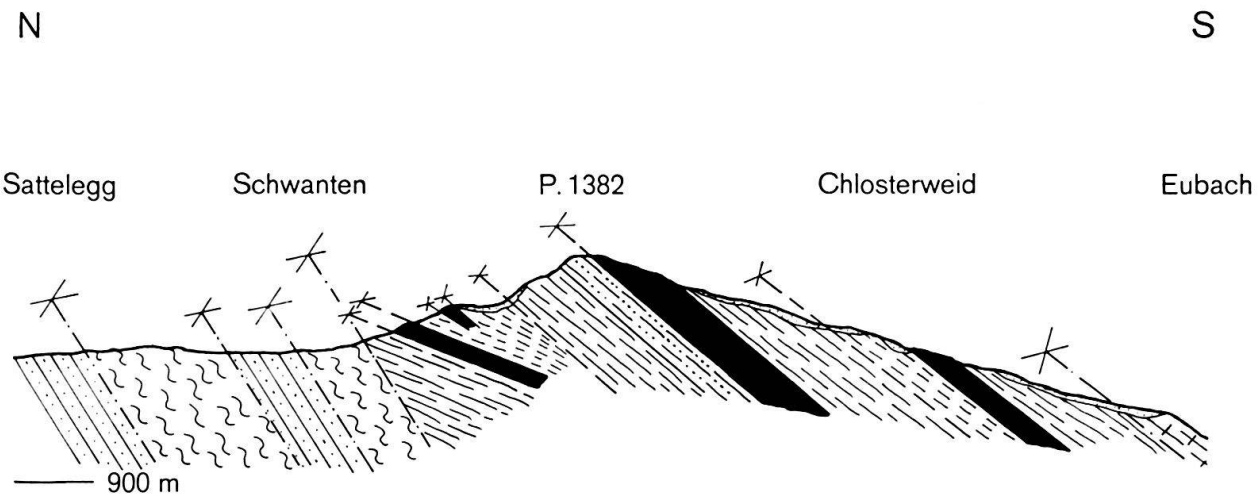


Fig. 3. Profil durch die Äussere Einsiedler Schuppenzone im Gebiete der Sattelegg. (Legende siehe Fig. 2).

Aufgrund von Faziesdifferenzen hat LEUPOLD (1934) eine Parallelisation der Nummulitenkalkbänke der West- und Ostseite des Sihltales abgelehnt. Er wies dabei auf die stratigraphischen Abweichungen des Steinbachprofils (Westseite) vom Profil der Hagelflue (Ostseite) hin. Dem ist entgegenzuhalten, dass die Kalkplatte bei Steinbach geometrisch nicht der Hagelflue, sondern der Chilchevogteflue entspricht. Ein weiteres Argument gegen die Ansicht von LEUPOLD bildet der Wildflysch im Dach der Steinbach-Schuppe, der E des Sihlsees in gleicher Position in der entsprechenden Ruestel-Schuppe ebenfalls feststellbar ist.

Problematisch ist die Stellung des Nummulitenkalkes im Chalch. ARN. ESCHER (in KAUFMANN 1877, p. 109) vermutete, dass dieser eine versackte Partie des weiter oben im Hang anstehenden Kalkes darstellt. KAUFMANN (1877, p. 109) und ARN. HEIM (1908, p. 110) verneinten diese Ansicht; FREI (1963, p. 142) betrachtete den Aufschluss Chalch ebenfalls als anstehend. Im überliegenden Gelände stellt man Sackungsmassen sowie Moräne fest, und BAUMANN (1967, p. 63) wies auf die nach S abgedrehte Streichrichtung hin. Durch den Steinbruchbetrieb wird ersichtlich, dass der Nummulitenkalk eine geringe seitliche Ausdehnung besitzt. Demzufolge erscheint es wahrscheinlicher, dass das Chalch-«Riff» aus dem normalen Schichtverband herausgebrochen ist. Das gleiche dürfte für den heute im Sihlsee verschwundenen, noch weiter nördlich gelegenen Nummulitenkalk (in der geologischen Karte des Kt. Zürich und seiner Nachbargebiete, HANTKE et al. (1967), eingezeichnet) und für die Nummulitenkalkbank bei Chnollen (P. 1062) zutreffen.

Globigerinenmergel: Im Gegensatz zu den Amdenerschichten an der Basis sind die Globigerinenmergel im Dach der Schuppen stets vorhanden. Eine interne Verschuppung der Amdener- und Globigerinenmergel konnte nirgends nachgewiesen werden. Nur auf der Westseite des Sihlsees wird der zwischen der dritten und vierten Nummulitenkalkplatte auftretende Wildflysch erneut von Globigerinenmergeln überlagert, die an der Basis mitteleozänes Alter besitzen.

Südhelvetischer Flysch (Burgsandstein): Dieser bildet das stratigraphisch Hangende der Globigerinenmergel, ist jedoch innerhalb der AESZ nur an wenigen Stellen aufgeschlossen (Tf. VIII). Es wird deshalb angenommen, dass diese relativ geringmächtige Flyschserie während der tektonischen Vorgänge zur Hauptsache abgeschürft wurde.

Für die Tektonik der AESZ weiter westlich, im Gebiete des Lauerzersees, sowie der IESZ findet sich eine ausführliche Besprechung in FREI (1963, p. 138–143 und p. 147–154).

Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen

Die AESZ umfasst südhelvetische Sedimente, die auf dem Rücken der frontalen Drusberg-Decke zu beheimaten sind und heute, abgeschert und in einzelne Schuppen aufgeteilt, am Alpenrand liegen (LEUPOLD 1943). Der Abscherungshorizont verläuft in den oberkretazischen Amdenerschichten, welche somit die stratigraphische Basis der verschiedenen Schuppen bilden sollten. Dies ist jedoch nicht durchwegs der Fall, da sie teilweise unter dem Nummulitenkalk ausgequetscht sind und fehlen können. Der obere stratigraphische Abschluss der Schuppen ist ebenfalls uneinheitlich. Auch hier können Schichtglieder – mittel- bis obereozäner südhelvetischer Flysch – aus tektonischen Gründen fehlen. Eine ungestörte und vollständige Schuppe würde von oben nach unten folgende stratigraphischen Einheiten umfassen:

Südhelvetischer Flysch (Burgsandstein)
Globigerinenmergel
    Omissionsfläche
Nummulitenkalke (im Steinbachprofil vollständig entwickelt)
    Transgressionsfläche
Amdenerschichten

Nicht berücksichtigt ist hier der im Dach der südlichsten (vierten) und der nächst nördlicheren (dritten) Schuppe festgestellte Wildflysch mit exotischen Blöcken, der auch in der Unterlage der Schuppenzone gegen die subalpine Molasse hin auftritt. Da eine normalstratigraphische Fortsetzung der südhelvetischen Schichtreihe in den Wildflysch im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden kann, wird auf das Kapitel Wildflysch verwiesen.

Auf die grundlegenden stratigraphischen Arbeiten im helvetischen Tertiär von ARN. HEIM (1908, 1910, 1911) folgten diejenigen von LEUPOLD (1935, 1939, 1943) und seiner Schüler BISIG (1957), RÜEFLI (1959) und WEGMANN (1961). Diese führten zu einer detaillierten Ausscheidung von einzelnen Faziesstreifen, welche die Lage der heutigen Aufschlussgebiete im ursprünglichen helvetischen Sedimentationsraum erkennen lässt. Bereits BOUSSAC (1912) stellte die Heterochronie des helvetischen Alttertiärs fest und wies darauf hin, dass sich die Schichtreihe gegen SE sukzessiv nach

unten vervollständigt. Die Transgression setzte also zunächst im SE mit den ältesten, paleozänen Nummulitenkalken ein; gegen NW umfasst sie in derselben Fazies immer jüngere Horizonte. Das Hangende der Nummulitenkalke, die Globigerinenmergel, zeigen ebenfalls ein heterochrones Verhalten und stellen gegen NW immer jüngere Horizonte dar (BRÜCKNER 1952; TRÜMPY 1960b, Fig. 8). Weitere Angaben finden sich in den Arbeiten von BOLLI (1950), RÜEFLI (1959, p. 62–67), HERB (1962, p. 62–64; 1963, p. 893–901), ECKERT (1963, p. 1066–1089), HERB und HOTTINGER (1965, p. 136–137, Fig. 1, p. 150).

Diese Verjüngung von Nummulitenkalk und Globigerinenmergel gegen NW sinngemäss auf den südhelvetischen Flysch zu übertragen, ist nicht möglich. Die als umgelagert zu betrachtenden Foraminiferen dieses Flysches erlauben keine genauen Altersbestimmungen (HERB 1962, p. 67).

Amdenerschichten

Die Oberkreide in der AESZ ist beschränkt auf einen Teil der Amdenerschichten, der anhand der Mikrofauna altersmässig dem Santonian zuzuordnen ist. Da Wangschichten in diesem Bereich des Faziesquerprofils nicht erhalten sind – ihr Verbreitungsareal setzt erst weiter südlich ein – werden die Amdenerschichten direkt von untereozänem Nummulitenkalk überlagert.

Allgemeines

Zum ersten Male wurden Kreidemergel in der AESZ von ROLLIER (1912) erwähnt. Er isolierte daraus eine pyritisierte Gastropoden-Zwergfauna, welche den Funden aus dem Säntisgebiet entsprach (BÖHM und ARN. HEIM 1909). ARN. HEIM (1909, p. 7–10, 12–14, 16) prägte für diese molluskenführenden Mergelschiefer den Ausdruck Amdenerschichten; er unterteilte sie in Leibodenmergel unten und Leistmergel oben. Altersmässig ordnete HEIM die Leibodenmergel dem Coniacian bis Santonian zu, die Leistmergel dem Campanian bis Maastrichtian. BOLLI (1944) stellte die Amdenerschichten aufgrund von Globotruncanen ins Santonian bis unteres Campanian. Nach HERB (1962, p. 39–40) umfassen die Leibodenmergel unteres Santonian bis unteres Mittelsantonian (*Globotruncana concavata* Zone), die Leistmergel mittleres Santonian bis unteres Campanian (*G. concavata-carinata-* bis *G. elavata*-Zone).

In der AESZ ist wegen der tektonischen Abscherung an der Basis und erosiver Abtragung vor der tertiären Transgression im Dach kein vollständiges Profil der Amdenerschichten erhalten.

Vorkommen und Profile: Die Amdenerschichten sind in allen vier Schuppen W und E des Sihlsees vorhanden, und ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 30–80 m. Für die Verbreitung der Amdenerschichten wird auf das geologische Atlasblatt Einsiedeln 1:25000 (in Vorbereitung) und die Kartierungen 1:10000 der Diplomarbeiten BAUMANN, KUHN (1967) verwiesen, deren Resultate auch in der Geologischen Karte des Kt. Zürich und seiner Nachbargebiete (HANKTE et al. 1967) aufgenommen wurden. Auf der Sihlsee-Ostseite findet sich das beste Profil im oberen Bärichtibach, Kote 1270–1315 (Tf. VIII), im Anschluss an die in MÜLLER (1971, p. 13–14) beschriebene Profilaufnahme durch den Alpen-Molasse-Kontakt.

Auf der Sihlsee-Westseite liegen die Verhältnisse etwas besser. Die Nordabdachung der Schuppenzone ist steiler und weniger durch quartäre Ablagerungen und Wiesengelände überdeckt. Profile (siehe Tf. VIII):

Rotmooswald: Amdenerschichten der 2. Schuppe:
Kote 1060–1090, JK BA 43/66 bis JK BA 49/66.
Amdenerschichten der nächstfolgenden 3. Schuppe:
Kote 1110–1170, JK BA 121/66 bis JK BA 126/66.

Wassersprung: Amdenerschichten der 3. Schuppe:
Kote 1050–1090, JK BA 104/66 bis JK BA 110/66.

Amselspitz: Amdenerschichten der 3. Schuppe:
Kote 1150–1190, JK BA 56/66, 58/66, 57/66.

Diese vollständigen Profile wurden ergänzt durch zahlreiche Teilprofile; die Lage der daraus entnommenen Proben ist aus der zur Belegsammlung beigelegten Fundstellenkarte ersichtlich. Daneben wurden einige Vergleichsmuster in der IESZ aufgesammelt: am Gschwändstock, JK 68/69 bis 72/69.

Lithologie

Die Amdenerschichten sind in der AESZ als dunkelgraue bis silbergraue, im Bruch dunkelgraubraune Mergel ausgebildet, die gelegentlich auch tiefschwarz sein können. Hoher Kalkgehalt führt zu harten Kalkmergeln, die beim Anschlagen in längliche, spitzkantige Bruchstücke zerfallen. Im Gegensatz dazu stehen weiche, bröcklige Tonmergel. Stets ist die tektonische Beanspruchung durch eine Druckschieferung der Mergel erkennbar. Eigentliche Kalkbänke, entsprechend denjenigen der Churfirstengegend, sind nicht ausgebildet. Oft sind die Amdenerschichten von charakteristischen dünnen Calcitadern durchsetzt, die interne Störungen anzeigen; auf Kluftflächen kann eine kreuzweise verlaufende Striemung beobachtet werden.

In der geschlämmten Grobfraktion (0,4–3 mm) treten noch weitere Merkmale auf. Charakteristisch ist der häufig auftretende *Pyrit*: er kommt in Einzelkristallen vor oder bildet stenglige und kugelige Konkretionen. Auch die Hohlräume von Mikrofossilien können mit Pyrit ausgefüllt sein. Ferner treten auf:
Hämatit: ebenfalls ein häufiger Bestandteil, als körniges Aggregat oder Hohlraumfüllung.
Limolit: ockergelb, stellt das Verwitterungsprodukt der eisenhaltigen Mineralien dar.
Calcit: meist Kluftfüllungen.
Quarz: feinsiltige Mergel führen gerundete, matte Körner.
Glaukonit: dunkel- bis hellgrün, eigentliche Glaukonitnester sind selten vorhanden (Profil Sattelegg).
Glimmer: heller Muskowit ist in den silbergrau anwitternden Mergeln enthalten.

Verbreitet sind auch Calcitprismen von *Inoceramenschalen* und die von Herb (1962, p. 40) festgestellten, geraden oder gebogenen und gerillten Stäbchen: *Coptocampylodon lineolatus* Elliot. Die Deutung dieser Fragmente als Koprolithen (Leupold in Herb 1962, p. 40) oder als Überreste einer Oktokoralle (Elliot 1963, p. 298) ist noch unklar (Tf. VII, Fig. 23–24).

Makrofossilien

Die für die Amdenerschichten typische, pyritisierte Mollusken-Zwergfauna fand sich an verschiedenen Stellen (*-Signatur in Tf. VIII). Sie ist in der AESZ jedoch deformiert und nur in Bruchstücken erhalten. Die unserem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Vorkommen von datierbaren Makrofossilien (Mollusken, Cephalopoden, Echiniden) sind von Ochsner (1921, p. 50–58) aus den Amdenerschichten N der Fluebrigstirn beschrieben worden.

Mikrofossilien

Verschiedene Bearbeiter (ZIMMERMANN 1936, BOLLI 1944, LANGE 1956, BISIG 1957, RÜEFLI 1959, WEGMANN 1961, HERB 1962, THIERSTEIN 1969) befassten sich mit den Amdener- und Wangschichten der helvetischen Kreide und versuchten mit Hilfe der Foraminiferenfauna zur Klärung ihrer genaueren stratigraphischen Stellung beizutragen. BOLLI (1944) gelang eine detaillierte Alterseinstufung der Amdenermergel mittels Globotruncanen nicht. Dies ist auf ihr allmähliches Spärlicherwerden gegen oben und die Beschränkung auf die *lapparenti*-Unterarten zurückzuführen, welche innerhalb des Senons keine grosse stratigraphische Aussagekraft haben (BOLLI 1944, p. 314). Eine erste umfassendere Liste von planktonischen und benthonischen Kleinforaminiferen publizierte LANGE (1956, p. 181) aus den Leistmergeln des Schwarzwassertales (Vorarlberg). BISIG (1957) untersuchte die Amdenerschichten des Blattengratkomplexes, wo nach diesem Autor die Mikrofauna eine Aufteilung der Oberkreideschiefer in santone Amdenerschichten und in die Übergangsfazies Amdener-/Wangschichten (Campanian bis Maastrichtian) erlaubte. RÜEFLI (1959, p. 16–19) bearbeitete ebenfalls Amdenerschichten aus dem Blattengratkomplex. Er erwähnte die geringe Ausbeute an Mikrofossilien und deren schlechten Erhaltungszustand, glaubte jedoch anhand von *Globotruncana stuarti* oberstes Campanian feststellen zu können.

WEGMANN (1961, p. 84–87), als weiterer Bearbeiter dieser Region, legte einen Teil der Vorkommen von Amdenerschichten in das Coniacian bis Santonian, die Hauptmasse ins Campanian. HERB (1962, p. 34–40), der im Gebiete von Amden die Zweiteilung der oberkretazischen Mergel nach ARN. HEIM (1910) in Leiboden- und Leistmergel bestätigen konnte, was in der AESZ nicht möglich ist, belegte aufgrund der planktonischen Fauna ein unter- bis mittelsantones Alter für die Leibodenmergel und ein mittelsantones bis untercampanes Alter für die Leistmergel (siehe auch HERB 1965, p. 157–159). MOHLER (1966, p. 15) datierte Mergelschiefer in der helvetischen Unterlage der Giswiler Klippen als Santonian, basiert auf *Globotruncana concavata carinata* und *G. lapparenti coronata*, und verglich sie mit Vorbehalt mit Amdenerschichten.

Jüngst inventarisierte THIERSTEIN (1969, p. 45–50; 1971, p. 32, 34) die Foraminiferenfauna der Amdenerschichten der Grabser Voralp (östliche Churfirsten) und stellte sie in das Santonian. Es zeigt sich, dass Amdenerschichten des Campanian heute nur noch im Faziesstreifen vorhanden sind, der südlich der Einsiedlerzone liegt. Weiter nördlich sind sie vor der Ablagerung des Tertiärs teilweise abgetragen worden. Diesen Untersuchungen der Foraminiferen der Amdenermergel werden hier die der AESZ westlich und östlich des Sihlsees beigefügt. Aus zahlreichen Schlämmproben wurde eine Fauna gewonnen, die durch ihren teilweise guten Erhaltungszustand das Bestimmen der planktonischen und benthonischen Foraminiferen gestattete. Trotzdem die santonen Mergel der AESZ noch in den Bereich mit reichlicher Mikrofauna fallen, treten aber auch hier immer wieder Proben auf, die steril sind oder deren Fauna so schlecht erhalten ist, dass auch verschiedene Reinigungsmethoden – Kochen in Belloran (ECKERT 1963, p. 1007) oder H_2O_2, Ultraschallbehandlung, Umkristallisation durch Erhitzen im Platinlöffel – keine Erfolge brachten.

Planktonische Foraminiferen

Aus den Amdenerschichten der AESZ sind folgende Arten bestimmt worden:

Globotruncana concavata carinata DALBIEZ
Globotruncana concavata concavata (BROTZEN)
Globotruncana concavata primitiva DALBIEZ
Globotruncana fornicata PLUMMER
Globotruncana globigerinoides BROTZEN
Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER
Globotruncana lapparenti coronata BOLLI
Globotruncana lapparenti lapparenti BOLLI
Globotruncana lapparenti tricarinata (QUEREAU)
Globotruncana linneiana (D'ORBIGNY)
Globotruncana marginata (REUSS)
Heterohelix sp.
Rugoglobigerina rugosa (PLUMMER)

Die planktonische Foraminiferenfauna der Amdenerschichten besteht in der Hauptsache aus Vertretern der Gattungen *Globotruncana*; daneben treten *Rugoglobigerina* sp. und *Heterohelix* sp. auf. Wie BOLLI (1944) und HERB (1962) erwähnt haben, setzt sich die Globotruncanenfauna überwiegend aus den verschiedenen Unterarten der *lapparenti*-Gruppe zusammen. Auch im vorliegenden Material ist die *lapparenti*-Gruppe überall nachgewiesen, wo planktonische Formen überhaupt vorkommen. Am häufigsten finden sich kleine Individuen des Formenkreises und die Art *G. lapparenti lapparenti*. Ebenfalls gut vertreten ist *G. lapparenti tricarinata*, die mit der vorigen meistens zusammen auftritt. Seltener erscheint *G. lapparenti bulloides*; *G. lapparenti coronata* wurde nur in wenigen Proben sicher nachgewiesen. Eng begrenzte Altersbestimmungen können mit diesen Arten allein nicht erreicht werden. Die gut vertretene *G. fornicata* – eine vom obersten Coniacian bis unteres Maastrichtian vorkommende Art – hat ebenfalls nur beschränkten Leitwert, ebenso *G. marginata* oder *G. globigerinoides*. Alle diese Arten sind in jedem Niveau der Amdenerschichten der AESZ vorhanden.

Um einzelne Zonen ausscheiden zu können, sind deshalb die stratigraphisch beschränkteren, doch seltener auftretenden Arten, *Globotruncana concavata concavata* und *Globotruncana concavata carinata*, von um so grösserer Bedeutung. *G. concavata concavata* stellt ein gutes Leitfossil für das untere Santonian dar und definiert die *G. concavata concavata* Zone (POSTUMA 1971), während *G. concavata carinata* oberes Santonian, die *G. concavata carinata* Zone (POSTUMA 1971), vertritt. Aufgrund der *concavata*-Gruppe gelang der Nachweis dieser beiden Biozonen in den Amdenerschichten der AESZ.

Die erstauftretende *G. concavata primitiva*, die zur späteren *G. concavata concavata* und *G. concavata carinata* überleitet, ist – allerdings selten – gefunden worden. Daraus lässt sich schliessen, dass die Basis des Santonian erreicht wird. Aus dem Auftreten von *G. concavata primitiva* auf die Anwesenheit von oberem Coniacian zu schliessen, ist dagegen im Vergleich mit der übrigen Fauna nicht gerechtfertigt (z.B. fehlen *G. angusticarinata*, *G. sigali*). *G. concavata carinata* bestätigt oberes Santonian als Obergrenze. Die Amdenermergel im Untersuchungsgebiet umfassen somit altersmässig das Santonian: *G. concavata concavata*- und *G. concavata carinata* Zone.

Die übrigen planktonischen Formen – *Rugoglobigerina* sp. und *Heterohelix* sp. – sind in den Amdenermergeln der AESZ Durchläufer und gestatten keine nähere Altersangabe.

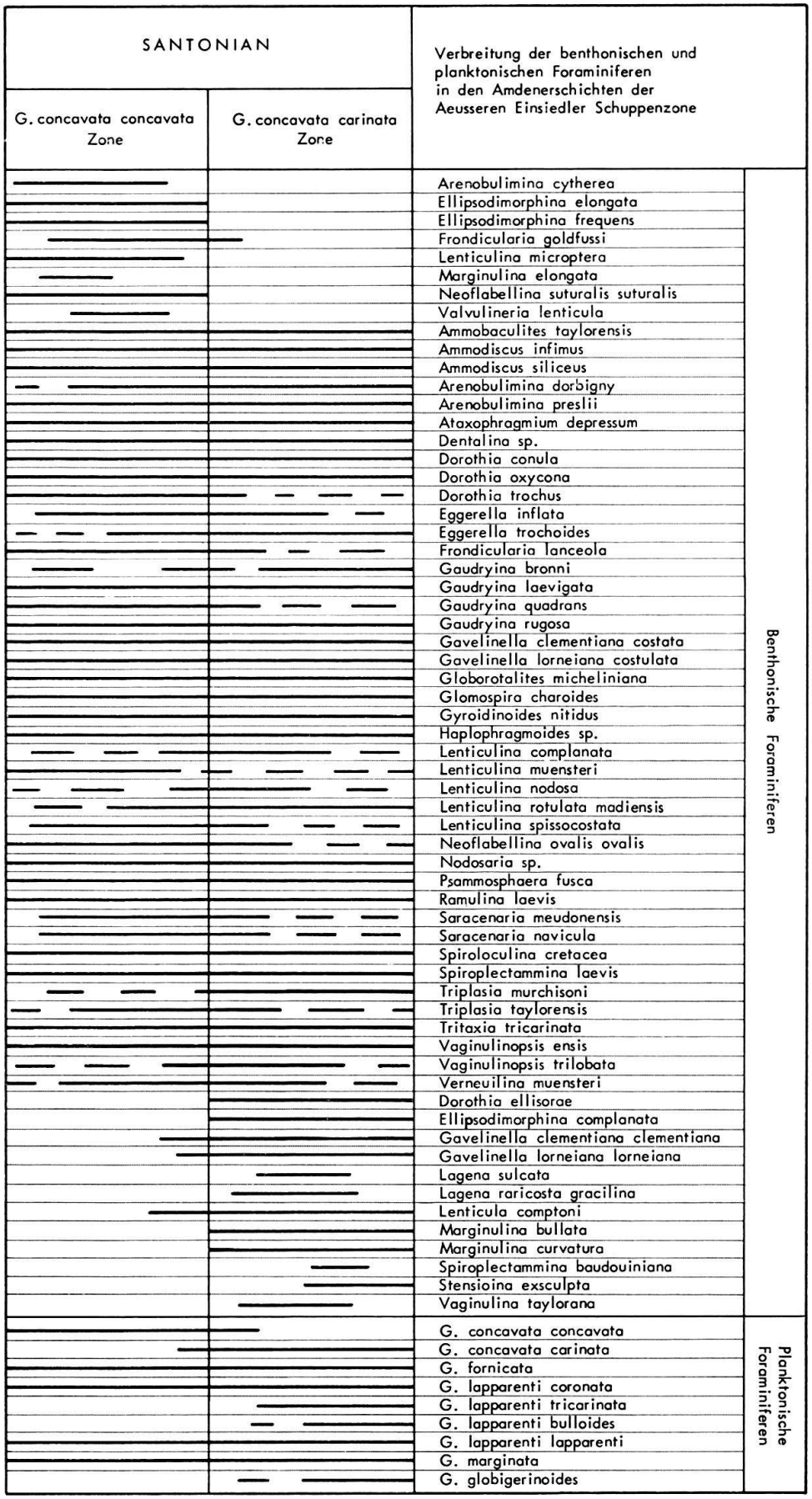

SANTONIAN
G. concavata concavata Zone
G. concavata carinata Zone
Verbreitung der benthonischen und planktonischen Foraminiferen in den Amdenerschichten der Aeusseren Einsiedler Schuppenzone
Arenobulimina cytherea
Ellipsodimorphina elongata
Ellipsodimorphina frequens
Frondicularia goldfussi
Lenticulina microptera
Marginulina elongata
Neoflabellina suturalis suturalis
Valvulineria lenticula
Ammobaculites taylorensis
Ammodiscus infimus
Ammodiscus siliceus
Arenobulimina dorbigny
Arenobulimina preslii
Ataxophragmium depressum
Dentalina sp.
Dorothia conula
Dorothia oxycona
Dorothia trochus
Eggerella inflata
Eggerella trochoides
Frondicularia lanceola
Gaudryina bronni
Gaudryina laevigata
Gaudryina quadrans
Gaudryina rugosa
Gavelinella clementiana costata
Gavelinella lorneiana costulata
Globorotalites micheliniana
Glomospira charoides
Gyroidinoides nitidus
Haplophragmoides sp.
Lenticulina complanata
Lenticulina muensteri
Lenticulina nodosa
Lenticulina rotulata madiensis
Lenticulina spissocostata
Neoflabellina ovalis ovalis
Nodosaria sp.
Psammosphaera fusca
Ramulina laevis
Saracenaria meudonensis
Saracenaria navicula
Spiroloculina cretacea
Spiroplectammina laevis
Triplasia murchisoni
Triplasia taylorensis
Tritaxia tricarinata
Vaginulinopsis ensis
Vaginulinopsis trilobata
Verneuilina muensteri
Dorothia ellisorae
Ellipsodimorphina complanata
Gavelinella clementiana clementiana
Gavelinella lorneiana lorneiana
Lagena sulcata
Lagena raricosta gracilina
Lenticula comptoni
Marginulina bullata
Marginulina curvatura
Spiroplectammina baudouiniana
Stensioina exsculpta
Vaginulina taylorana
Benthonische Foraminiferen
G. concavata concavata
G. concavata carinata
G. fornicata
G. lapparenti coronata
G. lapparenti tricarinata
G. lapparenti bulloides
G. lapparenti lapparenti
G. marginata
G. globigerinoides
Planktonische Foraminiferen

Fig. 4.

Benthonische Foraminiferen

Neben den Angaben von LANGE (1956) und HERB (1962) hat THIERSTEIN (1969, 1971) eine umfangreichere Liste der benthonischen Foraminiferen der Amdenerschichten der Grabser Voralp (östliche Churfirsten) gegeben.

In den untersuchten Proben der Amdenerschichten der AESZ schwankt die Häufigkeit der benthonischen Foraminiferen erheblich. Es liessen sich folgende Arten unterscheiden:

Ammobaculites taylorensis CUSHMAN et WATERS, s, I/8
Ammodiscus infimus FRANKE, s, I/2
Ammodiscus siliceus (TERQUEM), zh, I/3
Arenobulimina cytherea MARIE, s, II/6–7
Arenobulimina dorbignyi (REUSS), h, II/11–12
Arenobulimina ovoidea MARIE, s, II/9
Arenobulimina preslii (REUSS), s, II/10
Arenobulimina subsphaerica (REUSS), s, II/13–14
Astacolus harpa (REUSS), ss, IV/12
Ataxophragmium depressum (PERNER), h, II/4, 8
Ataxophragmium variabile (D'ORBIGNY), ss, II/5
Bathysiphon sp., sh
Dentalina carinata NEUGEBOREN, h, IV/14
Dentalina gracilis D'ORBIGNY, s, IV/15
Dorothia cf. *beloides* HILLEBRANDT, s, II/17–18
Dorothia conula (REUSS), s, II/19, 24
Dorothia ellisorae (CUSHMAN), s, II/21–22
Dorothia oxycona (REUSS), h, III/2
Dorothia trochus (D'ORBIGNY), h, III/5
Eggerella inflata (FRANKE), s, III/6–7
Eggerella trochoides (REUSS), s, III/8–9
Ellipsodimorphina complanata LIEBUS, s, VI/20
Ellipsodimorphina frequens STORM, s, VI/19
Frondicularia goldfussi REUSS, s, IV/16
Frondicularia lanceola REUSS, s
Gaudryina bronni (REUSS), s, III/10
Gaudryina cf. *foeda* (REUSS), ss, III/11
Gaudryina laevigata FRANKE, zh, III/12
Gaudryina quadrans CUSHMAN, zh, III/13–14
Gaudryina rugosa D'ORBIGNY, s, III/17
Gavelinella clementiana clementiana (D'ORBIGNY), s, VII/13–14
Gavelinella clementiana costata (MARIE), s, VII/15–16
Gavelinella lorneiana costulata (MARIE), s, VII/17, 20–21
Gavelinella lorneiana lorneiana (D'ORBIGNY), ss, VII/18–19
Globorotalites micheliniana (D'ORBIGNY), h, VII/1–2
Glomospira charoides (JONES et PARKER), s
Gyroidinoides nitidus (REUSS), h, VII/3–4
Haplophragmoides excavatus CUSHMAN et WATERS, s, I/13
Haplophragmoides cf. *fraseri* WICKENDEN, s, I/14
Haplophragmoides umbonatus ROMANOVA, s
Lagena raricosta gracilina MARIE, s, IV/17
Lagena sulcata WALKER et JAKOB), s
Lenticulina complanata (REUSS), s, IV/20
Lenticulina comptoni (SOWERBY), s, IV/19
Lenticulina microptera (REUSS), s, V/1
Lenticulina muensteri (ROEMER), s
Lenticulina nodosa (REUSS) s, IV/24
Lenticulina rotulata madiensis (BROTZEN), s, V/3
Lenticulina spissocostata (CUSHMAN), s, V/4
Marginulina bullata REUSS, s
Marginulina curvatura CUSHMAN, s
Marginulina elongata D'ORBIGNY, s, V/5
Neoflabellina ovalis ovalis (WEDEKIND), s, V/10
Neoflabellina rugosa (D'ORBIGNY), ss
Neoflabellina suturalis suturalis (CUSHMAN), s, V/9
Nodosaria paupercula REUSS, s
Nodosaria zippei REUSS, h
Psammosphaera fusca SCHULZE, s
Ramulina laevis JONES, s
Saracenaria meudonensis MARIE, s, V/11–12
Saracenaria navicula (D'ORBIGNY), s, V/13
Spiroloculina cretacea REUSS s, IV/11
Spiroplectammina baudouiniana (D'ORBIGNY), s, I/18
Spiroplectammina laevis (ROEMER), s, II/3
Stensiöina exsculpta (REUSS), ss
Triplasia murchisoni REUSS, s, I/11
Triplasia taylorensis (CUSHMAN et WATERS), s, I/12
Tritaxia tricarinata REUSS, zh, IV/5–6
Trochammina globigeriniformis (PARKER et JONES), s
Trochamminoides cf. *apricarius* EICHER, s, I/19
Vaginulina taylorana CUSHMAN, s, V/15
Vaginulinopsis ensis (REUSS), s, V/18
Vaginulinopsis trilobata (D'ORBIGNY), s
Valvulineria lenticula (REUSS), s, VI/2
Verneuilina muensteri REUSS, ss, IV/9

h = häufig, zh = ziemlich häufig, s = selten, ss = sehr selten, I–VII = Tafeln, 1–24 = Figuren.

Die bestimmten Foraminiferen der Amdenerschichten der AESZ umfassen 87 Arten aus 39 Gattungen und nicht näher bestimmbare Arten aus 7 Gattungen. Diese gehören 20 Familien an, deren prozentuale Anteile sich wie folgt verteilen:

	Arten	Prozente			Arten	Prozente	
Nodosariidae	27	28	k	*Textulariidae*	2	2	a
Ataxophragmiidae	21	22	a	*Astrorhizidae*	1	1	a
Globotruncanidae	12	14	k	*Buliminidae*	1	1	k
Lituolidae	7	8	a	*Eouvigerinidae*	1	1	k
Anomalinidae	5	5	k	*Hormosinidae*	1	1	a
Ammodiscidae	3	3	a	*Nubeculariidae*	1	1	k
Pleurostomellidae	2	2	k	*Polymorphinidae*	1	1	k
Discorbidae	2	2	k	*Saccamminidae*	1	1	a
Heterohelicidae	2	2	k	*Trochamminidae*	1	1	a
Osangulariidae	2	2	k	*Turrilinidae*	1	1	k

k = kalkschalig
a = agglutinierend

planktonische Fauna: kalkschalige Arten 15%
benthonische Fauna: agglutinierende Arten 40%
kalkschalige Arten 45%
Gesamtfauna: agglutinierende Arten 40%
kalkschalige Arten 60%

Das Verhältnis agglutinierende Benthosarten/kalkschalige Benthosarten/planktonische Arten ergibt 40:45:15. Individuenmässig überwiegen die planktonischen Formen; das Verhältnis agglutinierendes Benthos/kalkschaliges Benthos/Plankton liegt etwa bei 1:1:3.

Besonders häufig sind die Gattungen der Familien *Nodosariidae* (*Lenticulina*) und *Ataxophragmiidae* (*Dorothia*, *Arenobulimina*, *Gaudryina*) vertreten. *Nodosaria*, *Dentalina*, *Stilostomella* und *Bathysiphon* kommen beinahe in jeder Probe vor, sind jedoch infolge ihrer langgestreckten Gestalt nur in Bruchstücken erhalten. Wie aus der Verbreitungstabelle (Fig. 4) zu ersehen ist, fehlen in den Amdenerschichten stratigraphisch eng begrenzte Formen. Aus diesem Grunde müssen für eine genaue Alterseinstufung die planktonischen Foraminiferen herangezogen werden. Einige auf das Santonian beschränkte Benthosformen, die in den Amdenerschichten der AESZ auftreten, sind *Triplasia taylorensis*, *Vaginulina taylorana* und *Spiroplectammina laevis*.

Nannoplankton

Im erwähnten Profil des oberen Bärichtibaches (S Sattelegg), wo sich aufgrund der planktonischen Foraminiferen santone Amdenerschichten nachweisen liessen, wurde auch das Nannoplankton untersucht (Fig. 5, Bestimmungen ausgeführt von H. THIERSTEIN). Dieses ist relativ gut erhalten und stimmt altersmässig und in bezug auf die Arten mit den Amdenerschichten der östlichen Churfirsten (THIERSTEIN 1971) völlig überein. Für die Systematik wird auf THIERSTEIN (1971, 1972) verwiesen.

Hystrichosphären

Aus einer Probe von Amdenerschichten des Bärichtibaches konnten einige Hystrichosphären isoliert werden, die zu den Gattungen *Oligosphaeridium* und *Hystrichosphaeridium* zu stellen sind.

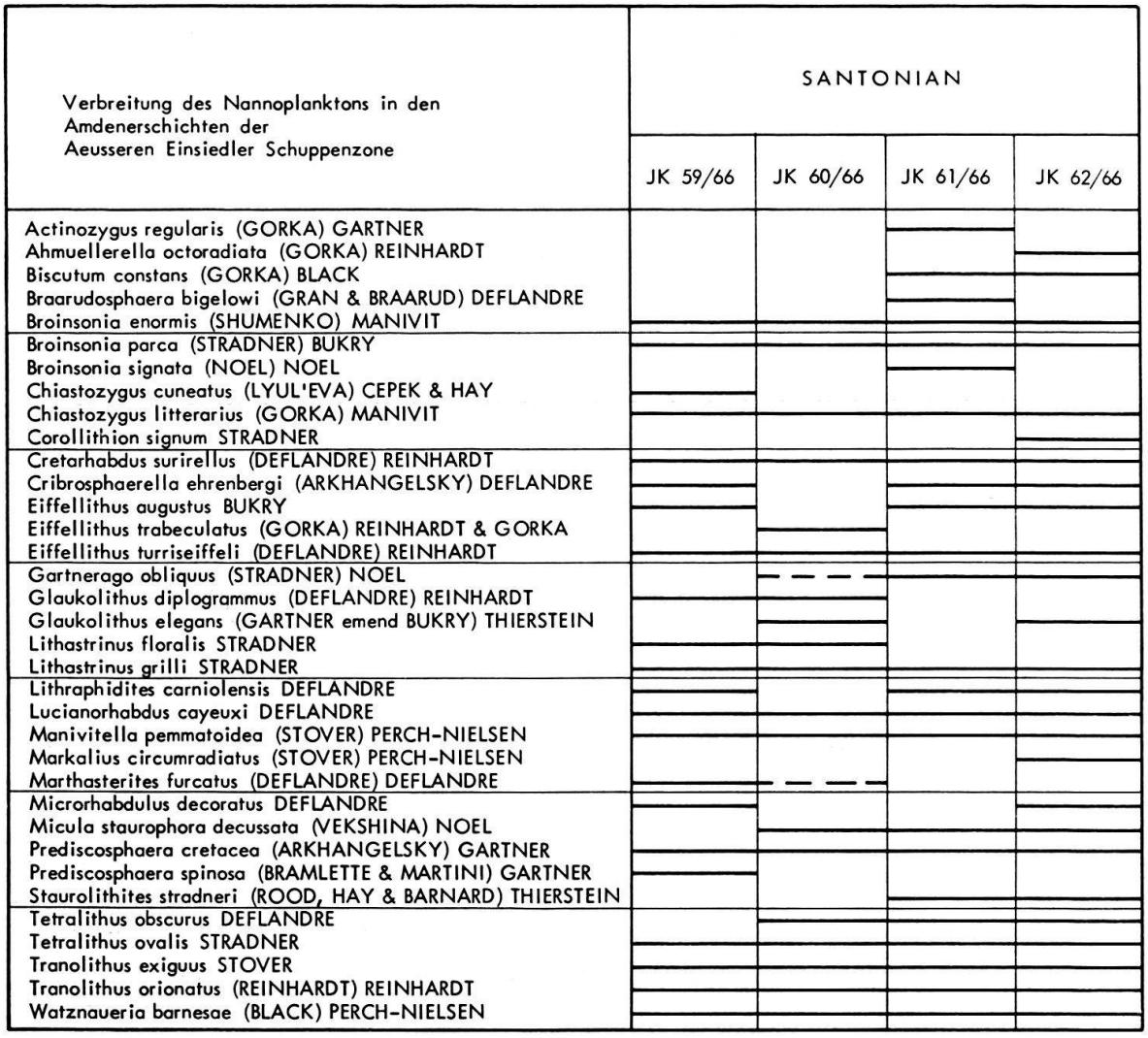


Fig. 5.

Charakteristik der Mikrofauna

Die Mikrofauna, bzw. -flora, zeigt innerhalb der untersuchten santonen Amdenerschichten wenig Variation. Foraminiferen und kalkiges Nannoplankton bilden den Hauptanteil, Ostrakoden, Hystrichosphären und die pyritisierte Mollusken-Zwergfaunen treten nur sporadisch und artenarm auf. Dagegen sind Inoceramenbruchstücke häufig.

Die artenreiche Foraminiferenfauna hat vollmarinen Charakter, Flachwasserformen wie Milioliden fehlen. Die Kalkschaler stellen inbezug auf die Gesamtfauna etwas mehr als die Hälfte (60%) aller Arten. In der Individuenzahl dominieren die *Nodosariidae* und *Globotruncanidae*. Häufige Sandschaler sind *Tritaxia tricarinata*, *Gaudryina laevigata*, *Arenobulimina* sp. und *Haplophragmoides* sp. Die Unterschiede zwischen Faunen der tieferen und höheren Niveaus sind nicht gross. Dennoch lässt sich eine eher typische untersantone von einer obersantonen Fauna unterscheiden:

Die Amdenerschichten des *unteren Santonian* sind gekennzeichnet durch *Globotruncana concavata concavata*, *G. concavata primitiva*, *Neoflabellina suturalis suturalis*, spärliches Auftreten von *Gavelinella* sp., die des *oberen Santonian* durch *G. concavata*

carinata, *Neoflabellina rugosa* (selten), *N. ovalis ovalis*, *Gavelinella lorneiana costulata*, *Stensiöina exsculpta* und *Saracenaria meudonensis*. Was die Neoflabellinen betrifft, erschwert ihr eher seltenes und unregelmässiges Auftreten die stratigraphische Verwendung.

Ablagerungstiefe

Aufgrund der Foraminiferenfauna der Amdenerschichten werden folgende Überlegungen über die paläoökologischen Verhältnisse im ursprünglichen Ablagerungsraum gemacht. Die Lithologie entspricht einer vorwiegend eintönigen Kalkschlammsedimentation, und der Ablagerungsraum lag nicht im Bereich grobklastischer Sedimentation.

Habitus und Zusammensetzung der Fauna lassen entsprechende Schlussfolgerungen zu (Fig. 4). Die planktonischen Foraminiferen überwiegen im Verhältnis 3:2 und setzen sich hauptsächlich aus Globotruncanen zusammen; Rugoglobigerinen und Heteroheliciden treten zurück. Nach DOUGLAS (1971, p. 1040) ist die Verbreitung der Globotruncanen direkt abhängig von der Entfernung von küstennahen Gebieten, und sie erreichen ihr Maximum im pelagischen Bereich.

Bei den benthonischen Foraminiferen sind besonders die Sandschaler und die *Nodosariidae* vertreten. Die Zusammensetzung der Fauna in den santonen Amdenerschichten ist mehr oder weniger konstant (Fig. 4); ausgesprochene Flachwasserforaminiferen und Grossforaminiferen fehlen. SLITER (1968) beschrieb eine bathyale Fauna der Oberkreide (La Jolla, Kalifornien), die in bezug auf die stratigraphisch weitverbreiteten Arten gut mit derjenigen der Amdenerschichten übereinstimmt; ebenso sind die Resultate von OHMERT (1969) – Abnahme der Häufigkeit der Neoflabellinen in pelagischen Mergeln – für die Kreidemergel der AESZ zu bestätigen. Zum Vergleich wird auf die santone Foraminiferenfauna eines typischen Flachwassermilieus hingewiesen, die durch GENDROT (1963, 1964, 1968) aus dem Senon der Gegend von Martigues (Südfrankreich) bekanntgeworden ist. In bezug auf die Verbreitung von benthonischen Foraminiferen der verschiedenen Wassertiefen liegen umfassende Untersuchungen an rezenten Faunen vor (CUSHMAN 1918–1931, PHLEGER 1960, UCHIO 1960, u.a.); diese Resultate können aber nicht direkt auf die Sedimente der Oberkreide übertragen werden.

Die Mikrofauna der Amdenerschichten wurde demnach ausserhalb des Flachwassermilieus abgelagert und entspricht am ehesten dem Bereich des oberen Teiles des Kontinentalabhanges.

Vergleiche mit anderen Gebieten

Die benthonische Fauna der Amdenerschichten der AESZ lässt sich mit der altersgleichen Fauna aus dem Gebiete der östlichen Churfirsten (THIERSTEIN 1971) und derjenigen aus dem Gebiete von Amden (HERB 1962) vergleichen. Auf diese Distanz sind keine nennenswerten Unterschiede festzustellen.

Aus dem Blattengratkomplex ist die benthonische Fauna, allein durch die Bestimmung in Dünnschliffen, ungenügend bekannt (BISIG 1957, RÜEFLI 1959, WEGMANN 1961). Noch in santonen Ablagerungen des österreichischen und bayrischen Helvetikums (LANGE 1956, HAGN 1953, 1954, 1961) zeigt die Fauna nur lokale Unterschiede. Im Vergleich mit Mikrofaunen, welche nicht dem helvetischen Faziesraum

angehören, ergeben sich dagegen erhebliche Unterschiede. In den Sedimenten des Gosaubeckens, die offenbar in geringerer Tiefe abgelagert wurden (Biostrome, klastische Sedimente) sind nur wenige gemeinsame Arten vorhanden (WILLE-JANOSCHEK 1966). Es handelt sich dabei um weltweit verbreitete Arten wie *Dorothia oxycona*, *D. conula*, *Globorotalites micheliniana*, *Gyroidinoides nitidus*, *Gavelinella* sp., *Spiroloculina cretacea*, *Triplasia murchisoni*, *Verneuilina muensteri*, *Stensiöina exsculpta*. In Norddeutschland und Schweden ist eine Zonierung der Oberkreide mit Hilfe von Arten von *Bolivinoides*, *Bulimina* und *Neoflabellina* möglich. In den Amdenerschichten der AESZ fehlt jedoch *Bolivinoides*, und *Bulimina* ist nur durch sehr seltene, kleinwüchsige Individuen vertreten.

Unterschiede bestehen auch im Vergleich mit amerikanischen Faunen, z.B. den Taylor Marls aus Texas (CUSHMAN 1946). In den Amdenerschichten ist das Verhältnis Sandschaler zu Kalkschaler (ohne Plankton) ungefähr 1:1, während in amerikanischen Faunen die Kalkschaler weit überwiegen.

Die santonen Amdenerschichten der AESZ weisen im Vergleich mit gewissen anderen altersgleichen Horizonten wie des Gosaubeckens und der Taylor Marls eine ärmere Foraminiferenfauna auf. Damit werden Faunenvergleiche erschwert. Hinzu tritt, dass die Nomenklatur der benthonischen Foraminiferen der Kreide noch zu wenig bereinigt ist; so dürften besonders zwischen amerikanischen und europäischen Artenlisten zahlreiche Synonymien bestehen.

Zusammenfassung

Die Amdenerschichten der AESZ umfassen das ganze Santonian (*Globotruncana concavata concavata- und Globotruncana concavata carinata* Zone).

Vergleichsproben aus der IESZ (Gschwändstock) lieferten ebenfalls eine santone Fauna.

Die in der Literatur erwähnten Wangrelikte in der AESZ: Unterlage der Hagelflue (E Sihlsee), am Wassersprung (W Sihlsee) und im Steinbachprofil (ARN. ESCHER in KAUFMANN 1877, p. 64; WINTER 1956, p. 50–52; BAUMANN 1967, p. 15) erwiesen sich als Santonian und sind als sandige, deutlich geschichtete Amdenerschichten zu betrachten.

Die fossile Mikrofauna und -flora umfasst planktonische und benthonische Foraminiferen, kalkiges Nannoplankton, spärliche Ostrakoden und Hystrichosphären.

Nummulitenkalk

Der Nummulitenkalk liegt den Kreidemergeln transgressiv auf. Das klassische Profil bei Steinbach auf der Westseite des Sihlsees ist vollständig entwickelt (Fig. 6); dieses Standardprofil liegt jedoch in den einzelnen Schuppen oft reduziert vor. Paleozän wurde bis heute nur im Steinbachprofil beobachtet, so dass die Basis in den verschiedenen Schuppen hauptsächlich durch den untereozänen Mittleren Grünsand gebildet wird. Die Obergrenze ist ebenfalls nur an wenigen Stellen vollständig erhalten; meist folgen die hangenden Globigerinenmergel direkt auf einen glaukonitischen Nummulitenkalk.

Diese paleozänen bis mitteleozänen Nummulitenkalke der AESZ wurden im Rahmen der vorliegenden Studie nicht bearbeitet. Ausführliche Angaben über die Einsiedler Nummulitenkalke finden sich in LEUPOLD (1966).

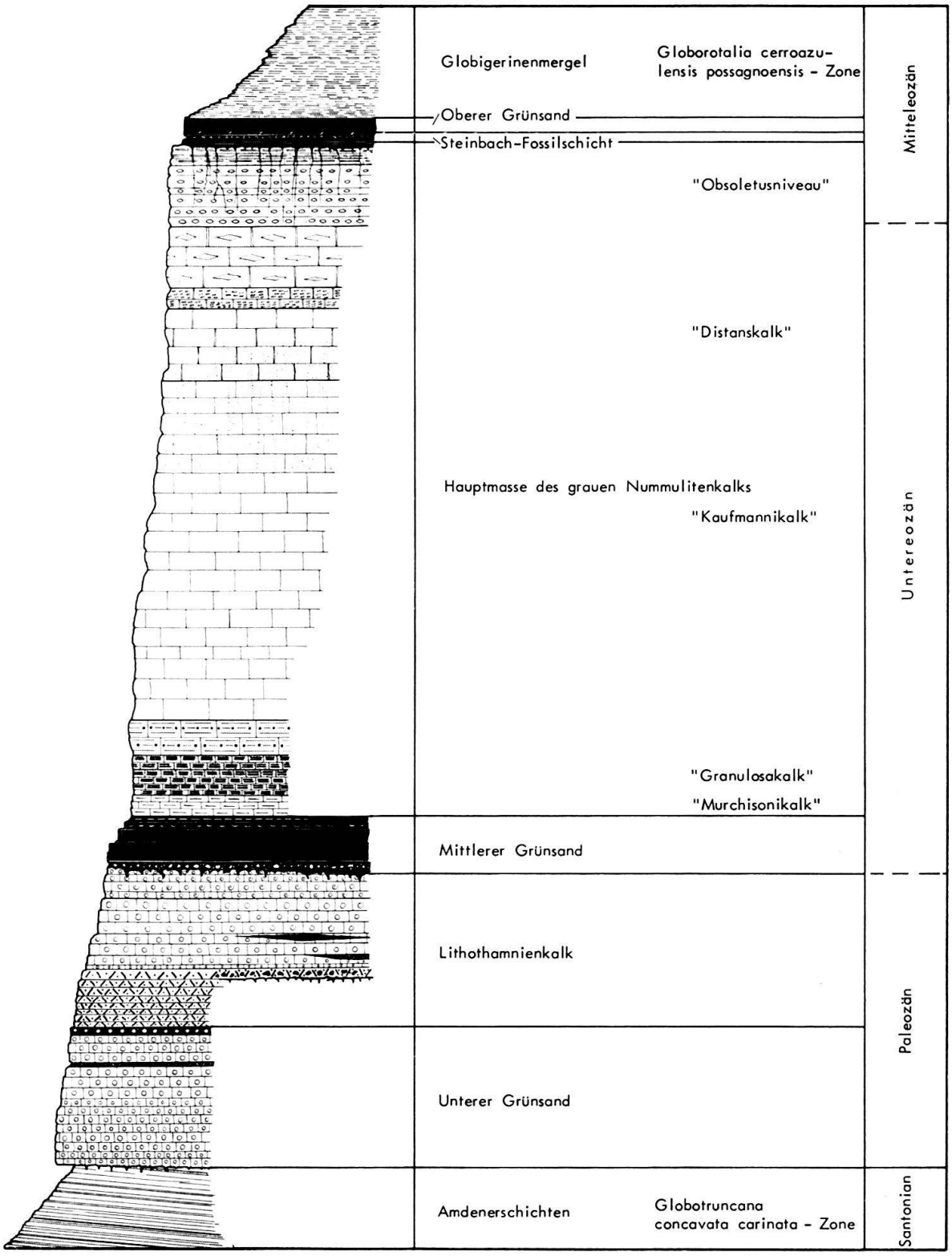


Fig. 6. Stratigraphisches Profil der Einsiedler Nummulitenkalke, Aufschluss Steinbach (nach LEUPOLD 1965 (Exkursionsbeilagen), 1966).

Globigerinenmergel

Allgemeines

Schon früh wurde das eozäne Alter der Mergelschiefer, welche die Nummulitenkalkbildungen des helvetischen Ablagerungsraumes begleiten, aufgrund der gut untersuchten Nummulitenstratigraphie der Kalke vermutet. Globigerinen aus diesen Mergeln waren bereits H. C. ESCHER, ARN. ESCHER, F. J. KAUFMANN, E. C. QUEREAU, ARN. HEIM u. a. bekannt. 1923 entwickelten ARN. HEIM und L. ROLLIER jedoch die abwegige Hypothese der Kreidenummuliten, wodurch ein tertiäres Alter der Mergel im Hangenden der Nummulitenkalke vorübergehend verneint wurde. Das Augenmerk richtete sich in dieser Zeit hauptsächlich auf die Nummulitenkalke, und auch spätere Bearbeiter von Globigerinenmergeln des Helvetikums (SCHIDER 1913, MOLLET 1921, BENTZ 1948, SCHUMACHER 1948, SODER 1949) beschränkten sich auf lithologische Angaben und summarische Hinweise über die Mikrofauna. In den Arbeiten von BISIG (1957), RÜEFLI (1959) und WEGMANN (1961) über den Blattengratkomplex erfolgten die Untersuchungen der Mikrofaunen anhand von Dünnschliffen, was keine eindeutigen Bestimmungen zulässt, während STYGER (1961) die Globigerinenmergel des nordhelvetischen Tertiärs nicht auf Foraminiferen hin untersuchte, sondern diese aufgrund der Nummulitenstratigraphie dem oberen «Lutétien» und dem Obereozän zuwies.

Die ersten modernen Bestimmungen von Foraminiferen des schweizerischen helvetischen Alttertiärs anhand isolierter Individuen stammen von BOLLI (1950, p. 105–114), der Arten von der Typuslokalität der Stadschiefer (Alpnach-Stad) beschrieb. HERB (1962, Tab. 4) untersuchte im Gebiete von Amden isolierte planktonische Foraminiferen helvetischer Globigerinenmergel. Im Alttertiär der Wildhauser Schuppenzone, das vom Paleozän bis ins Obereozän reicht und auf Wangschichten transgrediert, konnte HERB (1963, p. 897–900) die bis heute ältesten bekannten Globigerinenmergel des Südhelvetikums nachweisen. Benthonische und planktonische Foraminiferen wurden von ECKERT (1963, p. 1009–1011, 1017–1018, 1020) in den obereozänen Stadschiefern zwischen Pilatus und Schrattenfluh erstmals eingehend untersucht. Foraminiferenlisten aus südhelvetischen Globigerinenmergeln der Giswiler Klippen-Region gab MOHLER (1966, p. 27–29). In der AESZ bestimmte HERB (1965, p. 144–145) planktonische und benthonische Foraminiferen aus einigen Proben der Glorigerinenmergel im Hangenden der Nummulitenkalke.

Die Globigerinenmergel überlagern als einheitliche 40-65 m mächtige Mergelserie den Nummulitenkalk. Mit raschem lithologischem Übergang vollzieht sich der Wechsel in die Globigerinenmergel, der im vollständig entwickelten Profil Steinbach vom Nummulitenkalk über die Steinbach-Fossilschicht und den Oberen Grünsand erfolgt. In reduzierten Profilen können sie direkt das Hangende des grauen Nummulitenkalks bilden. Im oberen Teil des liegenden Nummulitenkalks ist jedoch immer eine Glaukoniteinstreuung zu beobachten, die sich im basalen Teil der Globigerinenmergel nach ca. 1 m verliert. Der Obere Grünsand und die phosphoritisierte Molluskenfauna der Steinbach-Fossilschicht stellen wohl einen Zeitraum mit Mangelsedimentation oder lokaler, untermeerischer Erosion dar, bis dann durch verstärkte Absenkung die Globigerinenmergelfazies einsetzte.

Vorkommen und Profile: Wie die Amdenerschichten treten die Globigerinenmergel in allen vier Schuppen der AESZ auf. Teilweise sind sie abgeschürft worden, so dass Amdenerschichten direkt auf Nummulitenkalk zu liegen kommen. Der Kontakt gegen den unterliegenden Nummulitenkalk ist stratigraphisch, gegen oben werden die Mergel von südhelvetischem Flysch, von höher liegenden Schuppen, von Wildflysch oder vom Wägitaler Flysch überlagert. Für die Verbreitung der Globigerinenmergel wird auf das in Ausarbeitung begriffene Blatt Einsiedeln, 1132, des Geologischen Atlasses der Schweiz 1: 25000 verwiesen, sowie auf HANTKE et al. (1967).

Die besten Profile fanden sich über der Lokalität Chalch und am Amselspitz (Tf. VIII). Daneben ergänzten zahlreiche weitere Proben die Untersuchungen (siehe Fundstellenkarte Belegsammlung). Zu Vergleichszwecken wurden einige Profile in der IESZ aufgesammelt: bei Burg, an der Strasse Schwyz–Sattel (Fig. 1), unterliegende Globigerinenmergel bei der Typlokalität des Burgsandsteins (südhelvetischer Flysch), JK 90/68–95/68, Einzelproben; Profil beim Gasthaus «Felsberg» (Strasse Schwyz–Steinen), JK 78/68–83/68, von E nach W;Haggenegg (in den Anrissen S des Passes), JK 98/68–101/68, von S nach N; Aufschluss Chlösterli, ob Schwyz (siehe unten), JK 102/68–104/68, Einzelproben.

Lithologie

Die Globigerinenmergel treten in der AESZ in folgenden lithologischen Ausbildungen auf:

- Gelblichgrau anwitternde, im Bruch dunkelbraune bis grünliche, weiche, tonige Mergel, die bröcklig zerfallen. Im feuchten Zustand zeigen sie die typischen dunklen Flecken, was zur früheren Bezeichnung «Fleckenmergel» führte. Aus diesen Mergeln lässt sich ein praktisch quarzfreier, reiner Foraminiferenrückstand ausschlämmen.
- Graue Globigerinenmergel, die eine hellgraue Anwitterung aufweisen und im frischen Bruch dunkelgraubraun sind. Bei grossem Glimmergehalt zeigt die verwitterte Oberfläche eine weissliche Patina. Dieser Typus ist hart, kalkig und zerfällt in plattige, scharfkantige Bruchstücke. Der Siltgehalt kann zeitweise hoch sein, so dass eigentliche sandige Mergelschiefer auftreten.
- Als Besonderheit stellte BAUMANN (1967) schwarze Einschaltungen fest, die sich durch einen hohen Pyritgehalt auszeichnen. Solche dunkelgraue bis schwärzliche Globigerinenmergel liessen sich auch in der IESZ beobachten (Aufschluss Chlösterli, ob Schwyz, Koord. 693 300/208 600).

Die grauen bis schwärzlichen Globigerinenmergel lassen sich im Felde nicht von Amdenerschichten unterscheiden und können nur anhand der Mikrofossilien als Eozän erkannt werden. Eine eindeutige stratigraphische Abfolge dieser verschiedenen lithologischen Ausbildungen ist nicht erkennbar. Es lässt sich aber feststellen, dass die grauen Globigerinenmergel vorwiegend in den nördlicheren Schuppen verbreitet sind, während die gelblichen, weicheren Mergel häufiger im Dach der südlichsten Schuppe erscheinen (BAUMANN 1967).

Ein geringer Quarzgehalt ist durchwegs vorhanden und kann lokal erheblich ansteigen. Sandige Lagen in den Mergeln sind nicht selten und insbesondere an der Basis – der Grenzfläche gegen den Nummulitenkalk – ist der Quarzgehalt in den ersten Dezimetern hoch und nimmt gegen oben rasch ab.

Schlämmrückstände geben folgende zusätzliche Aufschlüsse zur Lithologie:
Quarz: gröbere, meist gerundet und matte Körner (bis 0,5 mm in sandigen Mergeln) bis feinstkörnig (siltige Mergel).
Calcit: tritt auch als Kluftcalcit auf.
Pyrit: ist vorhanden als Konkretionen in Stäbchenform oder kugeligen Aggregaten (vgl. Amdenermergel), oft ist er limonitisiert.
Glaukonit: erscheint als gerundete Körner von schwarzgrüner bis hellgrüner Farbe. An der Basis der Globigerinenmergel, über dem Oberen Grünsand, ist der Glaukonitgehalt noch hoch, nimmt aber gegen oben rasch ab.
Glimmer: heller Glimmer ist weit verbreitet, während Biotit seltener auftritt. Auch glimmerfreie, dann meist sandige Mergel sind vorhanden.
Schweremineralien und Erze: vereinzelt Epidot, Apatit, Rutil; Hämatit.

In den Globigerinenmergeln der AESZ konnten keinerlei Einschaltungen oder Wechsellagerungen festgestellt werden, die auf eine «Verflyschung» hinweisen würden, und die isolierten Vorkommen des hangenden südhelvetischen Flysches gewähren keinen Einblick in eventuelle lithologische Übergänge, wie sie offenbar weiter N vorkommen (FREY 1967). Innerhalb der stets druckverschieferten Mergel ist lokal Kleinfältelung zu beobachten. Feine Klüfte, mit Calcit ausgefüllt, durchziehen die Serie und oftmals tritt ein rascher Wechsel im Streichen und Fallen auf. Die primäre Schichtung verläuft ungefähr parallel zu den Schieferungsflächen.

Makrofossilien

Makrofossilien fehlen im Untersuchungsgebiet wie allgemein in den mitteleozänen Globigerinenmergeln des südhelvetischen Ablagerungsraumes.

Mikrofossilien

Planktonische Foraminiferen

Die Globigerinenmergel der AESZ sind reich an planktonischen Foraminiferen (Fig. 7), doch variiert deren Erhaltungszustand stark. Oft sind die durch mechanische Beanspruchung bis zur Unkenntlichkeit deformiert und rekristallisiert. Dennoch lassen sich Faunen isolieren, die in einem guten Erhaltungszustand und nach Anwendung von Reinigungsmethoden frei von anhaftendem Gesteinsmaterial sind.

Globigerina: Die Gattung *Globigerina* ist charakterisiert einerseits durch grosswüchsige Formen mit 3 bis 5 Kammern in der letzten Windung. Dazu gehören *G. eocaena*, *G. cryptomphala*, *G. venezuelana* s. l., *G. yeguaensis*, die in den Globigerinenmergeln weitverbreitet sind. *G. hagni*, eine Art, die erstmals aus dem mitteleozänen Helvetikum N von Salzburg (Österreich) beschrieben wurde (GOHRBANDT 1967, p. 324–326), erscheint noch in den basalen Mergeln, die der *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone angehören. Neben dieser Formengruppe finden sich anderseits kleinwüchsige Globigerinen wie *G. praebulloides*, *G. officinalis*, *G. linaperta* s. l.. Bei *G. yeguaensis* und *G. linaperta* ist die letzte Kammer etwas kugeliger ausgebildet als beim Holotyp (BAUMANN 1970, p. 1186). Individuen mit 3 kugeligen Kammern im letzten Umgang, können mit *G. compacta* verglichen werden. Die *Globigerina*-Arten in der AESZ und IESZ sind für die helvetischen Globigerinenmergel des oberen Mitteleozäns typisch (vgl. HERB 1962, p. 63; 1965, p. 144; MOHLER 1966, p. 28) und stimmen auch mit dem Faunenbild des altersgleichen Abschnittes der Scaglia im zentralen Apennin (BAUMANN 1970, Fig. 26) überein.

Verbreitung der planktonischen Foraminiferen in den Globigerinenmergeln der Aeusseren Einsiedler Schuppenzone		Globigerina hagni	Globigerina cryptomphala	Globigerina eocaena	Globigerina yeguaensis s.l.	Globigerina praebulloides	Globigerina linaperta s.l.	Globigerina venezuelana	Globigerina officinalis	Globorotalia cf. broedermanni	Globorotalia lehneri	Globorotalia cerroazulensis frontosa	Globorotalia cerroazulensis possagnoensis	Globorotalia bullbrooki	Globorotalia spinulosa	Globorotalia cerroazulensis pomeroli	Globorotalia rugosoaculeata	Globorotalia opima nana	Globorotalia renzi	Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis	Globigerinatheka subconglobata euganea	Globigerinatheka index index	Globigerinatheka mexicana barri	Globigerinatheka mexicana mexicana	Globigerinatheka subconglobata luterbacheri	Globigerinatheka subconglobata subconglobata	Globigerinita pera	Globigerinita unicava primitiva	Globorotaloides suteri	Pseudohastigerina micra	Hantkenina dumblei	Truncorotaloides rohri	Truncorotaloides topilensis
Zone																																	
mittleres bis oberes Mitteleozän	Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis/ Globorotalia cerroazulensis pomeroli																																
	Globorotalia cerroazulensis pomeroli																																
	Globorotalia cerroazulensis possagnoensis, oberer Teil																																

Fig. 7.

Spinose Arten: Allgemein vertreten sind *Globorotalia bullbrooki* und *G. spinulosa; G. lehneri*, *Truncorotaloides rohri* und *T. topilensis* kommen seltener vor; nur selten wurde *G. rugosoaculeata* festgestellt. Diese Arten sind typisch für mittleres bis oberes Mitteleozän.

Globigerinatheka: Eine Revision dieser Gattung sowie deren stratigraphische Verbreitung findet sich in BOLLI (1972). Aufgrund dieser Arbeit wurden im Untersuchungsgebiet folgende Arten festgestellt: *Globigerinatheka index index*, *G. mexicana mexicana. G. mexicana barri*, *G. subconglobata subconglobata*, *G. subconglobata euganea* und *G. subconglobata luterbacheri.* Mögliche Übergangsformen von *G. index* s.l. zu *G. semiinvoluta* finden sich in JK 67/66, JK 115/66, JK BA 129/66 (*Globorotalia cerroazulensis pomeroli/Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* Zone). Sie zeigen eine relativ grosse, annähernd hemisphärische Endkammer mit 3, seltener 2 sekundären, suturalen Öffnungen, die jedoch noch nicht so hoch gewölbt sind wie bei der obereozänen *G. semiinvoluta.*

Übrige planktonische *Arten*: *Globigerinita pera*, *G. unicava primitiva*, *Globorotalia opima nana*, *G. renzi*, *Globorotaloides suteri*, *Pseudohastigerina micra*, *Globorotalia* cf. *broedermanni* und *Hantkenina dumblei.* Die beiden letztgenannten deuten auf unteres Mitteleozän, *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone, hin.

Globorotalia cerroazulensis-Gruppe: Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, dass eine Zonierung der Globigerinenmergel des Mitteleozäns auf Schwierigkeiten stösst. Es fehlen wichtige Zonenleitfossilien oder sie treten zu selten auf: *Orbulinoides beckmanni* wurde im helvetischen Tertiär bisher nicht festgestellt, *Globorotalia lehneri* und *Truncorotaloides rohri* sind selten. *Hantkenina* sp. erscheint spärlich und

ist nur durch *H. dumblei* vertreten (Verbreitung siehe Fig. 7); *Globigerinatheka* sp. ist beschränkt auf die im Mittel- bis Obereozän verbreiteten Arten *G. index index*, *G. mexicana mexicana*, *G. mexicana barri*, *G. subconglobata euganea*, *G. subconglobata luterbacheri*, *G. subconglobata subconglobata*.

Da Vertreter der *Globorotalia cerroazulensis*-Unterarten relativ häufig und regelmässig auftreten, ist die von TOUMARKINE und BOLLI (1970) vorgeschlagene Zonierung mit Hilfe dieser Entwicklungsreihe im Untersuchungsgebiet von Bedeutung. Die Autoren wiesen darauf hin, dass diese zusätzliche Zonierung des Mittel- und Obereozäns im alpin-mediterranen Raum auch dort gut angewendet werden kann, wo andere Leitfossilien fehlen. In den Globigerinenmergeln der AESZ ist die *G. cerroazulensis*-Gruppe vertreten durch *G. cerroazulensis frontosa*, *G. cerroazulensis possagnoensis*, *G. cerroazulensis pomeroli* und *G. cerroazulensis cerroazulensis*. Damit lassen sich im Untersuchungsgebiet folgende Zonen unterscheiden:

Globorotalia cerroazulensis possagnoensis Zone: Da G. c. *frontosa* nicht allein auftritt, sondern zusammen mit *G. c. possagnoensis* und *G. c. pomeroli*, ist nur der obere Teil der *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone vorhanden, entsprechend der *Globorotalia lehneri* Zone (BOLLI 1957). Äquivalente der tiefern *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone (= *Globigerinatheka subconglobata subconglobata* Zone [BOLLI 1972]) konnten nicht sicher nachgewiesen werden.

Globorotalia cerroazulensis pomeroli Zone: Diese Zone ist charakterisiert durch das alleinige Auftreten von *G. c. pomeroli* und entspricht etwa der *Orbulinoides beckmanni* Zone (*Porticulasphaera mexicana* Zone [BOLLI 1957]), deren Indexfossil jedoch fehlt.

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">ZONEN</th></tr>
<tr><th>BOLLI 1972</th><th>TOUMARKINE & BOLLI 1970</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Ober Eozän</td><td rowspan="2">Globorotalia cerroazulensis s. l.</td><td>Globorotalia cerroazulensis cunialensis</td></tr>
<tr><td>Globorotalia cerroazulensis cocoaensis</td></tr>
<tr><td>Globigerinatheka semiinvoluta</td><td>Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Mittel Eozän</td><td>Truncorotaloides rohri</td><td>Globorotalia c. cerroazulensis/ Globorotalia c. pomeroli</td></tr>
<tr><td>Orbulinoides beckmanni</td><td>Globorotalia cerroazulensis pomeroli</td></tr>
<tr><td>Globorotalia lehneri</td><td rowspan="2">Globorotalia cerroazulensis possagnoensis</td></tr>
<tr><td>Globigerinatheka subcongl. subcongl.</td></tr>
<tr><td>Hantkenina aragonensis</td><td rowspan="2">Globorotalia cerroazulensis frontosa</td></tr>
</table>

Fig. 8.

Globorotalia cerroazulensis pomeroli/Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis Zone: Als Zone des obersten Mitteleozäns ist sie die höchste nachgewiesene und entspricht etwa der *Truncorotaloides rohri* Zone (BOLLI 1957). Dieses Intervall ist gekennzeichnet durch das gemeinsame Auftreten von *G. c. pomeroli*, *G. c. cerroazulensis*, *T. rohri* und *T. topilensis*.

Im Vergleich zur AESZ sind in der IESZ die Foraminiferen der Globigerinenmergel allgemein schlechter erhalten. Ein Aufschluss von ca. 50 m Globigerinenmergel der IESZ (p. 507) an der Strasse Schwyz–Steinen, beim Gasthaus «Felsberg», kann in die mitteleozäne *Globorotalia cerroazulensis possagnoensis* Zone bis *Globorotalia cerroazulensis pomeroli* Zone gestellt werden; dasselbe Alter besitzen die Globigerinenmergel an der Haggenegg und am Aufschluss Chlösterli (Lokalität vgl. p. 507).

Benthonische Foraminiferen

Wie die planktonischen sind die benthonischen Foraminiferen starken Häufigkeitsschwankungen und unterschiedlichem Erhaltungszustand unterworfen. Innerhalb des kurzen Zeitintervalls des mittleren bis oberen Mitteleozäns liess sich kein Erstauftreten oder Verschwinden einzelner Arten feststellen, so dass alle benthonischen Arten als Durchläufer erscheinen. Es sind folgende Arten bestimmt worden:

Ammobaculites cubensis CUSHMAN et BERMUDEZ, s, I/9
Ammodiscus siliceus (TERQUEM), zh
Anomalina badenensis D'ORBIGNY, s, VII/7
Anomalina dorri dorri COLE, h, VII/8–9
Anomalina dorri aragonensis NUTTALL, s, VII/10
Anomalinoides alazanensis (NUTTALL), h, VII/12
Anomalinoides mantaensis GALLOWAY et MORREY, s
Anomalinoides pompilioides semicribatus (BECKMANN), zh, VII/11
Aragonia aragonensis (NUTTALL), ss, VI/21
Bathysiphon sp., h
Bolivinopsis grzybowskii (FRIZZEL), ?, ss
Bulimina alazanensis CUSHMAN, ss, V/19
Bulimina jarvisi CUSHMAN et PARKER, ss, V/21
Bulimina tuxpamensis COLE, s, V/20
Chrysalogonium eocenicum CUSHMAN et TODD, s, IV/13
Chrysalogonium eximium CUSHMAN, ss
Chrysalogonium tenuicostatum CUSHMAN et BERMUDEZ, ss
Cibicides ammophilus (GÜMBEL), h, VI/5–6
Cibicides eocaenus (GÜMBEL), h, VI/7
Cibicides granulosus BERMUDEZ, s, VI/8
Cibicides grimsdalei NUTTALL, h, VI/9–10
Cibicides pippeni CUSHMAN et GARRETT, s, VI/11
Cibicides pseudowuellerstorfi gigas HAGN, ss, VI/12
Cibicides pseudowuellerstorfi pseudowuellerstorfi COLE, s
Cibicides sinistralis CORYELL et RIVERO, h, VI/13
Cibicides tuxpamensis COLE, h, VI/14
Clavulina parisiensis D'ORBIGNY, ss
Clavulina yabei ASANO, ss, II/15
Cyclammina garcilassoi FRIZZEL, s
Daucina ermaniana obtusa DE KLASZ et RERAT, s
Dorothia asiphonia (ANDREAE), s, II/16
Dorothia fallax HAGN, h, II/20
Dorothia lodoensis (ISRAELSKY), h, II/13, III/1
Ellipsoglandulina labiata (SCHWAGER), s
Eponides jaumei BERMUDEZ, ss
Eponides umbonatus ecuadorensis (GALLOWAY et MORREY), s
Gaudryina pseudocollinsi CUSHMAN et STAINFORTH, s, III/16
Gavelinella zealandica HORNIBROOK, ss, VII/22
Glandulina laevigata (D'ORBIGNY), s
Globocassidulina globosa (HANTKEN), s, VI/22
Glomospira charoides (JONES et PARKER) h, I/4
Gyroidinoides soldanii altiformis (R.E. et K.C. STEWART), s
Gyroidinoides soldanii soldanii (D'ORBIGNY), h, VII/5–6
Haplophragmium tuba GÜMBEL, s, I/10
Haplophragmoides longifissus ISRAELSKY, zh, I/16–17
Haplophragmoides robustus ISRAELSKY, s, I/15
Hyperammina sp., h
Kalamopsis grzybowskii (DYLAZANKA), h

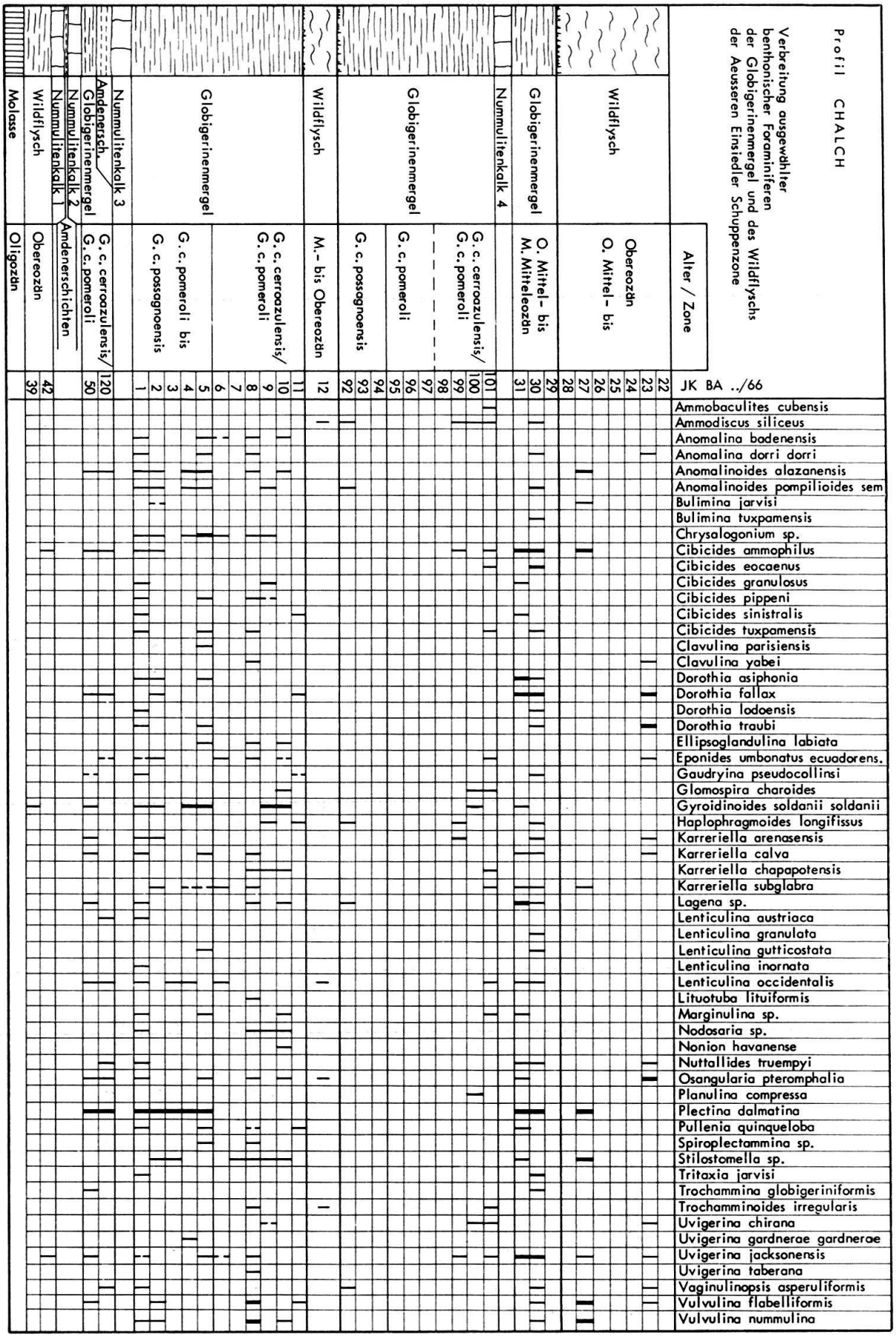

Profil CHALCH
Verbreitung ausgewählter benthonischer Foraminiferen der Globigerinenmergel und des Wildflyschs der Aeusseren Einsiedler Schuppenzone
Alter / Zone
JK BA ../66
Wildflysch
Globigerinenmergel
Nummulitenkalk 4
Globigerinenmergel
Wildflysch
Nummulitenkalk 3
Amdenersch.
Globigerinenmergel
Nummulitenkalk 2
Nummulitenkalk 1
Amdenerschichten
Molasse
Wildflysch
Obereozän
Oligozän
Obereozän
O. Mittel- bis
M. Mittelozän
O. Mittel- bis
G. c. cerroazulensis/
G. c. pomeroli
G. c. pomeroli
G. c. possagnoensis
M.- bis Obereozän
G. c. cerroazulensis/
G. c. pomeroli
G. c. pomeroli bis
G. c. possagnoensis
G. c. cerroazulensis/
G. c. pomeroli
Ammobaculites cubensis
Ammodiscus siliceus
Anomalina badenensis
Anomalina dorri dorri
Anomalinoides alazanensis
Anomalinoides pompilioides sem
Bulimina jarvisi
Bulimina tuxpamensis
Chrysalogonium sp.
Cibicides ammophilus
Cibicides eocaenus
Cibicides granulosus
Cibicides pippeni
Cibicides sinistralis
Cibicides tuxpamensis
Clavulina parisiensis
Clavulina yabei
Dorothia asiphonia
Dorothia fallax
Dorothia lodoensis
Dorothia traubi
Ellipsoglandulina labiata
Eponides umbonatus ecuadorens.
Gaudryina pseudocollinsi
Glomospira charoides
Gyroidinoides soldanii soldanii
Haplophragmoides longifissus
Karreriella arenasensis
Karreriella calva
Karreriella chapapotensis
Karreriella subglabra
Lagena sp.
Lenticulina austriaca
Lenticulina granulata
Lenticulina gutticostata
Lenticulina inornata
Lenticulina occidentalis
Lituotuba lituiformis
Marginulina sp.
Nodosaria sp.
Nonion havanense
Nuttallides truempyi
Osangularia pteromphalia
Planulina compressa
Plectina dalmatina
Pullenia quinqueloba
Spiroplectammina sp.
Stilostomella sp.
Tritaxia jarvisi
Trochammina globigeriniformis
Trochamminoides irregularis
Uvigerina chirana
Uvigerina gardnerae gardnerae
Uvigerina jacksonensis
Uvigerina taberana
Vaginulinopsis asperuliformis
Vulvulina flabelliformis
Vulvulina nummulina

Fig. 9.

Karreriella arenasensis CUSHMAN et BERMUDEZ, zh, III/15
Karreriella calva CUSHMAN, zh, III/18
Karreriella chapapotensis (COLE), s, III/19
Karreriella siphonella (REUSS), zh, III/20
Karreriella subglabra (GÜMBEL), zh, III/21
Lagena advena CUSHMAN, s
Lagena castrensis castrensis SCHWAGER, zh
Lagena castrensis plagata MATTHES, s
Lagena globosa (MONTAGU), s
Lagena marginata striolata SIDEBOTTOM, s
Lagena nuttalli GALLOWAY et HEMINWAY, s
Lagena scarenaensis glabrata SELLI, s
Lagena sculpturata (CUSHMAN et BERMUDEZ), s, IV/18
Lagena striata (D'ORBIGNY), s
Lagena sulcata (WATERS et JACOB), s
Lenticulina arcuatostriata (HANTKEN), s
Lenticulina austriaca (D'ORBIGNY) zh
Lenticulina cf. *clericii* (FORNASINI), ss
Lenticulina clypeiformis (D'ORBIGNY), s
Lenticulina granulata (HANTKEN), ss, IV/21
Lenticulina gutticostata (GÜMBEL), s, IV/22–23
Lenticulina inornata (D'ORBIGNY), zh
Lenticulina limbosa hockleyensis CUSHMAN et APPLIN, s
Lenticulina occidentalis glabrata CUSHMAN, h, V/2
Lenticulina pterodiscoidea (GÜMBEL), s
Lenticulina trinae (BERMUDEZ), ss, V/6
Lituotuba lituiformis (BRADY), s
Marginulinopsis fragaria (GÜMBEL), s, V/7
Nodosarella subnodosa (GUPPY), s
Nodosaria congrua EICHWALD, s
Nodosaria latejugata GÜMBEL, h
Nodosaria longiscata D'ORBIGNY, s
Nonion havanense CUSHMAN et BERMUDEZ, ss
Nuttallides carinotruempyi FINLAY, ss, VI/3
Nuttallides truempyi (NUTTALL), zh
Osangularia pteromphalia (GÜMBEL), h, VI/25
Planulina compressa HANTKEN, ss, VI/15–16
Plectina dalmatina (SCHUBERT), h, III/22–25
Pleurostomella cf. *bierigi* PALMER et BERMUDEZ, ss, VI/17
Pleurostomella cf. *rimosa* CUSHMAN et BERMUDEZ, ss, VI/18
Psammosiphonella rzehaki (ANDREAE), h
Psammosphaera fusca SCHULZE, h
Pullenia quinqueloba (REUSS), zh, VI/23–24
Recurvoides sp., s
Reophax pilulifer BRADY, zh
Reophax texanus CUSHMAN et WATERS, s
Rhabdammina sp., h
Rhizammina sp., h
Rotalia serrata TEN DAM et REINHOLD, ss, VI/4
Saracenaria hantkeni CUSHMAN, ss
Semivulvulina dalmatina (DE WITT PUYT), zh, II/1–2
Spiroplectammina trinitatensis CUSHMAN et RENZ, ss
Stilostomella abyssorum abyssorum (BRADY), zh
Stilostomella abyssorum gracillima CUSHMAN et JARVIS), zh
Stilostomella consobrina (D'ORBIGNY), zh
Stilostomella jarvisi (CUSHMAN), zh
Stilostomella verneuili (D'ORBIGNY), s
Tritaxia haeringensis (CUSHMAN), ss, IV/1
Tritaxia jarvisi CUSHMAN, h, IV/2–4
Tritaxilina pupa (GÜMBEL), s, IV/8
Trochammina globigeriniformis (PARKER et JONES), s
Trochamminoides irregularis WHITE, zh
Uvigerina chirana CUSHMAN et STONE, s, V/22
Uvigerina gardnerae gardnerae CUSHMAN, zh, V/23
Uvigerina gardnerae texana CUSHMAN et APPLIN, V/24
Uvigerina jacksonensis CUSHMAN, h, V/25
Uvigerina mexicana NUTTALL, s, V/26
Uvigerina taberana BERMUDEZ, s, V/27
Uvigerina yazooensis CUSHMAN, s, V/28
Vaginulina costifera COLE, s, V/14
Vaginulinopsis asperuliformis (NUTTALL), h, V/16
Vaginulinopsis cumulicostata (GÜMBEL), h, V/17
Valvulineria critchetti LEROY, ss
Valvulineria cf. *wittpuyti* VAN BELLEN, ss, VI/1
Verneuilinoides compressus (ANDREAE), s, IV/10
Vulvulina flabelliformis (GÜMBEL), h
Vulvulina nummulina (GÜMBEL), h

h = häufig, zh = ziemlich häufig, s = selten, ss = sehr selten, I–VII = Tafeln, 1–28 = Figuren.

Die Foraminiferenfauna umfasst 157 Arten aus 68 Gattungen und nicht näher bestimmbare Arten aus 8 Gattungen. Diese gehören 28 Familien an, deren prozentuale Anteile sich wie folgt verteilen:

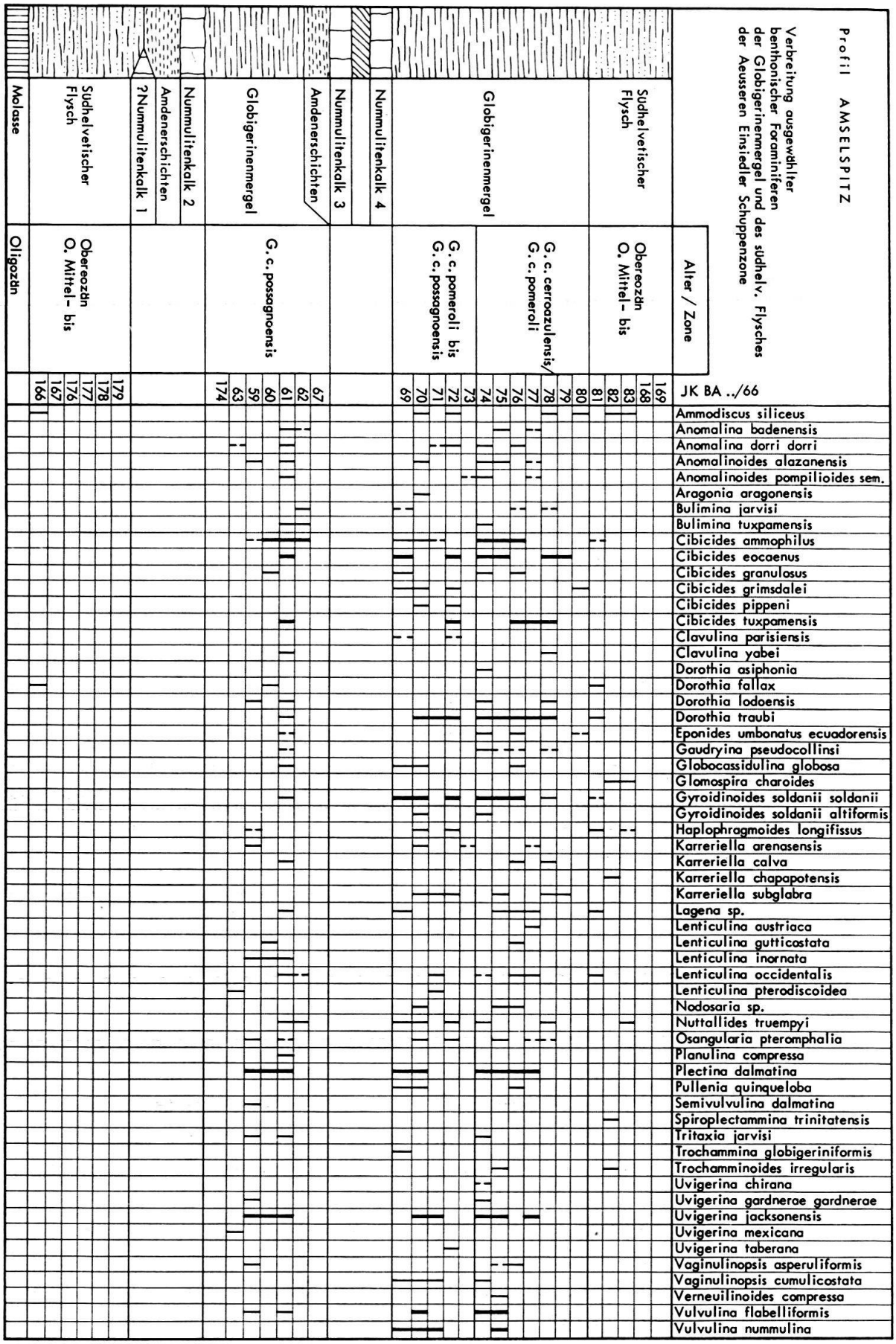

Profil AMSELSPITZ
Verbreitung ausgewählter benthonischer Foraminiferen der Globigerinenmergel und des südhelv. Flysches der Aeusseren Einsiedler Schuppenzone
Alter / Zone
JK BA ../66
Südhelvetischer Flysch
Globigerinenmergel
Nummulitenkalk 4
Nummulitenkalk 3
Amdenerschichten
Globigerinenmergel
Nummulitenkalk 2
Amdenerschichten
?Nummulitenkalk 1
Südhelvetischer Flysch
Molasse
Obereoztän O. Mittel- bis
G. c. cerroazulensis/ G. c. pomeroli
G. c. pomeroli bis G. c. possagnoensis
G. c. possagnoensis
Oligoztän
Ammodiscus siliceus
Anomalina badenensis
Anomalina dorri dorri
Anomalinoides alazanensis
Anomalinoides pompilioides sem.
Aragonia aragonensis
Bulimina jarvisi
Bulimina tuxpamensis
Cibicides ammophilus
Cibicides eocaenus
Cibicides granulosus
Cibicides grimsdalei
Cibicides pippeni
Cibicides tuxpamensis
Clavulina parisiensis
Clavulina yabei
Dorothia asiphonia
Dorothia fallax
Dorothia lodoensis
Dorothia traubi
Eponides umbonatus ecuadorensis
Gaudryina pseudocollinsi
Globocassidulina globosa
Glomospira charoides
Gyroidinoides soldanii soldanii
Gyroidinoides soldanii altiformis
Haplophragmoides longifissus
Karreriella arenasensis
Karreriella calva
Karreriella chapapotensis
Karreriella subglabra
Lagena sp.
Lenticulina austriaca
Lenticulina gutticostata
Lenticulina inornata
Lenticulina occidentalis
Lenticulina pterodiscoidea
Nodosaria sp.
Nuttallides truempyi
Osangularia pteromphalia
Planulina compressa
Plectina dalmatina
Pullenia quinqueloba
Semivulvulina dalmatina
Spiroplectammina trinitatensis
Tritaxia jarvisi
Trochammina globigeriniformis
Trochamminoides irregularis
Uvigerina chirana
Uvigerina gardnerae gardnerae
Uvigerina jacksonensis
Uvigerina mexicana
Uvigerina taberana
Vaginulinopsis asperuliformis
Vaginulinopsis cumulicostata
Verneuilinoides compressa
Vulvulina flabelliformis
Vulvulina nummulina

Fig. 10.

	Arten	Prozente			Arten	Prozente	
Nodosariidae	36	22,0	k	*Hormosinidae*	3	1,8	a
Ataxophragmiidae	18	11,0	a	*Buliminidae*	3	1,8	k
Globigerinidae	16	9,7	k	*Eponididae*	2	1,2	k
Globorotalidae	14	8,5	k	*Discorbidae*	2	1,2	k
Cibicididae	10	6,0	k	*Epistomariidae*	2	1,2	k
Anomalinidae	7	4,2	k	*Hantkeninidae*	2	1,2	k
Lituolidae	7	4,2	a	*Nonionidae*	2	1,2	k
Uvigerinidae	7	4,2	k	*Cassidulinidae*			k
Pleurostomellidae	6	3,6	k	*Glandulinidae*			k
Eouvigerinidae	5	3,0	k	*Loxostomidae*			k
Textulariidae	5	3,0	a	*Rotaliidae*	1	0,6	k
Astrorhizidae	5	3,0	a	*Polymorphinidae*			k
Osangulariidae	3	1,8	k	*Trochamminidae*			a
Ammodiscidae	3	1,8	a	*Saccamminidae*			a

k = kalkschalig
a = agglutinierend

planktonische Fauna: kalkschalige Arten 19%

benthonische Fauna: agglutinierende Arten 26%
kalkschalige Arten 55%

Gesamtfauna: agglutinierende Arten 26%
kalkschalige Arten 74%

Das durchschnittliche Artenverhältnis agglutinierendes Benthos/kalkschaliges Benthos/planktonische Arten liegt bei 26:55:19.

Im Vergleich zu den Amdenerschichten, wo sich agglutinierendes und kalkschaliges Benthos ungefähr die Waage halten, ist in den Globigerinenmergeln das Artenverhältnis der kalkschaligen, benthonisch lebenden Foraminiferen doppelt so hoch. Der Anteil der planktonischen Fauna steigt von 15% (14 Arten) in den Amdenerschichten auf 19% (32 Arten) in den Globigerinenmergeln. Individuenmässig liegt das Verhältnis Plankton/Benthos ungefähr bei 4:1 gegenüber 3:2 in den Amdenerschichten. Dies deutet auf ein mehr offenmeerisches Lebensmilieu in den Globigerinenmergeln hin.

Hauptsächliche Unterschiede der mitteleozänen, benthonischen Fauna der AESZ gegenüber der obereozänen der Stad- und Schimbergschiefer sind:

- In der AESZ ist die Artenzahl bei allen Gruppen (Plankton, agglutinierendes und kalkschaliges Benthos) grösser.
- Die Gattungen *Heterohelix*, *Plectofrondicularia*, *Fissurina*, *Bulimina*, *Bolivina* sind kaum vertreten oder fehlen.
- Ausgesprochene Flachwasserformen (Milioliden, Grossforaminiferen) fehlen.
- ECKERT (1963, p. 1009) konnte *Clavulinoides szaboi* in den sandigen Übergangsschichten Hohgantserie – Stadschiefer feststellen, was er als möglicherweise faziell bedingtes Auftreten deutete.
- Die benthonische Fauna der AESZ zeigt einen unverkennbaren mitteleozänen Aspekt mit einigen typischen Arten: *Anomalina dorri dorri*, *A. dorri aragonensis*, *Cibicides ammophilus*, *Cyclammina garcilassoi*, *Uvigerina chirana*, *U. jacksonensis*. Als häufigstes benthonisches Fossil tritt *Plectina dalmatina* auf.

Nannoplankton

Bisherige Untersuchungen des helvetischen Tertiärs auf Nannoplankton beschränken sich auf MOHLER (in ECKERT, HOTTINGER, MOHLER und SCHAUB 1965, p. 122), der eine Liste von Nannoplanktonarten aus den helvetischen Stadschiefern publizierte. Er konnte das obereozäne Alter der Typlokalität von Alpnachstad (BOLLI 1950, ECKERT 1963) aufgrund des Vorkommens von *Isthmolithus recurvus* bestätigen.

Ergänzend zu den Foraminiferen wurden die Globigerinenmergel der AESZ in bezug auf Nannoplankton im Profil Chalch untersucht und in Figur 11 dargestellt. Es zeigte sich, dass gegenüber den Foraminiferen das Nannoplankton zurücktritt und schlecht erhalten ist. Ähnlich wie bei den planktonischen Foraminiferen konnten wichtige Leitfossilien, wie *Discoaster tani nodifer*, nicht beobachtet werden. Eine Unterteilung der Globigerinenmergel der AESZ aufgrund des Nannoplanktons musste deshalb unterbleiben. Gemäss den neuen Korrelationen von Foraminiferen- und Nannoplankton Zonen (MARTINI 1971; ROTH, BAUMANN und BERTOLINO 1971) fallen die Globigerinenmergel in das Intervall der *Discoaster tani nodifer* Zone bis Basis *Discoaster saipanensis* Zone.

Erwähnenswert ist das Auftreten von *Discoaster multiradiatus* im Bereiche des im Profil Chalch (Fig. 11) eingeschalteten Wildflysches. Diese Form des Oberpaleozäns ist hier umgelagert, was in Flyschsedimenten häufig der Fall ist.

Hystrichosphären

Eine Globigerinenmergelprobe (JK 112/66) wurde auf das Vorhandensein von Hystrichosphären und Pollen untersucht. Lediglich schlecht erhaltene Reste von Hystrichosphären und ein Koniferenpollen konnten dabei festgestellt werden.

Charakteristik der Mikrofauna

Die Fauna und Flora der Globigerinenmergel setzt sich ausschliesslich aus Mikroorganismen zusammen. Den überwiegenden Anteil derselben bilden die Kleinforaminiferen und das Nannoplankton, während Ostrakoden, Hystrichosphären und Pollen spärlich auftreten; Grossforaminiferen und Radiolarien fehlen gänzlich. Neritische Faunenelemente, wie sie ECKERT (1963, p. 1018) in den obereozänen Mergeln beobachtete, kommen in der Äusseren und Inneren Einsiedler Schuppenzonen nicht vor. Dies lässt auf einen tieferen, vollmarinen Sedimentationsraum schliessen. Trotz dem sedimentologisch einheitlichen Charakter der Mergelserie ist das Auftreten der Mikrofauna Schwankungen unterworfen; Lagen mit reicher, guterhaltener Foraminiferenfauna werden abgelöst durch solche, die praktisch steril sind. Erwähnenswert ist das Fehlen von *Clavulinoides szaboi*, einer Art, die in den Stocklettenmergeln (Bayern) und den Übergangsschichten Hohgantserie-Stadschiefer als häufiges Fossil auftritt (HAGN 1960, ECKERT 1963).

Ablagerungstiefe

Hinweise über eine mögliche Ablagerungstiefe der Globigerinenmergel im ursprünglichen Sedimentationsraum lassen sich der Mikrofauna und der Lithologie entnehmen. Bei der Fauna ist folgendes zu beachten:

- Abwesenheit von neritischen Flachwasserformen (ausgenommen ein Einzelexemplar von *Operculina* sp., JK BA 5/66).

Profil CHALCH

Verbreitung des Nannoplanktons in den Globigerinenmergeln der Aeusseren Einsiedler Schuppenzone

	JK BA ../66	Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE	Chiasmolithus solitus (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY, MOHLER & WADE	Coccolithus sp.	Cyclococcolithus floridanus (ROTH & HAY) ROTH	Cyclococcolithus formosus KAMPTNER	Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK	Discoaster deflandrei BRAMLETTE & RIEDEL	Discoaster gemmifer STRADNER	Discoaster multiradiatus BRAMLETTE & RIEDEL	Discoaster saipanensis BRAMLETTE & RIEDEL	Discolithus fimbriatus BRAMLETTE & SULLIVAN	Ericsonia eopelagica (BRAMLETTE & RIEDEL) ROTH	Ericsonia sp.	Helicopontosphaera compacta (BRAMLETTE & WILCOXON) ROTH	Isthmolithus recurvus DEFLANDRE	Marthasterites sp.	Pemma papillatum MARTINI	Reticulofenestra coenura (REINHARDT) ROTH	Reticulofenestra sp.	Sphenolithus moriformis (BRöNNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON	Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE) DEFLANDRE
Wildflysch	22																				
	23																				
	24																				
	25																				
	26																				
	27																				
	28																				
Globigerinenmergel	29																				
	30																				
	31																				
Nummulitenkalk 4																					
Globigerinenmergel	101																				
	100																				
	99																				
	98																				
	97																				
	96																				
	95																				
	94																				
	93																				
	92									c											
Wildflysch	12																				
Globigerinenmergel	11									c											
	10																				
	9																				
	8																				
	7																				
	6																				
	5																				
	4																				
	3																				
	2																				
	1																				
Nummulitenkalk 3																					
Amdenersch./Globigerinenmergel	120																				
	50																				
NK 2, Amdenersch. NK 1																					
Wildflysch	42																				
	39																				

Fig. 11

- Hoher Anteil der planktonischen Foraminiferen an der Gesamtfauna (bis zu 80 %).
- Reich entwickelte benthonische Fauna, der Prozentsatz der kalkschaligen Arten ist doppelt so gross wie derjenige der arenazischen Arten.

Die Vermutung liegt nahe, dass der Ablagerungsraum der Globigerinenmergel in relativ tiefem Wasser, im oberen Teil des Kontinentalabhanges lag. Die benthonischen Kalkschaler entfalten hier einen grossen Artenreichtum, während die Sandschaler zurücktreten. Die auftretenden Grossforaminiferen und Milioliden in den Schimbergschiefern und das Vorkommen von *Clavulinoides szaboi* in den Übergangsschichten Hohgantserie-Stadschiefer lassen, mit nach NW fortschreitender Transgression im helvetischen Ablagerungsraum, ein Verringern der Ablagerungstiefe in den obereozänen Globigerinenmergeln annehmen.

Vergleiche mit anderen Gebieten

Planktonische Foraminiferen: Die planktonische Fauna der mitteleozänen Globigerinenmergel der AESZ ordnet sich gut in den alpin-mediterranen Bereich ein. TOUMARKINE und BOLLI (1970, p. 135–136) haben die Unterschiede erwähnt, die sich hier gegenüber dem karibischen Raum ergeben: es fehlen oft gerade die Arten, die in Trinidad (BOLLI 1957) eine enge Zonierung ermöglichten. Im mitteleozänen Abschnitt gilt dies vor allem für *Orbulinoides beckmanni.* Während die Hantkeninen im mediterranen Gebiet und in den Südalpen noch relativ häufig sind, werden sie im helvetischen Eozän selten. *Globigerina hagni*, erstmals aus dem österreichischen Eozän beschrieben (GOHRBANDT 1967, p. 324–326), tritt in der Einsiedler Schuppenzone ebenfalls auf und konnte auch im zentralen Apennin (BAUMANN 1970, p. 1185) nachgewiesen werden.

Benthonische Foraminiferen: Im *schweizerischen Helvetikum* ergeben sich enge Beziehungen zu den obereozänen Stad- und Schimbergschiefern (ECKERT 1963). Als wesentlicher Unterschied in der AESZ ist das Fehlen neritischer Formen wie Discocyclinen, Asterocyclinen und *Heterostegina* sp. sowie das spärliche Auftreten von *Bulimina* sp. und *Bolivina* sp. zu nennen. Aus dem Gebiet von Amden (HERB 1962, 1963, 1965) liegen keine Untersuchungen über benthonische Foraminiferen vor.

In der *östlichen Fortsetzung des Helvetikums* stellen die Stocklettenmergel altersmässig vergleichbare Horizonte dar. Ihre benthonische Mikrofauna wurde erstmals von GÜMBEL (1868) untersucht. Neuere Bearbeitungen liegen von HAGN (1954, 1960) vor. Zahlreiche schon von GÜMBEL beschriebene Arten finden sich auch im schweizerischen Helvetikum. Vergleichsmaterial konnte dank dem Entgegenkommen von Dr. F. RÖGL, Wien, (z.Z. Geol. Inst. ETH-Zürich) eingesehen werden, das Übereinstimmung der benthonischen Arten zeigte. Dasselbe trifft auch für die «*Clavulinoides szaboi*-Schichten» aus dem ungarischen Raum zu (HANTKEN 1875). Mit dem *mediterranen Gebiet* hat die benthonische Fauna der Globigerinenmergel der AESZ analog den planktonischen Foraminiferen viele Arten gemeinsam (SCHUBERT 1900, 1904; DE WITT PUYT 1941; VAN BELLEN 1941; CITA 1950; HAGN 1956; BODELLE 1971). Ein Hindernis für interkontinentale Korrelationen stellt immer noch die ungenügend verglichene Taxonomie der benthonischen Foraminiferen dar.

Folgende weltweit verbreitete Arten, die u. a. in Amerika, im Mittelmeergebiet und im bayrischen und österreichischen Helvetikum vorkommen, treten auch in der AESZ auf:

Anomalina dorri
Anomalinoides alazanensis
Anomalinoides pompilioides semicribratus
Aragonia aragonensis
Bulimina jarvisi
Cibicides ammophilus (= *C. cushmani* NUTTALL)
Cibicides eocaenicus (= *C. perlucidus* NUTTALL)
Cibicides grimsdalei
Eponides umbonatus
Glomospira charoides
Gyroidinoides soldanii
Karreriella subglabra
Lagena sculpturata
Lenticulina gutticostata (= *L. cocoaensis* (CUSHMAN))
Lenticulina occidentalis
Nuttallides truempyi
Osangularia pteromphalia (= *Parrella mexicana* (COLE), = *O. mexicana* (COLE))
Pullenia quinqueloba
Tritaxia jarvisi
Trochammina globigeriniformis
Trochamminoides irregularis
Uvigerina chirana
Uvigerina jacksonensis
Uvigerina mexicana

Meist sind es Arten des tieferen Wassers, die den verschiedenen Gebieten gemeinsam sind.

Fazieswechsel Nummulitenkalk/Globigerinenmergel

Im helvetischen Alttertiär werden die Nummulitenkalke als neritische Bildung gegen oben brüsk von der pelagischen Fazies der Globigerinenmergel abgelöst. ARN. HEIM (1908, p. 194) neigte aus diesem Grunde zur Ansicht, dass Globigerinenmergel in gleicher Fazies sowohl in der bathyalen wie in der neritischen Zone zur Ablagerung gelangen könnten. Da er das oberkretazische Alter der Mergel im Liegenden der Nummulitenkalke, der Amdenerschichten, noch nicht kannte und die Nummulitenkalke als seitlich wenig ausgedehnte Körper betrachtete, glaubte ARN. HEIM eine gleichzeitige Ablagerung der beiden Fazies sei gegeben. Nach den heutigen Kenntnissen wird der Nummulitenkalk aber nur gegen oben von Globigerinenmergeln abgelöst, womit sich die Frage des raschen Fazieswechsels erneut stellt.

Dieses Problem diskutierte auch O. RENZ (1967, p. 65–66) am Aufschluss an der Hagelflue (an der Strasse Sihlseebrücke–Euthal, Tf. VIII). Verfaltete Globigerinenmergel unterlagern hier den Nummulitenkalk, der nach oben rasch in die hangenden Globigerinenmergel übergeht. Er wies darauf hin, dass derartige Verhältnisse durch submarine Gleitung der Kalke zu erklären sind, führte das Tertiärbecken von Barquisimeto (Venezuela) als Vergleich an und lehnte eine tektonische Repetition der Nummulitenkalkbänke ab.

Dem ist zu entgegnen, dass Globigerinenmergel an diesem Punkt wohl das Liegende des Nummulitenkalkes bilden, aber nur lokal in diese Position geraten sind, was in der AESZ noch an anderen Orten der Fall ist. Nur 120 m höher im Hang unterlagern Amdenerschichten den gleichen Nummulitenkalk, womit die normale Schichtabfolge dieser Schuppe wieder besteht. Die Interpretation von RENZ für diese lokale

Situation dürfte sich daher für die Einsiedler Schuppenzonen nicht verallgemeinern lassen. Die Problematik des raschen Fazieswechsels bleibt bestehen, und eingehende lithologische und sedimentologische Untersuchungen sind nötig, um einer Lösung näherzukommen. Gleichzeitig hat eine Bearbeitung der Faunen der Nummulitenkalkprofile und speziell deren Obergrenze gegen die Globigerinenmergel nach neuen paläontologischen und ökologischen Erkenntnissen zu erfolgen. Hinweise auf mögliche Sedimentationslücken und der altersmässigen Umfang von Kondensationshorizonten wären ebenfalls kritisch zu prüfen.

Zusammenfassung

Die Zonierung nach TOUMARKINE und BOLLI (1970), basierend auf der Entwicklungsreihe von *Globorotalia cerroazulensis*, erlaubt eine Unterteilung der Globigerinenmergel der AESZ von unten nach oben in folgende drei Biozonen:

Globorotalia cerroazulensis possagnoensis Zone (entspricht *Globigerinatheka subconglobata subconglobata* Zone und *Globorotalia lehneri* Zone): es konnte nur der obere Teil dieser Zone nachgewiesen werden, charakterisiert durch *Globorotalia c. frontosa*, *G, c, possagnoensis*, *G. lehneri*, *Globigerina hagni*, *Truncorotaloides rohri*, *T. topilensis*, *Globigerinatheka subconglobata luterbacheri*, *G. subconglobata euganea*, *Hanthenina dumblei*.

Globorotalia cerroazulensis pomeroli Zone (entspricht *Orbulinoides beckmanni* Zone): charakterisiert durch *Globorotalia c. pomeroli*, spinose Globorotalien und *Truncorotaloides* sp., *Globigerinatheka subconglobata luterbacheri*, *G. subconglobata subconglobata*, *Hantkenina dumblei*.

Globorotalia cerroazulensis pomeroli/Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis Zone (entspricht *Truncorotaloides rohri* Zone): charakterisiert durch *Globorotalia c. pomeroli*, *G. c. cerroazulensis*, *Globigerina officinalis*, *Globorotaloides suteri*, *Truncorotaloides rohri*, *Globigerinatheka index index*, *G. subconglobata subconglobata*.

Die Mikrofauna und -flora umfasst vor allem planktonische Foraminiferen und kalkschaliges Benthos neben arenazischen Formen, wenig Nannoplankton, seltene Ostrakoden und Hystrichosphären.

Die in den helvetischen Nummulitenkalken feststellbare von SE nach NW verlaufende Heterochronie ist ebenfalls in den Globigerinenmergeln vorhanden.

Südhelvetischer Flysch (Burgsandstein)

Allgemeines

LEUPOLD (1943) zeigte, dass im Südhelvetikum der Zentralschweiz die Schichtreihe des Alttertiärs, zwischen den Globigerinenmergeln der Blattengrat-Schuppen und dem tektonisch aufliegenden Sardonaflysch, mit einem Sandsteinflysch abgeschlossen wird. Er nannte diesen jüngsten Horizont «intermediären oder Lavtinaflysch». BISIG (1957, p. 16) benannte dieses Schichtglied «Blattengratsandstein», um seine Zugehörigkeit zur stratigraphischen Abfolge des Blattengratkomplexes zu verdeutlichen. In der AESZ fand LEUPOLD am Ottenfels W des Lauerzersees und bei Ruestel E des Sihlsees den entsprechenden Sandsteinflysch. FREI (1963, p. 30–33) befasste sich näher damit und beschrieb ein Typusprofil unterhalb der Burg an der Strasse Schwyz-Sattel (Fig. 1). Er bestimmte das Alter dieses Sandsteinflysches aufgrund von *Halkyardia*

aff. *minima* als Obereozän und verwendete den Namen «Burgsandstein». Aus dem Bereich der Einsiedler Faziezone sind weitere Vorkommen solcher Sandkalke in analoger stratigraphischer Stellung aus der östlichen Wildhauser Mulde von FORRER (1949, p. 14) und HERB (1963, p. 900–901) beschrieben worden; HANTKE fand Vorkommen N von Gersau, am Gätterlipass. HERB (1962, p. 64–67) untersuchte diese Flyschfazies, welche die Globigerinenmergel ablöst, in den oberen Rinderbächen bei Amden (Fliegenspitz) sowie in der Mättlerruns (Amdener Mulde), wo der südhelvetische Flysch tektonisch in der Stellung einer «Randflyschzone» vorliegen könnte. Für die oben aufgeführten Flyschvorkommen gebrauchte HERB den Ausdruck «Südhelvetischer Flysch», da Namen wie «Blattengratsandstein» und «Burgsandstein» lithologisch unzutreffend sind. Dies gilt auch für das Verbreitungsgebiet des Burgsandsteins, der eindeutig Flyschcharakter hat. Wenn im weiteren der Ausdruck «Burgsandstein» trotzdem verwendet wird, so deshalb, weil er in der AESZ eine geringmächtige, jedoch charakteristische Verbreitung hat.

Vorkommen: W des Sihlsees findet sich Burgsandstein am Gätterlipass in der Unterlage der Rigihochflue, in der Schuppenzone W und E des Lauerzersees, an der Typlokalität bei der Burg und im Dach der südlichsten Schuppe in der Bergkette Amselspitz, wo er dank einer 1966 neuerbauten Waldstrasse aufgeschlossen wurde. In kurzer Zeit haben sich hier die Aufschlussverhältnisse wieder stark verschlechtert: der von der Strasse angeschnittene Hang ist von höherliegenden Rutschmassen überdeckt und das Strassenbord begrünt worden. Östlich des Sihlsees liegen die Vorkommen bei Ruestel (Kote 1100 m), südlich der Sattelegg (Chrähwäldli, jetzt abgeholzt), im Nordabfall der AESZ im Dürrgschwänd und an der Hirzenegg, im Bach westlich Chleriweid und im Dach der südlichsten Schuppe (Koord. 706 080/218 700/1270 und 706 170/218 500/1190, Tf. VIII).

Lithologie

Nach der ruhigen Sedimentationsphase der Globigerinenmergel setzte in der AESZ mit dem Burgsandstein die orogene Flyschfazies ein, die weiter im S (Spirstock) bereits früher begann und sukzessive auf nördlichere Gebiete übergriff. Der Burgsandstein ist das jüngste Schichtglied des Helvetikums im Gebiet der Einsiedler Schuppenzone und nur an wenigen Stellen zwischen den einzelnen Schuppen erhalten.

Es handelt sich um einen gebankten Kalksandstein mit Glaukonitkörnern, Discocyclinen- und Nummulitenbruchstücken. Der Burgsandsteinaufschluss im Untersuchungsgebiet ob Ruestel (LEUPOLD 1943) zeigt einen hellen, groben Kalksandstein. Die Vorkommen im Dach der südlichsten Nummulitenkalkschuppe E des Sihlsees weist eine kleinzyklische Flyschfazies auf. W des Sihlsees, im Heissenfluewald, folgt auf Globigerinenmergel ein wirrgelagerter, sandiger feinsiltiger, glimmerführender Mergelschiefer von ca. 10 m Mächtigkeit, der als südhelvetischer Flysch betrachtet wird. Eine Wechsellagerung ist nur andeutungsweise zu erkennen. Darüber folgt der Wägitaler Flysch mit einer Wechsellagerung von Sandkalkbänken und Mergeln, die Kreidefaunen führen.

Mikrofauna und Alter

An der Typlokalität bestimmte FREI (1963, p. 31–32) das Alter des Burgsandsteins als Obereozän. Er stützte sich dabei auf einen Fund von *Halkyardia* aff. *minima*

(LIEBUS); FREI führte sie fälschlicherweise als *Halkyardia* aff. *minima* HERON-ALLEN et EARLAND auf und betrachtete diese Art als Leitform des Obereozäns. Dem ist entgegenzuhalten, dass der Holotyp von LIEBUS wie auch das Typmaterial der synonymen Art «*Linderina chapmani* HALKYARD 1919» von ihren Autoren ins Mitteleozän gestellt wurden. *H. minima* wurde aus folgenden weiteren Gebieten beschrieben: Mitteleozän: Dalmatien (LIEBUS 1911) und Marnes bleues, Biarritz (HALKYARD 1919); Obereozän bis Aquitanian: zentraler Apennin (RENZ 1936); Oligozän: Trinidad (STAINFORTH in THALMANN 1947). Danach hat diese Art eine stratigraphische Verbreitung vom Mitteleozän bis ins Miozän.

Im Burgsandstein tritt *H. minima* zusammen mit Globigerinen und Trümmern von Nummuliten und Discocyclinen auf (FREI, p. 31), am Gätterlipass fand FREI dieselbe Trümmerfauna. Diese dürfte umgelagert sein und damit auch *H. minima*. FREI (p. 32) führte weitere Vorkommen von *H. minima* an, die ebenfalls aus Flyschgebieten stammen, so dass auch hier eine Umlagerung der Formen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Alterseinstufung des gesamten Burgsandsteins als Obereozän kann deshalb nicht auf *Halkyardia minima* allein gestützt werden. Schlämmproben von Mergelschiefern aus Aufschlüssen E des Sihlsees lieferten lediglich spärliche, schlecht erhaltene, eozäne Globigerinen, die ebenfalls aufgearbeitet sein könnten.

Da der Fossilgehalt des Burgsandsteins keine sichere Altersbestimmung zulässt, wurde versucht, eine solche wenigstens annäherungsweise zu erreichen durch die Fauna von Globigerinenmergeln, die den Burgsandstein direkt mit scharfem Kontakt unterlagern. Die Foraminiferenfauna dieser Mergel lässt jedoch nur eine Altersbestimmung von wahrscheinlich Mitteleozän zu. Die Proben wurden den liegenden Globigerinenmergeln des Typusprofils entnommen (FREI 1963, p. 30–31, Schicht (2)):

JK 90/68 auf Kote 590:
Globigerina eocaena
Globigerina linaperta
Ammodiscus siliceus
Bathysiphon sp.
Dorothia fallax
Haplophragmoides sp.
Vulvulina flabelliformis

JK 91/68 unmittelbar unterhalb Schicht (3), FREI, p. 31:
Globigerina venezuelana s.l.
Globigerina linaperta
Globigerinita cf. *pera*
Ammodiscus siliceus
Bathysiphon sp.
Cibicides ammophilus
Cibicides eocaenus
Gyroidinoides soldanii soldanii
Lagena castrensis
Nodosaria sp.
Trochammina globigeriniformis
Trochamminoides sp.
Vulvulina flabelliformis

JK 92/68 aus Schicht (4), FREI, p. 31: fossilleer.

Trotz des scharfen lithologischen Wechsels, mit welchem der Burgsandstein auf die Globigerinenmergel folgt, scheint keine stratigraphische Lücke zu bestehen. Für eine normalstratigraphische Auflagerung sprechen z. B. die von FREI (p. 33) erwähnten Load Casts an der Basis der untersten Sandsteinbank, die anzeigen, dass der Flysch noch unverfestigte Globigerinenmergel überlagerte. Die Basis des Burgsandsteins der AESZ dürfte demnach ein mittel- bis obereozänes Alter haben.

Der südhelvetische Flysch der AESZ ist als nördlicher Ausläufer der von S her transgredierenden Sandsteinflyschfazies zu betrachten, die in der Spirstockserie direkt auf den Nummulitenkalk folgt und dort das Mittel- bis Obereozän umfasst. Am Fidisberg, im Faziesquerprofil ca. 2 km nördlicher gelegen als der Spirstock, sind bereits geringmächtige, untermitteleozäne Globigerinenmergel entwickelt. Gegen die Einsiedler Schuppenzone hin nimmt die Mächtigkeit der Globigerinenmergel weiter zu und umfasst das obere Mitteleozän. Aufgrund der gemeinsamen Trümmerfaunen von Nummuliten und Discocyclinen sowie des Glaukonitgehalts ist der Burgsandstein der AESZ am ehesten mit den Oberen Sandsteinen der Spirstockserie zu parallelisieren.

WILDFLYSCH

Wir folgen den Ausführungen von HERB (1962, p. 69; vgl. auch FREI 1963, p. 64–65) über den Begriff «Wildflysch». Einerseits ist damit eine Fazies beschrieben, wie sie KAUFMANN (1886, p. 553) in der Originalbeschreibung definierte; anderseits findet «Wildflysch» hier als provisorische Formationsbezeichnung lithostratigraphische Verwendung. Es besteht kein Zweifel, dass unter «Wildflysch» Formationen verschiedenen Alters und verschiedener tektonischer Stellung verstanden werden; doch sind unsere Kenntnisse hierüber noch zu summarisch, um die Einführung von formalen Bezeichnungen zu rechtfertigen.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet

Wildflyschablagerungen erscheinen im Untersuchungsgebiet in drei verschiedenen Bereichen (Tf. VIII; Fig. 2, 3, 12):

- als «Randflysch», eingeschuppt zwischen AESZ und subalpiner Molasse,
- im Dach der 3. und 4. Schuppe der AESZ,
- als Wildflyschschuppe im Wägitaler Flysch.

Wildflysch als «Randflysch»: Dieser ist im Bärichtibach S der Sattelegg aufgeschlossen, wo eine Wechsellagerung Molassemergel-Wildflysch-Molassemergel-Wildflysch-Globigerinenmergel der AESZ vorliegt. Ein Detailprofil längs des Bacheinschnittes findet sich in MÜLLER (1971, p. 13–14). Der Wildflysch zeigt die übliche wechselhafte lithologische Ausbildung: schiefrige, schwarze Mergel mit Kristallin-Exoten – Zweiglimmergneis, Habkerngranite, Dioritporphyrite –, Flyschkalke, Ölquarzitbänke, intensiv gefärbte Tone und Sandsteine mit Kristallindetritus. Aus den Wildflyschmergeln wurde von MÜLLER (p. 13) eine heterogene Kreide/Eozän Foraminiferenfauna beschrieben, die als stratigraphisch charakteristische und jüngste Formen *Globorotalia* cf. *cerroazulensis cerroazulensis* und *G. c. cocoaensis* enthielt, welche obereozänes Alter andeuten.

Weiter hat BAUMANN (1967) in der Unterlage der AESZ westlich des Sihlsees zwei isolierte Aufschlüsse von «Randflysch» festgestellt. Diese Aufschlüsse liegen an der Basis des Profils Chalch (Koord. 701 600/218 000, Fig. 9) und des Profils Amselspitz (Koo. 699 300/218 000, Fig. 10). Die spärlichen Foraminiferen gestatten keine nähere Altersangabe. Das Auftreten von *Isthmolithus recurvus*, einer Nannoplanktonform des Obereozäns, beweist jedoch die Zugehörigkeit dieser Mergelpakete zum Wildflysch in «Randflysch»-Stellung.

Wildflysch im Dach der 3. Schuppe der AESZ (Tf. VIII, Fig. 12): Auf der Sihlsee-Ostseite konnte infolge der schlechten Aufschlussverhältnisse der Wildflysch nicht anstehend gefunden werden. In den Bächen westlich Stachisweid erwähnte ARN. ESCHER (in KAUFMANN 1877, p. 114) im Schutt einen sehr groben Konglomeratblock mit Einschlüssen von Gneis, Glimmerschiefer, Quarzgeröllen und gelblichem Kalk. Auf Kote 1250 m fanden sich noch kleinere Blöcke von Ölquarzit. Diese kargen Indizien lassen immerhin vermuten, dass hier wildflyschartige Gesteine vorhanden sind. Auf der Sihlsee-Westseite sind die Verhältnisse klarer. BAUMANN (1967, p. 49) beschrieb ein Profil im Bachanriss ob Chalch (Fig. 9) und stellte einen raschen Übergang von sandigen Globigerinenmergeln in schwärzliche Mergel fest, die kleinere Kristallingerölle führen. Daraus liess sich aus einer Mergelprobe (JK BA 12/66) eine Kreide/Eozän-Mischfauna isolieren: *Globigerina linaperta*, *G. yeguaensis*, *Globorotalia bullbrooki*, *Globotruncana lapparenti* ssp., *G. concavata* ssp., *G. fornicata*. Ein obereozänes Alter des Wildflysches ist auch hier nicht auszuschliessen, da die mitteleozänen Foraminiferen ebenfalls aufgearbeitet sein könnten. Über dem Wildflysch liegen Globigerinenmergel, die den Nummulitenkalk der südlichsten Schuppe unterlagern, d.h. tektonisch eingeschuppt sind.

Wildflysch im Dach der südlichsten (4.) Schuppe: Nur auf der Westseite des Sihlsees schliesst südlich an die AESZ ebenfalls Wildflysch an, der an der neuen Waldstrasse aufgeschlossen ist, die von Schmalzgrueben (Unteriberg) in die Höhe führt und auf Kote 1300 m um den Hummel herumzieht (Tf. VIII). Auf der Ostseite des Hummels ist der Kontakt Globigerinenmergel/Wildflysch sichtbar.

Detailprofil am Hummel, längs der Strasse von N nach S (Koord. 701 475/217 240):

	stark zerklüfteter, hellgrau bis rötlichbraun anwitternder, hämatitisch infiltrierter Nummulitenkalk, von zahlreichen Calcitadern durchzogen, mit Nummuliten und Assilinen: «Oberer Abschluss der Hauptmasse des grauen Nummulitenkalkes» (siehe Fig. 6).
8 m	dunkelgrüner Glaukonitgrünsand mit weissem Kollophan, stark verwittert und zerfallen: «Oberer Grünsand». Im unteren Teil finden sich Blöcke von Grünsandkalk mit Mollusken und Korallen, bis zentimetergrosse Phosphoritknollen: «Steinbach-Fossilschicht».
10 m	bewachsenes Strassenbord.
87 m	hellgrau bis gelblich anwitternde, verschieferte, kalkige Globigerinenmergel. Mittleres bis oberes Mitteleozän. Fallazimut: 208°/16°. Kontakt mit dem überliegenden Wildflysch. Die Globigerinenmergel sind steil aufgerichtet.
1,2 m	dunkelbraune, zerriebene Mergel mit Komponenten von zerrissenen, 5–8 cm mächtigen Sandkalken, fossilleer. Bachrinne
0,7 m	schwarze, zerquetschte, kalkige, feinblättrige Mergelschiefer, fossilleer.
0,4 m	Bank von siltigem Flyschkalk mit Load Casts. Fallazimut: 175°/70.

300 m horizontal	anschliessend Wildflyschmergel mit zerrissenen Hartbankkomponenten. Praktisch fossilleer, es fanden sich nur unbestimmbare eozäne Globigerinen und *Cibicides ammophilus*.
150 m horizontal	Globigerinenmergel, aus der Unterlage eingespiesst. Fauna: *Globigerina linaperta*, *G.* cf. *venezuelana* s.l., *Globorotalia bullbrooki*, *Dorothia lodoensis*, *Vulvulina flabelliformis*, *Plectina dalmatina*, *Bathysiphon*.

Auf der Westseite des Hummels sind die Aufschlussverhältnisse schlecht und die Wildflyschzone nur ca. 100 m breit. An isolierten Aufschlüssen konnten drei Proben entnommen werden, deren Fauna spärlich und schlecht erhalten ist:

JK 7/68:	*Globigerina* sp., *Glomospira charoides*, *Arenobulimina* sp., *Lenticulina* sp., *Bathysiphon* sp.
JK 8/68:	*Lenticulina* sp.
JK 9/68:	fossilleer.

Auffallend ist die hellgelbe Farbe gewisser Fossilien neben der dunkleren von *Bathysiphon*, ein Merkmal, das Umlagerung vermuten lässt. Die vorhandene Fauna weist ebenfalls auf mittel- bis obereozänes Alter hin.

Wildflysch im Wägitaler Flysch: Auf Kote 1300 m, wo die Waldstrasse die Ijenruns (Hummel-Westseite) überquert, ist ebenfalls Wildflysch freigelegt worden, der mitten im Wägitaler Flysch liegt (Tf. VIII, Fig. 12). In wenigen Metern anstehender schwarzer Mergelschiefern sind stark gestörte Flyschsandkalke eingelagert, in denen sich ein Nummulit fand (Prof. R. HANTKE). In den Schuttmassen längs der Strasse wurden zwei Kristallin-Exoten gefunden: ein mürber, verwitterter Zweiglimmergneis sowie ein heller Habkerngranit. Dieser Wildflysch wird deshalb mit den obenerwähnten parallelisiert.

Alter

Das Alter des Wildflysches im Untersuchungsgebiet ist nur annäherungsweise bestimmbar, denn Foraminiferen und Nannoplankton sind in der orogenen Fazies wohl grösstenteils nicht autochthon, was durch das Auftreten von Mischfaunen belegt wird.

Im Wildflysch zwischen der AESZ und der subalpinen Molasse treten als stratigraphisch bedeutsame Mikrofossilien *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis*. *G. c. cocoaensis* und *Isthmolithus recurvus* auf. Ein obereozänes bis möglicherweise unteroligozänes Alter dieses Wildflysches ist wahrscheinlich.

Der Wildflysch im Dach der 3. Schuppe W des Sihlsees (Fig. 9, 11) enthält mitteleozäne Mikrofossilien mit aufgearbeiteten oberkretazischen Foraminiferen und oberpaleozänem Nannoplankton. Ein etwas jüngeres, obereozänes Alter ist deshalb gut möglich. Die weiteren, oben aufgeführten Wildflysch-Vorkommen führen ebenfalls allochthone eozäne Mikrofossilien oder sind aufgrund der Kristallingerölle rein lithologisch – mit entsprechendem Vorbehalt – mit dem Wildflysch S der Sattelegg parallelisierbar, so dass obereozänes Alter auch für diese Wildflyschschuppen nicht unwahrscheinlich ist.

MOHLER (1966) konnte für den ultrahelvetischen Wildflysch der Habkernzone ein oberpaleozänes bis untereozänes Alter wahrscheinlich machen und wies darauf hin, dass im Südhelvetikum offenbar obereozäner Wildflysch vorliege. Der in der AESZ

auftretende Wildflysch wird deshalb wegen des Altersunterschiedes nicht mit der Habkernzone verglichen.

FREI (1963, p. 63–76) beschrieb Wildflysch S des Wägitaler Flysches (Surbrunnentobel, Zwäckentobel) als Habkern-Wildflysch. Weitere Untersuchungen müssen abklären, inwiefern diese Wildflysch-Vorkommen nicht eher den obereozänen des untersuchten Gebietes entsprechen.

Dasselbe Problem besteht auch beim Wildflysch des Schächentals, den BRÜCKNER und HANTKE als höchstes Schichtglied des Südhelvetikums betrachten (mündliche Mitteilung).

Paläogeographische Stellung

Der Wildflysch tritt im Untersuchungsgebiet in zwei tektonischen Stellungen auf:

- im Hangenden der mitteleozänen Globigerinenmergel der AESZ,
- als eingeschuppte Divertikel zwischen Helvetikum und Molasse sowie im Wägitaler Flysch.

LEUPOLD (1966, p. 1096) erwähnte, dass «ein nicht sehr mächtiger Schleier von ‹Habkernflysch› typischer Ausbildung, dessen stratigraphische Zugehörigkeit als jüngster Horizont zu der südhelvetischen Alttertiärunterlage zum mindesten nicht ohne weiteres als ausgeschlossen betrachtet werden kann», den südhelvetischen Raum überdeckt. Diese Feststellung wird durch die Wildflysch-Vorkommen in der AESZ bestätigt, anhand der mangelhaften Aufschlüsse ist eine normalstratigraphische Auflagerung derselben auf die südhelvetische Schichtreihe jedoch nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Ebenso ist zu erwähnen, dass im Untersuchungsgebiet Wildflysch nicht zusammen mit Burgsandstein beobachtet wurde, der allenfalls das Liegende des Wildflysches darstellte.

Eine mögliche stratigraphische Zugehörigkeit liesse sich nur im Wildflysch zwischen den zwei höchsten Schuppen der AESZ (Profil Chalch, Fig. 9, 11) herauslesen. Sandiger werdende Globigerinenmergel gehen hier in dunkle Mergel über, in die sich Ölquarzithorizonte und Kristallingerölle einlagern (BAUMANN 1967, p. 47–51). Eine solche Abfolge könnte jedoch auch durch Einschuppung des Wildflysches vorgetäuscht, bzw. als Kontakt mit einer Gleitdecke gedeutet werden; Schubflächen wären in der inkompetenten Serie nur schwer zu erkennen. Den oberen Abschluss des Wildflysches bilden verfaltete, sterile Mergelhorizonte an der tektonischen Grenze gegen die überliegenden Globigerinenmergel, die hier ihrerseits unter den hangenden Nummulitenkalk eingeschuppt sind.

MÜLLER (1971, p. 14) hat auf Flyschserien hingewiesen, mit denen der Wildflysch der AESZ möglicherweise in Beziehung steht: Spirstockserie, Rinderbachschichten, Flyschdivertikel nördlich und südlich der Aubrig- und Riseten-Kette, Wildflysch-Vorkommen, die südlich des Wägitaler Flysches auftreten (FREI 1963, p. 63–76, Tf. 1).

Spirstockserie: FREI bemerkte, dass die «polygene Brekzie» (ROLLIER 1923, JEANNET 1941), die den oberen Abschluss der Spirstockserie bildet, möglicherweise normalstratigraphisch dieser südhelvetischen Schichtreihe aufliegt. Sie enthält ebenfalls Kristallin-Exoten und Ölquarzite (mündliche Mitteilung von Prof. R. HANTKE). Eine Korrelation des Wildflysches der AESZ mit dem Spirstockgipfel scheint also möglich, Altersbestimmungen sind jedoch noch ausstehend.

Rinderbachschichten: Eine Partie im Wildflysch S der Sattelegg zeigt grosse Ähnlichkeit mit der Fazies der Rinderbachschichten bei Amden (MÜLLER 1971, p. 13–14). HERB (1962, p. 76–78) ordnete diese der Basis des Kreideflysches zu und nahm aufgrund dieser tektonischen Stellung ein vor- bis mitteleozänes Alter als wahrscheinlich an. Nach neuen Untersuchungen (OBERHAUSER 1963, 1968) sind die Rinderbachschichten jedoch mit dem obereozänen Wildflysch der Liebensteiner-Decke zu vergleichen, womit eine Korrelation ebenfalls möglich wird.

Flyschdivertikel nördlich und südlich der Aubrig- und Riseten-Kette: Diese Wildflysch-Vorkommen sind altersmässig noch zu unvollständig untersucht, um Vergleiche anzustellen.

Wildflysch südlich des Wägitaler Flysches (siehe p. 525): Der Wildflysch des Untersuchungsgebietes lässt sich lithologisch mit der Habkern-Zone vergleichen, wie dies auch FREI (1963) in Wildflysch-Vorkommen S des Wägitaler Flysches, im Gebiete der Iberger Klippen, feststellte. Verschiedene Autoren haben die Habkernflysch-Zone behandelt (VONDERSCHMITT 1923, BENTZ 1948, SODER 1949, SCHAUB 1951, GIGON 1952, GEIGER 1956, HSU 1960, FREI 1963, MOHLER 1966) und durchwegs an Stellen, wo helvetische Serien die Unterlage der Habkern-Zone bilden, eine tektonische Auflagerung und ultrahelvetische Herkunft des Habkernflysches angenommen.

MOHLER (1966, p. 47–48) fand in Wildflyschmergeln der Habkern-Zone keine Foraminiferen und erwähnte, dass das Nannoplankton «am ehesten für oberes Paleozän bis unteres Eozän spricht». Er nahm deshalb für den ultrahelvetischen Habkern-Wildflysch ein oberpaleozänes bis untereozänes Alter an und vermutete andererseits, dass der obereozäne Wildflysch (z.B. im «Randflysch») aus dem südhelvetischen Raum herzuleiten sei.

Die vorliegenden Beobachtungen lassen die Frage nach der paläogeographischen Stellung des obereozänen Wildflysches im Gebiet der AESZ noch nicht eindeutig beantworten. Bemerkenswert ist jedoch, dass Wildflysch, der mit südhelvetischen Sedimenten der Drusberg-Decke in Beziehung steht, vorwiegend obereozänes Alter hat.

Interpretation der heutigen tektonischen Stellung

Ein obereozäner bis möglicherweise oligozäner Wildflysch, der lithologisch dem Habkern-Wildflysch der ultrahelvetischen Zone vergleichbar ist, hat den südhelvetischen Raum teilweise in geringer Mächtigkeit überdeckt. Ob es sich dabei um eine normalstratigraphische Fortsetzung der Schichtreihe oder eine tektonische Auflagerung handelt, bedingt durch die oligozänen alpinen Bewegungen, kann im Untersuchungsgebiet nicht entschieden werden.

Wildflysch in «Randflysch»-Stellung (Tf. VIII, Fig. 3): Es dürfte sich um ein Divertikel handeln, das beim Transport gegen N und später an der Basis mit der AESZ mitgeschleppt wurde.

Wildflysch zwischen der 3. und 4. Schuppe der AESZ (Tf. VIII, Fig. 2): Dieser Wildflysch blieb solidarisch mit seiner Unterlage und wurde in die dachziegelartige Verschuppung der AESZ einbezogen. Häufig ist er jedoch als höchste, geringmächtige Formation zurückgeblieben, was auch beim südhelvetischen Flysch (Burgsandstein) der Fall ist.

Wildflysch im Wägitaler Flysch (Tf. VIII, Fig. 12): Beim Vorwandern des Wägitaler Flysches auf den südhelvetischen Raum, hat er dessen dünne Wildflyschbedekkung abgeschürft und in seine interne Verschuppung einbezogen (Ijenruns).

WÄGITALER FLYSCH

Historisches

Für einen historischen Abriss über die geologische Erforschung des Wägitaler Flysches wird ebenfalls auf FREI (1963) und HERB (1966) verwiesen. Während bis heute eine Bearbeitung des Wägitaler Flysches im Typusgebiet noch immer aussteht, schlug FREI, der die Flyschregion zwischen Lauerzer- und Sihlsee untersuchte, eine tektonische und stratigraphische Gliederung des Wägitaler Flysches vor, der in N-S-Richtung ca. 3–5 km Ausbissbreite umfasst. Im weiteren ist die neue Kartierung des Kartenblattes Linthebene, 1133, 1:25000, von OCHSNER (1969) zu erwähnen.

Paläontologische und stratigraphische Probleme

Eines der wichtigsten und schwierigsten Probleme bei paläontologisch-stratigraphischen Untersuchungen in Flyschablagerungen ist die Frage, inwiefern die auftretenden Fossilien autochthon oder allochthon sind.

Der Wägitaler Flysch entspricht dem Sedimentationstypus eines echten Flysches, dessen Entstehung durch die von MIGLIORINI, KUENEN u.a. entwickelte Theorie über Turbidity Currents erklärt wird. Die cm bis m mächtigen Sedimentationszyklen werden als Ablagerungen von Suspensionsströmen gedeutet, welche das Sedimentmaterial entlang des Kontinentalabhanges in den Flyschtrog und weiter in der Längsachse des Troges verfrachteten. Die oft rasche Abfolge von geringmächtigen (einige cm bis dm) Kleinzyklen feinkörniger Sand- und Siltgesteine und Laminite, die im Wägitaler Flysch mit kretazischen Fossilien nur stellenweise auftritt (Spuderruns), im tertiären Anteil jedoch vorherrscht, deutet auf einen eher küstenferneren Ablagerungsraum hin (HSU 1960). Die Ablagerungsgeschwindigkeit im Flysch wird als relativ gross angenommen und nahm innerhalb der Kleinzyklen gegen oben ab, deren oberer Abschluss, gekennzeichnet durch die mergelig-tonigen Pelite, dem Absatz des feinsten Detritus der Suspensionsströme entsprechen dürfte. Das Flyschmeer stellte – verursacht durch die Turbidity Currents – ein ökologisch wechselhaftes Milieu dar: Zeitintervalle mit länger dauernder ruhiger, pelitischer Sedimentation wurden abgelöst von Suspensionsströmen, die durch ihre Turbulenz und die schnelle und grosse Materialzufuhr charakterisiert sind.

Den diesem Sedimentationstyp eigenen ökologischen Bedingungen entspricht die bis jetzt bekannte fossile Mikrofauna der Flyschablagungen. In den grobkörnigen Turbiditen finden sich neben dem sedimentären und kristallinen Detritus vorwiegend Trümmerfaunen und vollständig erhaltene Fossilien (Gross- und Kleinforaminiferen), die innerhalb der Korngrösse des Detritus liegen. Diese Faunenvergesellschaftungen deuten, wie im Flysch Oberbayerns (PFLAUMANN 1964, p. 177), auch im Wägitaler Flysch auf ein Klarwasser-Biotop hin und sind eine Mischung von neritischen und pelagischen Faunenelementen, wie sie kaum im Ablagerungsraum selbst gelebt haben. Daraus kann geschlossen werden, dass die Fossilien gemeinsam mit dem Sediment-

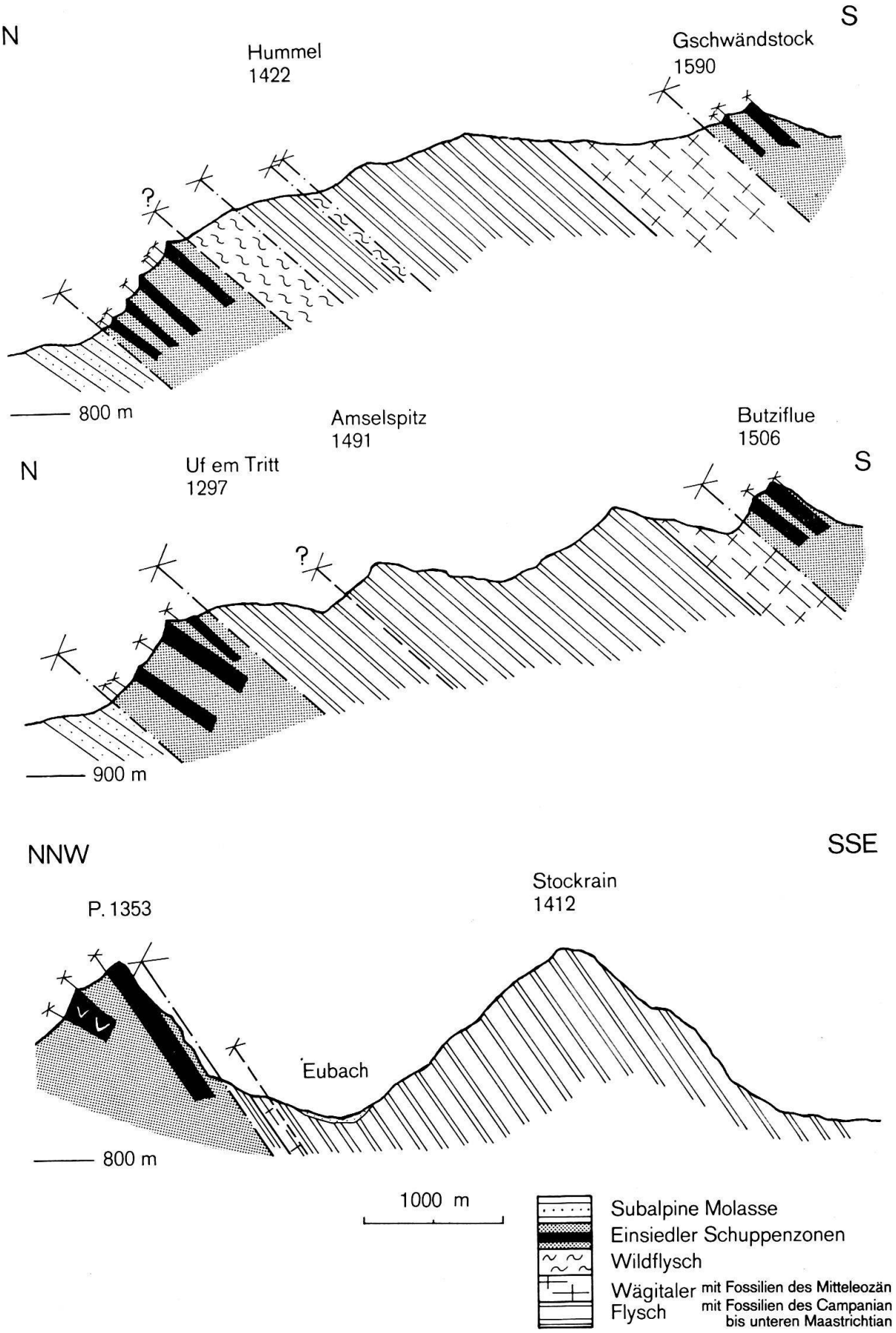


Fig. 12. Profile durch den Wägitaler Flysch W und E des Sihlsees.

material durch Turbidity Currents periodisch aus deren Einzugsgebiet in den Flyschtrog umgelagert wurden. Dabei kann oft nicht mehr unterschieden werden zwischen Mikrofossilien, die aus fossilen Sedimenten des Liefergebietes stammen, und solchen, die als rezent bis subrezent in die Flyschsedimentation einbezogen wurden. Rückschlüsse auf die Lebensbedingungen im eigentlichen Sedimentationsraum oder auf die Zeitspanne der Sedimentation können deshalb anhand der gegenwärtigen Kenntnisse nur mit grossen Vorbehalten gemacht werden.

Die mergelig-tonigen Pelite des Wägitaler Flysches enthalten planktonische und höher entwickelte benthonische Foraminiferen, primitives Flyschbenthos und Mikrofloren. Während die Foraminiferen im psammitischen und im pelitischen Intervall auftreten, konnte bis jetzt eine, im Dünnschliff kaum sichtbare, Mikroflora nur in den Peliten nachgewiesen werden (SCHAUB 1965, WEIDMANN 1967). Aufgrund der sich ständig folgenden Kleinzyklen kann angenommen werden, dass der Ablagerungsraum immer innerhalb des Gebietes lag, wo feinstes Sedimentmaterial meist in Suspension war und deshalb das Lebensmilieu durch langanhaltende Wassertrübung beeinflusste. PFLAUMANN (1964, 1967) glaubte zeigen zu können, dass diesen erschwerten Lebensbedingungen des pelitischen Intervalls auf die Dauer nur die primitiven Sandschalerfaunen, das sog. primitive Flyschbenthos, gewachsen waren, während höher entwickelte Formen wie benthonische und planktonische Kalkschaler sich nicht entfalten konnten.

Als Lebensbereich der planktonischen Foraminiferen könnte der Raum nahe der Wasseroberfläche über dem Sedimentationsgebiet angenommen werden. Das spärliche und sporadische Auftreten der planktonischen Formen in psammitischen Flyschsedimenten liesse sich durch die starke Verdünnung der vorhandenen Individuen als Folge der hohen Sedimentationsrate erklären, doch sollten in diesem Fall in den eine grössere Zeitspanne umfassenden Peliten die Fossilien angereichert sein. Bezeichnend ist jedoch gerade das lückenhafte, unregelmässige Auftreten von Mikrofossilien in den Peliten. KSIAZKIEWICZ (1961), BROUWER (1965) und WEIDMANN (1967) nahmen dafür als Ursache lokale physikalisch-chemische Unterschiede an. Erklärbar wäre das spärliche und unregelmässige Auftreten in den Peliten, ähnlich wie bei den Psammiten, durch eine ebenfalls noch hohe Sedimentationsrate, besonders wenn die Pelite als Abschluss der Turbidity Currents angesehen werden. Eigentliche pelagische Pelite, die reich an planktonischen Mikrofaunen sein müssten, wurden nicht beobachtet. Woher die planktonischen Formen in den Peliten ursprünglich stammen, kann aufgrund der vorliegenden lokalen Untersuchungen nicht endgültig entschieden werden. Die folgenden drei Möglichkeiten, z.T. auch in Kombination, müssen beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse in Betracht gezogen werden: 1. autochthone Faunen, 2. rezent bis subrezent eingeschwemmt, 3. aufgearbeitet aus fossilen Sedimenten. PFFAUMANN (1964, 1967) und GRÜN et al. (1964) nahmen ein Einschwemmen aus ökologisch günstigeren Bereichen durch Meeresströmungen (2.), wie sie in Flyschtrögen nachgewiesen werden konnten, als wahrscheinlich an.

Als Beispiel für Turbidit-ähnliche Ablagerungen mit allochthonen Faunen und Floren könnte die Deep Sea Drilling Project Bohrung 26, Leg 4 (Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 1970, vol. 4, p. 6–7, 589–590, Fig. 5) dienen, die zeigt, dass Fossilien aus verschiedenen Lebensräumen, durch weitreichende Meeresströmungen transportiert, zusammen auftreten können. In dieser Bohrung, die in der

E-W verlaufenden Vema Fracture Zone des mittelatlantischen Rückens liegt (10° 53, 55′ N; 44° 02, 57′ W) und ca. 1300 km NNE von der Amazonasmündung entfernt ist, fanden sich in den ca. 530 m mächtigen mittel- bis oberpleistozänen Ablagerungen in sporadischer, unregelmässiger Verteilung:

- Pflanzenreste, einschliesslich grob- und feindetritisches Material, aus dem Amazonasgebiet.
- Seichtwasser-Mollusken und Foraminiferen, Krabbenreste, usw., aus dem Amazonasdelta,
- aufgearbeitete Foraminiferen des Mitteleozäns bis Pliozäns, die durch die Strömungen aus den dem Delta vorgelagerten submarinen Canyons wegerodiert wurden,
- rezente bis pleistozäne, vorwiegend planktonische Foraminiferen des offenen Meeres.

Die Bohrung, welche in einer Wassertiefe von 5169 m angesetzt wurde, liegt deutlich im Bereich der Kalziumkarbonatlösung. Planktonische Foraminiferen, die direkt über dem Sedimentationsraum lebten, sollten daher beim Absinken vor Erreichen dieser Tiefe grösstenteils aufgelöst worden sein. Es kann deshalb mit einiger Sicherheit angenommen werden, dass die dennoch im Sediment auftretenden, gut erhaltenen Kalkschaler aus seichteren Gebieten durch die Strömungen eingeschwemmt und rasch einsedimentiert wurden, wodurch sie der Auflösung in der grossen Tiefe entgangen sind.

Bis in jüngste Zeit wurden Flyschsedimente mikropaläontologisch vorwiegend anhand von Dünnschliffen der klastischen Hartbänke untersucht und die Altersangaben der gefundenen Fossilien als für das Sediment altersbestimmend betrachtet, ausgenommen, wenn eine Mischfauna vorlag und deshalb Umlagerung offensichtlich war. Dabei stellt man fest, dass wohl auf eine mögliche Umlagerung der Fossilien in den Turbiditen hingewiesen wird, einheitliche Faunen der Hartbänke und der Pelite aber zur Alterseinstufung der ganzen Serie verwendet wurden (u.a. ALLEMANN 1957, FREI 1963, PFLAUMANN 1964, SCHAUB 1965).

Die angenommenen erschwerten ökologischen Bedingungen im Wägitaler Flysch, basierend auf den festgestellten Faunen- und Florenassoziationen und deren Verteilung sowie der altersmässigen Beschränkung auf die kurzen Zeitabschnitte innerhalb des Campanian bis unteren Maastrichtian und Mitteleozäns (siehe p. 534–543) führen dazu, auch in den mergelig-tonigen Peliten für mindestens einen Teil der Mikrofossilien Umlagerung anzunehmen. Die Fossilien dürften dabei aus den Sedimenten des jeweiligen Liefergebietes des Flysches aufgearbeitet und durch Turbidity Currents und Meeresströmungen in den Flyschtrog verfrachtet worden sein.

Für die Annahme einer autochthonen Mikrofauna in den Peliten spricht:

- die homogene Zusammensetzung der Faunen der Oberkreide, bzw. des Mitteleozäns in gewissen Abschnitten des Wägitaler Flysches.

Gegen eine solche Annahme sind folgende Argumente anzuführen:

- die Seltenheit und das sporadische Auftreten des faziesempfindlichen Planktons und des höher entwickelten Benthos lassen vermuten, dass im Ablagerungsraum nicht nur bodennah ungünstige ökologische Bedingungen herrschten, sondern dass auch der Lebensbereich darüber beeinflusst wurde.

- Mischfaunen von Oberkreide und Mitteleozän in gewissen Abschnitten.
- inhomogene Faunenvergesellschaftungen von planktonischen Foraminiferen, höher entwickelten Benthosformen (Kalkschaler) und primitives Flyschbenthos in den mergelig-tonigen Peliten.

Diese Argumente basieren auf Beobachtungen im untersuchten Teilgebiet des Wägitaler Flysches und sind deshalb nicht unbedingt in allen Punkten auf andere Flyschgebiete übertragbar. Durch Untersuchungen in allen lithologischen Ausbildungen des Wägitaler Flysches sowie anderer Flyschgebiete unter Berücksichtigung sämtlicher Fossilien sind zuverlässigere Ergebnisse zu erwarten. Parallel laufende sedimentologisch-lithologische Untersuchungen, durch welche eine weitere Klärung der Probleme der Entstehung der Flyschsedimente und der damaligen Verhältnisse im Flyschtrog erwartet werden können, sollten dazu führen, die Aussagekraft der auftretenden Fossilien noch besser bewerten zu können. In Verbindung mit den Fossilien sind Schweremineralanalysen, wie sie GRÜN et al. (1964) im Wienerwaldflysch unternahmen, ebenfalls für feinere, lokal begrenzte, stratigraphische Unterteilungen heranzuziehen. Dadurch ist zu erwarten, dass die bis heute unsichere altersmässige und somit auch tektonische Einstufung des Wägitaler Flysches und anderer Flyschmassen zuverlässiger abgeklärt werden kann.

Mikrofossilien im Wägitaler Flysch

Allgemeines

In Flyschablagerungen treten Foraminiferen sowohl in den grobklastischen Hartbänken als auch zusammen mit Nannoplankton in den Peliten auf.

Hartbänke: Unter diese Bezeichnung fallen die Sedimente, welche den unteren Teil eines Kleinzyklus umfassen (BOUMA 1962) und aus verfestigten, massigen, bankbildenden Schichten bestehen: psammitische Brekzien, gradierte Sandsteine, feinsandig-siltige Calcarenite, pelitische Kalke («Alberese-Kalk»). Diese Hartbänke enthalten planktonische, benthonische und Grossforaminiferen, Makrofossilreste, Bryozoen und Pflanzenhäksel. Untersuchungen dieser Fossilien in Dünnschliffen haben gezeigt, dass sie vollständig oder in Bruchstücken erhalten sind und allgemein dieselbe Korngrösse haben wie die übrigen Gesteinskomponenten. Verschiedene Merkmale weisen auf eine Umlagerung hin. So haften den kleineren Formen oft Körner von ursprünglichem Sedimentmaterial an oder sie sind in Sedimentkomponenten selbst zu beobachten (FREI 1963, p. 110: *Globotruncana* cf. *helvetica* in Kalkkomponente), während Grossforaminiferen, Mollusken und Echinodermen meist zerbrochen sind und als Trümmer vorliegen. Nur Fossilien, deren Grösse derjenigen des Detritus entspricht, sind im allgemeinen unbeschädigt. Als Beispiel fanden sich in einer Feinbrekzie bei der Lokalität Herrentisch (Fig. 2), wo entlang der Strasse Wägitaler Flysch von ca. 10 m Mächtigkeit aufgeschlossen ist, Grossforaminiferen wie *Siderolites* cf. *vidali* und *Helicorbitoides*? sp., Bryozoen- und Echinodermenbruchstücke neben sedimentären und kristallinen Gesteinsfragmenten. In der Grundmasse der Brekzie sind einzelne Hedbergellen eingelagert, was vermuten lässt, dass die Fauna zusammen mit dem klastischen Material umgelagert wurde und grösstenteils oder gesamthaft allochthon ist.

Schlämmbare Pelite: Diese umfassen den oberen Teil eines Sedimentationszyklus und sind feinsiltige Mergel und graue, schwarze bis grünliche Tone, die oft plattig bis feingeschiefert sind. Aus dieser Fazies lassen sich oft planktonische und benthonische Foraminiferen sowie Mikrofloren isolieren. Die benthonische Fauna umfasst sowohl höher entwickelte Sand- und Kalkschaler und primitives Flyschbenthos.

Für das Biotop der Flyschsedimentation sind nur die primitiven Sandschalerfaunen mit einiger Sicherheit als aussagekräftig zu betrachten, während die planktonischen und höher entwickelten benthonischen Foraminiferen mindestens zu einem Teil umgelagert sein dürften. Die Ansicht von PFLAUMANN (1964, p. 126), dass die Foraminiferen in den schlämmbaren Peliten in ein wesentlich feinkörnigeres Sediment eingelagert und somit auf primärer Lagerstätte sind, ist nicht vorbehaltlos hinzunehmen. Die vorliegenden Untersuchungen liefern Beispiele von planktonischen Mischfaunen aus Peliten, die zeigen, dass auch diese Foraminiferen keine einheitliche Assoziation darstellen und aufgearbeitet sein könnten. Bei der Mikroflora ist schwer zu entscheiden, inwiefern sie allochthon oder autochthon ist. Zudem werden Fischzähne und Spurenfossilien beobachtet; Helminthoidenspuren und Fukoiden treten im Wägitaler Flysch regelmässig auf.

WEIDMANN (1967, Fig. 1) stellte die Verteilung der verschiedenen Fossilgruppen innerhalb eines Sedimentationszyklus im Flysch der Präalpen dar. Mit Ausnahme von Radiolarien, Diatomeen und Spiculae konnten alle von ihm unterschiedenen Fossilgruppen auch im Wägitaler Flysch beobachtet werden:

Grossforaminiferen: Im Abschnitt «Hartbänke» wurde darauf hingewiesen, dass Grossforaminiferen an die grobklastische Fazies gebunden auftreten und als allochthon zu betrachten sind.

Planktonische Foraminiferen: sie treten einerseits im psammitischen, graded bedding aufweisenden Intervall des Sedimentationszyklus auf, wo sie FREI (1963) anhand von Dünnschliffen aus dem Wägitaler Flysch untersuchte. Anderseits lässt sich eine planktonische Fauna aus den pelitischen Lagen isolieren. Hier erscheint sie in drei verschiedenen Vergesellschaftungen:

- zusammen mit benthonischen Foraminiferen des entsprechenden Alters als einheitliche Fauna, primitives Flyschbenthos ist spärlich.

  Planktonische Formen und höher entwickelte Sand- und Kalkschaler sind in Flyschablagerungen allgemein sehr selten (OBERHAUSER 1963, p. 66; PFLAUMANN 1964, p. 129; GRÜN et al., 1964, p. 236; HILTERMANN 1968). Dieser Umstand ist bis heute schwer zu erklären. Es wird angenommen, dass für höher entwickelte Mikrofaunen die Lebensbedingungen in Flyschtrögen beeinträchtigt waren.
- zusammen mit jüngeren, höher entwickelten benthonischen Foraminiferen und primitivem Flyschbenthos.

  Die älteren planktonischen Formen sind hier sicher umgelagert. Aus diesem Grunde ist selbst die jüngere Fauna nur mit Vorsicht als autochthon zu betrachten, dies besonders, wenn kalkschalige Benthosformen häufiger vertreten sind.
- zusammen mit ausschliesslich primitivem Flyschbenthos.

Benthonische Foraminiferen: Höher entwickelte Sand- und Kalkschaler haben ähnlich den planktonischen Foraminiferen für sie ungünstige Lebensbedingungen

innerhalb der Zeitdauer des pelitischen Intervalls des Sedimentationszyklus vorgefunden.

Primitives Flyschbenthos (siehe p. 536): Die den Flyschablagerungen eigene primitive Sandschalerfauna (PFLAUMANN 1964, p. 180) wird als autochthon betrachtet. GRÜN et al. (1964, p. 238) konnte zeigen, dass eine Umlagerung dieser Fauna nicht anzunehmen ist. «Da aber die Sandschaler gegenüber mechanischen und chemischen Einwirkungen sehr widerstandsfähig sind, wird es schwer sein, verlagerte Exemplare rein optisch von autochthonen zu unterscheiden».

Mikroflora: Hier ist die Frage autochthon oder allochthon schwer zu entscheiden. Sämtliche Nannoplanktonproben aus dem tertiären Wägitaler Flysch enthalten jedoch immer auch kontaminierte Formen der Oberkreide.

Zusammenfassung

- Die Seltenheit und das sporadische Auftreten des Planktons und des höher entwickelten Benthos (z.B. Kalkschaler) lassen vermuten, dass das Lebensmilieu im Sedimentationsraum des untersuchten Wägitaler Flysches ungünstig beeinflusst wurde. Ein Fehlen dieser Formen infolge Kalklösung in grösserer Meerestiefe muss ebenfalls in Betracht gezogen werden.
- Die Fossilien im unteren Teil eines Sedimentationszyklus mit grobklastischer Sedimentation, graded bedding, Schrägschichtung und convoluter Lamination sind im allgemeinen als allochthon zu betrachten.
- Die höher entwickelte Foraminiferenfauna im pelitischen Teil des Sedimentationszyklus dürfte, mindestens zum Teil, umgelagert sein.
- Lediglich die primitive Sandschalerfauna in den pelitischen Lagen wird als autochthon betrachtet.
- Die auftretenden Mischfaunen können – mit Ausnahme des primitiven Flyschbenthos – als Ganzes umgelagert worden sein.
- Bei der Mikroflora sind keine optischen Merkmale für Umlagerung festzustellen. Erwähnenswert ist, dass alle Proben mit tertiärer Flora auch Oberkreideformen enthalten.
- Rückschlüsse hinsichtlich Alter des Wägitaler Flysches und Ökologie seines Sedimentationsraumes sind deshalb anhand der auftretenden Fossilgemeinschaften mit Vorbehalt zu ziehen.

Foraminiferen

Die bisherigen Untersuchungen der fossilen Fauna des Wägitaler Flysches beschränkten sich auf die Arbeiten von LEUPOLD (1943), WINTER (1956) und FREI (1963).

LEUPOLD (1943, p. 270) fand in einem Sandkalk des Wägitaler Flysches *Siderolites* sp., und WINTER (1956, p. 109–118) glaubte, anhand von planktonischen Foraminiferen Turonian und Campanian bis Maastrichtian festzustellen (vgl. dazu die Bemerkungen p. 545). Ferner gelang ihm im Plattentobel der Nachweis von *Nummulites* sp. und *Assilina* sp., womit das Vorhandensein von Tertiär im Wägitaler Flysch feststand. FREI führte stratigraphisch-mikropaläontologische Untersuchungen durch und konnte dadurch den Wägitaler Flysch in zwei Schuppen unterteilen. Eine nördliche Basis-Schuppe umfasste stratigraphisch unteres Turonian und mittleres Campanian bis mittleres Maastrichtian, eine südliche Dach-Schuppe unteres Turonian

bis mittleres Maastrichtian und Paleozän bis Untereozän (FREI 1963, Tf. 1). Alle diese Altersbestimmungen aufgrund von Foraminiferen erfolgten lediglich in Dünnschliffen von Hartbänken, die Pelite wurden nicht näher untersucht.

Zur Ergänzung dieser Arbeiten wurden für die vorliegenden Resultate deshalb ausschliesslich diese mergelig-tonigen Zwischenlagen auf ihren Gehalt an Mikrofossilien geprüft. Die Proben wurden entlang der neuerbauten Strassen aufgesammelt, die das Gebiet des Wägitaler Flysches senkrecht zum Streichen, d.h. in N-S-Richtung, dreimal durchqueren. Die Mikrofauna und -flora ist den Verbreitungstabellen (Fig. 13–18) zu entnehmen, für die Lagen der einzelnen Proben siehe Tf. VIII.

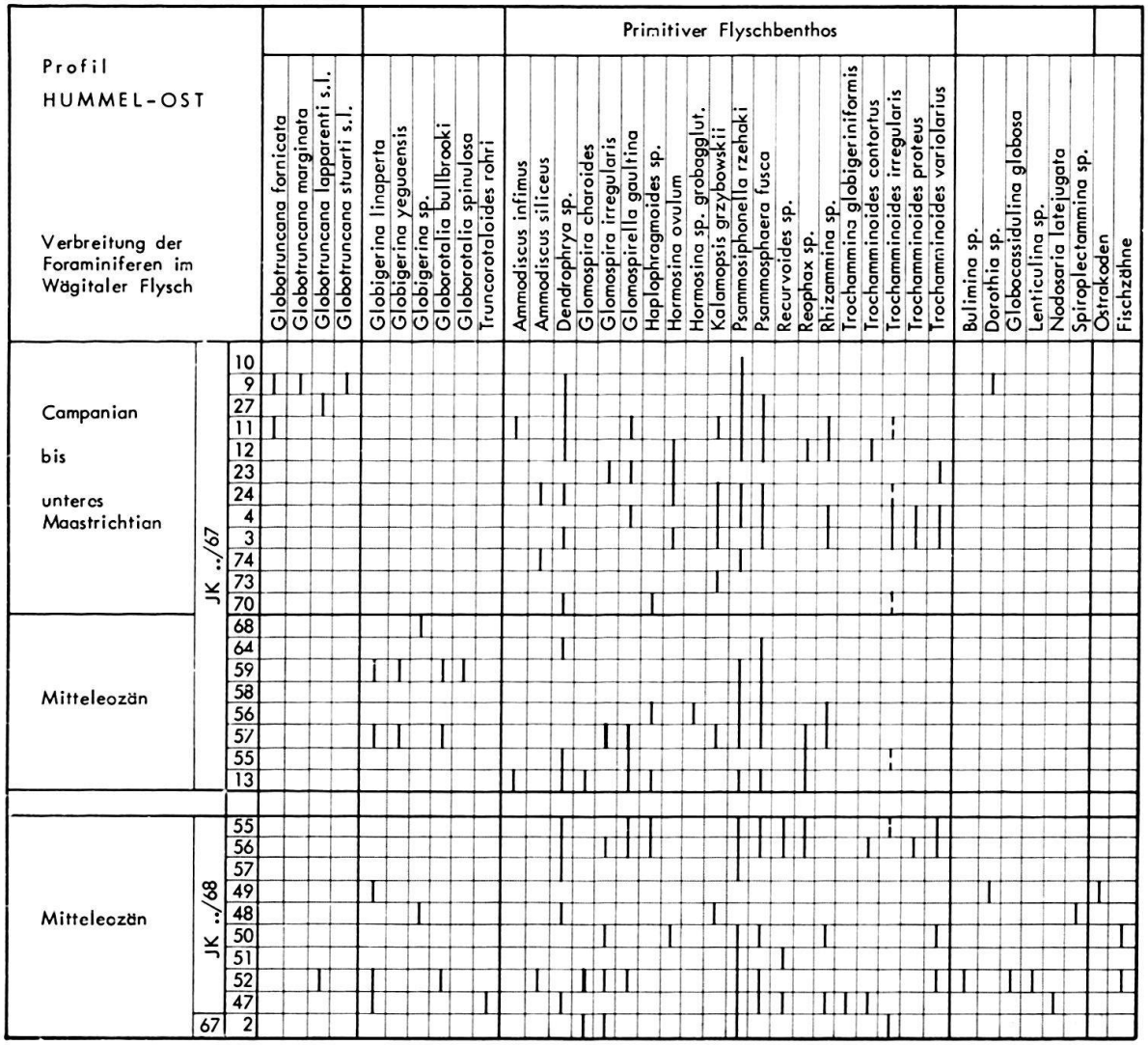


Fig. 13.

Faunenvergesellschaftungen

Die aus den schlämmbaren Peliten isolierten planktonischen und benthonischen Foraminiferen lassen sich in vier Faunentypen unterteilen:

1. Foraminiferenfaunen des Campanian bis unteren Maastrichtian und 3.
2. Foraminiferenfaunen des Mitteleozäns und 3.
3. Primitive Flyschbenthosfauna
4. Mischfaunen von 1. 2. und 3.

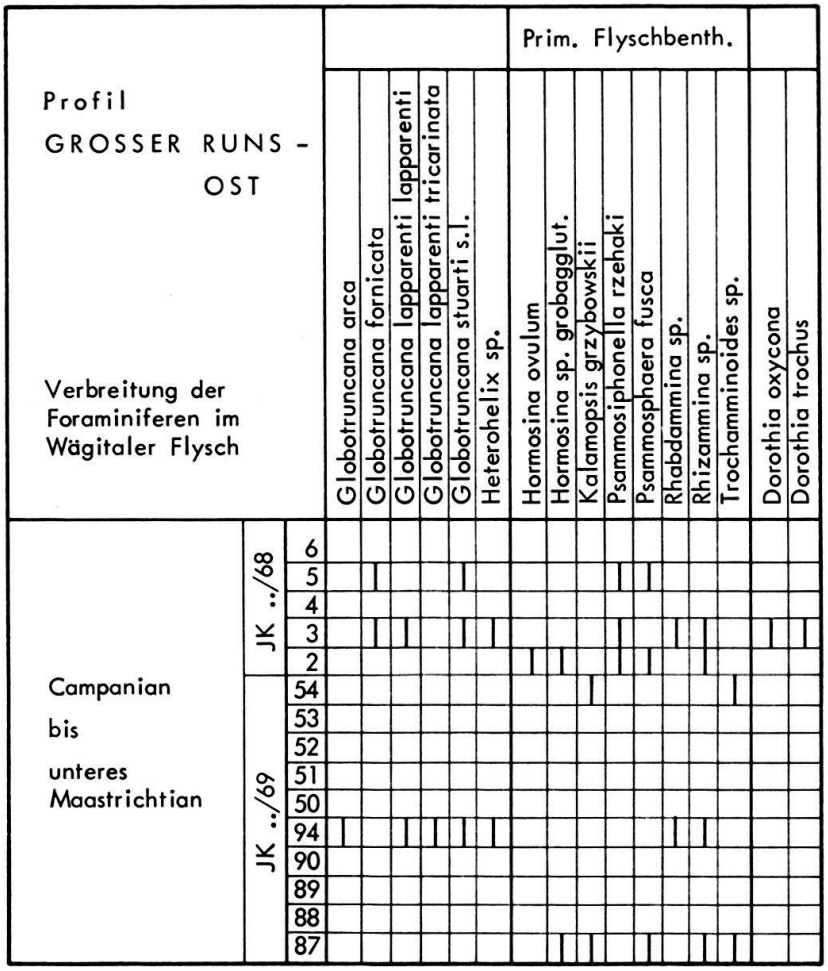


Fig. 14.

Innerhalb dieser Typen sind weitere Unterschiede vorhanden, welche das gemeinsame oder alleinige Auftreten von planktonischen, benthonischen und primitiven Foraminiferen betreffen und im Folgenden durch Beispiele dargestellt werden.

Bei den benthonischen Foraminiferen wird zwischen höher entwickelten Sand- und Kalkschalern unterschieden im Gegensatz zu den hier als autochthon betrachteten primitiven Flyschformen. Das höher entwickelte Benthos umfasst dabei Formen, wie sie sich z.B. im Ablagerungsraum der Amdenerschichten und Globigerinenmergel entfalteten (*Ataxophragmiidae*, *Anomalinidae*, *Buliminidae*, *Pleurostomellidae*, *Osangulariidae*, *Cibicididae*, *Nodosariidae* u.a.).

Als primitives Flyschbenthos wird diejenige Foraminiferenassoziation bezeichnet, welche den Peliten eigen ist und von PFLAUMANN (1967, p. 223) als spezifisches Merkmal der Flyschfazies bezeichnet wird. Sie umfasst zur Hauptsache primitive Sandschaler der Familien *Astrorhizidae*, *Schizamminidae*, *Saccamminidae*, *Ammodiscidae*, *Hormosinidae* und *Lituolidae* (LOEBLICH und TAPPAN 1964).

1. Foraminiferen des Campanian bis unteren Maastrichtian und 3.

- Planktonische und benthonische Foraminiferen, primitiver Flyschbenthos praktisch fehlend

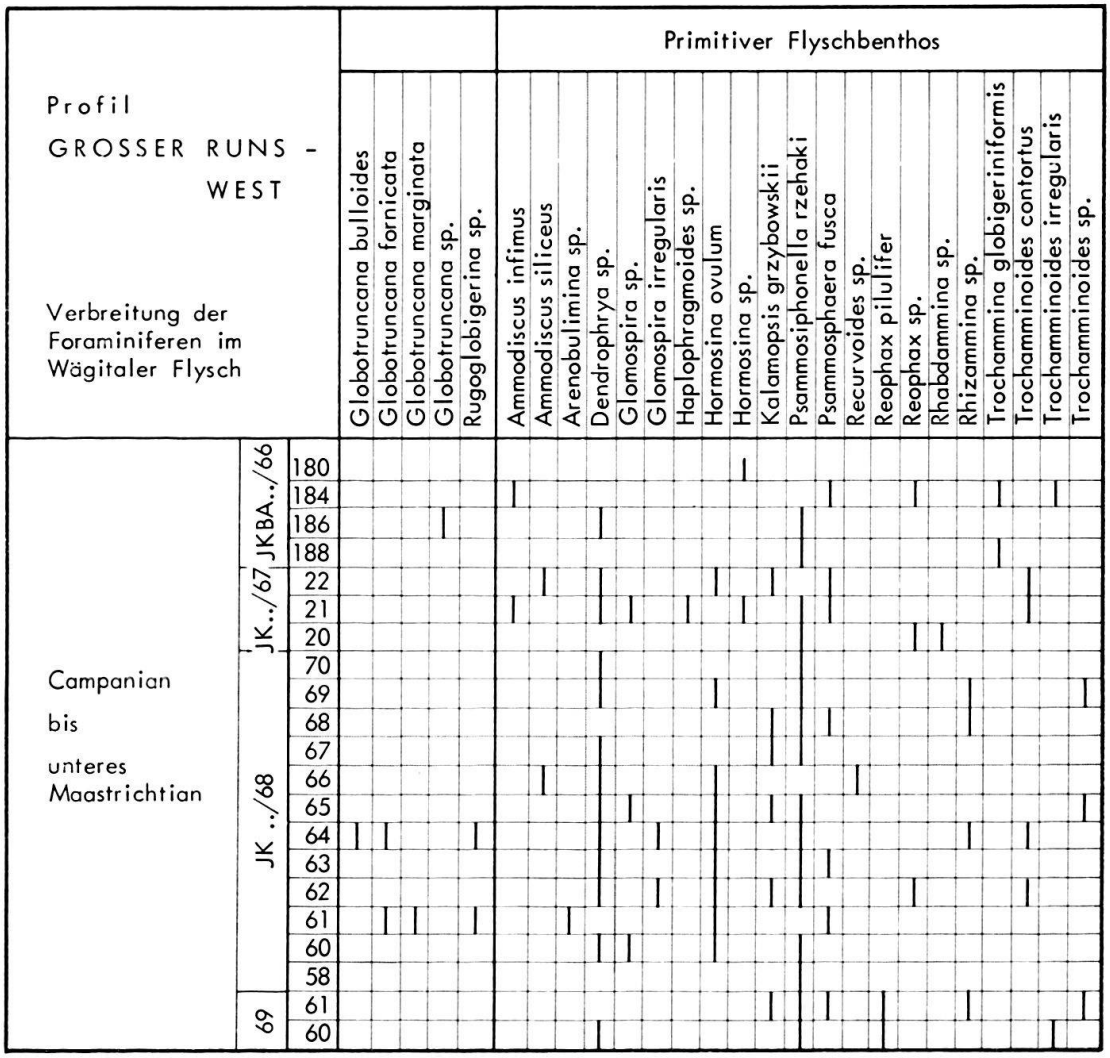


Fig. 15.

JK 101/66:
Globotruncana arca
Globotruncana bulloides
Globotruncana conica
Globotruncana elevata
Globotruncana falsostuarti
Globotruncana fornicata
Globotruncana globigerinoides
Globotruncana lapparenti s.l.
Globotruncana stuarti s.l.
Ataxophragmium depressum
Dorothia conula
Neoflabellina gibbera pilleifera
Pyramidina szajnochae
Vaginulina taylorana
Ammodiscus siliceus
Rhabdammina sp.
Alter: oberes Campanian – unteres Maastrichtian

JK 109/66:
Globotruncana arca
Globotruncana conica
Globotruncana contusa
Globotruncana elevata
Globotruncana fornicata
Globotruncana lapparenti s.l.
Globotruncana marginata
Globotruncana stuartiformis
Rugoglobigerina sp.
Lenticulina sp.
Tritaxia tricarinata
Ostrakoden
Alter: Maastrichtian

Profil HALDEN — Verbreitung der Foraminiferen im Wägitaler Flysch

	JK ../66	93	94	96	97	98	99	100	101	102	103
Campanian bis unteres Maastrichtian	Globotruncana arca				—	—			—		
	Globotruncana bulloides					—			—		—
	Globotruncana conica								—		
	Globotruncana elevata					—			—		—
	Globotruncana falsostuarti								—		—
	Globotruncana fornicata			—	—	—			—	—	
	Globotruncana globigerinoides								—		
	Globotruncana lapparenti s.l.			—	—	—			—		—
	Globotruncana stuartiformis			—		—			—		—
	Heterohelix sp.				—						
	Rugoglobigerina sp.				—						—
	Ataxophragmium depressum								—		
	Clavulina sp.						—	—		—	
	Dorothia conulus								—		
	Dorothia pupa					—				—	
	Gaudryina bronni						—				
	Gavelinella sp.				—						
	Gyroidinoides nitidus				—						
	Neoflabellina gibbera								—		
	Pyramidina szajnochae				—				—		
	Tritaxia trilatera				—						
	Vaginulina taylorana								—		
Mitteleozän	Globigerina linaperta	—		—				—			
	Globigerina yeguaensis			—							
	Globigerinita pera			—							
	Globorotalia aragonensis	—						—			
	Globorotalia bullbrooki	—	—	—				—			
	Globorotalia opima nana			—							
	Globorotalia spinulosa			—							
	Cibicides sp.			—							
	Dorothia fallax									—	
	Eponides sp.					—					
	Gaudryina sp.							—		—	
	Lagena sp.			—							
	Lenticulina sp.							—	—		
	Nodosaria latejugata						—			—	
	Osangularia pteromphalia			—							
	Plectina dalmatina			—							
	Pleurostomella sp.								—		
	Semivulvulina sp.									—	
	Spiroplectammina sp.					—					
	Vulvulina nummulina							—			
Prim. Flyschbenthos	Ammodiscus siliceus						—		—	—	
	Glomospira charoides						—			—	
	Glomospirella gaultina									—	
	Hormosina sp. grobagglut.						—			—	—
	Psammosphaera fusca									—	
	Recurvoides sp.									—	
	Reophax sp.									—	
	Rhabdammina sp.								—		
	Rhizammina sp.					—				—	
	Trochamminoides irregularis									—	
	Fischzähne							—		—	
	Ostrakoden					—					

Fig. 16.

Profil SUMMEREGG — Verbreitung der Foraminiferen im Wägitaler Flysch

	JK ../66	104	105	106	107	108	109
Camp. bis unt. Maastr.	Globotruncana arca						—
	Globotruncana conica						—
	Globotruncana cf. contusa						—
	Globotruncana elevata	—					—
	Globotruncana falsostuarti	—					
	Globotruncana fornicata	—					—
	Globotruncana lapparenti s.l.	—					—
	Globotruncana marginata						—
	Globotruncana stuartiformis	—					—
	Rugoglobigerina sp.			—			—
	Dorothia pupa			—			
	Dorothia trochus			—			
	Gaudryina bronni			—		—	
	Tritaxia trilatera		—				
Mitteleozän	Globigerina cryptomphala					—	
	Globigerina linaperta			—	—		
	Globigerina venezuelana				—		
	Globigerinita pera				—		
	Globigerinatheka index index			—	—	—	
	Globorotalia opima nana			—			
	Anomalina sp.			—		—	
	Aragonia aragonensis			—			
	Cibicides sp.		—				
	Dorothia fallax			—		—	
	Gyroidinoides sp.	—					
	Lenticulina sp.	—	—	—		—	
	Semivulvulina dalmatina					—	
	Tritaxia jarvisi					—	
	Tritaxia tricarinata						—
	Vaginulina sp.	—					
Prim. Flyschbenth.	Ammodiscus siliceus		—			—	
	Glomospira charoides			—			
	Glomospira irregularis			—			
	Hormosina sp.			—		—	
	Haplophragmoides sp.					—	
	Recurvoides sp.	—				—	
	Reophax sp.			—		—	
	Trochammina globigeriniformis			—			
	Fischzähne					—	
	Ostrakoden						—

Fig. 17.

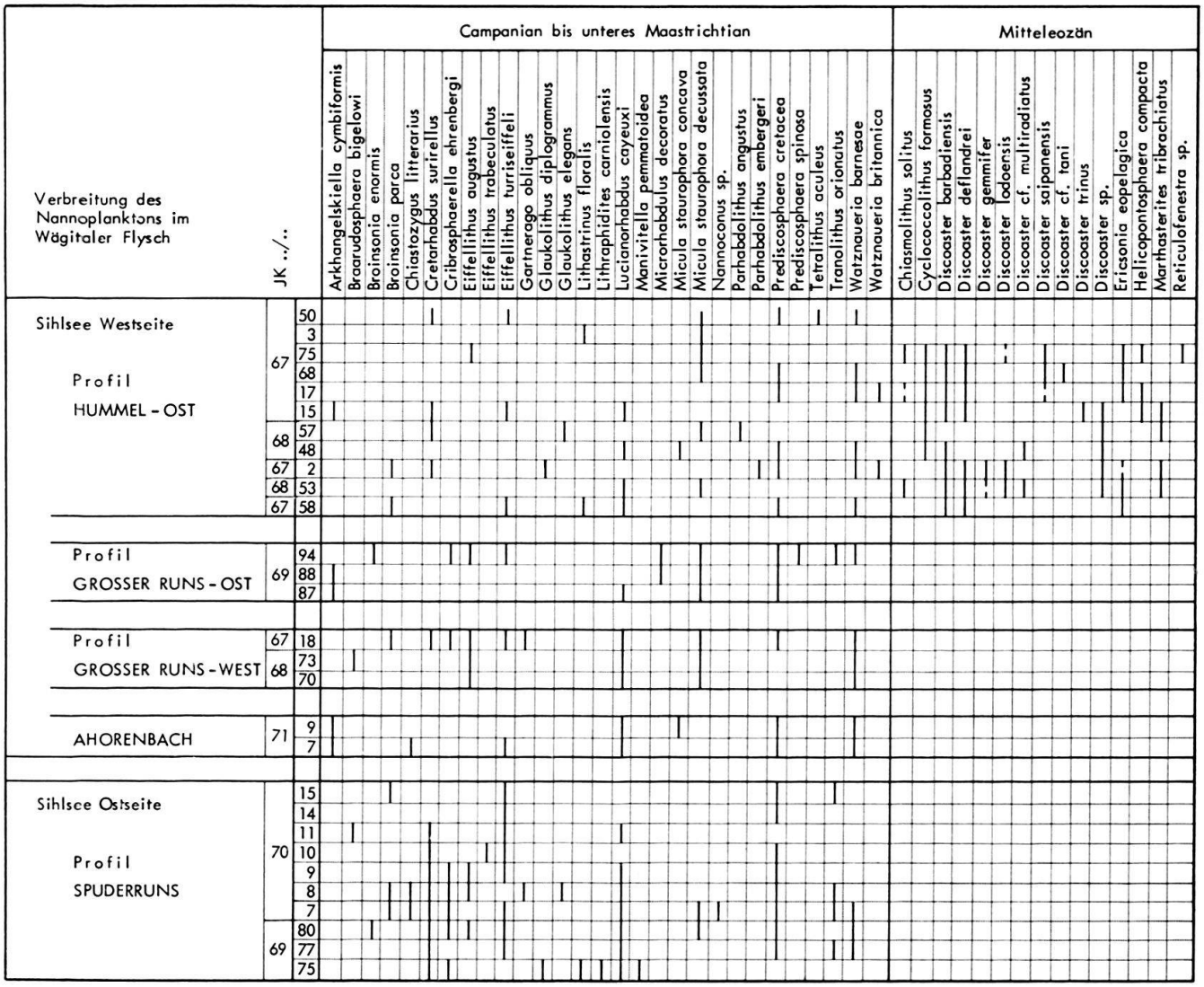


Fig. 18.

– Planktonische Foraminiferen und primitiver Flyschbenthos

JK 94/69:
Globotruncana arca
Globotruncana lapparenti lapparenti
Globotruncana lapparenti tricarinata
Globotruncana stuarti s.l.
Heterohelix sp.
Rhabdammina sp.
Rhizammina sp.
Alter: Campanian – unteres Maastrichtian

JK 103/66:
Globotruncana bulloides
Globotruncana elevata
Globotruncana falsostuarti
Globotruncana lapparenti s.l.
Globotruncana stuartiformis
Hormosina sp.
Alter: Campanian – unteres Maastrichtian

Diese Faunen zeigen eine homogene Zusammensetzung. Globotruncanen und Rugoglobigerinen können gehäuft auftreten und sind von normaler Grösse, während die höher entwickelten, benthonischen Arten in den untersuchten Proben oft nur mit einem bis mehreren Individuen pro Art vorkommen.

2. Foraminiferenfaunen des Mitteleozäns und 3.

– Planktonische und benthonische Foraminiferen, primitiver Flyschbenthos zurücktretend

JK 100/66:
Globigerina linaperta
Globorotalia bullbrooki
Globorotalia aragonensis
Truncorotaloides rohri
Clavulina sp.
Lenticulina occidentalis
Vulvulina nummulina
Gaudryina sp.
Alter: mittleres Mitteleozän

JK 107/66:
Globigerina linaperta
Globigerina venezuelana
Globigerinita pera
Globigerinatheka index index
Alter: Mitteleozän

– Planktonische Foraminiferen und primitives Flyschbenthos

JK 57/67:
Globigerina cf. *hagni*
Globigerina linaperta
Globorotalia bullbrooki
Glomospira irregularis
Glomospirella gaultina
Kalamopsis grzybowskii
Psammosiphonella rzehaki
Psammosphaera fusca
Reophax sp.
Rhizammina sp.
Alter: unteres Mitteleozän

JK 59/67:
Globigerina linaperta
Globigerina yeguaensis
Globorotalia bullbrooki
Globorotalia spinulosa
Psammosiphonella rzehaki
Psammosphaera fusca
Alter: Mitteleozän

Hier ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Oberkreidefaunen. Die planktonischen Foraminiferen treten jedoch wesentlich weniger häufig auf, und die Formen sind oft kleinwüchsig. Altersmässig entsprechen sie dem unteren bis mittleren Mitteleozän.

3. Primitive Flyschbenthosfauna

– Es ist nur primitives Flyschbenthos vorhanden

JK 56/68:
Dendrophrya sp.
Glomospira charoides
Glomospira irregularis
Haplophragmoides sp.
Psammosiphonella rzehaki
Psammosphaera fusca
Recurvoides sp.
Reophax sp.
Trochamminoides contortus
Trochamminoides proteus
Trochamminoides variolarius

JK 4/67:
Glomospirella gaultina
Kalamopsis grzybowskii
Psammosiphonella rzehaki
Psammosphaera fusca
Rhizammina sp.
Trochamminoides irregularis
Trochamminoides proteus
Trochamminoides variolarius

Diese Vergesellschaftung enthält agglutinierende Arten, die in den heutigen Ozeanen vorwiegend im tieferen, kühleren Wasser auftreten und aus verschiedensten Flyschablagerungen beschrieben worden sind (Karpaten, Wienerwaldflysch, Flyschzone N der Kalkalpen, Flysch der Präalpen).

4. Mischfaunen von 1. 2. und 3.

- Planktonische Foraminiferen der Oberkreide und des Mitteleozäns zusammen mit tertiären benthonischen Arten und primitivem Flyschbenthos

JK 140/66:
Globotruncana fornicata
Globotruncana lapparenti s.l.
Globotruncana stuarti s.l.
Globigerina cryptomphala
Globigerina linaperta
Globigerina venezuelana
Globorotalia aragonensis
Globorotalia bullbrooki
Globorotalia cf. *cerroazulensis frontosa*
Globorotalia cf. *opima nana*
Globigerinita pera
Truncorotaloides rohri
Anomalina pompilioides semicribratus
Dorothia lodoensis
Gyroidinoides soldanii
Lenticulina pterodiscoidea
Nodosaria latejugata
Uvigerina jacksonensis
Osangularia pteromphalia
Plectina dalmatina
Cibicides sp.
Gaudryina sp.
Vaginulinopsis sp.
Psammosiphonella rzehaki
Alter: unteres Mitteleozän mit aufgearbeiteten Formen des Campanian bis unteren Maastrichtian.

JK 96/66:
Globotruncana fornicata
Globotruncana lapparenti s.l.
Globotruncana stuartiformis
Globigerina linaperta
Globigerina yeguaensis
Globigerinita pera
Globorotalia bullbrooki
Globorotalia spinulosa
Globorotalia opima nana
Cibicides sp.
Lagena castrensis
Osangularia pteromphalia
Plectina dalmatina
Alter: Mitteleozän mit aufgearbeiteten Formen des Campanian bis unteren Maastrichtian

Die Globotruncanen treten hier zusammen mit einer homogenen mitteleozänen Fauna auf und entsprechen denjenigen aus dem unteren Teil des Wägitaler Flysches.

Charakteristik der Mikrofauna

Die Verbreitung der Foraminiferen in den Peliten des Wägitaler Flysches ist sehr sporadisch. Eine gewisse Regelmässigkeit ist bei den typischen primitiven Sandschalern in dem Sinne festzustellen, dass sie in fossilführenden Proben immer auftreten, wenn in gewissen auch nur mit wenigen Individuen. GRÜN et al. (1964) schieden im Wienerwaldflysch mit Hilfe des primitiven Flyschbenthos drei Sandschalerzonen aus: Psammosiphonellen-Zone, fossilarme Zone, Glomospiren-Zone. Die Untersuchungen erstrecken sich über eine 550 m mächtige Flyschserie bei Hochstrass (Niederösterreich). Dies sind Fazieszonen, welche lediglich Unterschiede in bezug auf die Verbreitung gewisser Sandschalergruppen angeben und die autochthone Biofazies des Sediments charakterisieren, denen aber keine sichere stratigraphische Aussage zukommt. Zwei dieser Fazieszonen, die Psammosiphonellen- und die Glomospiren-Zone können auch im Wägitaler Flysch wenigstens einigermassen erkannt werden, soweit es das sporadische Auftreten der betreffenden Arten erlaubt, während die fossilarme Zone von GRÜN et al., die im Wienerwaldflysch an einen Sandsteinkomplex

gebunden ist und somit nur lokale Bedeutung hat, im Untersuchungsgebiet nicht ausgeschieden werden kann.

Psammosiphonellen-Fazieszone: Häufiges Auftreten von *Psammosiphonella* sp., *Rhabdammina* sp., *Rhizammina* sp. und der glattschaligen *Hormosina ovulum*. Sie sind von grauer Farbe und fein- bis mittelkörnig agglutinierend. Diese Formen sind in dem Teil des Wägitaler Flysches verbreitet, der Oberkreidefaunen enthält.

Glomospiren-Fazieszone: *Ammodiscus* sp., *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp. und grobagglutinierende Hormosiniden wie *Reophax* sp. sind häufig. Fischzähne und Ostrakoden treten vermehrt auf, und die Fossilien sind im Gegensatz zu den grauen und fein- bis mittelkörnig agglutinierenden der Psammosiphonellen-Fazieszone gelblichbraun und grobagglutinierend. Diese Formen sind vorwiegend in dem Teil verbreitet, der tertiäre Foraminiferen enthält.

Durchläufer in beiden Fazieszonen sind *Trochammina globigeriniformis* und *Trochamminoides* sp. (*T. contortus*, *T. irregularis*, *T. proteus*, *T. variolarius*), die im Gegensatz zum Wienerwaldflysch in der Glomospiren-Fazieszone nicht kleinwüchsig werden (GRÜN et al. 1964, p. 237).

Ökologische Unterschiede, die nach den bisherigen Untersuchungen aus Fazies und Lithologie nicht ersichtlich sind, können die Ursache für diese Faunenunterschiede sein. Trotzdem keine guten Leitformen auftreten, können die beiden Faunenvergesellschaftungen der Psammosiphonellen- und der Glomospiren-Fazieszone eventuell doch von stratigraphischer Bedeutung sein (GRÜN et al. 1964, p. 238).

Nannoplankton

Das Nannoplankton in den mergelig-tonigen Peliten des Wägitaler Flysches entspricht verbreitungs- und altersmässig den Foraminiferen. Sterile Proben sind häufig, in den übrigen variiert das Nannoplankton in bezug auf Erhaltungszustand und Artenreichtum stark. Es kann in foraminiferenführenden Proben fehlen, tritt anderseits jedoch auch in foraminiferenfreien Peliten auf. Tertiäre Nannoplanktonfloren sind immer mit Oberkreideformen kontaminiert, was bei den Foraminiferen weniger der Fall ist. Es besteht auch hier die Möglichkeit, dass das Nannoplankton in der Flyschfazies umgelagert ist. Arten und Verbreitung des untersuchten Nannoplanktons im Wägitaler Flysch ist aus Figur 18 ersichtlich.

Dinoflagellaten und Hystrichosphären

Dinoflagellaten und Hystrichosphären konnten aus 10 von 23 untersuchten Proben isoliert werden. Bei den Hystrichosphären, die teilweise den Gattungen *Hystrichosphaeridium* und *Oligosphaeridium* zuzuordnen sind, gestattete der Erhaltungszustand keine nähere Bestimmung. In der Probe JK 60/69 fanden sich neben Hystrichosphären vier Arten von Dinoflagellaten, die R. DE HAAN, Shell Internationale Petroleum Maatschappij N.V., s-Gravenhage, freundlicherweise wie folgt bestimmte:

JK 60/69: *Deflandrea denticulata* ALBERTI 1959
(Maastrichtian – Paleozän)
Deflandrea diebeli ALBERTI 1959
(Paleozän – unteres Eozän)
Deflandrea cf. *pannucea* STANLEY 1965
(Paleozän)

Palaeocystodinium lidiae (GÖRKA 1963) DAVEY 1969
(Maastrichtian)

Die Probe stammt aus dem Teil des Wägitaler Flysches mit Oberkreidefaunen (Tf. VIII) und enthält an Foraminiferen nur primitive Sandschaler. Die bis jetzt bekannte stratigraphische Verbreitung dieser Dinoflagellaten deutet auf höhere Oberkreide bis Paleozän hin. Inwiefern sie eine Mischflora darstellen oder autochthon sind, kann anhand dieses Einzelvorkommens nicht entschieden werden.

Ergebnisse der mikropaläontologischen Untersuchungen

FREI (1963) untersuchte den Wägitaler Flysch in stratigraphisch-mikropaläontologischer Hinsicht und unterteilte ihn aufgrund der Foraminiferen der Sandsteine in verschiedene stratigraphische Horizonte. Dabei betrachtete er die Serie als kontinuierliche Abfolge vom unteren Turonian bis in das untere Eozän und unterschied eine *Basis des Wägitaler Flysches* und eine *Hauptmasse des Wägitaler Flysches* (unteres Turonian bis mittleres Maastrichtian), hier als Wägitaler Flysch mit Fossilien der Oberkreide bezeichnet, sowie ein *Oberer Abschluss des Wägitaler Flysches, alttertiärer Anteil* (Paleozän bis Untereozän), hier als Wägitaler Flysch mit Fossilien des Mitteleozäns bezeichnet. Diese stratigraphische Unterteilung von FREI kann nach den vorliegenden Resultaten nicht mehr aufrechterhalten werden. Danach stellt der Wägitaler Flysch keine durchgehende Serie vom Turonian bis Untereozän dar; aufgrund der Mikrofossilien sind lediglich zwei stratigraphisch beschränkte Intervalle von Campanian bis unterem Maastrichtian und Mitteleozän, oder sogar nur Teilabschnitte davon, vorhanden.

Wägitaler Flysch mit Mikrofossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian

Westlich des Sihlsees:

FREI (1963) glaubte im Wägitaler Flysch zwei Streifen von unterem Turonian feststellen zu können, die er einer Basis- und einer Dachschuppe zuordnete und als stratigraphische Basis des Flysches betrachtete. Die vorliegenden Untersuchungen ergaben jedoch für beide Ausbißstreifen andere Resultate (s. auch Kapitel Wildflysch).

Wägitaler Flysch südlich an die AESZ angrenzend:

Grossbach: Zweifel an den Bestimmungen von turonen Foraminiferen von WINTER (1956) und FREI (1963) werden auf p. 545 geäussert. Die hier aufgesammelten Proben (JK 1/71 bis 3/71) erwiesen sich in bezug auf Foraminiferen und Nannoplankton als steril. Die Verhältnisse im Streichen E und W des Grossbaches, an der Strasse entlang der Bergketten Hummel und Amselspitz auf Kote 1300 m, lassen den Schluss zu, dass angrenzend an die AESZ kein turoner Flysch existiert. Südlich der AESZ folgt direkt Wägitaler Flysch mit Fossilien der höheren Oberkreide:

Hummel: Südlich an die Globigerinenmergel der höchsten Schuppe der AESZ anschliessend liegt ein mittel- bis obereozäner Wildflysch, der von Wägitaler Flysch mit einer Globotruncanenfauna und Nannoplanktonflora des Campanian bis unteren Maastrichtian überlagert wird. In der Ijenruns ist der Flysch durch eine geringmächtige Schuppe von Wildflysch unterbrochen (Tf. VIII, Fig. 12).

Amselspitz: Die Globigerinenmergel der höchsten Schuppe der AESZ werden abgelöst von einem geringmächtigen südhelvetischen Flysch. Gegen S folgt Wägitaler

Flysch mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian (Tf. VIII, Fig. 12).

Wägitaler Flysch im Malosen- und Vogelwaldtobel (W Alpthal) und im Ahorenbach (W Silhlsee):

Siehe die Bemerkungen bezüglich turone planktonische Foraminiferen p. 545. Keine aus dem Malosentobel entnommene Schlämmprobe enthielt Foraminiferen. Dies dürfte seinen Grund in der lithologischen Ausbildung haben (FREI 1963, p. 101), denn die Pelite sind hier geringmächtig und werden in kurzen Abständen von Turbiditen überlagert, d.h. die Dauer eines Sedimentationszyklus war zu kurz, als dass sich eine autochthone primitive Flyschfauna hätte entwickeln können. Das spärliche Nannoplankton (Fig. 18) aus diesen Peliten hat ein Alter von Campanian bis Maastrichtian und stimmt mit demjenigen des übrigen Wägitaler Flysches, der Oberkreidefossilien enthält, überein.

FREI (1963, p. 115–116, 134), der für den Wägitaler Flysch eine lückenlose stratigraphische Abfolge annahm, konnte über seinem – nun wegfallenden – unteren Turonian bezeichnenderweise kein oberes Turonian bis unteres Campanian nachweisen. Wie aus der Verbreitung der Globotruncanen und des Nannoplanktons des Campanian bis unteren Maastrichtian (Tf. VIII; Fig. 13, 14, 15, 18) und den Bemerkungen über die Umlagerung der Mikrofossilien in Flyschablagerungen hervorgeht, ist der Wägitaler Flysch nirgends älter als Campanian; womit jedoch keine Aussage über das wirkliche Alter gemacht sei.

Im Untersuchungsgebiet westlich des Sihlsees konnten im Schichtstoss des Wägitaler Flysches zwischen der AESZ und dem Flysch, der tertiäre Mikrofossilien enthält, somit nur Faunen und Floren des Campanian bis unteren Maastrichtian festgestellt werden (Tf. VIII; Fig. 13, 14, 15, 18; p. 118). Auch das Alter der Grossforaminiferen der auf p. 532 erwähnten Feinbrekzie stimmt mit demjenigen der planktonischen Fauna der pelitischen Lagen überein.

Östlich des Sihlsees:

Wie aus Figur 16 und 17 ersichtlich ist, enthält der Wägitaler Flysch in den nördlichsten Aufschlüssen E des Sihlsees, unmittelbar über der höchsten, südlichsten Schuppe der AESZ, ebenfalls Globotruncanen des Campanian bis höheren unteren Maastrichtian. Dieser geringmächtige Streifen mit Oberkreideforaminiferen wird abgelöst durch Flysch mit mitteleozänen Faunen, der seinerseits erneut von Wägitaler Flysch mit Oberkreidefaunen gefolgt wird (siehe Tf. VIII). Weiter S, jenseits des Eubaches im Gebiete des Stockrains, konnten weder im Profil der Spuderruns noch im Chrummfluewald (Tf. VIII, Profile gemeinsam mit Prof. HANTKE aufgenommen) Foraminiferen gefunden werden. Einige Proben enthielten jedoch eine Nannoplanktonflora des Campanian (Fig. 18). Auch hier ist hauptsächlich Wägitaler Flysch mit Fossilien der Oberkreide vorhanden.

Wägitaler Flysch mit Mikrofossilien des Mitteleozäns

WINTER (1956, p. 116) erwähnte *Nummulites* sp. und *Assilina* sp. aus dem Plattentobel und FREI (1963, p. 118–119) bestimmte in Dünnschliffen aus dem Zwäckentobel «grosse, grobporige Globigerinen alttertiären Charakters», sowie *Assilina* sp. aus dem Etterentobel.

Durch die vorliegenden Untersuchungen der Pelite konnten diese Funde von tertiären Mikrofossilien vermehrt werden, die planktonische und benthonische Foraminiferen (Fig. 13, 16, 17), kalkiges Nannoplankton (Fig. 18) und Dinoflagellaten (p. 542) umfassen.

Westlich des Sihlsees:

Die neuerbauten Waldstrassen legten nur auf der Ostseite der Bergkette Hummel – Gschwändstock, im Gebiete des Plattentobels, Aufschlüsse von Wägitaler Flysch mit Fossilien des Mitteleozäns frei. Hier konnten die Resultate von WINTER (1956) und FREI (1963) in bezug auf die Verbreitung tertiären Flysches bestätigt werden (FREI 1963, Tf. 1; Tf. VIII); die Mikrofossilien besitzen durchwegs mitteleozänes Alter. Eine lückenlose Sedimentation des Wägitaler Flysches von der Oberkreide bis in das mittlere Eozän kann somit hier nicht nachgewiesen werden. Weiter W, im Taleinschnitt des Grossbaches, treten in den untersuchten Aufschlüssen nur Oberkreideformen auf.

Östlich des Sihlsees:

N des Eubaches ist im Dach der AESZ ein schmaler Streifen von Wägitaler Flysch aufgeschlossen, der neben Oberkreidefaunen solche des Mitteleozäns und Mischfaunen enthält (Tf. VIII; Fig. 16, 17).

Zusammenfassung

- Turonian konnte im Gegensatz zu FREI (1963) in den schlämmbaren Peliten des Wägitaler Flysches nicht nachgewiesen werden.
- Fossilien des Coniacian und Santonian fehlen ebenfalls, auch als aufgearbeitete Formen sind sie nicht beobachtet worden.
- Die Hauptmasse des Wägitaler Flysches enthält homogene Faunen des Campanian oder unteren Maastrichtian, oder Teilabschnitte davon.
- Altersäquivalente des Paleozäns bis Untereozäns sind weder als homogene Faunen noch als aufgearbeitet nachgewiesen worden.
- Der obere Abschluss des Wägitaler Flysches enthält mitteleozäne Fossilien. Die auftretenden Mischfaunen führen neben den mitteleozänen nur allochthone Formen, die denjenigen des Wägitaler Flysches mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian entsprechen.

Zur Altersfrage des Wägitaler Flysches

Es wurde auf die Gründe der Unsicherheit hingewiesen, mit welcher die Altersbestimmungen in Flyschablagerungen mit Hilfe von Mikrofossilien behaftet sein können. Das Übertragen der Altersindikation derselben auf das Sediment ist deshalb nicht ohne diese Vorbehalte möglich.

Die Untersuchungen der schlämmbaren Pelite des Wägitaler Flysches zeigen, dass hier nur Mikrofossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian und des Mitteleozäns enthalten sind und dass die mitteleozänen Mischfaunen als fremde Formen Globotruncanen führen, die denjenigen des Oberkreideanteils des Wägitaler Flysches entsprechen.

Aus Hartbänken sind fragliche turone Foraminiferen bestimmt worden: WINTER (1956, p. 109–115; siehe auch FREI 1963) erwähnte *Rotalipora apenninica* und *R. mont-*

salvensis, die jedoch mit einer turonen Alterseinstufung nicht vereinbar sind; seine Abbildungen dieser Formen machen überdies deutlich, dass es sich dabei um einkielige *Globotruncana stuarti*- und zweikielige *G. lapparenti*-Formen handelt. FREI (1963, p. 101–104) bestimmte *Globotruncana* cf. *helvetica*, *G.* cf. *inflata* und *Praeglobotruncana* cf. *delrioensis*. Leider blieb seine Schliffsammlung unauffindbar, und eine Kontrolle der Bestimmungen war deshalb nicht möglich. Die übrigen von FREI erwähnten planktonischen Foraminiferen sind alle dem Zeitintervall Campanian bis unteres Maastrichtian zuzuordnen und stimmen mit den untersuchten Foraminiferen der geschlämmten Pelite überein. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass turone Globotruncanen im Wägitaler Flysch fehlen und eine auffällige Beschränkung der Mikrofossilien auf die stratigraphischen Horizonte des Campanian bis unteren Maastrichtian einerseits und des Mitteleozäns anderseits besteht. Die im tertiären Wägitaler Flysch auftretenden allochthonen Foraminiferen könnten dabei aus dem Flyschanteil mit Oberkreidefossilien stammen.

Die Alterseinstufung des Wägitaler Flysches W und E des Sihlsees ist somit erneut unsicher geworden. Mit dem Wiedereinsetzen der tektonischen Bewegungen in der alpinen Geosynklinale ist die Sedimentation dieses Flysches im Obereozän zum Abschluss gekommen. Nach den Ausführungen über die stratigraphische Aussagekraft der Mikrofossilien in Flyschsedimenten könnte – unter der Annahme, dass sämtliche Fossilien allochthon sind – der Beginn der Sedimentation schon in der Kreide oder im älteren Paleogen in Frage gestellt werden. Auf jeden Fall fanden sich für eine durchgehende Ablagerung vom Turonian bis ins untere Eozän, wie sie von FREI (1963) postuliert wurde, in den schlämmbaren Peliten keine Anhaltspunkte.

Danach muss die Frage des Alters und der Herkunft des Wägitaler Flysches weitgehend offenbleiben, und folgende Möglichkeiten wären erneut zu diskutieren:

1. Die Mikrofossilien des Wägitaler Flysches sind allochthon mit Ausnahme der primitiven Flyschbenthosfauna (in Anlehnung an PFLAUMANN 1964, 1967 und GRÜN et al. 1964). Sie wurden aus fossilen Sedimenten aufgearbeitet und haben deshalb keine stratigraphische Aussagekraft. Darnach hätte der Flysch ein mittel- bis obereozänes Alter wie dies von früheren Autoren angenommen wurde (KAUFMANN 1877, ARN. HEIM 1908) und wäre weiter südlich an die Einsiedler Fazieszone anzuschliessen. Über das Verhältnis zum Burgsandstein kann anhand der vorliegenden Untersuchungen nichts ausgesagt werden.

2. Mit dem primitiven Flyschbenthos werden die planktonischen und benthonischen Foraminiferen, wo sie in homogener Vergesellschaftung auftreten, als autochthon, bzw. kurz nach ihrer Ablagerung umgelagert betrachtet und sind deshalb mindestens annäherungsweise für die Altersdatierung verwendbar.

Daraus resultiert ein relativ mächtiger Oberkreideanteil des Wägitaler Flysches, und die Flyschmasse ist als ultrahelvetisch bis nordpenninisch zu betrachten (LEUPOLD 1942, HSU 1960, TRÜMPY 1960a, FREI 1963).

Tektonik

Als Ergebnis seiner Untersuchungen der Stratigraphie des Wägitaler Flysches gelangte FREI (1963, p. 144–146; Tf. 1, 2) zu folgender Auffassung über die tektonischen Verhältnisse im Gebiete W des Sihlsees:

Der Wägitaler Flysch ist aufzuteilen in eine Basis-Schuppe im Norden und eine Dach-Schuppe im Süden, die generell nach SSE einfallen.

- die Basis-Schuppe umfasst stratigraphisch unteres Turonian und Campanian bis Maastrichtian.
- die Dach-Schuppe enthielt zusätzlich als oberen stratigraphischen Abschluss alttertiäre Anteile.

Eine Verschuppung des Wägitaler Flysches ist auch nach den vorliegenden Resultaten vorhanden und konnte durch das Auftreten von Wildflysch im Wägitaler Flysch mit Fossilien der Oberkreide bestätigt werden. Sie wird also anders begründet, nachweisbare Schubflächen liegen an der Basis und im Dach des eingeschuppten Wildflysches der Ijenruns (Profil Hummel–Gschwändstock, Fig. 12). Die von FREI angenommene Aufteilung aufgrund einer repetierten stratigraphischen Abfolge des Flysches in eine Basis- und eine Dach-Schuppe, deren Trennfläche vom Ahorenbach (W Sihlsee) bis in das Vogelwaldtobel (W Alpthal) und weiter nach W verläuft, ist anhand der untersuchten Mikrofossilien und deren Verteilung im Wägitaler Flysch jedoch nicht zu bestätigen.

Die vorliegenden Ergebnisse der geologischen Kartierung (BAUMANN 1967, KUHN 1967) und der mikropaläontologischen Untersuchungen im Gebiete des Wägitaler Flysches im oberen Sihltal ergeben folgendes, verändertes Bild:

Westlich des Sihlsees:

Es lassen sich von N nach S folgende tektonische Einheiten feststellen:
Bergkette Hummel–Gschwändstock (Tf. VIII, Fig. 12)

N AESZ.
Wildflysch, Obereozän.
Wägitaler Flysch, mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian.
Wildflysch, mit exotischen Kristallingeröllen, fossilleer (Ijenruns).
Wägitaler Flysch, mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian.
Gegen S Übergang in Wägitaler Flysch mit mitteleozänen Fossilien.
S IESZ (Gschwändstock–Stöcken)

Bergkette Amselspitz–Butziflue (Tf. VIII, Fig. 12)

N AESZ (mit südhelvetischem Flysch).
Wägitaler Flysch, mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian.
Gegen S Übergang in Wägitaler Flysch mit mitteleozänen Fossilien.
S IESZ (Butziflue).

Östlich des Sihlsees (Tf. VIII, Fig. 12);

Im Hang nördlich des Eubaches konnte im Dach der AESZ Wägitaler Flysch im Summereggbach bis auf eine Höhe von 1070 m festgestellt werden, der ebenfalls eine Mikrofauna des Campanian und des Mitteleozäns sowie Mischfaunen enthält (Fig. 16, 17). Auf der S-Seite des Eubachtals, in den Wägitaler Flyschmassen mit Nannoplankton des Campanian des Stockrains, konnte bis jetzt kein eingeschuppter Wildflysch beobachtet werden. Nach mündlicher Mitteilung von Prof. R. HANTKE ist

jedoch Wildflysch weiter E, südlich des Gross Aubrig, bei Windegg und S der Rosenhöchi-Sihltalhütte aufgeschlossen.

In diesen aufschlussarmen Flyschgebieten sind tektonische Schubflächen schwer nachweisbar. Anzeichen für ihr Vorhandensein bilden horizontal liegende bis senkrecht einfallende Schichtpakete, Verkehrtserien und Falten. Teilweise könnten diese entlang der neuen Strassen und in Bachgräben beobachteten Erscheinungen jedoch auch durch lokale Sackungen, wie sie in Flyschgebieten verbreitet sind, verursacht worden sein. Der eingeschuppte Wildflysch lässt jedoch vermuten, dass weitere Schubflächen im Wägitaler Flysch anzunehmen sind und eine grössere Mächtigkeit des Flysches durch interne Schuppentektonik vorgetäuscht wird.

ANHANG

Planktonische Foraminiferen

Auf eine Beschreibung und Abbildung der planktonischen Foraminiferen der santonen Amdenerschichten sowie der mitteleozänen Globigerinenmergel der AESZ wird verzichtet. Da es sich hauptsächlich um weitverbreitete Arten handelt, wird auf die umfangreiche Literatur verwiesen (Literaturverzeichnis in BAUMANN 1971 und CARON 1966). Die Fassung der Gattung *Globigerinatheka* BRÖNNIMANN 1952 entspricht derjenigen von PROTO DECIMA und BOLLI (1970) und BOLLI (1972); für die Entwicklungsreihe von *Globorotalia cerroazulensis* ist die Darstellung durch TOURMARKINE und BOLLI (1970) massgebend.

Benthonische Foraminiferen

Die untersuchte benthonische Foraminiferenfauna umfasst 74 Arten aus dem Santonian, 125 Arten aus dem oberen Mitteleozän und 9 Arten aus dem Wägitaler Flysch. Die systematische Beschreibung der Arten ist dem deponierten Belegmaterial beigelegt (Geolog. Institut der ETH-Zürich, Naturhistorisches Museum Basel).

LITERATURVERZEICHNIS

ALLEMANN, F. (1957): *Geologie des Fürstentums Liechtenstein (Südwestlicher Teil) unter besonderer Berücksichtigung des Flyschproblems.* Jb. hist. Ver. Fürstentum Liechtenstein *56*.

BAUMANN, P. (1967): *Die äussere Einsiedler Schuppenzone westlich des Sihlsees.* Diplomarbeit ETH, Manuskript.

– (1970): *Mikropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen der obereozänen-oligozänen Scaglia im zentralen Apennin* (Italien). Eclogae geol. Helv. *63*/3, 1133–1211.

BAUMANN, P., BOLLI, H.M., KUHN, J., OCHSNER, A., SCHINDLER, C., und TRÜMPY, R. (1968): *Bericht über die Exkursion der SGG in die Schwyzer- und Glarner Alpen.* Eclogae geol. Helv. *61*/2, 509–521.

BECKMANN, J.P. (1954): *Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocaen-Oligocaen) von Barbados, Kl. Antillen.* Eclogae geol. Helv. *46*/2, 301–412.

BENTZ, F. (1948): *Geologie des Sarnerseegebietes.* Eclogae geol. Helv. *41*/1, 1–77.

BETTENSTAEDT, F. (1957): *Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen.* Z. dt. Geol. Ges. *109*, 566–592.

BISIG, B. (1957): *Blattengratflysch und Sardonaflysch im Sernftal.* Diss. ETH, Zürich.

BODELLLE, J. (1971): *Les formations nummulitiques de l'arc de Castellane.* Diss. Univ. Nizza.

BÖHM, J., und HEIM, ARN. (1909): *Neue Untersuchungen über die Senonbildungen der östlichen Schweizeralpen.* Abh. schweiz. paläont. Ges. *36.*

BOLLI, H.M. (1944): *Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken.* Eclogae geol. Helv. *37*/2, 217–328.

– (1950): *Zur Altersbestimmung von Tertiärschiefern aus dem Helvetikum der Schweizer Alpen mittels Kleinforaminiferen.* Eclogae geol. Helv. *43*/1, 105–114.

– (1957): *Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando Formations of Trinidad, B.W.I.* U.S. Nat. Mus. Bull. *215*, 155–172.

– (1966): *Zonation of Cretaceous to Pliocene Marine Sediments Based on Planktonic Foraminifera.* Boll. inf. As. Venezolana de Geologia, Mineria y Petroleo *9*/1, 3–32.

– (1970): *The Foraminifera of Sites 23–31, Leg 4.* Init. Rep. DSDP *4*, 577–643.

– (1972): *The Genus Globigerinatheka* BRÖNNIMANN. Im Druck.

BOUMA, A.H. (1962): *Sedimentology of Some Flysch Deposits: a Graphic Approach to Facies Interpretation.* Elsevier, Amsterdam.

BOUSSAC, J. (1912): *Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin.* Mém. carte géol. France, 1912.

BROUWER, J. (1955): *Agglutinated Foraminiferal Faunas from Some Turbiditic Sequences. I and II.* Proc. K. Nederl. Akad. Wetensch., ser. B, *68*/5.

BRÜCKNER, W. (1952): *Globigerinenschiefer und Flysch, ein Beitrag zur Geologie der jüngsten helvetisch-ultrahelvetischen Ablagerungen der Schweizeralpen.* Verh. natf. Ges. Basel *63*, 17–40.

CARON, M. (1966): *Globotruncanidae du crétacé supérieur du synclinal de la Gruyère (Préalpes Médianes, Suisse).* Rev. Micropal. *9*/2, 68–93.

CITA, M.B. (1950): *L'eocene della sponda occidentale del Lago di Garda.* Riv. ital. Paleont. Stratigr. *56*, 81–113.

CUSHMAN, J.A. (1946): *Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and Adjacent Areas.* U.S. Geol. Survey Prof. Pap. *206.*

DOUGLAS, R.G. (1971): *Cretaceous Foraminifera from the Northeastern Pacific Ocean: Leg 6, Deep Sea Drilling Project.* Init. Rep. DSDP *6*, 1027–1053.

ECKERT, R.H. (1963): *Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh.* Eclogae geol. Helv. *56*/2, 1001–1072.

ECKERT, R.H., HOTTINGER, L., MOHLER, H.P., und SCHAUB, H. (1965): *Kreide und Alt-Tertiär des Helvetikums in der Zentralschweiz.* Bull. VSP *31*/84, 115–123.

ELLIOT, G. (1963): *Problematical Microfossils from the Cretaceous and Palaeocene of the Middle East.* Palaeontology *6*/2, 293–300.

ESCHER, H.C. (1791–1809): *Fragmente über die Naturgeschichte Helvetiens.* Manuskript, depon. Geol. Inst. Zürich.

FORRER, M. (1949): *Zur Geologie der östlichen Wildhauser Mulde.* Jb. St. Galler natw. Ges. *73*, 3–99.

FREI, R. (1963): *Die Flyschbildungen in der Unterlage von Iberger Klippen und Mythen.* Diss. ETH, Zürich.

FREY, F. (1965): *Geologie der östlichen Claridenkette.* Vjschr. natf. Ges. Zürich *110*/1.

GASSER, U. (1967): *Erste Resultate über die Verteilung von Schweremineralien in verschiedenen Flyschkomplexen der Schweiz.* Geol. Rdsch. *56*, 300–308.

GEIGER, M. (1956): *Die Unterlage der zentral-schweizerischen Klippengruppe Stanserhorn-Arvigrat, Buochserhorn-Musenalp und Klewenalp.* Eclogae geol. Helv. *49*/2, 407–452.

GENDROT, C. (1963): *Quelques Foraminifères nouveaux du Sénonien inférieur des Martigues (Bouches-du-Rhône).* Rev. Micropal. *6*/1, 67–72.

– (1964): *Contribution à l'étude de quelques Foraminifères du Sénonien des Martigues (Bouches-du-Rhône).* Eclogae geol. Helv. *57*/2, 529–535.

– (1968): *Stratigraphie et micropaléontologie du Sénonien de la région des Martigues près Marseille (Bouches-du-Rhône).* Eclogae geol. Helv. *61*/2, 657–694.

GIGON, W. (1952): *Geologie des Habkerntales und des Quellgebietes der Grossen Emme.* Verh. natf. Ges. Basel *63*, 49–136.

GOHRBANDT, K.H.A. (1967): *Some New Planktonic Foraminiferal Species from the Austrian Eocene.* Micropalaeontology *13*, 319–326.

GRÜN, W. (1969): *Flysch Microfauna of the Hagenbach Valley (Northern Vienna Woods), Austria.* Ann. Soc. géol. Pologne *29*, 305–334.

GRÜN, W., LAUER, G., NIEDERMAYR, G., und SCHNABEL, W. (1964): *Die Kreide-Tertiär-Grenze im Wienerwaldflysch bei Hochstrass (Niederösterreich).* Verh. geol. BA, *1964*, 226–283.

HAGN, H. (1953): *Wege und Möglichkeiten mikropaläontologischer Untersuchungen im oberbayerischen Alpenvorland.* Paläont. Z. *27*, 1/2, 16–25.

– (1954): *Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern).* Geologica bav. *22*.

– (1956): *Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung. (Gardasee, Ober-Italien).* Palaeontographica Abt. A, *107*, 67–210.

– (1960): *Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern.* Geologica bav. *44*.

HAGN, H. et al. (1961): *Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Ober-Kreide und des Tertiärs in den östlichen Bayerischen Alpen und angrenzenden Gebieten.* Paläont. Z. *35*, 146–170.

HALKYARD, E. (1918): *The Fossil Foraminifera of the Blue Marl of the Côte des Basques, Biarritz.* Mem. Proc. Manchr. Lit. phil. Soc. *62*/2, 1–145.

HANTKE, R. (1961): *Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal.* Vjschr. natf. Ges. Zürich *106*/1.

HANTKE, R., und TRÜMPY, R. (1964): *Bericht über die Exkursion A der SGG in die Schwyzer Alpen.* Eclogae geol. Helv. *57*/2, 609–618.

HEIM, ARN. (1908): *Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. – Versuch einer Revision der alpinen Eocaen-Stratigraphie.* Abh. schweiz. pal. Ges. *35*.

– (1910): *Observations sur le Nummulitique des Alpes Suisses.* Bull. Soc. géol. Fr. *4*, sér. 10.

– (1911): *Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen.* Beitr. geol. Karte Schweiz NF *31*.

HERB, R. (1962): *Geologie von Amden mit besonderer Berücksichtigung der Flyschbildungen.* Beitr. geol. Karte Schweiz NF 114.

– (1963a): *Über Vorkommen von Amdenerschichten im mittleren Säntisgebirge.* Eclogae geol. Helv. *56*/2, 904–906.

– (1963b): *Zur Geologie der südhelvetischen Schuppenzone von Wildhaus.* Eclogae geol. Helv. *56*/2, 881–904.

– (1965): *Die Oberkreide des Helvetikums von Amden (Kt. St. Gallen).* Bull. VSP *31*/81, 152–159.

– (1966): *Lexique stratigraphique internationale, vol. 1, Europe. Fascicule 7c, Bd.: Wägitaler Flysch.*

HERB, R., und HOTTINGER, L. (1965): *Das Tertiär der helvetischen Decken der Ostschweiz.* Bull. VSP *31*/81, 135–151.

HILTERMANN, H. (1968): *Neuere paläontologische Daten zum Flysch-Problem.* Erdöl-Erdgas-Ztschr. *84*/5, 151–157.

HSU, K.J. (1960): *Paleoccurrent Structures and Paleogeography of the Ultrahelvetic Flysch Basins* Bull. geol. Soc. Am. *71*, 577–610.

JEANNET, A. (1935a): *Avec un géologue à travers le canton de Schwytz.* Actes Soc. helv. sci. nat. Einsiedeln, 236–245.

– (1935b): *Excursion de la société géologique suisse dans les Alpes de Schwyz (Mythen-Iberg-Sihltal).* Eclogae geol. Helv. *28*/2, 627–640.

– (1941): *Geologie der oberen Sihltaler-Alpen (Kanton Schwyz).* Ber. schwyz. natf. Ges. *3*.

JEANNET, A., und BUCK, D. (1934): *Observations stratigraphiques dans le Nummulitique dit d'Einsiedeln.* Eclogae geol. Helv. *27*/2, 370–372.

JEANNET, A., LEUPOLD, W., und BUCK, D. (1935): *Stratigraphische Profile des Nummulitikums von Einsiedeln-Iberg.* Ber. schwyz. natf. Ges. 1, 35–51.

Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project (1970), vol. *4*.

KAUFMANN, F.J. (1877): *Kalkstein und Schiefergebirge der Kantone Schwyz und Zug und des Bürgenstocks bei Stans.* Beitr. geol. Karte Schweiz *14*/2.

– (1886): *Emmen- und Schlierengegend nebst Umgebung bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern–Grafenort»* Beitr. geol. Karte Schweiz *24*/1.

KRAUS, E. (1932): *Über den Schweizer Flysch.* Eclogae geol. Helv. 25/1, 39–129.

– (1942): *Neue Wege der nordalpinen Flyschforschung.* N. Jb. min. geol. Paläont., Abt. B, Beil.-Bd. *87*, 1–243.

KUENEN, PH. H. (1959): *Turbidity Currents, a Major Factor in Flysch Deposition.* Eclogae geol. Helv. *51*/3, 1009–1021.

– (1967): *Geosynclinal Sedimentation.* Geol. Rdsch. *56*, 1–18.

KUENEN, PH. H., und MIGLIORINI, C. I. (1950): *Turbidity Currents as a Cause of Graded Bedding.* J. Geology *58*, 91–127.

KUHN, J. A. (1967): *Die äussere Einsiedler Schuppenzone östlich des Sihlsees.* Diplomarb. ETH, Manuskript.

KSIAKIEWICZ, M. (1961): *Life Conditions in Flysch Basins.* Ann. Soc. géol. Pologne *31*/1, 3–21.

LANGE, P. R. (1956): *Die Vorarlberger Flyschzone am Südrand des helvetischen Halbfensters zwischen Hoher Ifen und Widderstein im Kleinen Walsertal.* Geologie 5/3, 173–218.

LEUPOLD, W. (1933): *Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen.* Eclogae geol. Helv. *26*/2, 295–319.

– (1937): *Zur Stratigraphie der Flyschbildungen zwischen Linth und Rhein.* Eclogae geol. Helv. *30*/1, 1–23.

– (1939): *Die Flyschregion von Ragaz.* Eclogae geol. Helv. *31*/2, 403–428.

– (1943): *Neue Beobachtungen zur Gliederung der Flyschbildungen der Alpen zwischen Reuss und Rhein.* Eclogae geol. Helv. *35*/2, 248–291.

– (1966): *Lexique stratigraphique internationale, vol. 1, Europe. Fascicule 7c, Bd. 1, 2: Blattengrat-Komplex, Einsiedler Nummulitenkalk(e), Einsiedler Flysch, Flysch, südhelvetischer, Nummuliten- und Flyschbildungen, Steinbach.*

LIEBUS, A. (1911): *Die Foraminiferenfauna der mitteleozänen Mergel von Norddalmatien.* Sitzber. K. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl. *120*, Abt. 1, 865–956.

LOEBLICH, A. R., und TAPPAN, H. (1964): *Protista.* Treatise Invertebrate Paleont. *1*, *2*.

LUSSER, K. F. (1829): *Geognostische Forschung und Darstellung des Alpen-Durchschnittes vom St.Gotthard bis Art am Zugersee.* Denkschr. allg. schweiz. Ges. ges. Natw. *1*/1.

– (1842): *Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und des Alpendurchschnittes vom St. Gotthard bis Art am Zugersee.* N. Denkschr. allg. Ges. ges. Natw. *6*.

MARTINI, E. (1971): *Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation.* Proc. II Plankt. Conf. Roma *1970*, 739–785.

MOHLER, H. (1966): *Stratigraphische Untersuchungen in den Giswiler Klippen (Préalpes médianes) und ihrer helvetisch-ultrahelvetischen Unterlage.* Beitr. geol. Karte Schweiz NF *129*.

MOLLET, H. (1921): *Geologie der Schafmatt-Schimberg-Kette und ihrer Umgebung (Kt. Luzern).* Beitr. geol. Karte Schweiz NF *47*/3.

MÜLLER, H. P. (1967): *Die Subalpine Molasse zwischen Alptal und Sattelegg.* Diplomarb. Univ. Zürich, Manuskript.

– (1971): *Geologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen Einsiedeln und oberem Zürichsee (Kt. Schwyz).* Vjschr. natf. Ges. Zürich *116*/1, 1–153.

MURCHISON, R. I. (1849): *On the Geological Structure of the Alps, Alpennines and Carpathians.* Q. J. geol. Soc. London 5/1.

OBERHAUSER, R. (1958): *Neue Beiträge zur Geologie und Mikropaläontologie von Helvetikum und Flysch im Gebiet der Hohen Kugel (Vorarlberg).* Verh. geol. BA *1958*, 121–140.

– (1963): *Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht.* Jb. geol. BA. *106*, 1–88.

– (1968): *Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum.* Jb. geol. BA. *111*, 115–145.

OCHSNER, A. (1921): *Geologie des Fluebrig und der nördlich anschliessenden Flyschregion.* Diss. ETH, Zürich.

OHMERT, W. (1969): *Die Neoflabellinen (Foraminifera) des bayerischen Coniac-Santon.* Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. *9*, 3–32.

PFLAUMANN, U. (1964): *Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Flysch-Oberkreide zwischen Wertach und Chiemsee in Bayern.* Diss. Univ. München.

– (1967): *Zur Ökologie des bayrischen Flysches auf Grund der Mikrofossilführung.* Geol. Rdsch. *56*, 200–227.

PHLEGER, F. B. (1960): *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera.* John Hopkins Press, Baltimore.

POSTUMA, J.A. (1971): *Manual of Planktonic Foraminifera*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York.

PREY, S. (1962): *Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches*. Verh. geol. BA. *1962*, 258–262.

– (1965): *Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches (Fortsetzung)*. Verh. geol. BA. *1965*, 107–118.

PROTO DECIMA, F., und BOLLI, H.M. (1970): *Evolution and Variability of Orbulinoides Beckmanni* (SAITO), Eclogae geol. Helv. 63/3, 883–905.

QUEREAU, E.C. (1893): *Die Klippenregion von Iberg*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF *3*.

RENZ, O. (1936): *Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Scaglia (Oberkreide-Tertiär) im zentralen Apennin*. Eclogae geol. Helv. *29*/1, 1–35.

– (1967): *Zur Deutung des Schuppenbaus der Einsiedler Nummulitenkalke*. Bull. VSP *33*/84, 65–66.

ROLLIER, L. (1912): *Über die obercretacischen Pyritmergel (Wang- und Seewenermergel) der Schwyzer-Alpen*. Verh. schweiz. natf. Ges. 95. Jahresvers., II Teil, 203–207.

– (1923): *Supracrétacique et Nummulitique dans les Alpes suisses orientales*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF *53*.

ROTH, P.H. (1970): *Oligocene Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy*. Eclogae geol. Helv. *63*/3, 799–881.

ROTH, P.H., BAUMANN, P., und BERTOLINO, V. (1971): *Late Eocene-Oligocene Calcareous Nannoplankton from Central and Northern Italy*. Proc. II Plankt. Conf., Roma *1970*, 1069–1097.

RÜEFLI, W.H. (1959): *Stratigraphie und Tektonik des Eingeschlossenen Glarner Flysches im Weisstannental (St. Galler Oberland)*. Diss. ETH, Zürich.

SCHAUB, H. (1951): *Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysches mit besonderer Berücksichtigung der paleocaenen und untereocaenen Nummuliten und Assilinen*. Abh. schweiz. pal. Ges. *68*.

– (1965): *Schlierenflysch*. Bull. VSP *31*/81, 124–134.

SCHIDER, R. (1913): *Geologie der Schrattenfluh im Kt. Luzern*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF *43*.

SCHUBERT, R.J. (1902–1904): *Mitteleocäne Foraminiferen aus Dalmatien I-III*. Verh. K.K. geol. Reichsanst. *1902*, *1904*.

SCHUHMACHER, J. (1948): *Zur Gliederung des marinen Lutétien und basalen Priabonian der Schweizer Alpen*. Eclogae geol. Helv. *41*/1, 79–88.

SLITER, W.V. (1968): *Upper Cretaceous Foraminifera from Southern California and Northwestern Baja California*. Kansas University Press, paleontological contribution *49*, Protozoa 7.

SODER, P.A. (1949): *Geologische Untersuchungen der Schrattenfluh und des südlich anschliessenden Teils der Habkern-Mulde (Kt. Luzern)*. Eclogae geol. Helv. *42*/1, 35–109.

STYGER, G.A. (1961): *Bau und Stratigraphie der nordhelvetischen Tertiärbildungen in der Hausstock- und westlichen Kärpfgruppe*. Diss. Univ. Zürich.

THALMANN, H.E. (1937): *Mitteilungen über Foraminiferen*. Eclogae geol. Helv. *30*/2, 337–356.

– (1947): *Mitteilungen über Foraminiferen IV*. Eclogae geol. Helv. *40*/2, 366–372.

THIERSTEIN, H.R. (1969): *Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Grabser Voralp (Churfirsten)*. Diplomarb. Univ. Zürich, Manuskript.

– (1971): *Foraminiferen und Nannoplankton aus einem Profil durch santone Amdenerschichten in den östlichen Churfirsten*. Eclogae geol. Helv. *64*/1, 29–45.

– (1972): *Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy*. Im Druck.

TOUMARKINE, M., und BOLLI, H.M. (1970): *Evolution de Globorotalia cerroazulensis* (COLE) *dans l'éocène moyen et supérieur de Possagno (Italie)*. Rev. Micropal. *13*/3, 131–145.

TRÜMPY, R. (1960a): *Paleotectonic Evolution of the Central and Western Alps*. Bull. geol. Soc. Am. *71*, 843–908.

– (1960b): *Der Werdegang der Geosynklinale*. Geol. *50*, 4–7.

– (1969): *Die helvetischen Decken der Ostschweiz: Versuch einer palinspastischen Korrelation und Ansätze zu einer kinematischen Analyse*. Eclogae geol. Helv. *62*/1, 105–142.

UCHIO, T. (1960): *Ecology of Living Benthonic Foraminifera from the San Diego, California, Area*. Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ. *5*.

VAN BELLEN, R.C. (1941): *Some Eocene Foraminifere from the Neighbourhood of Ričice Near Imotski, E-Dalmatia, Yougoslavia*. Proc. K. ned. Akad. Wet. *44*.

WEGMANN, R. (1961): *Zur Geologie der Flyschgebiete südlich Elm (Kt. Glarus)*. Diss. Univ. Zürich.

WEIDMANN, M. (1967): *Petite contribution à la connaissance du flysch*. Bull. Lab. Géol. Min. Géophys. et du Mus. Géol. Univ. Lausanne *166*.

WIESENEDER, H. (1967): *Zur Petrologie der ostalpinen Flyschzone*. Geol. Rdsch. *56*, 227–241.

WILLE-JANOSCHEK, H. (1966): *Stratigraphie und Tektonik der Schichten der Oberkreide und des Alttertiärs im Raume von Gosau und Abtenau (Salzburg)*. Jb. geol. BA. *109*, 91–172.

Winter, J. (1956): *Geologische Untersuchungen in den Flyschbildungen zwischen Alptal und Aubrig (Kt. Schwyz)*. Diplomarb. ETH, Zürich, Manuskript.

WITT PUYT, J.F.C. DE (1941): *Geologische und paläontologische Beschreibung der Umgebung von Ljubuški, Hercegovina*. Diss. Utrecht.

ZIMMERMANN, F. (1936): *Zur Stratigraphie der Wangschichten zwischen Rheintal und Thunersee*. Diss. Univ. Bern.

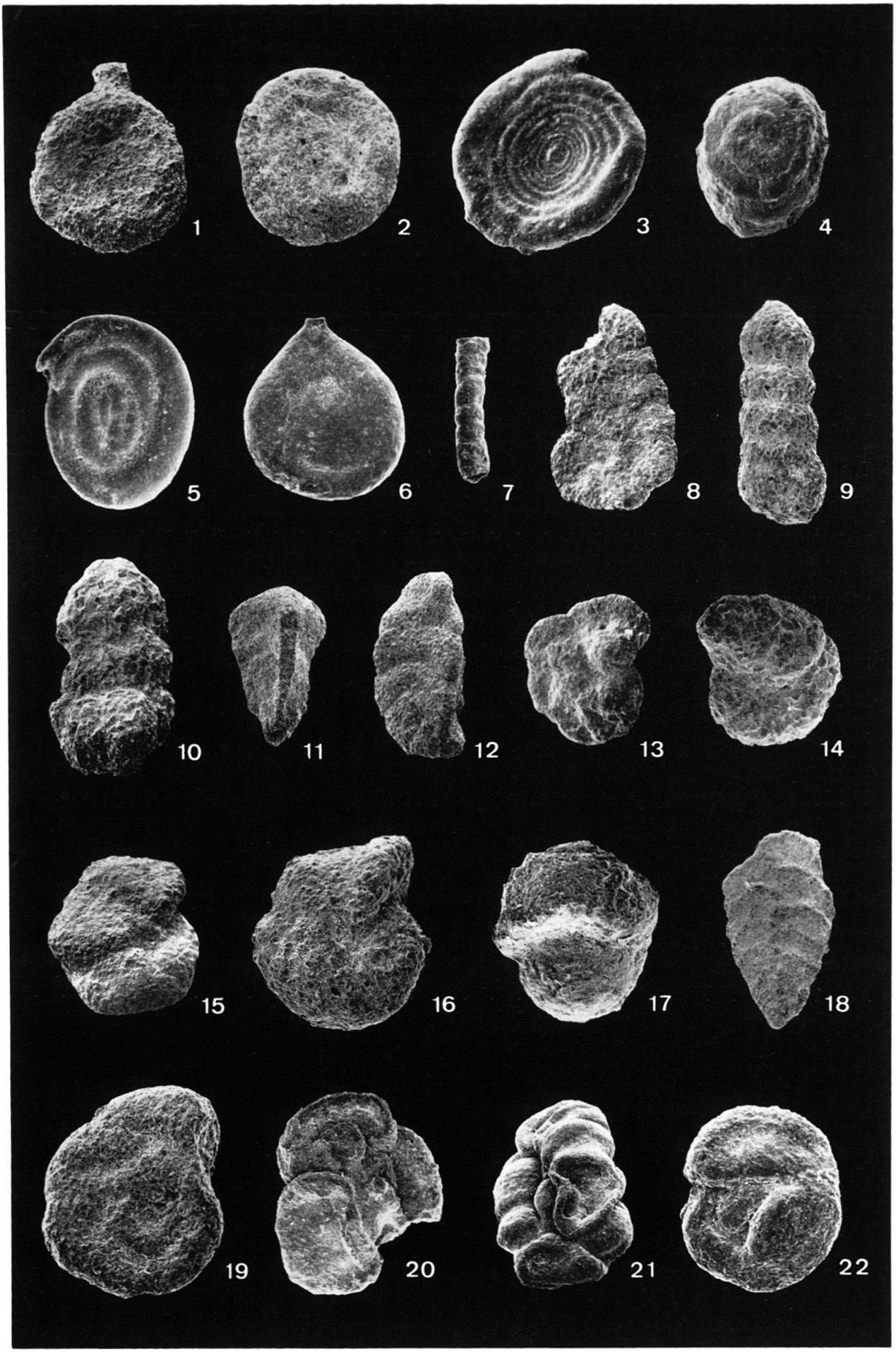
GEOLOGISCHE KARTEN

HANTKE, R. und Mitarbeiter (1967): *Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 2 Bl., 1:50000*. Vjschr. natf. Ges. Zürich *112*/2.

OCHSNER, A. (1969): *Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Atlasblatt 53, Linthebene*. Kümmerly & Frey, Bern.

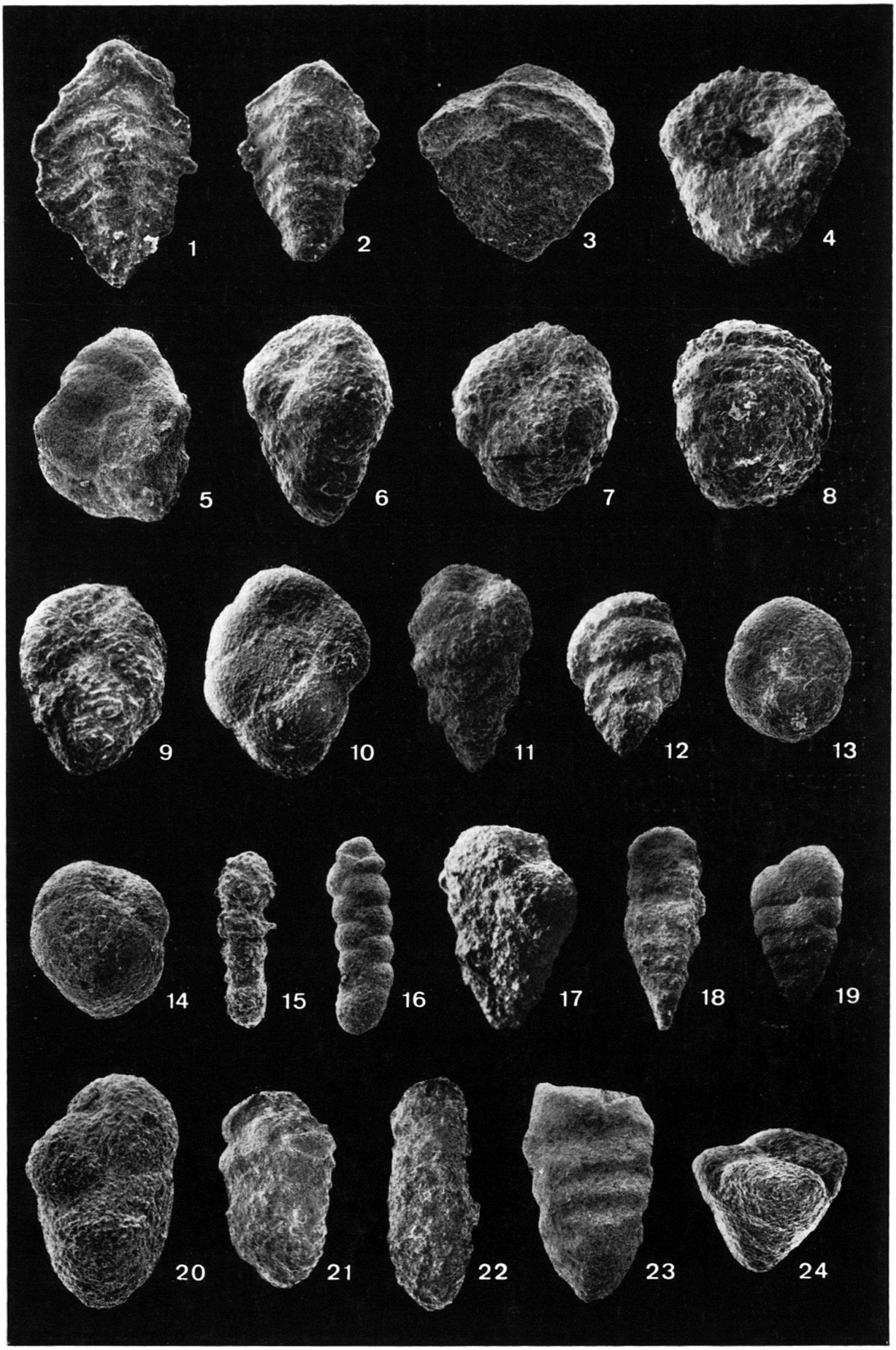
Tafel I

Fig. 1	*Saccammina placenta* (GRZYBOWSKI), JK 44/67, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26901.
Fig. 2	*Ammodiscus infimus* FRANKE, JK 10/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26903.
Fig. 3	*Ammodiscus siliceus* (TERQUEM), JK 177/66, Amdenerschichten, 30 ×, C26904.
Fig. 4	*Glomospira charoides* (JONES et PARKER), JK BA 83/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26932.
Fig. 5	*Glomospirella gaultina* (BERTHELIN), JK 23/67, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26896.
Fig. 6	*Hormosina ovulum* (GRZYBOWSKI), JK 3/67, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26895.
Fig. 7	*Kalamopsis grzybowskii* (DYLAZANKA), JK 3/67, Wägitaler Flysch, 65 ×, C26897.
Fig. 8	*Ammobaculites taylorensis* CUSHMAN et WATERS, JK 177/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26902.
Fig. 9	*Ammobaculites cubensis* CUSHMAN et BERMUDEZ, JK 144/66, Globigerinenmergel, 20 ×, C26829.
Fig. 10	*Haplophragmium tuba* GÜMBEL, JK 136/66, Globigerinenmergel, 15 ×, C26856.
Fig. 11	*Triplasia murchisoni* REUSS, JK 142/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26816.
Fig. 12	*Triplasia taylorensis* CUSHMAN, JK BA 66/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26817.
Fig. 13	*Haplophragmoides excavatus* CUSHMAN et WATERS, JK BA 48/66, Amdenerschichten, 30 ×, C26797.
Fig. 14	*Haplophragmoides* cf. *fraseri* WICKENDEN, JK BA 48/66, Amdenerschichten, 40 ×, C26798.
Fig. 15	*Haplophragmoides robustus* ISRAELSKY, JK 136/66, Amdenerschichten, 20 ×, C26858.
Fig. 16–17	*Haplophragmoides longifissus* ISREALSKY, JK BA 72/66, Globigerinenmergel, 40 ×, C26922, C26857.
Fig. 18	*Spiroplectammina baudouiniana* (D'ORBIGNY), JK 62/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26813.
Fig. 19	*Trochamminoides* cf. *apricarius* EICHER, JK 62/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26824.
Fig. 20	*Trochamminoides* cf. *contortus* (GRZYBOWSKI), JK 12/67, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26898.
Fig. 21	*Trochamminoides irregularis* WHITE, JK 22/67, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26900
Fig. 22	*Trochamminoides variolarius* (GRZYBOWSKI), JK 46/67, Wägitaler Flysch, 35 ×, C26899.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

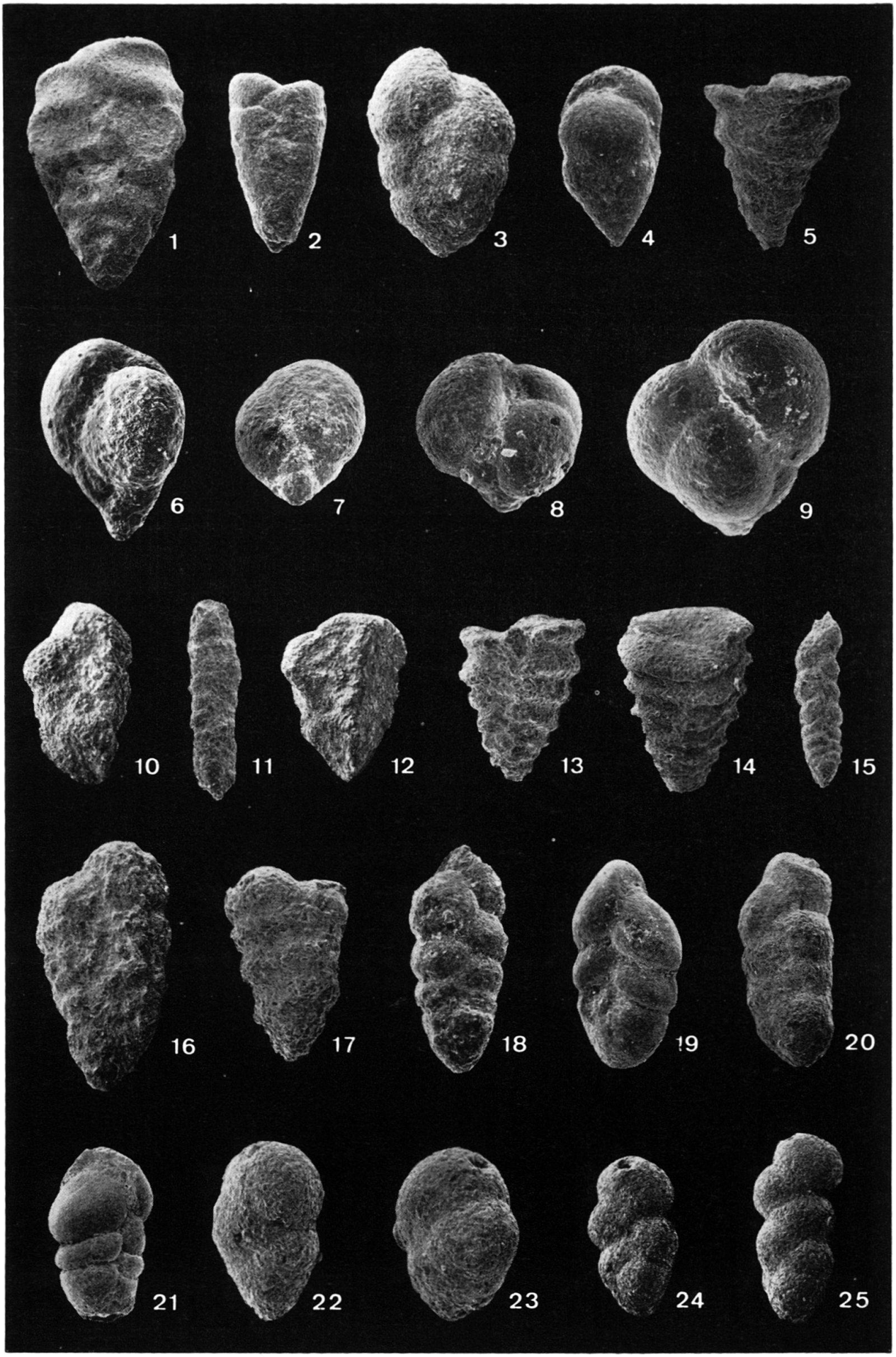
Tafel II

Fig. 1–2	*Semivulvulina dalmatina* (DE WITT PUYT), JK 72/66, Globigerinenmergel, 45 ×, 40 ×, C26876, C26877.
Fig. 3	*Spiroplectammina laevis* (ROEMER), JK 12/66, Amdenerschichten, 45 ×, C26815.
Fig. 4, 8	*Ataxophragmium depressum* (PERNER), JK 147/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26911, C26773.
Fig. 5	*Ataxophragmium variabile* (D'ORBIGNY), JK 62/66, Amdenerschichten, 10 ×, C26774.
Fig. 6–7	*Arenobulimina cytherea* MARIE, JK 159/66 JK BA 112/66, Amdenerschichten, 50 ×, C26905, C26906.
Fig. 9	*Arenobulimina ovoidea* MARIE, JK BA 109/66, Amdenerschichten, 45 ×, C26909.
Fig. 10	*Arenobulimina preslii* (REUSS), JK 60/66, Amdenerschichten, 40 ×, C26910.
Fig. 11–12	*Arenobulimina dorbignyi* (REUSS), JK 59/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26907, C26908.
Fig. 13–14	*Arenobulimina subsphaerica* (REUSS), JK 128/66, Amdenerschichten, 40 ×, C267772, C26771.
Fig. 15	*Clavulina yabei* ASANO, JK 112/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26849.
Fig. 16	*Dorothia asiphonia* (ANDREAE), JK 112/66, Globigerinenmergel, 30 ×, C26850.
Fig. 17–18	*Dorothia* cf. *beloides* HILLEBRANDT, JK 60/66, Amdenerschichten, 25 ×, 35 ×, C26915, C26775
Fig. 19, 24	*Dorothia conula* (REUSS), JK 60/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26918, C26919.
Fig. 20	*Dorothia fallax* HAGN, JK 23/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26851.
Fig. 21–22	*Dorothia ellisorae* (CUSHMAN), JK 61/66, Amdenerschichten, 30 ×, C26916, C26917.
Fig. 23	*Dorothia lodoensis* (ISRAELSKY), JK 112/66, Globigerinenmergel, 30 ×, C26852.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

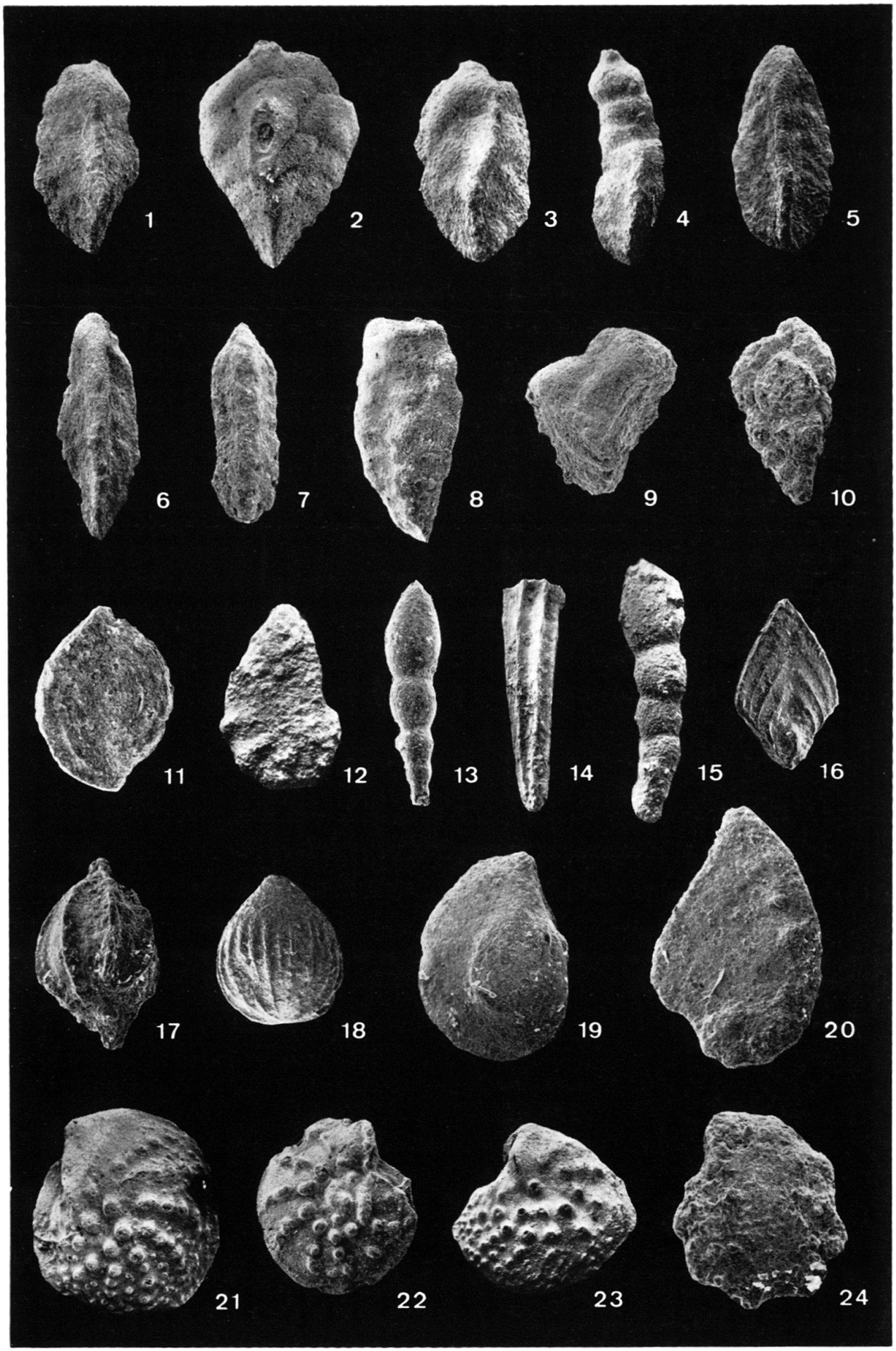
Tafel III

Fig. 1	*Dorothia lodoensis* (ISRAELSKY), JK 24/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26853.
Fig. 2	*Dorothia oxycona* (REUSS), JK 59/66, Amdenerschichten, 40 ×, C26805
Fig. 3–4	*Dorothia pupa* (REUSS), JK 106/66, JK 72/66, Wägitaler Flysch, 30 ×, C26776, C26822.
Fig. 5	*Dorothia trochus* (D'ORBIGNY), JK BA 57/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26806.
Fig. 6–7	*Eggerella inflata* (FRANKE), JK 59/66, Amdenerschichten, 70 ×, C26920, C26921.
Fig. 8–9	*Eggerella trochoides* (REUSS), JK 59/66, Amdenerschichten, 75 ×, C26778, C26777.
Fig. 10	*Gaudryina bronni* (REUSS), JK 102/66, Amdenerschichten, 30 ×, C26923.
Fig. 11	*Gaudryina* cf. *foeda* (REUSS), JK 126/66, Amdenerschichten, 45 ×, C26784.
Fig. 12	*Gaudryina laevigata* FRANKE, JK 126/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26924.
Fig. 13–14	*Gaudryina quadrans* CUSHMAN, JK 59/66, JK 191/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26782, C26785.
Fig. 15	*Karreriella arenasensis* CUSHMAN et BERMUDEZ, JK 69/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26859.
Fig. 16	*Gaudryina pseudocollinsi* CUSHMAN et STAINFORTH, JK 70/66, Globigerinenmergel, 50 ×, C26854.
Fig. 17	*Gaudryina rugosa* D'ORBIGNY, JK BA 57/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26786.
Fig. 18	*Karreriella calva* CUSHMAN, JK 137/66, Globigerinenmergel, 50 ×, C26861.
Fig. 19	*Karreriella chapapotensis* (COLE), JK 115/66, Globigerinenmergel, 15 ×, C26860.
Fig. 20	*Karreriella siphonella* (REUSS), JK BA 8/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26862.
Fig. 21	*Karreriella subglabra* (GÜMBEL), JK 115/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26863.
Fig. 22–25	*Plectina dalmatina* (SCHUBERT), JK 112/66, Globigerinenmergel, 50 ×, 50 ×, 20 ×, 20 ×, C26938, C26872, C26929, C26940.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

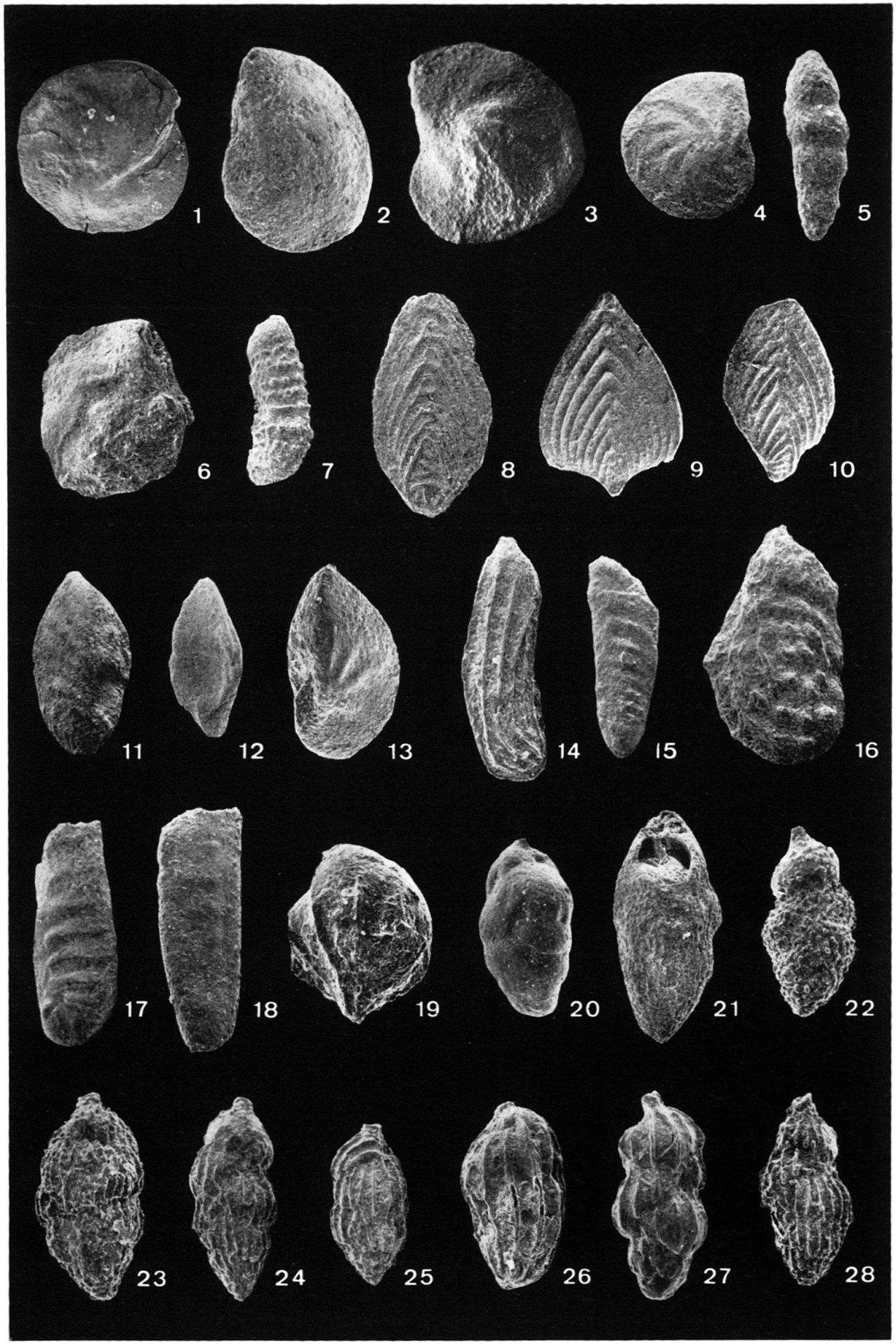
Tafel IV

Fig. 1	*Tritaxia haeringensis* (CUSHMAN), JK 87/66, Globigerinenmergel, 20 ×, C26878
Fig. 2–4	*Tritaxia jarvisi* CUSHMAN, JK 85/66, JK 69/66, JK BA 74/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26879, C26881, C26880.
Fig. 5–6	*Tritaxia tricarinata* REUSS, JK 62/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26819, C26820.
Fig. 7	*Tritaxia trilatera* (CUSHMAN), JK 103/66, Wägitaler Flysch, 25 ×, C26818.
Fig. 8	*Tritaxilina pupa* (GÜMBEL), JK 23/68, Globigerinenmergel, 15 ×, C26882.
Fig. 9	*Verneuilina muensteri* REUSS, JK BA 58/66, Amdenerschichten, 45 ×, C26823.
Fig. 10	*Verneuilinoides compressus* (ANDREAE), JK BA 54/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26893.
Fig. 11	*Spiroloculina cretacea* REUSS, JK 60/66, Amdenerschichten, 50 ×, C26814.
Fig. 12	*Astacolus harpa* (REUSS), JK 147/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26912.
Fig. 13	*Chrysalogonium eocenicum* CUSHMAN et TODD, JK 70/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26838.
Fig. 14	*Dentalina carinata* NEUGEBOREN, JK 62/66, Amdenerschichten, 20 ×, C26913.
Fig. 15	*Dentalina gracilis* D'ORBIGNY, JK 61/66, Amdenerschichten, 75 ×, C26914.
Fig. 16	*Frondicularia goldfussi* REUSS, JK 59/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26781.
Fig. 17	*Lagena raricosta gracilis* MARIE, JK 62/66, Amdenerschichten, 60 ×, C26799.
Fig. 18	*Lagena sculpturata* (CUSHMAN et BERMUDEZ), JK BA 70/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26935.
Fig. 19	*Lenticulina comptoni* (SOWERBY), JK 60/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26801.
Fig. 20	*Lenticulina complanata* (REUSS), JK 191/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26800.
Fig. 21	*Lenticulina granulata* (HANTKEN), JK BA 30/66, Globigerinenmergel, 15 ×, C26864.
Fig. 22–23	*Lenticulina gutticostata* (GÜMBEL), JK 112/66, JK BA 76/66, Globigerinenmergel, 20 ×, C26865, C26936.
Fig. 24	*Lenticulina nodosa* (REUSS), JK 7/66, Amdenerschichten, 45 ×, C26802.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel V

Fig. 1	*Lenticulina microptera* (REUSS), JK 59/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26783.
Fig. 2	*Lenticulina occidentalis glabrata* (CUSHMAN), JK 70/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26937.
Fig. 3	*Lenticulina rotulata madiensis* (BROTZEN), JK 10/66, Amdenerschichten, 25 ×, C26928.
Fig. 4	*Lenticulina spissocostata* (CUSHMAN), JK 191/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26803.
Fig. 5	*Marginulina elongata* REUSS, JK 59/66, Amdenerschichten, 35 ×, C26804.
Fig. 6	*Lenticulina trinae* (BERMUDEZ), JK 137/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26866.
Fig. 7	*Marginulinopsis fragaria* (GÜMBEL), JK 155/66, Globigerinenmergel, 15 ×, C26867.
Fig. 8	*Neoflabellina gibbera pilleifera* OHMERT, JK 98/66, Wägitaler Flysch, 35 ×, C26807.
Fig. 9	*Neoflabellina suturalis suturalis* (CUSHMAN), JK 62/66, Amdenerschichten, 10 ×, C26809.
Fig. 10	*Neoflabellina ovalis ovalis* (WEDEKIND), JK 147/66, Amdenerschichten, 10 ×, C26808.
Fig. 11–12	*Saracenaria meudonensis* MARIE, JK 191/66, Amdenerschichten, 15 ×, C26811, C26812.
Fig. 13	*Saracenaria navicula* (D'ORBIGNY), JK 59/66, Amdenerschichten, 55 × C26810.
Fig. 14	*Vaginulina costifera* COLE, JK 132/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26890.
Fig. 15	*Vaginulina taylorana* CUSHMAN, JK 147/66, Amdenerschichten, 20 ×, C26821.
Fig. 16	*Vaginulinopsis asperuliformis* (NUTTALL), JK 69/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C26891.
Fig. 17	*Vaginulinopsis cumulicostata* (GÜMBEL), JK BA 69/66, Globigerinenmergel, 15 ×, C26892.
Fig. 18	*Vaginulinopsis ensis* (REUSS), JK 61/66, Amdenerschichten, 20 ×, C26825.
Fig. 19	*Bulimina alazanensis* CUSHMAN, JK BA 62/66, Globigerinenmergel, 90 ×, C26835.
Fig. 20	*Bulimina tuxpamensis* COLE, JK BA 62/66, Globigerinenmergel, 40 ×, C26837.
Fig. 21	*Bulimina jarvisi* CUSHMAN et PARKER, JK 63/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26836.
Fig. 22	*Uvigerina chirana* CUSHMAN et STONE, JK 67/66, Globigerinenmergel, 40 ×, C26884.
Fig. 23	*Uvigerina gardnerae gardnerae* CUSHMAN, JK 132/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26885.
Fig. 24	*Uvigerina gardnerae texana* CUSHMAN et APPLIN, JK BA 23/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26886.
Fig. 25	*Uvigerina jacksonensis* CUSHMAN, JK BA 23/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C26887.
Fig. 26	*Uvigerina mexicana* NUTTALL, JK 71/66, Globigerinenmergel, 40 ×, C26883.
Fig. 27	*Uvigerina taberana* BERMUDEZ, JK BA 8/66, Globigerinenmergel, 55 ×, C26888.
Fig. 28	*Uvigerina yazooensis* CUSHMAN, JK 183/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C26889.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

Tafel VI

Fig. 1 *Valvulineria* cf. *wittpuyti* VAN BELLEN, JK BA 54/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C 26894, Umbilikalseite.

Fig. 2 *Valvulineria lenticula* (REUSS), JK 59/66, Amdenerschichten, 60 ×, C 26826.

Fig. 3 *Nuttallides carinotruempyi* FINLAY, JK 70/66, Globigerinenmergel, 50 ×, C 26868, Umbilikalseite.

Fig. 4 *Rotalia serrata* TEN DAM et REINHOLD, JK BA 97/66, Globigerinenmergel, 50 × C 26875.

Fig. 5–6 *Cibicides ammophilus* (GÜMBEL), JK 112/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C 26841, Spiralseite, 50 ×, C 26839, Mündungsansicht.

Fig. 7 *Cibicides eocaenus* (GÜMBEL), JK 63/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C 26843, Spiralseite.

Fig. 8 *Cibicides granulosus* BERMUDEZ, JK 70/66, Globigerinenmergel, 25 ×, C 26842, Spiralseite.

Fig. 9–10 *Cibicides grimsdalei* NUTTALL, JK 70/66, Globigerinenmergel, 40 ×, C 26844, Spiralseite; 45 ×, C 26930, Mündungsansicht.

Fig. 11 *Cibicides pippeni* CUSHMAN et GARRETT, JK BA 70/66, Globigerinenmergel, 35 ×, C 26845, Spiralseite.

Fig. 12 *Cibicides pseudowuellerstorfi gigas* HAGN, JK 137/66, Globigerinenmergel, 30 ×, C 26846, Umbilikalseite.

Fig. 13 *Cibicides sinistralis* CORYELL et RIVERO, JK 34/66, Globigerinenmergel, 95 ×, C 26847, Mündungsansicht.

Fig. 14 *Cibicides tuxpamensis* COLE, JK 70/66, Globigerinenmergel, 20 ×, C 26848, Umbilikalseite.

Fig. 15–16 *Planulina compressa* HANTKEN, JK BA 69/66, JK 13/68 Globigerinenmergel, 50 ×, C 26871, Mündungsansicht; 60 ×, C 26870, Seitenansicht.

Fig. 17 *Pleurostomella* cf. *bierigi* PALMER et BERMUDEZ, JK BA 38/66, Globigerinenmergel, 50 ×, C 26873.

Fig. 18 *Pleurostomella* cf. *rimosa* CUSHMAN et BERMUDEZ, JK 38/67, Globigerinenmergel, 50 ×, C 26874.

Fig. 19 *Ellipsodimorphina frequens* STORM, JK 59/66, Amdenerschichten, 30 ×, C 26780.

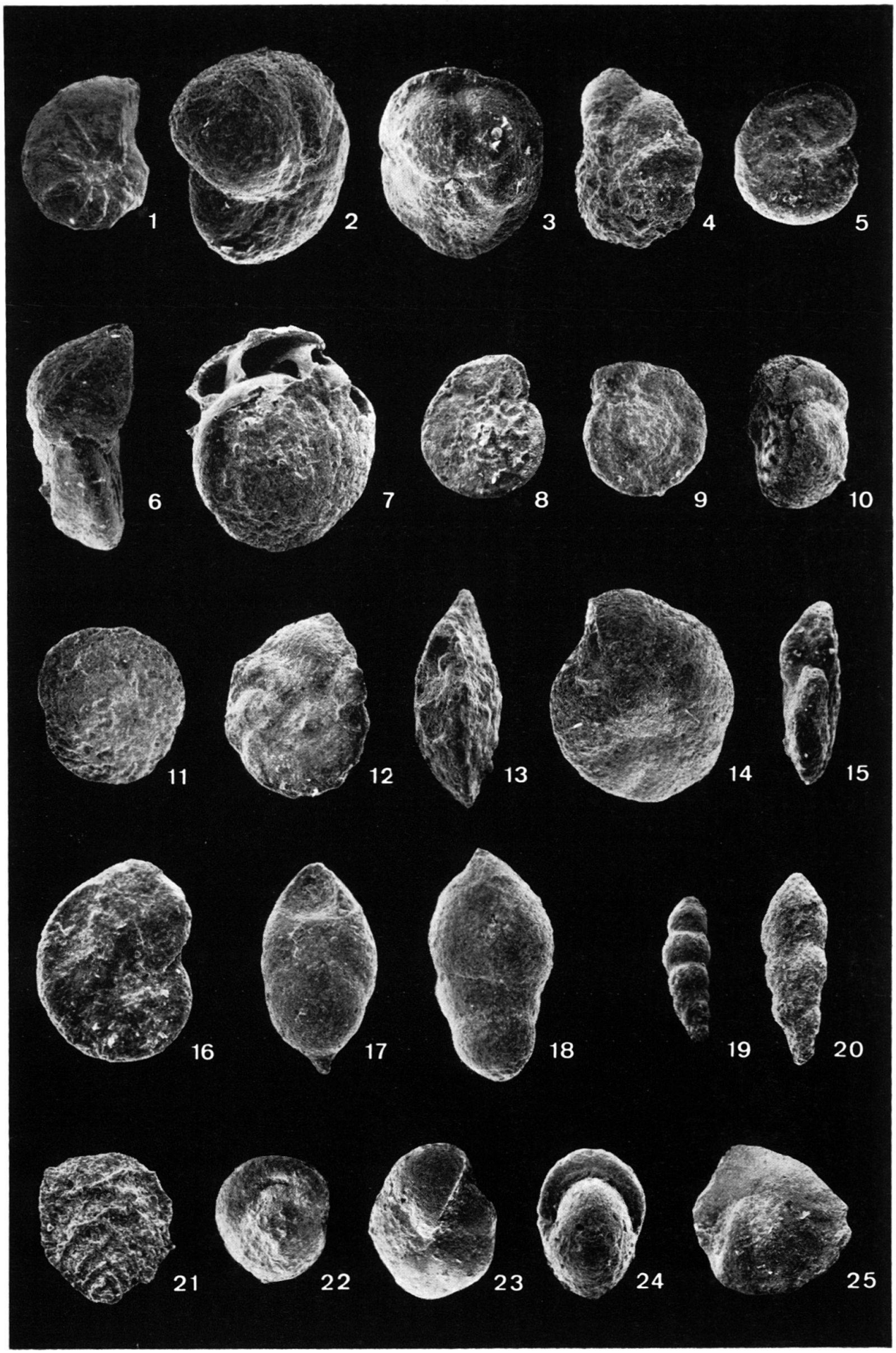
Fig. 20 *Ellipsodimorphina complanata* LIEBUS, JK 157/66, Amdenerschichten, 35 ×, C 26779.

Fig. 21 *Aragonia aragonensis* (NUTTALL), JK 137/66, Globigerinenmergel, 50 ×, C 26840.

Fig. 22 *Globocassidulina globosa* (HANTKEN), JK BA 75/66, Globigerinenmergel, 45 ×, C 26931.

Fig. 23–24 *Pullenia quinqueloba* (REUSS), JK BA 75/66, JK BA 76/66, Globigerinenmergel, 30 ×, C 26941, Seitenansicht; 30 ×, C 26942, Mündungsansicht.

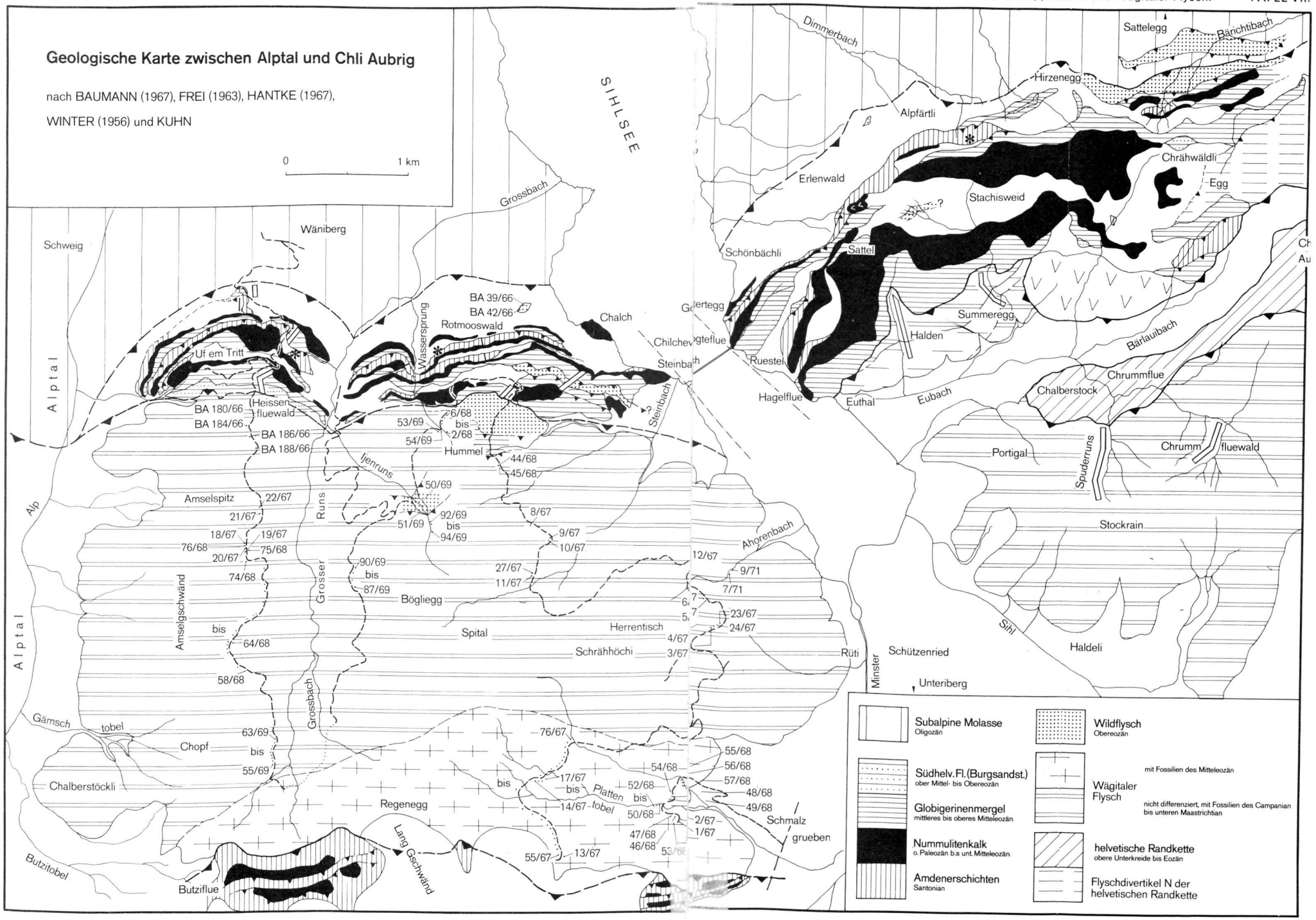
Fig. 25 *Osangularia pteromphalia* (GÜMBEL), JK 67/66, Globigerinenmergel, 30 ×, C 26869, Umbilikalseite.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Tafel VII

Fig. 1–2	*Globorotalites micheliniana* (D'ORBIGNY), JK 60/66, Amdenerschichten, 70×, C26795, Umbilikalseite; 70×, C26796, Spiralseite.
Fig. 3–4	*Gyroidinoides niditus* (REUSS), JK 61/66, JK 59/66, Amdenerschichten, 60×, C26926, Mündungsansicht; 55×, C26927, Umbilikalseite.
Fig. 5–6	*Gyroidinoides soldanii soldanii* (D'ORBIGNY), JK BA 10/66, Globigerinenmergel, 55×, C26933, C26934, Mündungsansicht.
Fig. 7	*Anomalina badenensis* D'ORBIGNY, JK 137/66, Globigerinenmergel, 40×, C26831, Mündungsansicht.
Fig. 8–9	*Anomalina dorri dorri* COLE, JK 137/66, JK 112/66, Globigerinenmergel, 25×, C26833, Umbilikalseite; 30× C26832, Mündungsansicht.
Fig. 10	*Anomalina dorri aragonensis* NUTTALL, JK BA 69/66, Globigerinenmergel, 30×, C26929, Spiralseite.
Fig. 11	*Anomalinoides pompilioides semicribratus* (BECKMANN), JK 67/66, Globigerinenmergel, 35×, C26834, Mündungsansicht.
Fig. 12	*Anomalinoides alazanensis* (NUTTALL), JK 112/66, Globigerinenmergel, 60×, C26830, Mündungsansicht.
Fig. 13–14	*Gavelinella clementiana clementiana* (D'ORBIGNY), JK 60/66, Amdenerschichten, 35×, C26787, Umbilikalseite; 45×, C26788, Mündungsansicht.
Fig. 15–16	*Gavelinella clementiana costata* (MARIE), JK 61/66, JK 10/66, Amdenerschichten, 45×, C26789, Umbilikalseite; C26790, Spiralseite.
Fig. 17, 20–21	*Gavelinella lorneiana costulata* (MARIE), JK 59/66, Amdenerschichten, 50×, C26925, Umbilikalseite; 40×, C26793, Spiralseite; 40×, C26794, Mündungsansicht.
Fig. 18–19	*Gavelinella lorneiana lorneiana* (D'ORBIGNY), JK 7/66, JK BA 47/66, Amdenerschichten, 55×, C26792, Mündungsansicht; 40×, C26791, Umbilikalseite.
Fig. 22	*Gavelinella zealandica* HORNIBROOK, JK BA 8/66, Globigerinenmergel, 50×, C26855, Umbilikalseite.
Fig. 23–24	*Coptocampylodon lineolatus* ELLIOT, JK 61/66, Amdenerschichten, 30×, C26827, C26828.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24


Geologische Karte zwischen Alptal und Chli Aubrig
nach BAUMANN (1967), FREI (1963), HANTKE (1967), WINTER (1956) und KUHN
0
1 km
SIHLSEE
Grossbach
Wäniberg
Schweig
Alptal
Uf em Tritt
Heissenfluewald
BA 180/66
BA 184/66
BA 186/66
BA 188/66
BA 39/66
BA 42/66
Rotmooswald
Wassersprung
Chalch
Chilchevogteflue
Steinbach
Hummel
Ijenruns
Amselspitz
Runs
Grosser
Amselgschwänd
Bögliegg
Spital
Herrentisch
Schrähhöchi
Alp
Gämsch
tobel
Chopf
Chalberstöckli
Regenegg
Lang Gschwänd
Butzitobel
Butziflue
Platten
tobel
Schmalzgrueben
Ahornenbach
Rüti
Minster
Schützenried
Unteriberg
Haldeli
Sihl
Dimmerbach
Sattelegg
Bärichtibach
Hirzenegg
Alpfärtli
Erlenwald
Stachisweid
Chrähwäldli
Egg
Schönbächli
Sattel
Summeregg
Halden
Bärlauibach
Ruestel
Hagelflue
Euthal
Eubach
Chrummflue
Chalberstock
Portigal
Spuderruns
Chrummfluewald
Stockrain
Subalpine Molasse
Oligozän
Wildflysch
Obereozän
Südhelv. Fl. (Burgsandst.)
ober Mittel- bis Obereozän
Globigerinenmergel
mittleres bis oberes Mitteleozän
Nummulitenkalk
o. Paleozän b.s unt. Mitteleozän
Amdenerschichten
Santonian
Wägitaler Flysch
mit Fossilien des Mitteleozän
nicht differenziert, mit Fossilien des Campanian bis unteren Maastrichtian
helvetische Randkette
obere Unterkreide bis Eozän
Flyschdivertikel N der helvetischen Randkette