

UNTERSUCHUNGEN ZUR DEVON/KARBON-GRENZE AUF DEM MÜSSENBERG (NÖRDLICHES RHEINISCHES SCHIEFERGEBIRGE)

von

Claus-Dieter CLAUSEN¹, Dieter KORN,²
F.W. LUPPOLD³ & Dieter STOPPEL⁴

ZUSAMMENFASSUNG

Das neu aufgeschürfte Devon/Karbon-Grenzprofil auf dem Müsßenberg bei Sundern wird hinsichtlich seiner Ammonoideen- und Conodontenfaunen sowie seiner Biofazies untersucht. Die Devon/Karbon-Grenze lässt sich durch das gleichzeitige Einsetzen von *Gattendorfia subinvoluta* und *Siphonodella sulcata* im oberen Teil der Schicht 3 ziehen. Die Biofazies in diesem Bereich ist durch eine gleichmässige, ungestörte und gebänderte Mikritabfolge, in welche trilobiten- und cephalopodenschillführende Biomikrudite eingeschaltet sind, gekennzeichnet. Es gibt keine Anzeichen von Aufarbeitung, Schichtausfall und Hartböden. Zahlreiche Stromatactis-Strukturen und schichtparallele fossile Wasserwaagen weisen auf ein Weichboden-Milieu hin. Vereinzelte Algeninkrustationen im obersten Abschnitt der Bank 3 lassen sich als Ansätze zu einem Hartgrund werten. Die neue Art *Parawoocklumeria paprothae* Korn n. sp. wird beschrieben.

SUMMARY

The recently trenched Devonian-Carboniferous boundary section at the Muessenberg near Sundern is investigated with regard to its ammonoid and conodont faunas as well as the biofacies. The Devonian-Carboniferous boundary is fixed by the simultaneous appearance of *Gattendorfia subinvoluta* and *Siphonodella sulcata* in the upper part of bed 3. The biofacies in this area is characterized by a continuous, undisturbed and banded micrite sequence in which thin trilobite and cephalopod micrudite coquinas are embedded.

There are no indications of reworking, sedimentary gaps or hardgrounds. Stromatactis structures and fossil cavities with geopetal infillings parallel to the bedding plane point to a soft substrate. Only sporadic algal incrustations in the uppermost part of bed 3 can be estimated as approaches to a hard ground. The new species *Parawoocklumeria paprothae* Korn n. sp. is described.

SCHLÜSSELWÖRTER

Devon/Karbon-Grenzschichten, Cephalopodenkalk, Ammonoideen- und Conodontenfaunen, Biostratigraphie, Biofazies, Rheinisches Schiefergebirge (Sauerland), Müsßenberg, Nordrhein-Westfalen, TK25: 4613.

KEY WORDS

Devonian/Carboniferous boundary, cephalopod limestone, ammonoids, conodonts fauna, biostratigraphy, biofacies, Rhenish slate mountains (Sauerland), Northrhine-Westphalia, TK25: 4613.

1. EINLEITUNG

Auf dem Müsßenberg (7 km nordnordwestlich von Sundern) befindet sich eines der wenigen bisher bekannten Devon/Karbon-Grenzprofile mit annähernd kontinuierlicher Carbonat-Sedimentation (Abb. 1). Das Profil ist erst vor 10 Jahren entdeckt worden (Korn, 1981). Untersuchungen dieses aufgeschürften Profils (Korn, 1984; Luppold *et al.*, 1984) erwiesen die grosse Bedeutung für die Definition der Devon/Karbon-Grenze, weil die Schichten dieses Aufschlusses mit einem grossen Reichtum an Ammonoideen-, Trilobiten- und Conodonten-Faunen ausgestattet sind.

¹ Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De-Greif-Strasse 195, D-4150 Krefeld.

² Feldstrasse 29, D-5768 Sundern 1.

³ Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, D-3000 Hannover 51.

⁴ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, D-3000 Hannover 51.

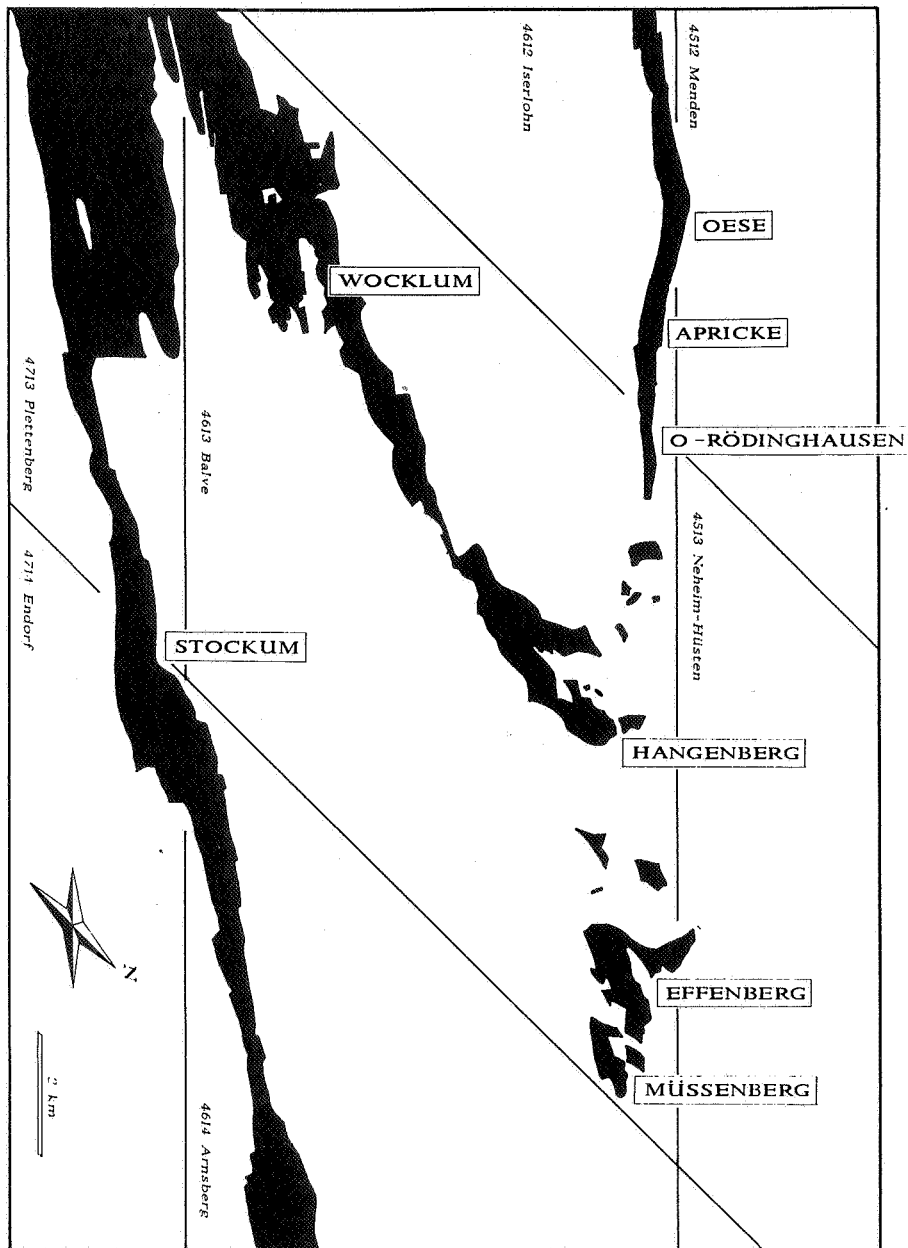


Abb. 1 : Lage-Skizze des Profils auf dem Müssenberg im Bereich des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges. Schwarze Fläche = ausstrichendes Oberdevon.

Zur Verbesserung der Aufschlussverhältnisse wurde im Dezember 1987 im Auftrage der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover) ein 20 m langer, 2 m breiter und bis 1,5 m tiefer Schurfgraben angelegt. Hier ist nun ein ganz aus Knollenkalksteinen und Kalkknollenschiefern zusammengesetztes, kontinuierliches und sehr fossilreiches Profil aufgeschlossen, das von der *acuticostata*-Zone der *Clymenia*-Stufe bis in die *acutum*-Zone der *Gattendorfia*-Stufe, bzw. von der Unteren *expansa*-Zone bis in die *sandbergi*-Zone hineinragt (Abb. 3).

Aufsammlungen von Cephalopoden in Verbindung mit gleichzeitiger Entnahme von Conodontenproben ermöglichen eine weitgehende Korrelation von Ammonoiten- und Conodonten-Stratigraphie. Zur Erlangung

genauerer Daten wurden die Kalksteinbänke im unmittelbaren Devon/Karbon-Grenzbereich in Teilbänke untergliedert.

Die Durchführung der Schurfarbeiten auf Privatgelände gestattete uns die Fürstenberg'sche Forstverwaltung, Herdringen, welcher wir an dieser Stelle herzlich für ihr Entgegenkommen danken. Für die Anfertigung von REM-Fotos sind wir den Herren Dr. R. Wolfart und M. Zika (BGR Hannover) zu Dank verpflichtet. Die An- und Dünnschliffe wurden in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover) hergestellt. Das Conodonten-Belegmaterial sowie die Schliffpräparate werden bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover) hinterlegt.

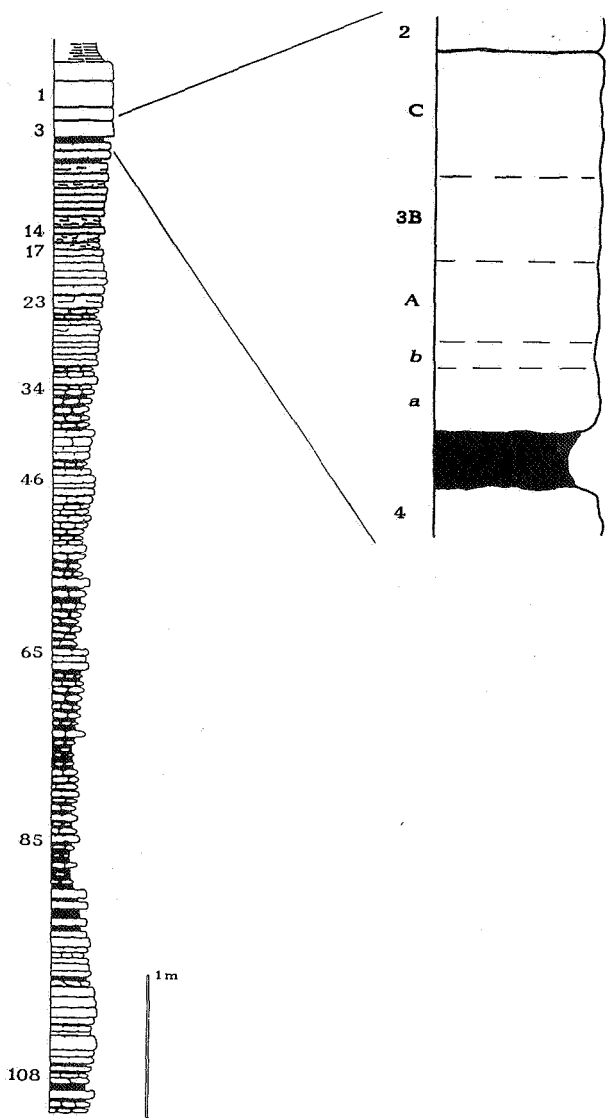


Abb. 2 : Gesamt-Profil des Müsenberg-Schurfes, Devon/Karbon-Grenzbereich vergrössert.

2. PROFILBESCHREIBUNG/ BIOFAZIES (C.-D. Clausen)

Die im Schurf lückenlos aufgeschlossenen Schichten liegen fast ausschliesslich in Carbonatfazies vor. Nur wenige geringmächtige, durch ihren grösseren Tonmineral- und Quarzgehalt gekennzeichnete Tonstein- und Schluffsteinlagen unterbrechen die Kalksedimentation. Im Bereich der Kalknollenschieferlagen kann der Tonsteingehalt örtlich zunehmen.

Aus der gesamten erschürften Profilsäule wurden vom Liegenden zum Hangenden 19 Carbonatbänke mit Hilfe von 15 Dünnschliffen und 5 drossdünnschliffen biofaziell analysiert (Abb. 2). Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt im hangenden Profilabschnitt, wo im Bereich der Unteren *praesulcata*-Zone die Bänke 17 bis 23 (Taf. 1) und im Bereich der Mittleren *praesulcata*- bis

duplicata-Zone die Devon/Karbon-Übergangsschichten (Bank 1 bis 5) lückenlos beprobt wurden (Taf. 2, 3). Auf Bank 3 entfielen 2 Grossdünnschliffe. Von Bank 1 bis 3 wurde ferner je ein Stück-Anschliff angefertigt. Es überwiegen Biomikrite und Biosparite (Tab. 1), die besonders im Bankabschnitt 22 bis 14 in Biomikrudite und Biosparrudite übergangen. Der mikritische Anteil setzt sich aus einer aus Tonmineralen, Glimmerleisten und Grundmassecalcit bestehenden Matrix zusammen, in welche sporadisch kleine angulare detritische Quarze eingebettet sind. Die mikritische Matrix ist teilweise durch Sammelkristallisation in Mikrosparit umgewandelt. Die Schluffsteinlagen heben sich durch Menge und Grösse (bis 70 µm) der Quarze deutlich vom Biomikrit ab.

Es treten in Richtung der Schichtung ausgelängte, aber auch quer dazu gerichtete sparitgefüllte Stromatactis-Gefüge mit z.T. basal eingelagerten Internsedimenten auf. Ebenfalls an die Schichtung oder an besondere Trennflächen (Wandungen von Grabgängen, Sedimentgängen, Drucklösungssuturen) sind Pyritlagen geknüpft, welche zu Eisenoxiden/hydroxiden verwittert sind. Geopetalgefüge sind in Form fossiler Wasserwaagen bei Ostracoden und den Kammerhohlräumen von Cephalopoden sehr häufig ausgebildet.

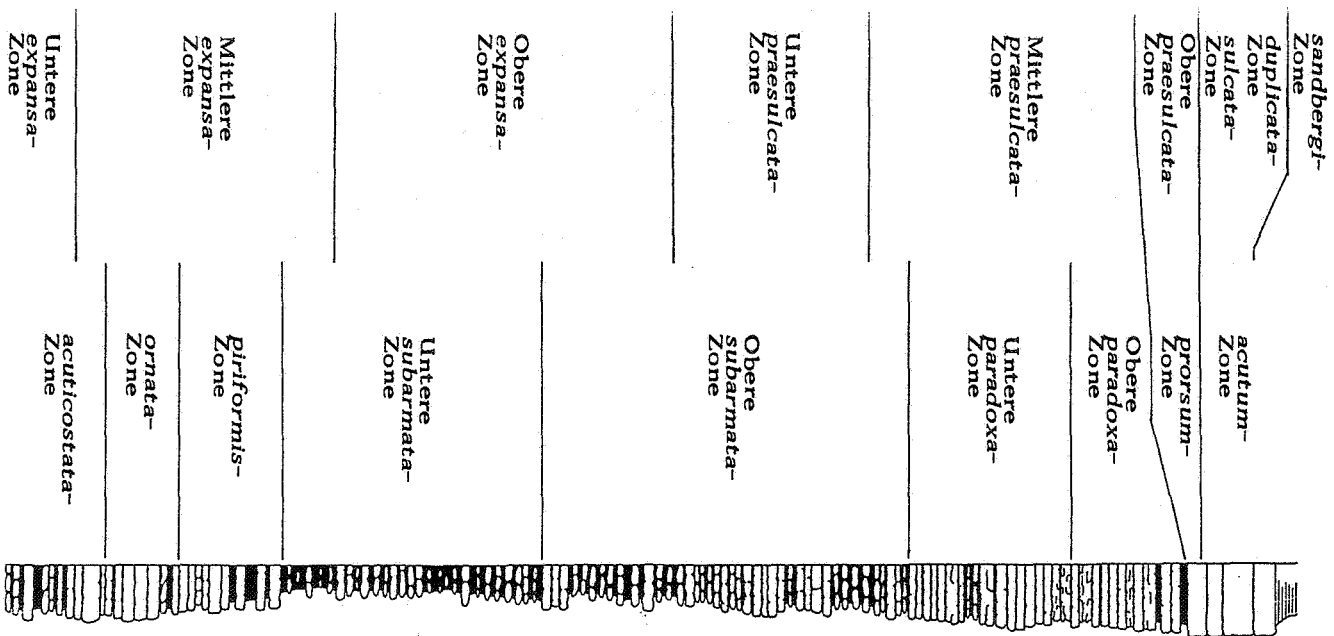
Diskontinuitätsflächen im Sediment werden durch mit Grabgängen verknüpfte bioturbate Durchwühlungen, durch an Spalten gebundene Sedimentgänge und durch Drucklösung mit mikrostyolithischen Suturen verursacht. Die letzteren können parallel oder geneigt zur Schichtung verlaufen und eine Netzstruktur hervorrufen. Die Durchwühlung hat nirgendwo zur gänzlichen Zerstörung des primären lagigen Aufbaus beigetragen. Durch Imprägnation mit Eisen- und Manganoxiden treten die Diskontinuitätsflächen im Schliffbild deutlich hervor. Omissionsflächen, die zur Hartgrundbildung geführt haben, wurden nur sehr vereinzelt (Algeninkrustationen in Bank 3) beobachtet. Es liegen weitgehend Weichböden vor.

Zahlreiche schwimmende Organismen (Cephalopoden, Conodonten) kennzeichnen den pelagischen Charakter der Kalksteine. Die Individuen vermischten sich im Bodenbereich bei der Thanatocoenose mit dem aus Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Trilobiten und Ostracoden bestehenden Benthos. Die in den Ruditen angereicherten biogenen Fragmente zeigen bis auf wenige Ausnahmen keine Anzeichen eines Transports. Eine Einregelung fehlt. Die Wölbung sedimentärer Filamente ist häufiger nach unten als nach oben gerichtet. Bisweilen verlaufen die Schalenfragmente sogar quer oder senkrecht zur Schichtung. Die Fossilanreicherung weist deshalb auf eine langsame Sedimentation hin.

Es handelt sich mithin um eine im wesentlichen ruhige, eintönige Kalkschlamm-sedimentation im Bereich einer submarinen Tiefschwelle. Man kann sie als eine quarzdetritusführende mikritische Bioklastfazies bezeichnen. Die weitgehende

Banknummer der Dünn- und Anschliffe	Beschreibung
Grossdünn Schliff 1 Stück-Anschliff 1	Biomikrit bis Biomikrospat Echinodermen, Trilobiten, Ostracoden, fossile Wasserwaagen
Grossdünn Schliff 2 Stück-Anschliff 2	Fossilführender Mikrit mit bis zu 3 cm mächtiger goniatiten- und trilobitenschillführender Biomikruditlage Echinodermen, Trilobiten-Filamente, Goniatiten, Orthoceren, Fossile Wasserwaagen
Grossdünn Schliff 3 oben und 3 unten sowie Stück-Anschliff 3	Fossilführender Mikrit mit einer 1,5 - 2 cm mächtigen trilobiten- und cephalopoden- schillführenden Biomikruditlage, zum Top Übergang in Biosparite Echinodermen, Brachiopoden-Filamente, Cephalopoden, Trilobiten, Algen-Inkrustationen, fossile Wasserwaagen
Dünnschliff 4	Biomikrit bis Biosparit Filamente, glatte Ostracoden, Cephalopoden, Echinodermen, Trilobiten, Pellets, Stromatactis-Gefüge
Dünnschliff 5	Bioklastischer Mikrit bis Sparit. Filamente, Stromatactis-Gefüge
Dünnschliff 9	Fossilführender Mikrit bis Sparit Echinodermen, Cephalopoden, Trilobiten-Filamente, glatte Ostracoden
Dünnschliff 14	Pelletführender Biosparit bis Biomikrit Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Echinodermen, Cephalopoden, Pyrit, Quarzdetritus, Stromatactis
Dünnschliff 17	Echinodermenführender Biomikrudit bis Biosparrudit Glatte Ostracoden, Echinodermen, Trilobiten, Brachiopoden-Filamente, Conodonten, fossile Wasserwaagen
Dünnschliff 18	Intramikrudit bis Intrasparrudit Ostracoden, Trilobiten- und Brachiopoden-Filamente detritischer Quarz
Dünnschliff 19	Echinodermenschillführender Biomikrudit Echinodermen mit Echinidenstacheln, Cephalopoden, Ostracoden, Filamente
Dünnschliff 20	Echinodermen- und cephalopodenschillführender Biomikrit bis Biomikrudit Brachiopodenfilamente, Echinodermen, convolute Cephalopoden, orthocone Cephalopoden mit Protoconch
Dünnschliff 21	Echinodermenführender Biomikrudit bis Biosparrudit An der Basis eine intraklastenführende quarzreiche Schluffsteinlage Echinodermen mit Echinidenstacheln, glatte Ostracoden, Filamente, Cephalopoden, fossile Wasserwaagen
Grossdünn Schliff 22	Biomikrit bis Biomikrudit, Biosparit bis Biosparrudit Glatte Ostracoden, Brachiopoden-Filamente, Echinodermen mit Echinidenstacheln, Cephalopoden, Conodonten fossile Wasserwaagen
Dünnschliff 23	Biomikrit Glatte Ostracoden, Echinodermen, Cephalopoden, Filamente, Pellets fossile Wasserwaagen
Dünnschliff 34	Fossilführender Mikrit bis Biomikrit Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Cephalopoden, Echinodermen, Stromatactis
Dünnschliff 46	Biomikrit bis Biosparrudit Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Cephalopoden, Trilobiten- und Brachiopoden-Filamente, Echinodermen, fossile Wasserwaagen, Stromatactis
Dünnschliff 65	Biomikrit, zum Liegenden in Schluffsteinlage übergehend Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Echinodermenreste, Brachiopodenfilamente, Cephalopoden, Trilobiten, fossile Wasserwaagen, Stromatactis
Dünnschliff 85	Fossilführender Mikrit Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Trilobiten, Echinodermen, fossile Wasserwaagen, Grab- und Sedimentgänge
Dünnschliff 108	Fossilführender Mikrit (oberer Abschnitt), zum Liegenden in einen mittel- bis grobkörnigen Schluffstein übergehend Glatte und stachelbewehrte Ostracoden, Filamente (Brachiopoden, Muscheln), Trilobiten, Echinodermen, Stromatactis, graded bedding

Tabelle 1 : Mikrofazielle Merkmale der Cephalopoden Kalk steine.



- Acutimitoceras kleinerae*
- Acutimitoceras intermedium*
- Acutimitoceras carinatum*
- Voehringerites peracutus*
- Gattendorfia subinvoluta*
- Sphenoclymenia brevispina*
- Wocklumeria sphaeroides*
- Parawocklumeria paradoxa*
- Parawocklumeria paprothae*
- Clymenia laevigata*
- Piriclymenia piriformis*
- Ornatoclymenia ornata*
- K. (Kosmoclymenia) und. undulata*
- K. (Kosmoclymenia) schindewolfi*
- K. (Kosmoclymenia) in. inaequistriata*
- K. (Kosmoclymenia) in. lamellosa*
- K. (Lissoclymenia) wocklumeri*
- K. (Muessenbiaergia) subl. sublaevis*
- K. (Muessenbiaergia) subl. diversa*
- K. (Muessenbiaergia) bis. bisulcata*
- Dasbergina ziegleri*
- Dasbergina schaeferi*
- Bispathodus aculeatus*
- Bispathodus ziegleri muessenbergensis*
- Palmatolepis gracilis goniclymeniae*
- Protognathodus kockeli*
- Protognathodus kuehni*
- Siphonodella praesulcata*
- Siphonodella sulcata*
- Siphonodella duplicata*

Abb. 3 : Gesamt-Profil des Müssenberg-Schurfes mit der Verbreitung der wichtigsten Ammonoiten- und Conodonten-Taxa.

Erhaltung der mikritischen Matrix spricht für ruhige Ablagerungsbedingungen unterhalb der Wellenbasis in einem geschützten Subtidal-Bereich. Hierauf weisen auch die nicht verstellten, \pm schichtflächenparallel angeordneten Wasserwaagen hin. Im Gesamtprofil überwiegen die Kalkknollenschiefer, in welche gelegentlich dünne Ton- und Schluffsteinlagen eingeschaltet sind. Diese terrigenen Einlagerungen deuten einen Ablagerungsort an einem Schwellenhang an. Sedifluktion und kräftige Aufarbeitungserscheinungen, wie sie in solchen Hangprofilen meist üblich sind, fehlen allerdings.

Die Devon/Karbon-Grenzsichten weisen eine besonders gleichmässige, ungestörte, engebänderte Mikritabfolge auf, in welche 2-3 cm mächtige trilobiten- und cephalopodenschillführende Biomikruditlagen eingeschaltet sind.

3. AMMONOIDEEN-FAUNEN (D. Korn)

Alle Ammonoideen-Zonen von der *acuticostata*-Zone bis zur *acutum*-Zone sind durch Faunen teilweise grossen Umfanges - repräsentiert, und sämtliche Indexfossilien konnten aufgefunden werden (Abb. 3).

Die Ammonoideen-Faunen erstrecken sich jeweils über folgende Bereiche :

acutum-Zone : Der tiefste Fund von *Gattendorfia subinvoluta* kommt aus dem obersten Viertel der viergeteilten Bank 3, nur wenige Zentimeter oberhalb der *Acutimitoceras*-Fauna. In höheren Lagen sind Ammonoideen selten ; das Vorkommen von *Gattendorfia cf. tenuis* und *Voehringerites peracutus* in Schicht 1 lässt auf eine Einordnung in den höheren Teil der *acutum*-Zone schliessen.

prorsum-Zone : Sie hat auf dem Müssenberg nur eine Mächtigkeit von ca. 8 cm und beschränkt sich ganz auf den unteren Teil der Bank 3. Die meisten Fossilien stammen aus dem zweiten Viertel dieser Bank, in einer Lage 3 bis 4 cm von der Unterkante entfernt. Bereits 5 cm über dieser Lage fand sich *Gattendorfia subinvoluta*.

Obere *paradoxa*-Zone : Sie hat mit 60 cm eine anderen Profilen entsprechende Mächtigkeit. Die oberste Schicht (Bank 4) lieferte nur *Woeklumeria sphaeroides* und *Parawoeklumeria paradoxa* ; das Häufigkeitsmaximum dieser beiden Arten liegt etwas tiefer.

Untere *paradoxa*-Zone bis *acuticostata*-Zone : Diese Zonen lieferten das meiste und am besten erhaltene Ammonoideen-Material. Die Faunenfolgen stimmen mit den an anderen Stellen gemachten Feststellungen (Korn & Luppold, 1987) überein.

Parawoeklumeria paprothae n. sp.

Taf. 4 Fig. 1-13

1937 *Parawoeklumeria paradoxa* -
Schindewolf : Taf. 4 Fig. 11 (non Taf. 4 Fig. 12-16)

Derivatio nominis : Zur Ehren von Frau Dr. E. Paproth - als Anerkennung für ihren Einsatz für die Devon- und Karbon-Stratigraphie.

Holotyp : SMF 51261 (coll. Korn, 1987), abgebildet auf Taf. 4 Fig. 1, 2.

Loc. typ./Strat. typ. : Müssenberg (TK 4613 Balve) ; Schicht 31 (Untere *paradoxa*-Zone).

Diagnose : Art der Gattung *Parawoeklumeria* mit folgenden Besonderheiten: Gehäuse dickscheibenförmig (Wb/Dm = 0,60 - 0,70), Nabel eng (Nw/Dm = 0,10 - 0,20). Durch kräftige Einschnürungen dreigelapptes Gehäuse.

Abmessungen in mm :

	Dm	Wh	Wb	Nw
Holotyp SMF 51261	11,3	6,9	5,1	2,2
Paratyp SMF 51262	11,4	7,1	4,7	2,2
Paratyp SMF 51265	9,1	6,7	4,5	1,5

Bemerkungen : Eine ausführliche Beschreibung wird zusammen mit weiteren Beschreibungen anderer Formen erfolgen. Die neue Art wird hier aufgestellt, da es sich um eine wichtige Leitform handelt, mit welcher die Basis der Unteren *paradoxa*-Zone definiert wird. *Parawoeklumeria paprothae* n. sp. nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Parawoeklumeria paradoxa* (Wedekind 1918) - mit geschlossenem Nabel - und *Parawoeklumeria distorta* (Tietze 1871) - mit offenem Nabel - ein. *Parawoeklumeria paprothae* n. sp. ist nicht identisch mit *Parawoeklumeria laevigata* Selwood 1960 ; denn bei dieser Art handelt es sich lediglich um Steinkern-Exemplare von *Parawoeklumeria paradoxa*, welche eine durch die Erhaltung bedingte Öffnung des Nabels aufweisen.

Stratigraphische Verbreitung : *Parawoeklumeria paprothae* kommt zusammen mit Arten von *Kamptoclymenia* an der Basis der Unteren *subarmata*-Zone vor, deren Leitfossil sie sein soll.

4. CONODONTEN-FAUNEN (F.W. Luppold & D. Stoppel)

Aus dem gesamten Profil, bestehend aus 112 Karbonatbänken, wurden 29 Proben mit einem durchschnittlichen Ausgangsgewicht von 3 kg für die Conodontenaufbereitung entnommen. Bei der Durchsicht der Säurerückstände fiel auf, dass nicht immer die gewünschten Zonenleitformen

vorhanden waren (vgl. Sandberg & Ziegler, 1984). Die Abb. 3 zieht den derzeitigen Stand der Untersuchungen, die in nächster Zeit intensiviert fortgesetzt werden. Die Abbildung zeigt lediglich die wichtigsten, für die Zonierung herangezogenen Conodonten.

Untere *expansa*-Zone - Als bemerkenswerteste Gattung dieses Zonenabschnittes tritt *Dasbergina* auf, die im benachbarten Effenberg-Profil ebenfalls aus dem gleichen Niveau bekannt ist. Die Abgrenzung zur Mittleren *expansa*-Zone kann noch nicht genau vorgenommen werden. Hier sind weitere Proben notwendig.

Mittlere *expansa*-Zone - Mit *Bispathodus aculeatus*, aus Bank 96, wird der Nachweis der Mittleren *expansa*-Zone geführt. Die Gründe für das Fehlen von leitenden *Polygnathus*-Arten, die in dieser Zone aussterben, sind vermutlich in der Faziesabhängigkeit zu suchen.

Obere *expansa*-Zone - Mit *Pseudopolygnathus marburgensis trigonicus* in Bank 85 wird die Obere *expansa*-Zone eingeleitet. Ab Bank 80 kommt *Palmatolepis gracilis gonioclymeniae* hinzu. *Branmehla suprema* tritt zuerst in Bank 83 auf.

Untere *praesulcata*-Zone - Im Müszenberg-Schurf tritt *Siphonodella praesulcata* nur sporadisch auf (Bänke 55, 21, 14, 4, 3a). Eine sichere Abgrenzung zur Oberen *expansa*-Zone kann auch hier noch nicht erfolgen.

Mittlere *praesulcata*-Zone - Das Einsetzen der Mittleren *praesulcata*-Zone wird durch das Aussterben von *Palmatolepis gracilis gonioclymeniae* gekennzeichnet. Er wurde zuletzt in Bank 36 beobachtet. *Protognathodus meischneri* und *Protognathodus collinsoni* fehlen völlig in der Unteren bis Oberen *praesulcata*-Zone.

Obere *praesulcata*-Zone bis *sulcata*-Zone - Innerhalb der Bank 3, die in fünf Abschnitte untergliedert wurde (Abb. 2), tritt erstmalig *Protognathodus kockeli* auf. Die Grenze *praesulcata/sulcata*-Zone wird mit dem Einsetzen von *Siphonodella sulcata* in Abschnitt 3C gezogen.

duplicata-Zone bis *sandbergi*-Zone - Die Bänke 2-0 sind im Schurf noch nicht untersucht worden. Der Vollständigkeit halber wird auf die Ergebnisse der Arbeit Luppold, Hahn & Korn (1984) verwiesen. Dort werden die Bänke 2 und 1 der *duplicata*-Zone zugerechnet. Die Bank 0 entspricht der *sandbergi*-Zone.

LITERATUR

BANDEL, K. & MEYER, D.E., 1975 - Algenriffkalke, allochthone Riffblöcke und autochthone Beckenkalke im Südtteil der Rheinischen Eugeosynklinale. *Mainzer geowiss. Mitt.*, 4: 5-65.

FLÜGEL, E., 1978 - Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York, 1-454.

FOLK, R.L., 1959 - Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 43/1: 1-38.

KORN, D., 1981 - Ein neues, Ammonoideen-führendes Profil an der Devon-Karbon-Grenze im Sauerland (Rhein. Schiefergebirge). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 9: 513-526.

KORN, D., 1984 - Die Goniatiten der Stockumer *Imitoceras*-Kalklinsen (Ammonoidea; Devon/Karbon-Grenze). *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 67: 71-89.

KORN, D. & LUPPOLD, F.W., 1987 - Nach Clymenien und Conodonten gegliederte Profile des oberen Famennium im Rheinischen Schiefergebirge. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 92: 199-223.

LUPPOLD, F.W., HAHN, G. & KORN, D., 1984 - Trilobiten-, Ammonoideen- und Conodonten-Stratigraphie des Devon/Karbon-Grenzprofiles auf dem Müszenberg (Rheinisches Schiefergebirge). *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 67: 91-121.

PAECKELMANN, W., 1938 mit Beitr. von PFEFFER, P. - Erläuterungen zu Blatt Balve. *Geol. Kt. Preussen u. benachb. dt. Länder 1:25 000*, 1-70.

SANDBERG, C.A., ZIEGLER, W., LEUTERITZ, K. & BRILL, S.M., 1978 - Phylogeny, speciation and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous). *Newsl. Stratigr.*, 7/2: 102-120.

SCHÄFER, W., 1978 - Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie in Oberdevon und Unterkarbon im Bereich des Balver Riffgebietes (Rheinisches Schiefergebirge). *Inaug.-Diss. Univ. Marburg*, 1-122.

SCHINDEWOLF, O.H., 1937 - Zur Stratigraphie und Paläontologie der Wocklumer Schichten (Oberdevon). *Abh. preuss. geol. L.-Anst.*, N.F. 178, 1-132.

TUCKER, M.E., 1973 - Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestones (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany. *N. Jb. Geol. Paläont.*, *Abh.* 142/3: 320-350.

TUCKER, M.E., 1974 - Sedimentology of Palaeozoic pelagic limestones: the Devonian Griotte (Southern France) and Cephalopodenkalk (Germany). *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.*, 1: 71-92.

ZIEGLER, W. & SANDBERG, C.A., 1984 - *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.*, 196: 179-194

TAFEL I

Alle Proben vom Müszenberg-Schurfgraben, 3 fach vergrössert. Der obere Bildrand ist das stratigraphische Hangende. Dünnschliffnegative.

All samples from the Müszenberg prospecting trench, enlarged 3 x. The upper margin of the pictures is the stratigraphical roof. Negatives of thin sections.

Fig. 1 : Im oberen Teil ein Biomikrit, geschichtet, mit einem grossen Echinodermenrelikt (oben links), im unteren Teil ein Biosparit bis Biomikrit mit Echinodermen, Ostracoden, Brachiopoden-Filamenten und einer orthosparitischen, senkrecht zur Schichtung gerichteten Struktur.

Bank 4 - BGR c 425

Fig. 1 : In the upper part lamellar biomicrite with a large echinoderm fragment (upper left), in the lower part biosparite to biomicrite with echinoderms, ostracodes, brachiopod filaments and an orthosparitic structure vertical to the bedding plane.

Bed 4.

Fig. 2 : Echinodermenschliffführender Biomikrudit bis Biosparrudit mit Ostracoden, Trilobiten- und Brachiopoden-Filamenten. Bereichsweise Einlagerung parallel SS, sonst ungerichtet.

Bank 17 - BGR c 426

Fig. 2 : Biomicrudite to biosparrudite with echinoderm debris, ostracodes, trilobite and brachiopod filaments, which are bedding-parallel, otherwise unbedded.

Bed 17.

Fig. 3 : Echinodermen - und cephalopodenschliffführender Biomikrit bis Biomikrudit mit orthoconen und convoluten Cephalopoden, Ostracoden, Echinodermen sowie Brachiopoden- und Trilobiten-Filamenten. Wasserwaagen parallel zur Schichtung (Sparithauben, unterlagert von Mikrit).

Bank 20 - BGR c 427.

Fig. 3 : Echinoderm and cephalopod biomicrite to biomicrudite with abundant orthocones and convoluted cephalopods, ostracodes, echinoderms, brachiopod and trilobite filaments. Geopetal fillings parallel to bedding plane (sparitic caps, underlain by micrite).

Bed 20

Fig. 4 : Biomikrit bis Biomikrudit mit grossen Echinodermenrelikten. Matrix bereichsweise mikrosparitisch. Knollige Ausbildung durch zahlreiche Drucklösungssuturen mit Mikrotylolithen an den Komponentengrenzen. Ostracoden, Conodonten, Cephalopoden sowie Brachiopoden-Filamente.

Bank 22 - BGR c 428.

Fig. 4 : Biomicrite to biomicrudite with large echinoderm fragments. Matrix partly microsparitic. Nodular structure by numerous pressure solution planes with microtyloliths along the component boundary lines. Ostracodes, conodonts, cephalopods and brachiopod filaments.

Bed 22.

Fig. 5 : Fossilführender Mikrit mit Stromatactis-Strukturen, welche von Mikrosparit umhüllt werden. Am rechten Bildrand ein mikritgefülltes Cephalopodengehäuse. Unterhalb der Stromatactis-Strukturen bis zum unteren Bildrand ein vermutlicher Kriechgang.

Bank 23 - BGR c 429

Fig. 5 : Fossiliferous micrite with stromatactis-structures, surrounded by microsparite. At the right margin of the photo a cephalopod conch filled by micrite. Below the stromatactis structures down to the lower margin of the photo a probable creep burrow.

Bed 23

Fig. 6 : Biomikrit mit Ostracoden, Echinodermen, Cephalopoden sowie Trilobiten- und Brachiopoden-Filamenten. Von links oben bis zur Mitte rechts zieht eine von Drucklösungssuturen begrenzte 250 bis 300 µm dicke Mikrosparitlage entlang, mit zwei Aussackungen in das Liegende. Senkrecht dazu verlaufen fiederartig gestaffelte, brauneisengefüllte Haarrisse.

Bank 65 - BGR c 430

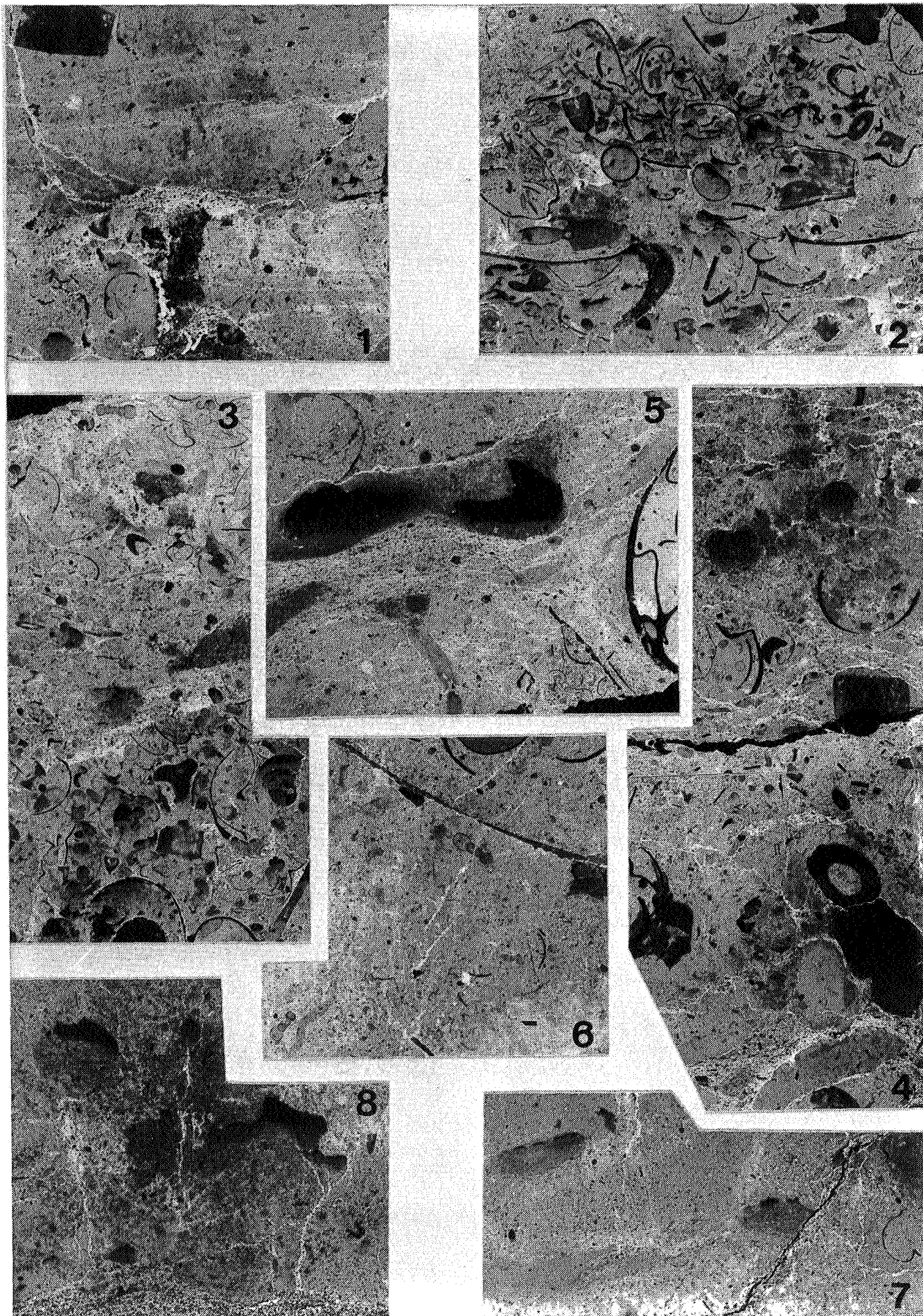


Fig. 6 : Biomicrite with ostracodes, echinoderms, cephalopods, trilobite- and brachiopod filaments. From upper left to middle right a 250 to 300 μm thick microsparitic layer, limited by pressure solution planes, passes diagonally. Perpendicular to this layer pennate microfissures filled by limonite.

Bed 65.

Fig. 7 : Fossilführender Mikrit mit Quarzdetritus. Im rechten Teil ein 80 μm breiter pseudosparitischer Gang, umgeben von Mikrosparit. Die dunklen Flecken stellen Mikrosparit-Anreicherungen dar.

Bank 85 - BGR c 431.

Fig. 7 : Fossiliferous micrite with detrital quartz. On the right hand a 80 μm thick pseudosparitic vein, surrounded by microsparite. The dark patches represent microsparite accumulations.

Bed 85.

Fig. 8 : Fossilführender Mikrit, an der unteren Bildkante in einen mittel-bis grobkörnigen Schluffstein übergehend. Stromatactisgefüge mit Sparithaube und unterlagerndem Mikrosparit. Senkrecht zur Schichtung gerichtete Haarrisse mit Eisenhydroxid.

Bank 108 - BGR c 432.

Fig. 8 : Fossiliferous micrite which grades into a medium to coarse-grained siltstone. At the bottom of the photo stromatactis structures with sparite caps and underlying microsparite. Microfissures with limonite vertical to bedding plane.

Bed 108.

TAFEL 2

Alle Proben vom Müszenberg-Schurfgraben. Fig. 1 und 2 : 3 fach-, Fig. 3 : 6-fach vergrößert. Der obere Bildrand ist das stratigraphische Hangende. Dünnschliffnegative.

All samples from the Müszenberg prospecting trench. Fig. 1 and 2 : enlarged 3 x, fig. 3 enlarged 6 x. The upper margin of the pictures is the stratigraphical roof. Negatives of thin sections.

Fig. 1 : Biomikrit bis Biomikrosparit mit Echinodermen, Ostracoden und Trilobiten-Filamenten. Die Wasserwaagen verlaufen parallel zur Schichtung. Mikrosparitflecken weisen auf Sammelkristallisation hin. Die senkrecht verlaufende Streifung wurde durch den Absatz von Eisenlösungen verursacht.

Bank 1 - BGR c 433.

Fig. 1 : Biomicrite to biomicrosparite with echinoderms, ostracodes and trilobite-filaments. The biogenic fragments show geopetal infilling parallel to the bedding plane. The light patches are due to microsparitic accretive crystallization. The distinct striae perpendicular to the bedding planes are caused by iron deposition.

Bed 1

Fig. 2 : Ein 2,5 bis 3 cm mächtiger Cephalopoden-Trilobiten-Schillhorizont ist im Hangenden von Biomikrit bis Biomikrosparit mit Drucklösungssutturen und im Liegenden von einem fossilführenden Mikrit umgeben. Die Fossilfragmente sind statistisch eingeregelt.

Bank 2 - BGR c 434.

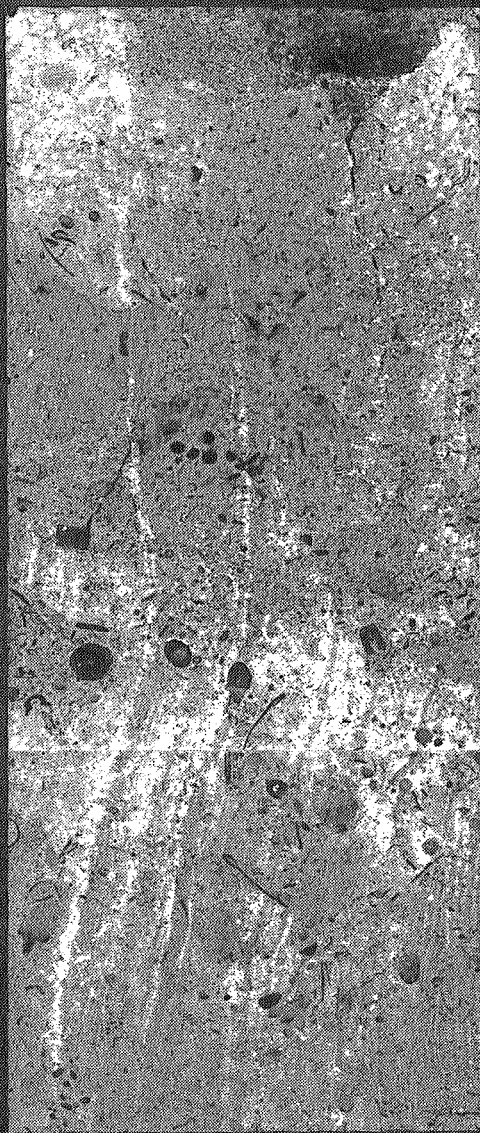
Fig. 2 : A 2,5 to 3 cm thick cephalopod-trilobite coquina is surrounded by a biomicrite to biomicrosparite (roof sediment) and a fossiliferous micrite (bottom sediment). The biomicrosparite is influenced by pressure solution planes. The biogenic components show geopetal infillings. The fragments orientation is statistically indicated.

Bed 2.

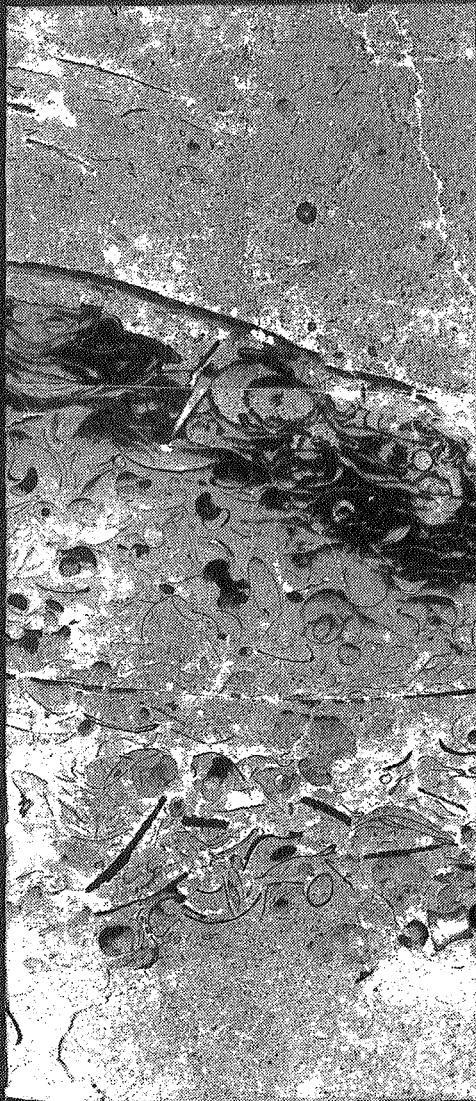
Fig. 3 : Oberster Anteil der Bank 3 (vgl. Fig. 1 auf Taf. 3). Das taschenförmige Eingreifen des hangenden Biomikrits mit dem basalen Mikrosparitsaum in den unterlagernden Mikrit ist durch Drucklösung verursacht.

BGR c 435.

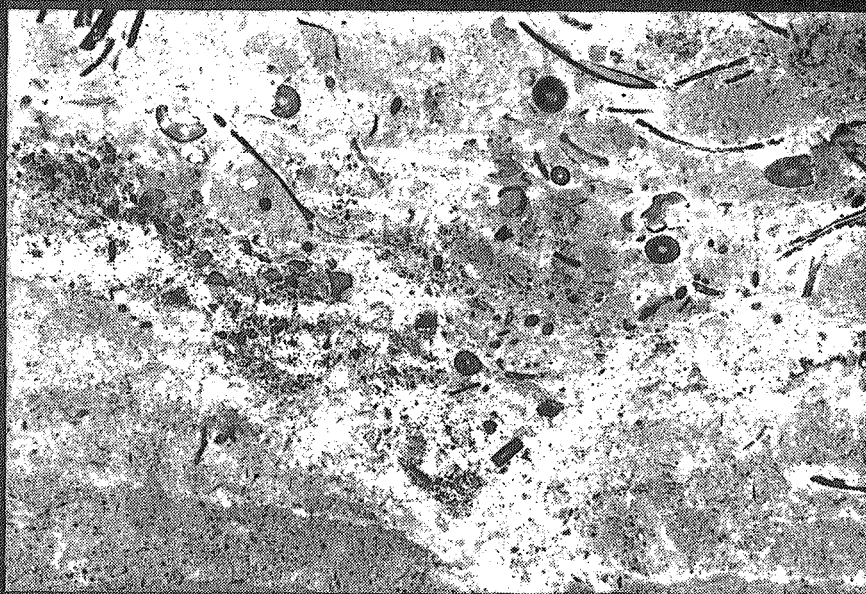
Fig. 3 : Uppermost part of bed 3 (see plate 3, fig. 1). This photo shows a pocket-like extrusion of biomicrite with echinoderm debris and filaments into the underlying micrite. This extrusion is due to pressure solution.



1



2



3

TAFEL 3

Alle Proben von Bank 3 des Müszenberg-Schurfgrabens, 3 fach vergrössert. Der obere Bildrand ist das stratigraphische Hangende. Dünnschliffnegative.

All samples from bed 3 of the Müszenberg prospecting trench, enlarged 3 x . The upper margin of the pictures is the stratigraphical roof. Negatives of thin sections.

Fig. 1 : Im Dünnschliff folgen von oben nach unten :

- Biomikrit (1,5 - 2 cm) mit Fossildebris (Echinodermen, Ostracoden, Trilobiten- und Brachiopoden-Filamente). An der Basis befindet sich ein Biomikrospatit, welcher zapfenartig in den unterlagernden Mikrit vorstösst.
- Mikrit (2,5 - 3 cm), mit durch Eisenhydroxidabsätze verursachten Streifen, fossilführend.
- Cephalopodenschill-Lage (1,5 cm), bestehend aus Protoconchen und Initialgehäusen, ferner Trilobiten-Filamenten. Das grosse Gehäuse links zeigt eine geopetale Füllung mit basalem, fossilführendem Mikrit innerhalb des durch Septalwände gegliederten Luftkammerabschnittes und einer grossen Sparithaube im Wohnkammerabschnitt.
- Mikrit bis Mikrospatit (1,5 cm), fossilführend.

BGR c 435.

Fig. 1 : The sample can be divided from roof to bottom into 4 parts :

- The uppermost part (1,5 - 2 cm) is built by a biomicrite with much skeletal debris (echinoderms, ostracodes, trilobite and brachiopod filaments with algal incrustations).
- It grades into a small biomicrosparitic layer, which is extruded into the underlying part, a 2,5 - 3 cm thick, weakly iron-laminated micrite, which is not so rich in fossils.
- This part is followed by a 1,5 cm thick cephalopod coquina consisting of small broken initial conches and trilobite filaments. The great conch on middle left shows geopetal structures with internal biomicrite bottom sediment inside septal spaces and a big drusy calcite cap (dark in the photo).
- The coquina is underlain by a 1,5 cm thick fossiliferous micrite to microspatite.

Fig. 2 : Dieses Photo zeigt die Cephalopodenschill-Lage und den unterlagernden Mikrit bis Mikrospatit wie in Fig. 1. Die Mikritlage erfährt durch einen 1 - 3 mm schichtparallelen spaltenförmigen Hohlraum eine Zweiteilung. Der Hohlraum ist mit grobkörnigem, zum Hangenden hin zackig ausgefranztem Calcit angefüllt und kann als eine langgestreckte Stromatactis-Struktur gedeutet werden. Der Limonit unterhalb des Calcits ist durch Verwitterung von Pyritaggregaten entstanden.

BGR c 436

Fig. 2 : This photo shows another section of the lower part of fig. 1. The coquina with bedding parallel filaments and the underlying finely laminated ferruginous micrite to microspatite are built as in fig. 1. The most remarkable structure is a 1 - 3 mm thin, bedding parallel, sheet fracture-like stromatactis filled by coarse calcite and impregnated by limonite. The latter is caused by weathered pyrite. The micrite below this structure grades into a siltstone at the bottom.



TAFEL 4

Arten von *Parawoeklumeria* Schindewolf 1926 aus dem Müszenberg-Schurf, alle 4 fach vergrössert, aufbewahrt mit den Katalog-Nummern SMF 51261-51270 (coll. Korn, 1987) im Senckenberg-Museum, Frankfurt a. M.

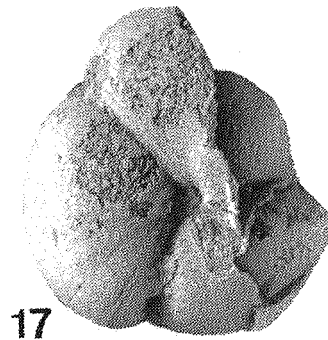
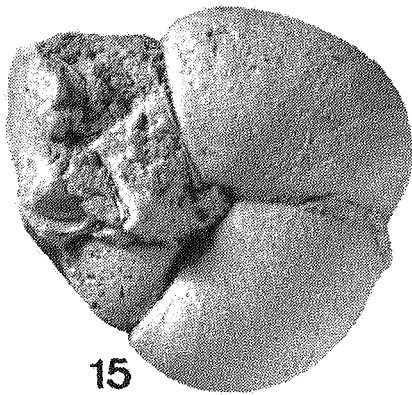
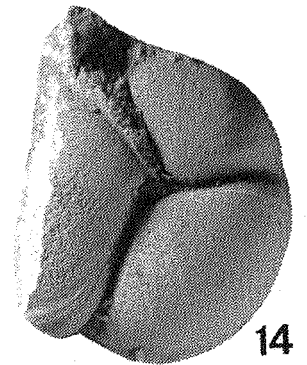
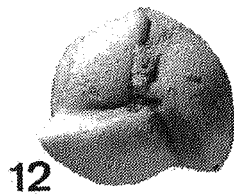
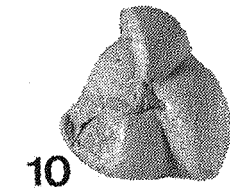
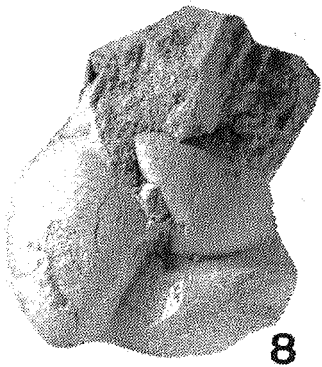
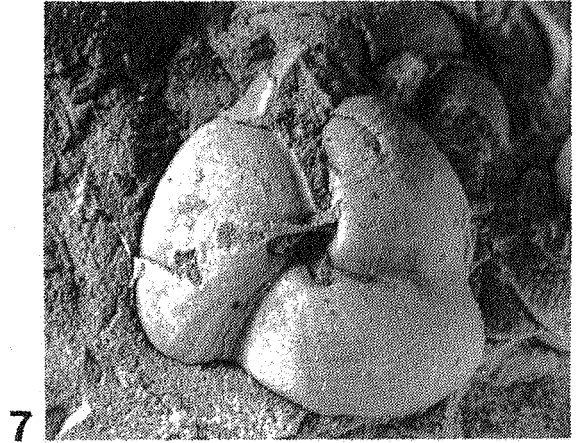
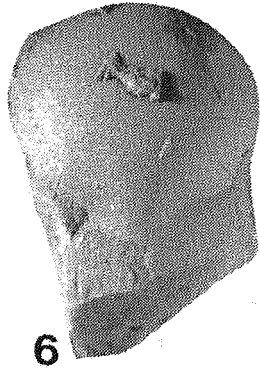
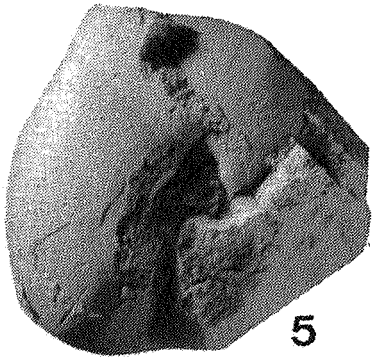
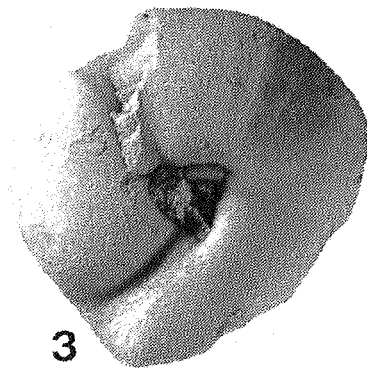
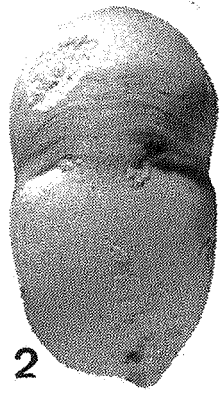
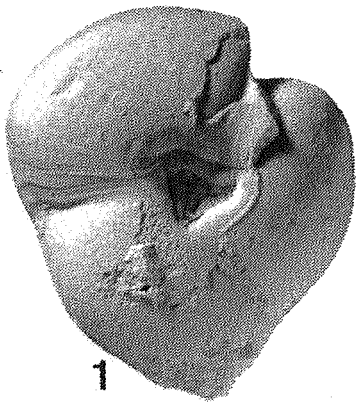
Species of *Parawoeklumeria* Schindewolf 1926 from the Müszenberg trench, all 4 x enlarged, stored with catalog numbers SMF 51261-51270 (Korn, 1987, coll.) in the Senckenberg Museum, Frankfurt.

Fig. 1-13 *Parawoeklumeria paprothae* Korn n. sp.

- Fig. 1, 2 - Holotyp SMF 51261, Schicht 31
- Fig. 3, 4 - Paratyp SMF 51262, Schicht 31
- Fig. 5, 6 - Paratyp SMF 51263, Schicht 31
- Fig. 7 - Paratyp SMF 51264, Schicht 28
- Fig. 8, 9 - Paratyp SMF 51265, Schicht 31
- Fig. 10, 11 - Paratyp SMF 51266, Schicht 31
- Fig. 12, 13 - Paratyp SMF 51267, Schicht 31

Fig. 14-18 *Parawoeklumeria paradoxa* (Wedekind 1918)

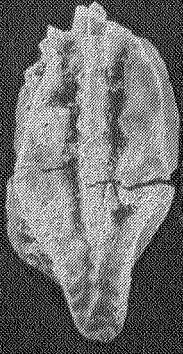
- Fig. 14 - SMF 51268, Schicht 20
- Fig. 15, 16 - SMF 51269, Schicht 14
- Fig. 17, 18 - SMF 51270, Schicht 14



Conodonten aus dem Müssenberg-Schurf.

Conodonts from the Müssenberg trench.

- Fig. 1 *Protognathodus* sp., 50 x, Schicht 3C (Con 6063, Tr. 409/1).
- Fig. 2 *Protognathodus* sp., 50 x, Schicht 3C (Con 6063, Tr. 409/2).
- Fig. 3 *Protognathodus kockeli* (Bischoff 1957), 50 x, Schicht 3C (Con 6063, Tr. 409/3).
- Fig. 4 *Protognathodus* sp., 50 x, Schicht 3C (Con 6063, Tr. 409/4).
- Fig. 5 *Protognathodus kockeli* (Bischoff 1957), 60 x, Schicht 3C (Con 6063, Tr. 409/5).
- Fig. 6a, b *Bispathodus ziegleri muessenbergensis* Luppold 1984, 30 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/6).
- Fig. 7a, b *Bispathodus ziegleri muessenbergensis* Luppold 1984, 35/30 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/7).
- Fig. 8 *Bispathodus ziegleri muessenbergensis* Luppold 1984, 35 x, Schicht 10 (Con 6095, Tr. 409/12).
- Fig. 9 *Bispathodus ziegleri muessenbergensis* Luppold 1984, 40 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/8).
- Fig. 10 *Bispathodus ultimus* (Bischoff 1957), 50 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/10).
- Fig. 11 *Bispathodus ziegleri ziegleri* (Rhodes, Austin & Druce, 1969), 50 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/11).
- Fig. 12 *Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg & Ziegler 1979, 35 x, Schicht 5 (Con 6094, Tr. 409/9).
- Fig. 13 *Siphonodella praesulcata* Sandberg 1972, 50 x, Schicht 14 (Con 6096, Tr. 409/14).
- Fig. 14 *Siphonodella praesulcata* Sandberg 1972, 70 x, Schicht 14 (Con 6096, Tr. 409/13).



1



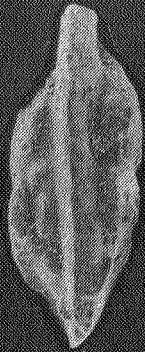
2



3



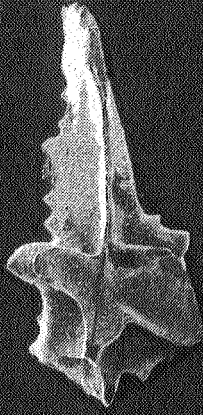
4



5



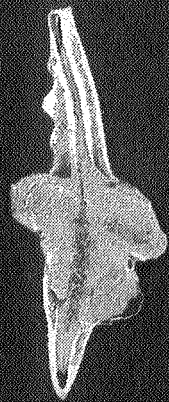
6a



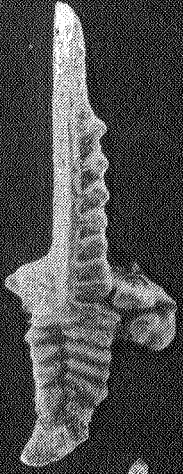
6b



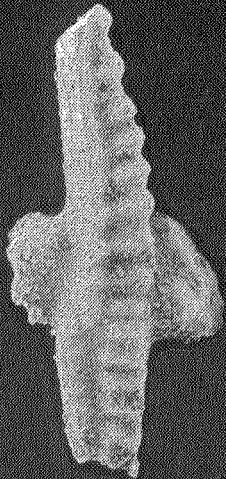
7a



7b



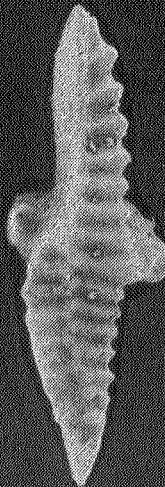
8



9



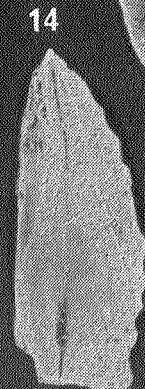
13



10



11



14



12