

| | | | | |
|--------------------------|----|-------|----------------------------|---------------------|
| Geol. Paläont. Westf. | 29 | 71-95 | 9 Abb. 1 Tab. 1 Taf. | Münster Mai 1994 |
|--------------------------|----|-------|----------------------------|---------------------|

Faunenvergleich Rhenohherzyuikum/Saxothuringikum, Tübingen, Nr. 8

Die Devon/Karbon-Grenze bei Stockum (Rheinisches Schiefergebirge)

Claus-Dieter Clausen, Dieter Korn, Raimund Feist, Kerstin Leuschner,
Helga Groos-Uffenorde, Friedrich Wilhelm Luppold, Dieter Stoppel,
Kenneth Higgs & Maurice Streef*

Zusammenfassung

Eine 28 m mächtige Folge von Devon/Karbon-Grenzschiefern, bestehend aus Ton-, Silt- und Sandsteinen mit wenigen karbonatischen Lagen, ist in einem neuen Schurfgraben am Spitz Kahlenberg bei Stockum aufgeschlossen worden. Das ungestörte Profil wird hinsichtlich seines Inhaltes an Ammonoiten, Trilobiten, Ostracoden, Conodonten und Miosporen sowie der Mikrofazies der Kalksteinlagen untersucht.

Die Devon/Karbon-Grenze liegt oberhalb des Stockumer Kalkes, welcher karbonisch anmutende Ammonoiten-, Trilobiten- und Conodonten-Faunen (allerdings ohne die typischen Leitformen *Gattendorfia subinvoluta*, *Semiproetus (Macrobola) drewerensis* und *Siphonodella sulcata*) lieferte. Die Grenze LN/VI der Sporen-Stratigraphie liegt im Bereich des Stockumer Kalkes.

Erstmals konnte bei Stockum der Hangenberg-Schwarzschiefer nachgewiesen werden; er liegt 15 m unterhalb des Stockumer Kalkes.

* Anschriften der Verfasser:

Dr. Claus-Dieter Clausen,
Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De-Greif-Strasse 195, D-47803 Krefeld.
Dieter Korn, Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Sigwartstraße 10, D-72076 Tübingen.
Dr. Raimund Feist,
Université de Montpellier II, Laboratoire de Paléontologie, Place E. Bataillon, F-34095 Montpellier Cedex.
Kerstin Leuschner, Dipl.-Geol.,
Institut für Geologie und Paläontologie, Lahnberge, D-35043 Marburg/Lahn.
Dr. Helga Groos-Uffenorde,
Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Goldschmidt-Straße 3, D-37077 Göttingen.
Friedrich Wilhelm Luppold,
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, D-30655 Hannover.
Dr. Dieter Stoppel, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30655 Hannover.
Dr. Kenneth Higgs, University College Cork, IRL-Cork.
Prof. Dr. Maurice Streef,
Services Associés de Paléontologie de l'Université de Liège, Place du Vingt-Août, 7, B-4000 Liège.

Summary

A 28 m thick Devonian-Carboniferous boundary sequence of clay, siltstones and sandstones with intercalated carbonates has been exposed in a new trench at the Spitzer Kahlenberg near Stockum. The section has been examined because of its content of ammonoids, trilobites, ostracodes, conodonts and miospores as well as the microfacies of the carbonates.

The Devonian-Carboniferous boundary apparently lies above the Stockum Limestone in which ammonoids, trilobites and conodonts with Carboniferous affinities (but without typical Carboniferous index forms such as *Gattendorfia subinvoluta*, *Semiproetus (Macrobole) drewerensis* and *Siphonodella sulcata*) can be collected. The miospore boundary LN/VI is approximately at the Stockum Limestone.

In this section, for the first time, the Hangenberg Black Shale was discovered near Stockum, lying 15 m below the Stockum Limestone.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung/Historischer Überblick (D. KORN) | 72 |
| 2. Geologische Situation (D. KORN, C.-D. CLAUSEN) | 75 |
| 3. Das Profil von Stockum | 77 |
| 3.1. Geländeaufnahme (D. KORN) | 77 |
| 3.2. Mikrofazies-Analyse (C.-D. CLAUSEN) | 79 |
| 4. Biostratigraphie | 80 |
| 4.1. Ammonoideen (D. KORN) | 80 |
| 4.2. Trilobiten (R. FEIST & K. LEUSCHNER) | 81 |
| 4.3. Ostracoden (H. GROOS-UFFENORDE) | 82 |
| 4.4. Conodonten (F.W. LUPPOLD & D. STOPPEL) | 85 |
| 4.5. Miosporen (K. HIGGS & M. STREEL) | 85 |
| 4.6. Das stratigraphische Alter des Stockumer Kalkes (D. KORN, F.W. LUPPOLD, C.-D. CLAUSEN) | 89 |
| 5. Dank | 91 |
| 6. Literatur | 91 |

1. Einleitung/Historischer Überblick (D. KORN)

Seit ihrer Entdeckung zu Beginn dieses Jahrhunderts gelten die Goniatiten führenden Kalksteinlinsen von Stockum (Abb. 1) als Kuriosität in der Oberdevon/Unterkarbon-Stratigraphie. Von den frühen Forschern (HENKE 1924; W.E. SCHMIDT 1924; H.SCHMIDT 1924) als Äquivalent des Hangenberg-Kalkes angesehen, kam VÖHRINGER (1960) zu der Überzeugung, daß die Kalkknollen etwas älter als der Hangenberg-Kalk von Ober-Rödinghausen seien.

Mit der Untersuchung der Conodonten aus Resten des Originalmaterials war zunächst noch keine zuverlässige Aussage über die exakte stratigraphische Einordnung zu treffen (ZIEGLER 1969). Die weitgehend aus *Protognathodus*-Arten bestehende, exotisch anmutende Conodontenfauna ließ sich damals noch nicht einwandfrei als entweder devonisch oder karbonisch ansprechen.

Das erste zusammenhängende Profil mit den fossilreichen Kalksteinlinsen ist von ALBERTI et al. (1974) publiziert worden. Simultane Untersuchungen von Trilobiten, Ostracoden, Sporen und Goniatiten veranlaßten die Autoren zu der Aussage, daß die Kalklinsen – von ihnen mit dem neuen Terminus „Stockumer Kalk“ belegt – in das Karbon zu stellen seien. [Diese Auffassung unterstützten CLAUSEN et al. (1989), weil in den Goniatiten führenden Kalklinsen sowohl in der Wegböschung (Original-Material von H.SCHMIDT) als auch in Schurf I von ALBERTI et al. (1974) *Protognathodus kuehni* gefunden und diese Art neben *Siphonodella sulcata* als Index-Conodont für die Basis des Karbons angesehen wurde.]

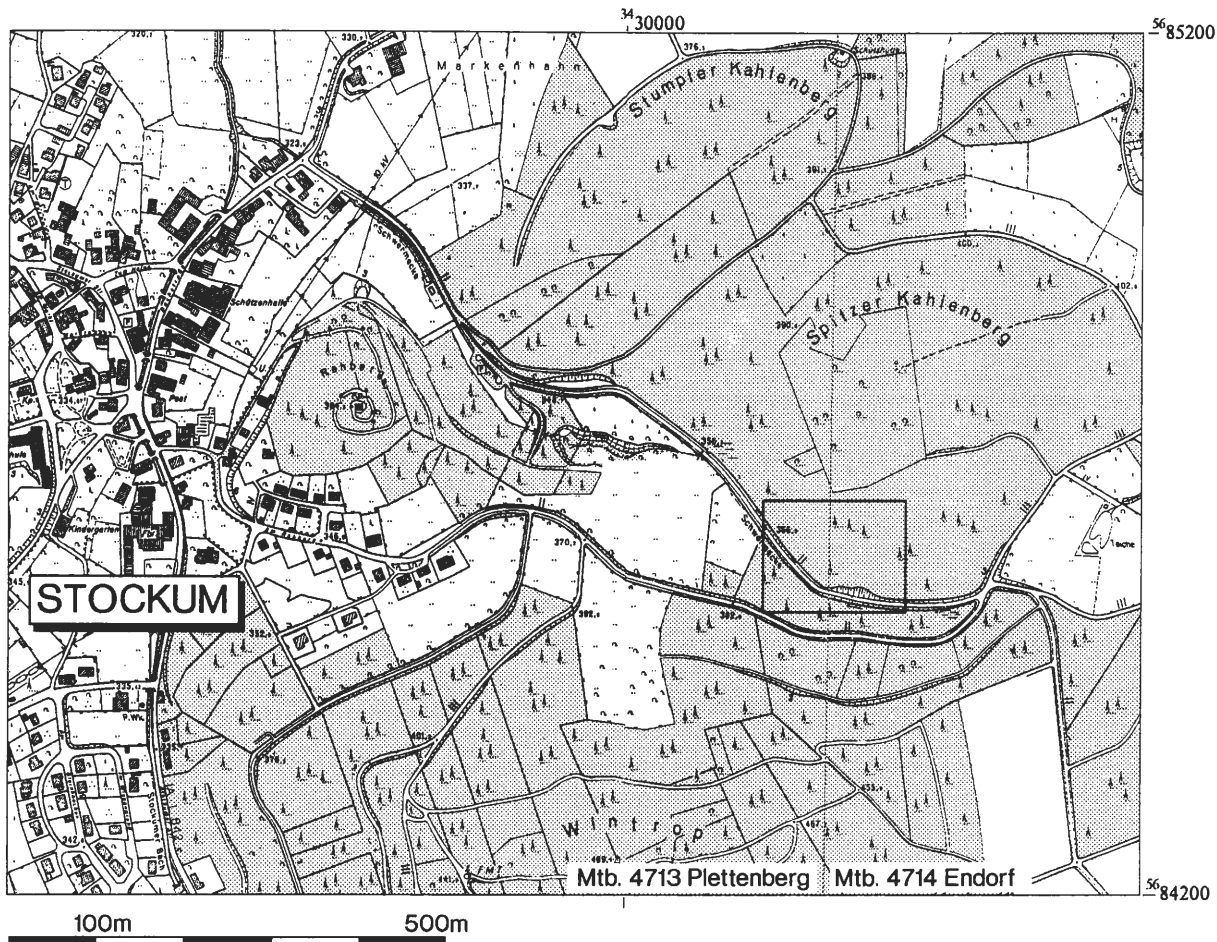


Abb. 1: Geographische Lage der Aufschlüsse am Spitzen Kahlenberg bei Stockum.

Eine erste Revision der Goniatitenfauna durch WEYER (1977) erhärtete allerdings VÖHRINGERS Auffassung, daß die für die *Gattendorfia*-Stufe typischen Gattungen in der Stockumer Fauna nicht vertreten sind. WEYERS Querschnittsbilder zeigen Formen, die wegen ihrer ähnlichen Aufrollungsverhältnisse als eng miteinander verwandt angesehen werden können.

Mit der Suche nach einem Stratotypen für die Devon/Karbon-Grenze erfolgte in den 80er Jahren eine intensive Neubearbeitung der bereits von ALBERTI et al. aufgenommenen Profile. Sowohl das in der Straßenböschung befindliche Profil als auch Teile des Schurfes II wurden erneut geöffnet und tiefer aufgegraben – beide Lokalitäten lieferten zahlreiche wohlerhaltene Acutimitoceranen (KORN 1984). Typische, als karbonisch angesehene Goniatiten, wie *Gattendorfia*, *Eocanites* etc. konnten in den äußerst individuenreichen Kalksteinlinsen nicht aufgesammelt werden.

Gleichzeitig erschienen erstmals Publikationen über Fazies und Sedimentologie der Abfolge (KEUPP & KOMPA 1984), über die Geochemie (KASIG, KATSCH & KOLLENBERG 1984) und über die Sporen-Stratigraphie (HIGGS & STREEL 1984). Eine zuverlässige Einordnung der Schichten in die Sporen-Stratigraphie mußte aber vorerst unterbleiben; jedoch wurde der Horizont des Stockumer Kalkes in die VI-Sporenzone eingestuft, also in den unmittelbaren Devon/Karbon-Grenzbereich (BLESS, SIMAKOV & STREEL 1988: 4).

Zur stratigraphischen Korrelation der Schichten im Hangenden und im Liegenden des fossilreichen Stockumer Kalkes ist der Schurf II (ALBERTI et al. 1974) unter wesentlicher Vertiefung im

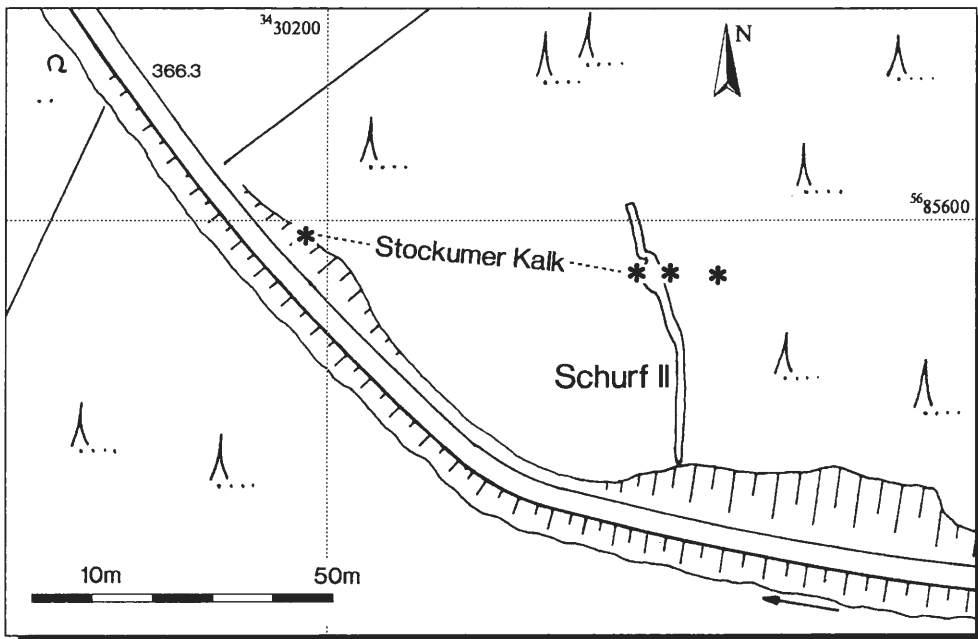
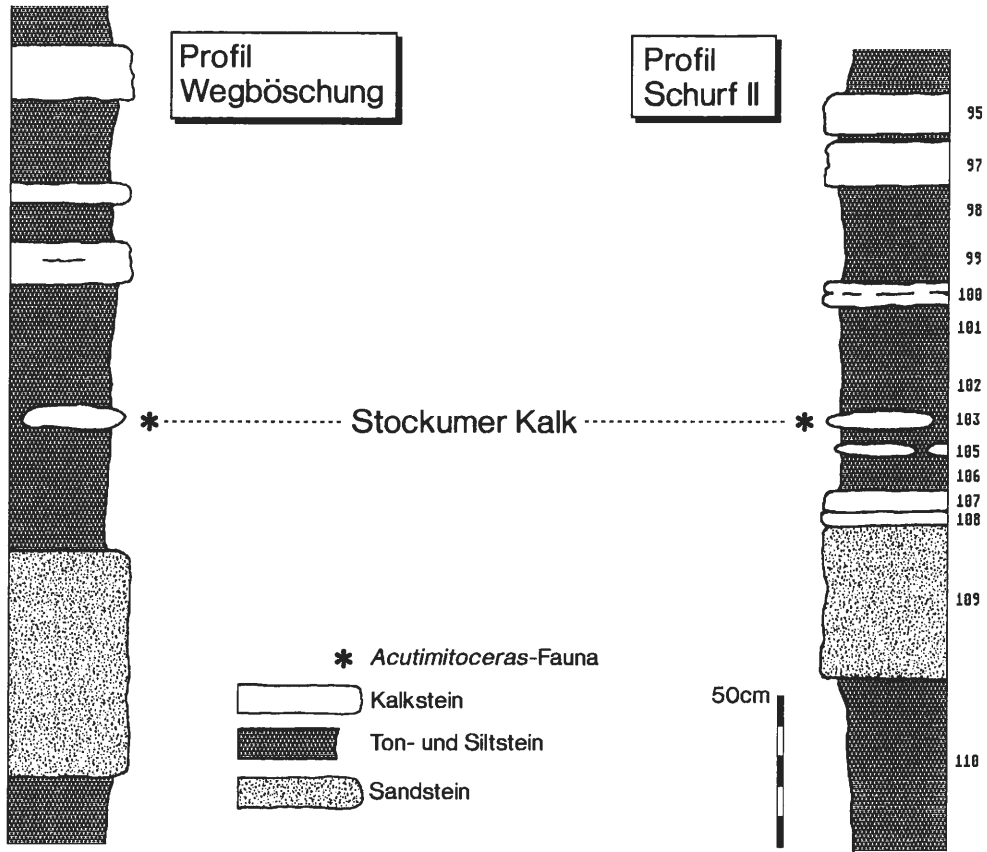


Abb. 2: Topographische Lage des neuen Schurfgrabens mit den Vorkommen des Stockumer Kalkes (unterer Teil). Oben in der Abbildung eine Gegenüberstellung der Profile im Bereich des Stockumer Kalkes der Wegböschung und des Schurfgrabens (beide Profilaufnahmen KORN 1988).

Dezember 1988 erneut für kurze Zeit geöffnet worden. Das aufgenommene Profil (Abb. 3) beginnt in Kalkknollenschiefern der *expansa*- bis Mittleren *praesulcata*-Zone und endet in sideritischen Knollenkalken, die als Äquivalent des Hangenberg-Kalkes angesehen werden können.

2. Geologische Situation (D. KORN, C.-D. CLAUSEN)

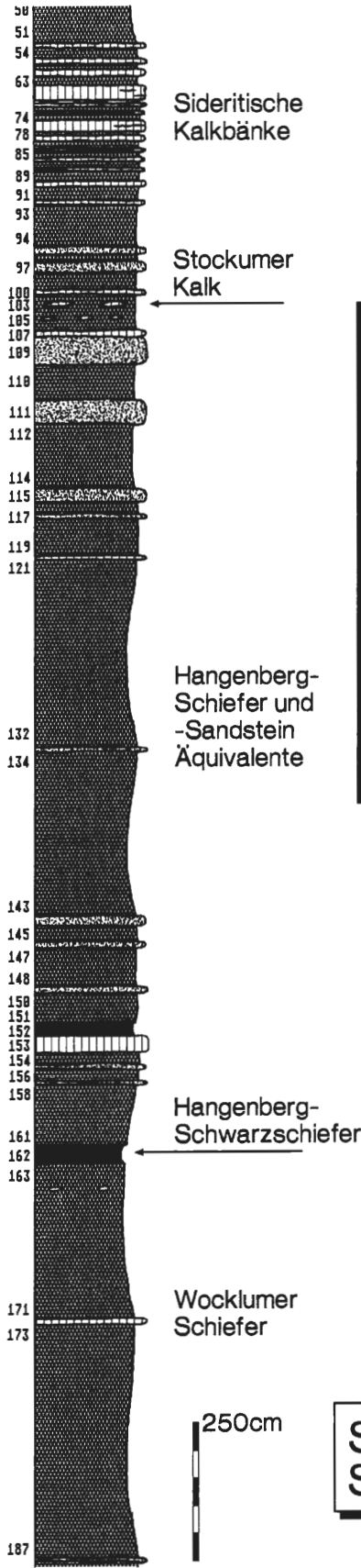
Die Stockumer Lokalität liegt auf dem Südflügel der Lüdenscheider Mulde, welche im Norden vom Remscheid-Altener Sattel und im Süden vom Ebbe-Sattel umrahmt wird. Diese Synklinalstruktur ist durch einen hinsichtlich der Mächtigkeit asymmetrischen Aufbau ihrer Schichtfolgen gekennzeichnet: Die Ablagerungen ihres Nordflügels sind beeinflusst durch das Balver Hoch, auf welchem während des oberen Givet ein bis zu 1200 m mächtiges Riff aufwuchs, welches nach seinem Absterben noch bis in das Unterkarbon hinein als submarine Schwelle das Sedimentationsgeschehen steuerte. Auf dem Südflügel (= Nordflügel des Ebbe-Sattels) hingegen wurden die Finnentropen Schichten nur von einem geringmächtigen Biostrom (*Sparganophyllum*-Kalk) überwachsen. Dieses wurde im höchsten Mitteldevon von Klastika (Flinzkalke und Tonsteine) überlagert. Anders als auf dem Nordflügel, wo während des gesamten Oberdevons hindurch Cephalopodenkalksteine, Knollenkalksteine und Kalkknollenschiefer am Hang eines Hochgebietes sedimentierten, ist die oberdevonische Abfolge am Südflügel durch klastische Schüttungen vom südwestlich angenommenen Ebbe-Hoch geprägt.

Regressive und transgressive Impulse kurz vor und nach der Devon/Karbon-Grenze spiegeln sich in der Wechsellagerung von Kalkknollenschiefern, Ton- und Siltsteinen, Sandsteinen und Schwarzschiefern wider. Der durch die Vertiefung des Schurfes erstmals in der Lüdenscheider Mulde nachgewiesene Hangenberg-Schwarzschiefer beweist, daß die ihn verursachende eustatische Transgression auch zu dieser Zeit in beckenexponierter Lage zur Bildung bituminöser Ablagerungen geführt hat.

Der regressive Trend unmittelbar vor der Devon/Karbon-Grenze führte dann zu verstärkter Sandschüttung, und die bei Stockum abgelagerten Bänke des Hangenberg-Sandsteins deuten mit ihrem hohen Gehalt an Feldspat und zum Teil nur geringem Rundungsgrad der Quarzkörner auf einen kurzen Sedimenttransport hin (KEUPP & KOMPA 1984). In dieser Hinsicht entsprechen die Stockumer Klastika jenen der auf dem Nordflügel des Remscheid-Altener Sattels gelegenen Lokalitäten, wie zum Beispiel am Bahnhofpunkt Oese.

Die Anreicherung klastischen Materials wurde nur kurzfristig zu Gunsten kalkdetritischer Schüttungen unterbrochen; es entstanden die Stockumer Kalkbänke und Kalklinsen. Es finden sich bei ihnen – wie bei den allodapischen Kalksteinen üblich – alle Übergänge vom Mikrit zum Rudit. Typisch sind für sie die Wechsellagerung mit Peliten und Psammiten, so wie sie auch schon im Schliffbereich zum Ausdruck kommt (vgl. mikrofazielle Beschreibung). Ferner treten bankinterne Strukturen auf (Gradierung). Lagenweise sind Bioklasten angereichert, die zum Teil aus benthischen Flachwasserbewohnern aus Riffbiotopen bestehen. Ooide und Pelloide sind entwickelt. Charakteristisch ist schließlich die Ausbildung linsenförmiger, in die Siliciklastika eingeschalteter Carbonatkörper. Das kalkdetritische Material läßt sich zwanglos vom Ebbe-Hoch ableiten.

Mit dem Beginn der folgenden, durch die Liegenden Alaunschiefer weiträumig dokumentierten Transgression spielen vorhandene Reliefunterschiede nur noch eine untergeordnete Rolle. Wie in weiten Teilen des Rheinischen Schiefergebirges, so deuten auch hier die kieseligen Ablagerungen auf eine Vertiefung des Beckens hin. Ab Visé treten zusätzlich mächtige Kalkturbidite hinzu. Mächtigkeitsschwankungen führen zu einem asymmetrischen Aufbau der Synklinale: Der am Südflügel der Lüdenscheider Mulde in bis zu 100 Meter Mächtigkeit entwickelte Hellefelder Kalk ist auf dem Remscheid-Altener Sattel nur als dünnbankige Einlagerung in den Kieselkalkhorizont vertreten. Hingegen führten Suspensionsströme im Ober-Visé zum Aufbau des über 100 m mächtigen Kulmplattenkalkes auf dem Remscheid-Altener Sattel, welche aber die Stockumer Umgebung nicht erreichten.



**Stockum
Schurf II**

Conodonten-Stratigraphie

expansa - Mittlere *praesulcata*-Zone ?

Obere *praesulcata*-Zone ? *sulci*- *dupl.*-Zone

3. Das Profil von Stockum

3.1. Geländeaufnahme (D. KORN)

Im Hangenden der grünlichgrauen Kalkknollenschiefer, welche an der Böschung direkt nördlich des Forstweges angeschnitten sind (Abb. 2, 3), wurden durch den neuen, 45 Meter langen Schurfgraben mit durchschnittlich 45° NNW einfallende Schichten in einer Mächtigkeit von 28 Metern aufgeschlossen. Es ist eine Wechsellagerung von Ton-, Silt-, Sand- und Kalksteinen, die sich von unten nach oben in mehrere lithologische Abschnitte untergliedern läßt:

– Zuerst sind an der Böschung rötliche bis grünliche Kalkknollenlagen von wenigen Zentimetern Mächtigkeit aufgeschlossen (unterhalb von Schicht 188), welche voneinander durch 30 bis 50 cm dicke Tonsteinschichten getrennt werden.

– Schichten 187 bis 163: 7,20 m graue bis bräunliche Tonsteine, die in einigen Bereichen einen geringen karbonatischen Anteil aufweisen. Etwa in der Mitte ist eine fast 10 cm dicke, dunkelgraue, splittrige Knollenkalkbank eingelagert (Schicht 172). Im obersten Teil (Schichten 163 bis 165) befinden sich kleine, Ostracoden-reiche, dunkle Kalksteinknollen; aus diesem Bereich lieferten die Tonsteine zahlreiche Ostracoden und Trilobiten.

– Schichten 162 bis 152: 250 cm siltige Tonsteine mit einigen harten, feinkörnigen Sandsteinbänken. An der Basis befindet sich ein 35 cm dickes Schwarzschieferpaket (Schicht 162) und am Top ein 25 cm mächtiger, tonreicher, bituminöser und stark verwitterter Kalkstein (Schicht 152). Die untere Lage ist dem Hangenberg-Schwarzschiefer zuzuordnen; leider lieferte die obere Lage keine Makro- und Mikrofossilien.

– Schichten 151 bis 116: 9,40 m siltige Tonsteine mit wenigen dünnen Sandsteinlagen. Makrofossilien konnten nicht gefunden werden.

– Schichten 115 bis 93: 5,40 m mächtige Wechsellagerung von Ton- und Sandsteinen; ferner sind in der Mitte mehrere sandige Kalksteine und Kalksteinlinsen eingeschaltet. Über einem charakteristischen, 60 cm dicken bröckeligen Tonstein (Schicht 110) an der Basis dieses Abschnitts folgt die mächtigste – 50 cm dicke – Sandsteinbank des gesamten Profiles (Schicht 109). Unmittelbar darüber liegen zwei dünne Kalksteinplatten und dann 110 cm hellbraune Tonsteine. Hier sind mehrere karbonatische Lagen entwickelt:

– Schicht 105: sehr harte, fossilarme, dunkelgraue Kalksteinlinsen von maximal 6 cm Mächtigkeit und 30 cm Durchmesser.

– Schicht 103: sehr fossilreiche, dunkelgraue Kalksteinlinsen mit bis zu 8 cm Mächtigkeit und 50 cm Durchmesser. Es handelt sich dabei um den Horizont der bereits von H.SCHMIDT (1924: 106) beschriebenen *Goniatitenfauna*, der laut Definition von ALBERTI et al. (1974: 263) der *stratum typicum* des Stockumer Kalkes ist.

– Schicht 100: eine dunkelgraue, etwas sandige und im oberen Teil wulstige Kalksteinbank mit bis zu 8 cm Mächtigkeit. Die Bank enthält zahlreiche kleine Schalen von Ammonoiten und Ostracoden. Es ist wahrscheinlich jene Bank, welche in der Profilzeichnung des Schurfes I von ALBERTI et al. (1974: 267) mit der Bezeichnung „Stockum Limestone“ versehen worden ist (siehe Abb. 9).

– Schichten 97 und 95: Bis 60 cm dicke Kalkstein-Doppellage, die durch reichlichen Sandanteil gekennzeichnet ist und keine Makrofossilien, aber eine individuenreiche Conodontenfauna lieferte.



Abb. 3: Profilsäule der im Schurfgraben aufgeschlossenen Schichtfolge mit den aufgefundenen Miosporen-Vergesellschaftungen und Conodonten-Zonen.

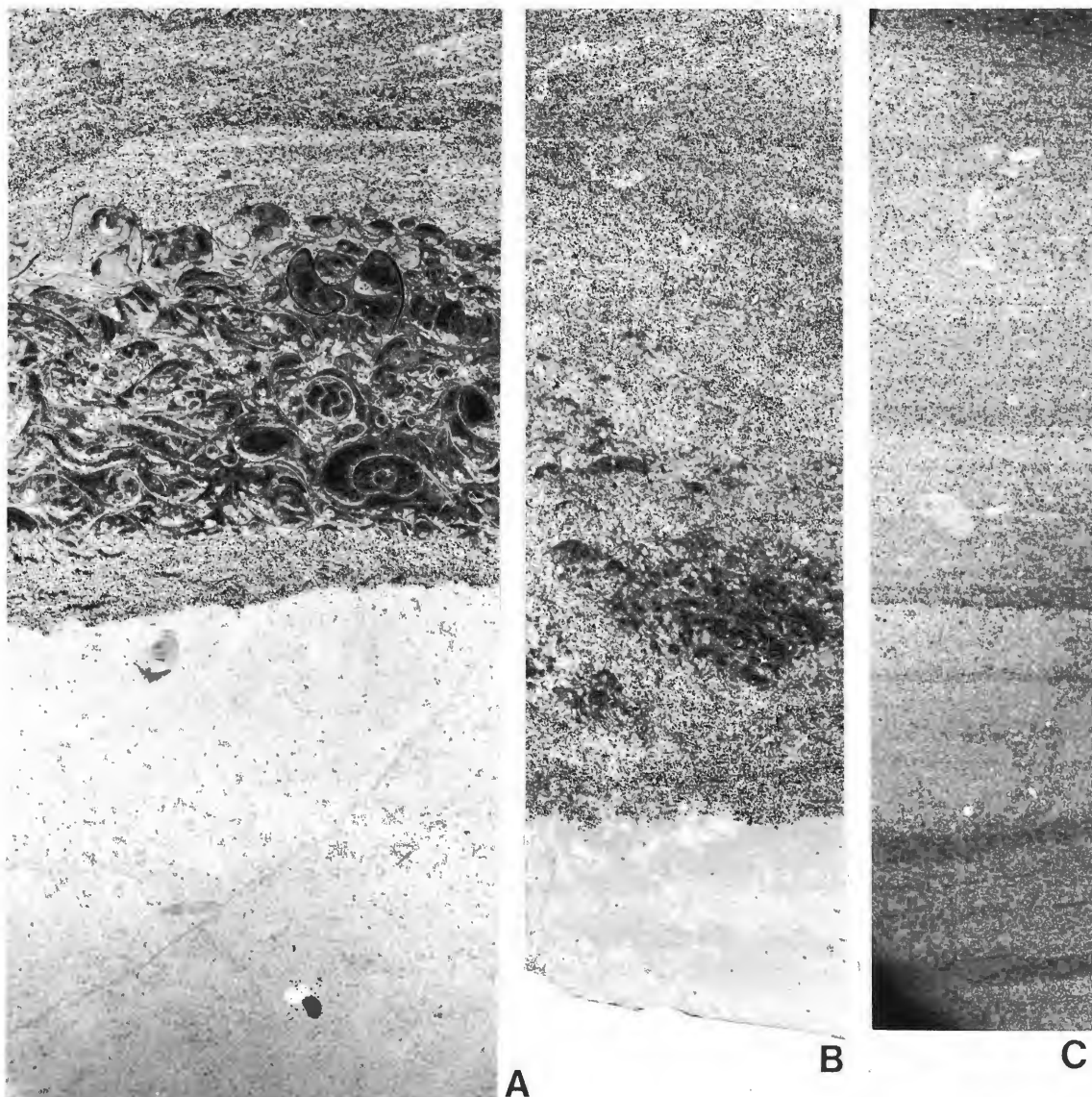


Abb. 4: Mikrofazies der Kalksteinlagen aus dem neu angelegten Schurf II; Dünnschliff-Negative, Vergrößerung stets $\times 3$ [ausführliche Beschreibung in Kap. 3.2.].

- A. Schicht 103 (Stockumer Kalk), BGR Ma 12313: Basaler 3,4 – 3,5 cm mächtiger quarzhaltiger, pyritführender Mikrit mit Sparitflecken. Geringe Fossilführung. Darüber folgt ein 2,5 – 3 mm mächtiger schillführender feldspathaltiger Siltstein, der von einem 1,4 – 1,5 cm mächtigen Cephalopodenfragmente enthaltenden Biosparrit abgelöst wird. Er geht zum Hangenden abrupt in einen feldspathaltigen Siltstein über.
- B. Schicht 100, BGR Ma 12314: Ein 3 bis 10 mm mächtiger basaler Mikrit wird von einem quarzhaltigen Biomikrosparit mit Filamenten und Gehäusequerschnitten von Cephalopoden, Gastropoden, Ostracoden, Brachiopoden und ? Foraminiferen überlagert.
- C. Schicht 105, BGR Ma 12315: Rhythmische Wechsellagerung von hellen quarzreichen Siltstein- und dunklen, quarzarmen, stärker Pyrit enthaltenden Tonsteinlagen. Ton- und Silsteinlagen sind z.T. 200 μm mächtig. Fossilien sind nur spärlich vorhanden.

– Schichten 92 bis 50: 3,60 m mächtige Tonsteine mit Einlagerung von 5 bis 10 cm starken sideritischen Kalksteinlagen mit wulstig-knolliger Struktur. Makrofossilien konnten nicht gefunden werden; es ist aber zu vermuten, daß es sich bei diesem Profilabschnitt um ein Äquivalent des Hangenberg-Kalkes handelt.

3.2. Mikrofazies-Analyse (C.-D. CLAUSEN)

Die Beschreibung erfolgt vom Liegenden zum Hangenden:

– Schicht 108: Infolge unterschiedlichen Eisenhydroxidreichtums schwach gebänderter Siltstein. Im Gegensatz zum makroskopischen Eindruck sind unter dem Mikroskop kaum Schichtdifferenzierungen möglich. Glimmer wie in anderen Schriffen ss-parallel eingeregelt. Feldspäte (Plagioklase) 100 µm groß, Quarze 100-120 µm groß.

– Schicht 107: Es liegt eine Wechsellagerung von einerseits dunkel- bis hellbraunen eisen-schüssigen, andererseits grauen eisenfreien bis eisenarmen Lagen im Zehntel Millimeter- bis Millimeter-Rhythmus vor. Es sind angulare Quarze, Feldspäte, schichtparallele Glimmer und Pyrit vorhanden. Ein Teil des Eisenhydroxids kann von der Verwitterung des Pyrits herrühren.

– Schicht 105 (Abb. 4C): Rhythmische Wechsellagerung von hellen quarzreichen Siltstein- und dunkleren quarzarmen, mehr Pyrit enthaltenden Tonsteinlagen.

Siltsteinlagen mit Calcitaggregaten, undulös auslöschenden, randlich korrodierten Quarzen, parallel zur Schichtung orientierten Glimmern und Feldspäten von 60-100 µm Größe.

Tonsteinlagen mit zahlreichen, aus sich miteinander verzahnenden Calcitkörnern aufgebauten Calcisphaeren, welche von Mikrithüllen umgeben sind. Ihr Durchmesser beträgt 100-120 µm. An Fossilien treten calcitgefüllte Ostracoden und weitere, nicht bestimmbar, pyritisierte, struktur-bietende Fragmente auf. Die Lagen sind laminiert, was auf ein ruhiges Ablagerungsmilieu schließen läßt. Es sind Mikrotyolithen vorhanden, welche die Tonsteinlagen vor allem senkrecht zu ss durchsetzen. Ton- und Siltsteinlagen sind zum Teil nur 200 µm mächtig. Calcitgefüllte Mikrokluft durchziehen senkrecht sowohl Siltstein- als auch Tonsteinlagen.

– Schicht 103 (= Stockumer Kalk, Abb. 4A): In diesem Schriff ist eine Wechsellagerung von mehreren, unterschiedlich mächtigen, im Folgenden als Lagen a-e gekennzeichneten und beschriebenen Horizonten vorhanden.

Lage e: Filamente führender feldspathaltiger Siltstein. Vereinzelt treten convolute und orthocone Cephalopoden auf.

Die Lage e ist aufgliederbar in einen

– basalen 5 mm mächtigen, stärker eisenhydroxidhaltigen und sporadisch Quarzkörner von 50-60 µm Größe führenden Abschnitt;

– in einen hangenden 6 mm mächtigen, mehrere Quarzkörner von 70-80 µm Größe führenden Abschnitt.

Lage d (1,4 bis 1,5 cm): Cephalopodenführender Biosparrudit mit geopetalem Gefüge.

Lage c (2,5-3 mm): Schillführender, feldspathaltiger Siltstein, Quarze (angular) und Feldspäte von 50 bis 80 µm Größe. Die auftretenden Pyrite haben Größen zwischen 20 und 50 µm. In „Gewölbt-Oben“-Lagen der fast immer parallel zu ss ausgerichteten Schalenquerschnitte treten Sparitanhäufungen auf (geopetales Gefüge).

Lage b (2,5-2,6 cm mächtig): Quarzhaltiger, pyritführender Mikrit, z.T. mit großen Pyritaggregaten und Grobsparitflecken. Die Fossilführung ist gering. Es sind vorhanden Filamente, Ostracoden, Crinoidenreste und ein großer Cephalopodenquerschnitt. Die Fossilien enthalten z.T. Sparithauben.

Lage a (0,9 mm mächtig): Etwas quarzreichere Schicht, 50-60 µm große angulare Quarze, pyrithaltig.

– Schicht 100 (Abb. 4B): Basaler Mikrit mit einer überlagernden Wechselfolge von quarzhaltigen Biomikrosparen mit diagonal geschichteten Biosparruditen.

Ein 3 bis 10 mm mächtiger, Feinstquarz und Schwefelkies führender Mikrit wird von einem quarzhaltigen Biomikrosparen überlagert. Die Auflagerungsfläche ist unregelmäßig gewellt. Die Quarze sind angular mit durchschnittlich 50 µm Durchmesser. Die biogenen Komponenten setzen sich aus Gehäusequerschnitten (Cephalopoden, Gastropoden, Ostracoden, Brachiopoden, ? Foraminiferen) und Filamenten (Brachiopoden, Trilobiten) zusammen. Die Sedimentation erfolgte offensichtlich rasch. Eine „Gewölbt-Oben“ und „Gewölbt-Unten“- schichtparallel ausgerichtete Lage der Filamente ist ebenso verbreitet wie eine diagonale Position. Im oberen Teil der Querschnitte sowie in den „Gewölbt-Oben“-Lagen sind Sparithauben (geopetale Gefüge) verbreitet. Die tieferen, vom Sparit nicht eingenommenen Anteile sind hier mit uniformem Mikrit ausgefüllt, welcher sich deutlich vom umgebenden Sediment abhebt. Mikrostylolithen, entstanden durch Drucklösungssutturen, sind gelegentlich ausgeprägt. Die 3 bis 7 mm mächtigen Biosparrudit-Horizonte werden mehrfach von schräg zur Schichtung gerichteten quarzreichen Lagen abgeschnitten (Diagonalschichtung), was auf rasche Schüttung und Platznahme (? Tempestite) hinweist. Die Biosparrudit-Lagen erhalten dadurch ein linsenförmiges Aussehen.

– Schicht 97: Feingeschichteter, schwefelkiesführender, feldspathaltiger Grobsiltstein mit Feinsandsteinlagen.

In einer aus Calcit (mit Drucksutturen), Feinstquarz, neugebildetem Serizit und Limonit bestehenden Grundmasse sind Quarze, Feldspäte, Glimmer, Erz und einige längliche, von Mikritrinden umgebene Leisten (? Fossilrelikte) eingelagert. Die Feldspäte (Kalifeldspäte und Plagioklase, durchschnittlich 90-110 µm groß) sind randlich korrodiert und im Innern umgeformt. Die 50 bis 100 µm großen Quarze sind angular bis subangular und ebenfalls randlich korrodiert. Das Erz (wahrscheinlich Schwefelkies) setzt sich aus kleinen Kügelchen (ab 20 µm) und bis zu 250 µm großen Aggregaten zusammen. Der Grundmassenlimonit ist durch die Zersetzung des Schwefelkies entstanden. Die Glimmerleisten sind nicht eingeregelt und variieren zwischen 150 und 250 µm Länge.

4. Biostratigraphie

4.1. Ammonoideen (D.KORN)

Gegenüber früheren Befunden (KORN 1984) ist keine grundsätzliche Revision der Ammonoideen-Stratigraphie erforderlich; das bereits beschriebene Faunenspektrum der fossilreichen Kalksteinlinsen (Schicht 103 = Stockumer Kalk) konnte durch die erneuten Aufsammlungen nicht mehr erweitert werden.

Galt die Stockumer Acutimitoceraten-Fauna noch 1984 als exotisch (eine gleichaltrige Faunengesellschaft war nur vom Müssenberg bekannt), so hat sich der Kenntnisstand über die Ammonoideen dieses Horizontes in den letzten Jahren erheblich erweitert: Vergleichbare Faunen – wenngleich auch meist nicht so artenreich – konnten außer am Müssenberg an verschiedenen Lokalitäten im Rheinischen Schiefergebirge (Aprath – KORN & THOMAS 1988, KORN 1992b; Hasselbachtal – BECKER 1988; Drewer – KORN 1991), in Ostthüringen (Saalfeld – BARTZSCH & WEYER 1986), in Oberfranken (Gattendorf – KORN 1993), in den Karnischen Alpen (Grüne Schneid – KORN 1992a) und in der Montagne Noire (Puech de la Suque – KORN 1993) nachgewiesen werden. Es hat sich gezeigt, daß die Stockumer Acutimitoceraten-Fauna nicht etwa eine verkümmerte, aber zeitgleiche Fauna der *Gattendorfia*-Stufe ist, sondern daß das Fehlen der Goniatiten-Gattungen *Gattendorfia*, *Eocanites* etc. auf ein geringfügig höheres stratigraphisches Alter zurückzuführen ist.

Die Ammonoideen-Fauna des Stockumer Kalkes besteht aus den folgenden sieben Arten:

Acutimitoceras kleinerae KORN 1984
Acutimitoceras intermedium (SCHINDEWOLF 1923)
Acutimitoceras subbilobatum (MÜNSTER 1839)
Acutimitoceras carinatum (H.SCHMIDT 1924)
Acutimitoceras stockumense KORN 1984
Acutimitoceras prorsum (H.SCHMIDT 1925)
Nicimitoceras caesari (KORN 1984)

Die drei zuerst genannten Arten besitzen nur geringen Leitwert – sie treten in großer Individuenzahl auch in der *Gattendorfia*-Stufe auf und zählen dort zu den häufigsten Goniatiten.

Die letzten vier Arten hingegen sind in ihrer stratigraphischen Verbreitung ganz auf die *Acutimitoceras*-Fauna (= *prorsum*-Zone) beschränkt. Hinsichtlich ihrer Gehäuseform, Ornamentierung und Lobenlinie können sie bereits als fortgeschritten gelten. Ob die eigentümlichen Arten *Ac. carinatum*, *Ac. stockumense* und *Ac. prorsum* Deszendenten in der *Gattendorfia*-Stufe besitzen, kann zur Zeit als unwahrscheinlich gelten. *Nicimitoceras caesari* hat sehr ähnliche Verwandte in der *Gattendorfia*-Stufe, die sich durch schrittweise Verflachung des Gehäuses und Zuschärfung der Externseite auszeichnen (*N. trochiforme* – *N. subacre* – *N. acre*).

Die an anderen Lokalitäten in der *prorsum*-Zone gefundenen Clymenien (Müssenberg: *Cymaclymenia striata* – KORN 1989; Drewer: *Cymaclymenia evoluta* etc. – KORN 1991, KORN et al., dieser Band), liegen aus dem Stockumer Kalk bislang nicht vor.

Andere Schichten des Stockumer Profils lieferten keine bestimmbareren Ammonoideen. Deshalb muß eine Untergliederung des Profils in Ammonoideen-Zonen unterbleiben.

4.2. Trilobiten (R. FEIST & K. LEUSCHNER)

Der neu angelegte Schurf führte in mehreren Lagen knapp unter dem Hangenberg-Schwarzschiefer (Schichten 163, 164, 165), sowie in einer dünnen, entkalkten Lage (Schicht 102) über dem Stockumer Kalk zahlreiche Trilobitenreste. Das Material ist durch Verdrückung schlecht erhalten und manchmal nur auf Gattungsniveau zu bestimmen. Dagegen liegen die von H. ALBERTI (ALBERTI et al. 1974) angeführten Trilobiten aus einer Kalklinse des Schurfes I in guter, unverzerrter Kalkerhaltung vor. Der Stockumer Kalk des gleichen Niveaus im vertieften Schurf II hat jedoch erstaunlicherweise keine Trilobitenreste geliefert.

Insgesamt sind die Faunen im Vergleich zu den gleichaltrigen Vorkommen aus den Schwellenprofilen benachbarter Gebiete recht eintönig: Unter den Phacopiden sind *Dianops* und „*Cryphops*“, unter den Proetiden *Typhloproetus* und *Chaunoproetus* mit nur je einer Art vertreten. Demgegenüber sind die disartikulierten Panzerteile, besonders in Schicht 164, lumachellenartig angehäuft. Die Exemplare liegen in Steinkernerhaltung vor, häufig sind die Schalen auch diagenetisch durch Fe-Hydroxid-Minerale ersetzt.

Unterhalb des Hangenberg-Schwarzschiefers sind ausnahmslos blinde, beziehungsweise mit „*Cryphops*“ reduziert-ägige Taxa vertreten. Dies spricht für bathymetrisch tiefere Umweltverhältnisse, zumal gleichaltrige Flachwasserformen wie *Phacops granulatus* und *Omegops accipitrinus* sowie Vertreter von *Pseudowaribole* und *Waribole* fehlen.

Die Trilobitenfauna der Schichten 163 bis 165 besteht aus:

Dianops anophthalmus (FRECH 1892) – 163, 164, 165
„*Cryphops*“ *wocklumeriae* (Rud. & E. RICHTER 1926) – 163
Chaunoproetus stockumensis H.ALBERTI 1974 – 164
Typhloproetus sp. – 163, 164, 165

Diese Fauna ist typisch für die *Wocklumeria*-Stufe. Wie bereits aus zahlreichen Profilen bekannt, reichen Phacopiden bis an das Schwarzschiefer-Niveau heran, ohne es zu überschreiten.

Oberhalb des Hangenberg-Schwarzschiefers kommen ausschließlich großäugige Trilobiten vor. Dies dürfte ein Hinweis auf die Verflachung bis in die photische Zone des vormals tiefen Ablagerungsraumes darstellen. Der auffallende Faunenwechsel im Bereich des Hangenberg-Schwarzschiefers ist nicht nur im Ostrheinischen Schiefergebirge (Müssenberg – HAHN in LUPPOLD et al. 1984; Drewer – LEUSCHNER, dieser Band), sondern auch in den Karnischen Alpen (Grüne Schneid – FEIST 1992) und in der Montagne Noire (La Serre – FLAJS & FEIST 1988) zu beobachten. Es handelt sich bei den bisher bekannten Profilen jedoch stets um Bereiche der Schwellenfazies mit pelagischen Cephalopodenkalk-Abfolgen. Der Faunenwechsel wird nun zum ersten Mal auch aus einem Beckenprofil mit vorwiegend terrigener Sedimentation bekannt.

Die von H. ALBERTI (1974) angeführten Trilobiten aus dem Stockumer Kalk selbst (Probe 200, Schurf I) sowie aus den liegenden sandigen Tonsteinen (Probe 923 Schurf II) lagen uns zur Revision vor. Ergänzendes neues Material stammt aus dem vertieften Schurf II aus dem unmittelbaren Hangenden (Schicht 102) des Stockumer Kalkes. Alle Proben enthalten in Übereinstimmung mit H. ALBERTI *Belgibole abruptirhachis*. Dieses Taxon wurde als Leitfossil an der Devon/Karbon-Grenze angesehen (HAHN et al. 1990). Dementsprechend war seine Präsenz im Stockumer Kalk ein wesentliches Argument für dessen Zuweisung ins basale Unter-Karbon (ALBERTI et al. 1974). Inzwischen sind aber einige Lokalitäten bekannt geworden, in denen *B. abruptirhachis* schon vor der durch *Siphonodella sulcata* definierten Devon/Karbon-Grenze erscheint (Müssenberg – LUPPOLD et al. 1984; Grüne Schneid – FEIST 1992; Puech de la Suque – LETHIERS & FEIST 1992; Drewer – KORN et al., dieser Band).

Das restliche mit *B. abruptirhachis* vergesellschaftete Material wurde von H. ALBERTI weitgehend *Cyrtosymbole (Macrobole) = Semiproetus (Macrobole)*, darunter besonders der unterkarbonischen Leitform *drewerensis*, zugeordnet. Es stellt sich aber heraus, daß das gesamte Material zum Formenkreis um *Semiproetus (Macrobole) funirepus* (FEIST 1988) gehört. Dieser Formenkreis, dem auch „*Perliproetus*“ *gradatus* Rud. & E. RICHTER 1926 angehört, wird zur Zeit analysiert (Dissertation K. LEUSCHNER). Wenn auch *funirepus* selbst in Südfrankreich erst in der *sulcata*-Zone auftritt (BRAUCKMANN et al. 1993), sind Vertreter dieser Gruppe an der Grünen Schneid, in Drewer und am Müssenberg (= cf. *gradatus* – HAHN in LUPPOLD et al. 1984) zusammen mit *B. abruptirhachis* schon vor dem Einsetzen von *Siphonodella sulcata* vorhanden.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß die Trilobiten im Stockumer Kalk und direkt benachbarten Bänken, im Gegensatz zu früheren Vorstellungen, nicht zwangsläufig Unter-Karbon anzeigen, sondern durchaus noch dem jüngsten Oberdevon (Obere *praesulcata*-Zone) angehören können.

4.3. Ostracoden (H.GROOS-UFFENORDE)

Der Schurf Stockum II wurde 1971 (vgl. ALBERTI et al. 1974 und GROOS-UFFENORDE & UFFENORDE 1974) zur Ergänzung von Schurf I nur sehr flach angelegt. Wegen der später erfolgten erheblichen Vertiefung des gesamten Schurfes wurden 1982 und 1989 nochmals Ostracoden-Proben entnommen.

Die dünnen Lagen mit Mergelsteinen und tonigen Kalkknollen im tiefsten Teil des Profiles (= Wegböschung) enthalten z.T. reiche verkieselte Ostracoden-Faunen des Thüringer Ökotyps, die Gegenstand einer getrennten Bearbeitung sind.

Die Tonsteine mit wenigen karbonatischen Lagen und vereinzelt, meist stark verwitterten Knollen (Schicht 187-163) enthalten vereinzelt Steinkerne und Abdrücke von benthischen Ostracoden (Healdiidae, Rectonariidae, Amphissitidae, Tricornidae), häufiger aber Entomozoen (vgl. Tab. 1).

Maternella (Maternella) hemisphaerica (Rh. RICHTER 1848) und *Maternella (Maternella) dichotoma* (PAECKELMANN 1913) wurden vereinzelt in Probe GR 1490 bis 1492 gefunden und daher wie Probe GR 889, 890, 932 in die *hemisphaerica/dichotoma*-Zone (=Mittlere *costatus*-Zone in GROOS-UFFENORDE & UFFENORDE 1974:71) gestellt.

Stockum, Schurf II

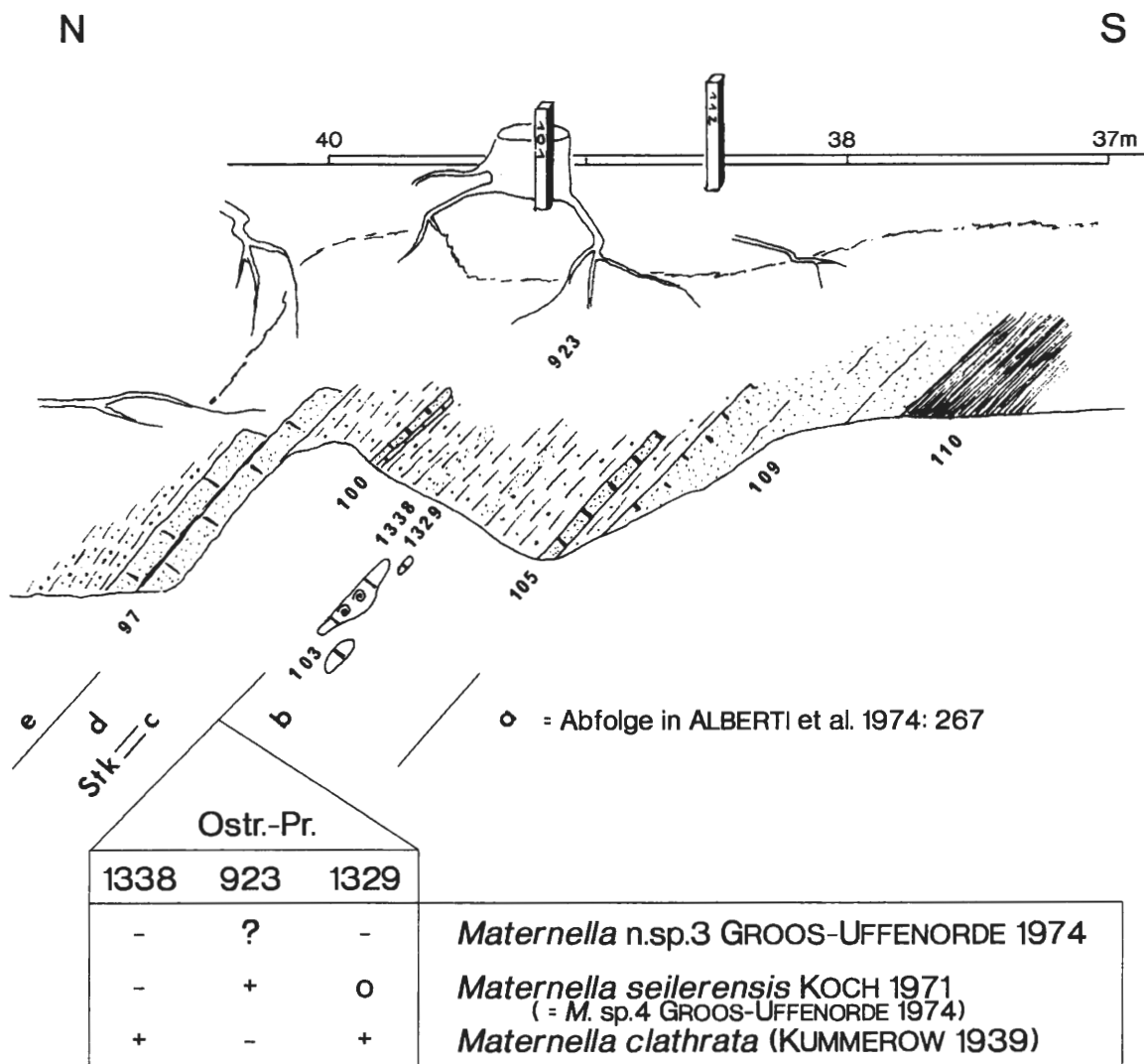


Abb. 5: Entomozoen aus dem oberen Teil des Schurfes, 37-40 m nördlich vom Straßenrand.

Pflock 101 und 112 (der Schicht 100 bzw. 105 entsprechend) sind Markierungen der Profildarstellung PAPROTH & STREEL 1982 für die Exkursion der „IUGS Working Group on the Devonian-Carboniferous Boundary“.

Nach RABIEN (1960: 99) ist das *hemisphaerical/latior*-Interregnum durch das Fehlen der oberdevonischen *Maternella* (*M.*) *hemisphaerica* und unterkarbonischen *Richterina* (*Richterina*) *latior* RABIEN 1960 gekennzeichnet. In Thüringen („*Richterina*-Schiefer“ bei Saalfeld) wird diese Zonierung negiert (BARTZSCH & WEYER 1980: 41 und 1982: 35) bzw. als „höchstens in extrem reduzierter Ausbildung“ 0-10 cm unter dem Hangenden Quarzit akzeptiert. Dort treten ebenso wie in Probe GR 886 (= Obere *costatus*-Zone in GROOS-UFFENORDE & UFFENORDE 1974: 71), GR 1493 bis 1495 *Richterina* (*Richterina*) *striatula* (Rh. RICHTER 1848) und *Richterina* (*Richterina*) *costata* (Rh. RICHTER 1869) massenhaft auf. Zwischen Schicht 162 (Schwarzschiefer) und 110 („Bröckelschiefer“) konnten bisher keine Ostracoden gefunden werden.

Trotz mehrfacher Probennahme fanden sich nur sehr vereinzelt benthische Ostracoden, Entomozoen aber nur in Siltsteinen (Pr. GR 1338 und 1329) zwischen der dicken Sandsteinbank

| Stockum, Schurf II | | | | O = >10 Exemplare + = vereinzelt | | | | | | | |
|----------------------|---|---------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| GR.-UFF. & UFF. 1974 | | Profilaufnahme 1989 | | <i>Maternella (M.) dichotoma</i> | <i>Maternella (M.) hemisphaerica</i> | <i>Maternella sp.</i> | <i>Kuzminaella sp. A</i> | <i>Richterina (R.) costata</i> | <i>Richterina (R.) striatula</i> | | |
| Profil-Meter | Probe | Aufnahme Korn | Ostr.-Pr. | | | | | | | | |
| 18,3m | GR886 | Basis Schicht 162 | GR1495 | | | + | + | o | o | | |
| 17,9-18m | | | | | | | | | | | |
| 17,8m | | | Schurf-Meter 38 | GR1494 | | | | o | o | o | |
| 17,6m | | | | GR1493 | | | | | o | o | |
| 17,2m | | | | GR1492 | | | + | | o | o | |
| 16,2-16,4m | | | | GR1491 | | + | + | + | | o | o |
| 15,5m | GR890 | Schurf-Meter 40,5 | GR1490 | | | | + | o | o | | |
| 15,2m | | | | | | | + | o | | o | o |
| 14,8-15,1m | GR889 | Schurf-Meter 44 | | | | | | o | o | | |
| 12,5m | | | | | | | + | + | + | | o |
| 11,4m | GR932 (= Siltst. + Mergelstein-Knollen) | Schicht 188 | | | | | | | | | |
| 9,6m | | | | | | | | | | | |
| 9,6m | | | | | | | o | + | | | + |
| 9,1m | GR931 (= 5cm Mergelstein-Bank) | | | | | | | + | + | | |
| 9,0m = Waldrand | | | | | | | | | | | |
| 0,0m = Straßenrand | | | | | | | | | | | |

Tab. 1: Verbreitung der oberdevonischen Entomozoen in Schurf II.

(= Schicht 109) und Schicht 100 im Bereich der Kalklinsen der Schicht 103 (= Stockumer Kalk). Allerdings waren 1972 (Probe GR 923) nur völlig verwitterte Mulm-Lagen und keine deutlichen Kalkstein-Linsen und Bänke erkennbar. Unverwittertes Gestein wurde damals nur in Schurf I freigelegt.

Die Ostracoden-Fauna der Probe GR 922 (Schurf I) und GR 923 (Schurf II) aus dem unmittelbar Liegenden des „Stockumer Kalkes“ (Schicht 100, Abb. 5) und oberhalb des kalkigen Sandsteins (Top von a sensu ALBERTI et al. 1974 mit *Siphonodella praesulcata*) wurden von BLESS & GROOS-UFFENORDE (1984) als oberes *hemisphaerica/dichotoma* Interregnum des tiefsten Unterkarbon bezeichnet. Die im tieferen Unterkarbon (cd I) häufige *Richterina latior* RABIEN 1960 wurde bisher erst einige Meter im Hangenden des Stockumer Kalkes gefunden, diese ostracodenreichen Schichten wurden aber nach 1972 (GROOS-UFFENORDE & UFFENORDE 1974) nicht weiter untersucht.

4.4. Conodonten (F.W. LUPPOLD & D.STOPPEL)

Die dünnen Knollenkalk-Lagen an der Basis des Schurfgrabens (Schichten 188, 172 und 164, Abb. 6) lieferten nur vergleichsweise arme Conodonten-Faunen, die stratigraphisch nicht eindeutig eingestuft werden können (Obere *expansa*- bis Mittlere *praesulcata*-Zone). Sie führen die typische *Bispathodus-Palmatolepis*-Biofazies.

Zwischen den Schichten 164 und 108 liegen etwa 15 m Ton- Silt- und Sandsteinlagen, aus denen keine Conodonten-Faunen geborgen werden konnten.

Die karbonatischen Schichten 108, 105, 103 (= Stockumer Kalk) und 100 lieferten Conodonten der Oberen *praesulcata*-Zone. Sie gehören mit ihren relativ armen Conodonten-Faunen in die *Protognathodus*-Biofazies (Abb. 7).

Dagegen lieferte die Schicht 97 etwa 1100 Exemplare, von denen der Großteil den Gattungen *Protognathodus*, *Polygnathus* und ramiformen Elementen angehört. Zusätzlich zu den von ALBERTI et al. (1974: 270-272) genannten Arten konnten in Schicht 97 mehrere Exemplare von *Protognathodus kuehni* nachgewiesen werden. Einige dieser Exemplare werden auf der Taf. 1 abgebildet; sie sollen die Variation innerhalb dieser Art verdeutlichen.

Auch in der darauf folgenden Kalkbank 95 kommt diese Art zusammen mit *Siphonodella* sp. aff. *duplicata* vor. Dieser Abschnitt gehört ebenfalls noch in die *Protognathodus-Polygnathus*-Biofazies, da im gesamten Profilabschnitt die terrigenen Bestandteile (Glimmer und Feinsand) überall im Kalk zu finden sind und somit die *Protognathodus*-Biofazies des flacheren Wassers über die Devon/Karbon-Grenze hinaus anhält.

ALBERTI et al. (1974) geben in ihrer Faunenliste aus ihrer Probe 1008-303 (= Schicht 108 im neuen Schurf), also unterhalb des Stockumer Kalkes, *Siphonodella praesulcata* an.

Conodonten-Proben aus der Wegböschung wurden bereits 1982 aufgelöst (D. STOPPEL). Sie stammen aus dem Rest-Material der fossilreichen Kalkknollen, dessen Inhalt an Goniatiten von KORN (1984) beschrieben worden ist.

Kalksteinknolle 1 (88 Individuen):

Bispathodus stabilis (BRANSON & MEHL)

„*Lonchodina*“ sp.

„*Ozarkodina*“ sp.

Polygnathus communis communis BRANSON & MEHL

Polygnathus marginvolutus GEDIK

Protognathodus collinsoni ZIEGLER

Protognathodus kockeli (BISCHOFF)

Protognathodus meischneri ZIEGLER

Pseudopolygnathus cf. *fusiformis* BRANSON & MEHL

Kalksteinknolle 2 (8 Individuen):

Polygnathus communis communis BRANSON & MEHL

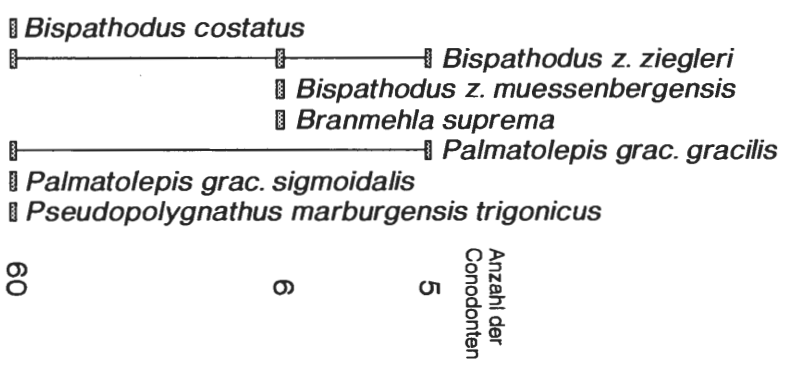
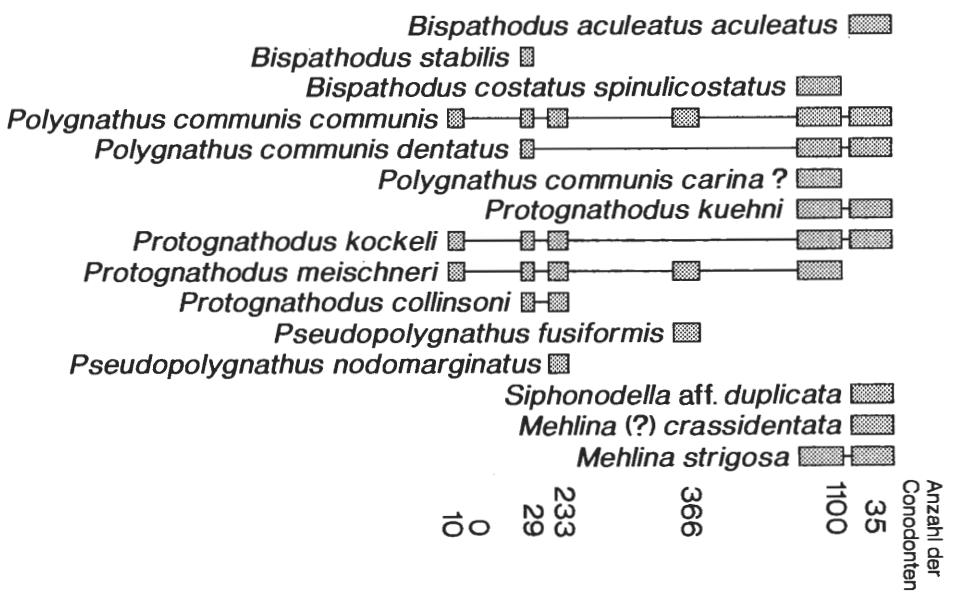
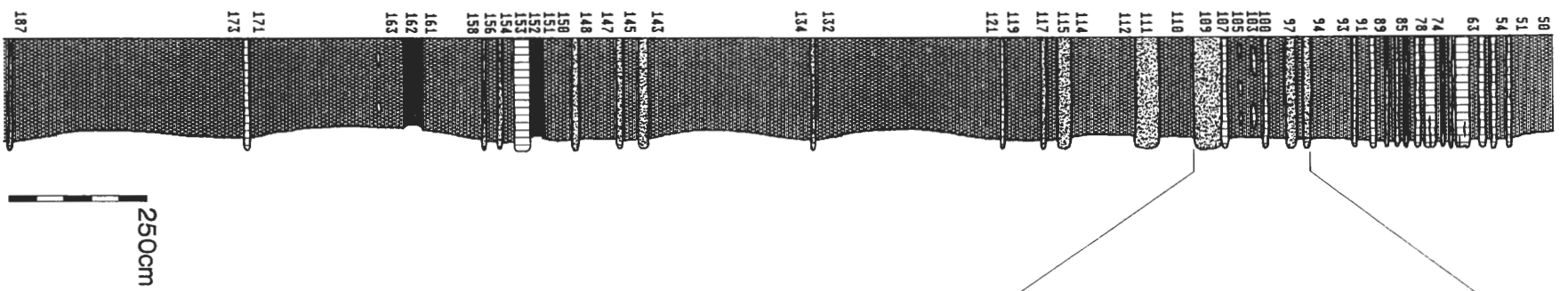
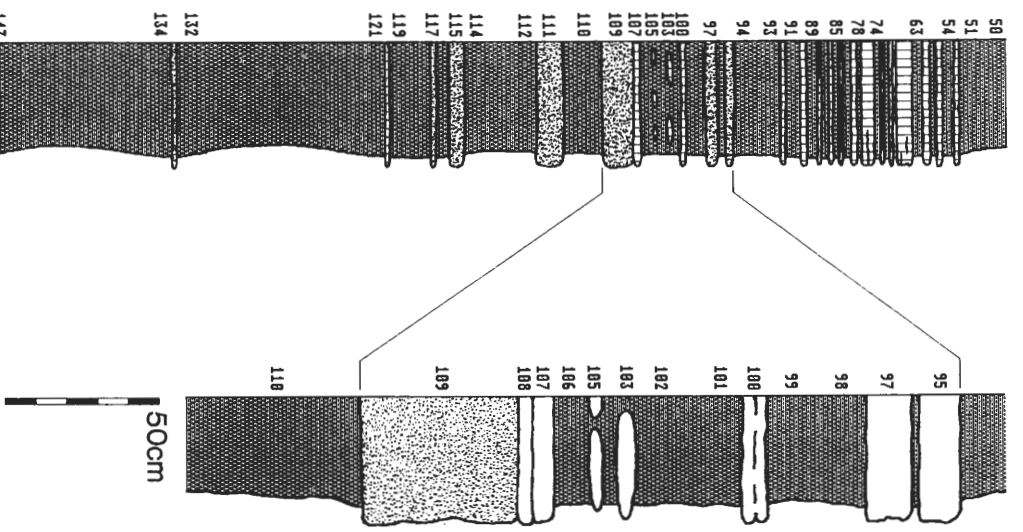
Polygnathus communis cf. *carina* HASS

Protognathodus sp.

4.5. Miosporen (K.HIGGS & M.STREEL)

21 fossilführende Proben konnten aus dem neuen Stockumer Schurf gewonnen werden (Abb. 8). Das beprobte Intervall ist 16,5 m mächtig und enthält in aufsteigender Reihenfolge den Hangenberg-Schiefer, den Stockumer Kalk und das Äquivalent des Hangenberg-Kalkes.

Die Proben lieferten mäßig gut erhaltene Miosporen (HIGGS et al. 1993), allerdings sind die Vergesellschaftungen recht reich hinsichtlich der Individuenzahl und der Artenvielfalt. Die Vergesellschaftungen können in das im südlichen Irland entwickelte Miosporen-Schema von HIGGS et al. (1988) eingeordnet werden. Sie gehören danach in die *Retispora lepidophyta* – *Verrucosisporites nitidus* – Biozone (LN) oder die darüber folgende *Vallatisporites verrucosus* – *Retusotriletes incohatus* – Zone (VI).



| | | | | |
|---|--|---|---|--|
| ozeanische Gliederung | offshore | | nearshore | |
| Conodonten- Biofazies | <i>Bispathodus- Palmatolepis</i> | | <i>Protognathodus</i> | |
| bathymetrische Entwicklung (ohne Maßstab) | | | | |
| Gesteinstyp | vereinzelte Knollenkalksteine und Kalknollen in Tonstein | Tonstein mit Sandsteinbänken und Schwarzschiefern | Kalksteinknollen in glimmerführendem Tonstein | sideritische Kalksteinbänke und Tonstein |
| lithostratigraphische Einheit | Wocklumer Schichten | Stockumer Kalk | Zeitäquivalent des Hangenberg-Kalkes | |
| Conodonten-Zone | <i>M. praesulcata</i> ? <i>O. praesulcata</i> ? <i>sulcata</i> | | | |
| | DEVON | | KARBON | |

Abb. 7: Rekonstruierte bathymetrische Entwicklung im Profil Stockum auf der Basis der Conodonten-Biofazies.

LN-Biozone

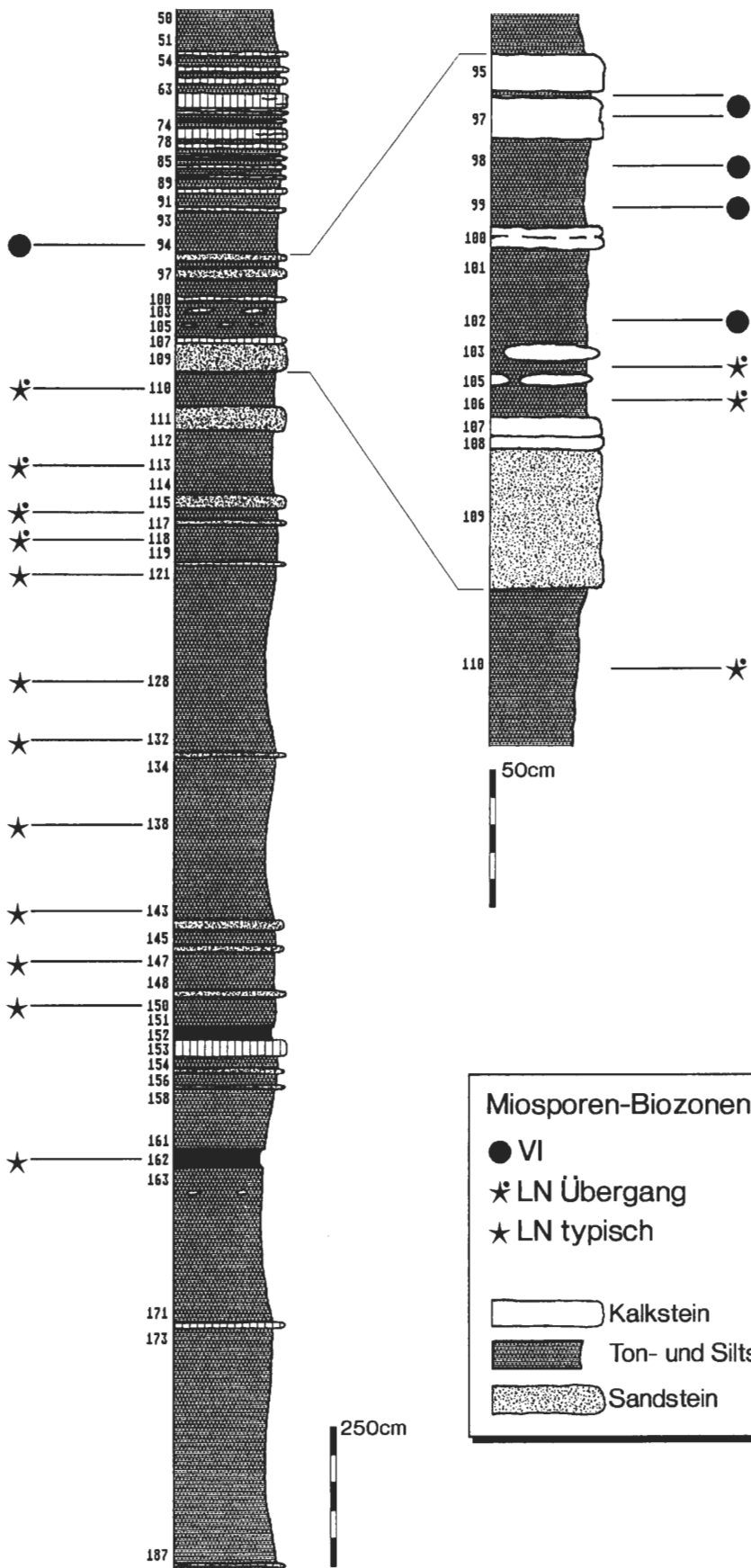
Zwei unterschiedliche Typen von Vergesellschaftungen in der LN-Biozone können in den Proben studiert werden – eine ältere, typische LN-Vergesellschaftung und eine jüngere, durch Übergänge zur VI-Biozone charakterisierte LN-Biozone.

– LN-Biozonen-Vergesellschaftungen der Schichten 162 bis 118: Die neun Proben aus diesem stratigraphischen Intervall werden als typisch für die LN-Biozone angesehen. Sie sind reich in ihrer Zusammensetzung, und das Zonenfossil *Retispora lepidophyta* (KEDO) PLAYFORD macht in charakteristischer Weise 2-25% der Individuen aus. Andere häufige Taxa sind *Vallatisporites hystricosus* (WINSLOW) BYVSHEVA, *V. verrucosus* HACQUEBARD, *Rugospora radiata* (KEDO) BYVSHEVA, *Diducites versabilis* (KEDO) VAN VEEN und *Retusotriletes incohatus* SULLIVAN. Die stratigraphisch wichtigen Arten *Verrucosisporites nitidus* (NAUMOVA) PLAYFORD und *Hymenozonotriletes explanatus* KEDO sind stets in geringer Anzahl vorhanden.

Es muß hier bemerkt werden, daß die Präsenz der LN-Biozone in Schicht 162 (Hangenberg-Schwarzschiefer) ein viel jüngeres Alter anzeigt als der Hangenberg-Schiefer in den Profilen Oese, Apricke und Ober-Rödinghausen, wo Sporen der LL-Biozone gesammelt wurden (HIGGS



Abb. 6: Profilsäule der im Schurfgraben aufgeschlossenen Schichtfolge und die Reichweite der Conodonten-Arten.



& STREEL 1984). Sporen der dazwischen liegenden LE-Biozone liegen vor aus dem Gebiet westlich dieser Profile, von Riescheid bei Wuppertal und dem Hasselbachtal, im Letzteren unterhalb des Tops des Wocklumer Kalkes.

– LN-Biozonen-Vergesellschaftungen der Schichten 116 bis 104: Die sechs Proben aus diesem 4,5 m mächtigen Abschnitt werden in ihrer Komposition als Übergang zur jüngeren VI-Biozone angesehen. *Retispora lepidophyta* ist ein seltenes, aber konstantes Element in diesen Vergesellschaftungen, bezeichnenderweise aber mit weniger als 1% der Individuenzahl. Obwohl andere charakteristische Taxa der LN-Biozone in diesen Proben vorhanden sind, werden sie dominiert von verschiedenen Arten der Gattung *Retusotriletes*, besonders der Arten *R. incohatus* und *R. cf. coniferus* KEDO. In einigen Proben bilden die Exemplare dieser Arten mehr als 50% des gesamten Sporen-Inhaltes.

Diese untypischen LN-Vergesellschaftungen waren bereits bekannt vom oberen Teil der Hangenberg-Schiefer im Hasselbachtal-Profil (HIGGS & STREEL 1984: 160; Proben Hb 22-23 und Hb 18-19). Außerdem wurden sie gefunden in Proben vom Top der Old Head Sandstein-Formation am Courceyan-Stratotyp auf dem Old Head of Kinsale an der Südküste Irlands. Hier nimmt *Retispora lepidophyta* in einem 6,5 m mächtigen Intervall am Top der LN-Biozone in der Anzahl rapide von über 30% auf unter 1% ab.

VI-Biozone

Sechs Vergesellschaftungen dieser Biozone wurden in den Schichten 102 bis 94 entdeckt. Die unterste davon (Schicht 102) liegt unmittelbar über dem Stockumer Kalk. Die Proben der VI-Biozone unterscheiden sich von der älteren LN-Biozone durch die Abwesenheit von *Retispora lepidophyta*, *Valatisporites hystricosus*, *Rugospora radiata* und verschiedenen Arten der *Diducites*-Komplex-Vergesellschaftungen. Alle diese VI-Vergesellschaftungen tendieren zu eingeschränkter Diversität, und Individuen von *Retusotriletes* dominieren die Floren.

Die Grenze zwischen den Biozonen LN und VI liegt in einem 20 cm mächtigen Intervall zwischen den Schichten 104 und 102, im Bereich des Stockumer Kalkes (= Schicht 103).

4.6. Das stratigraphische Alter des Stockumer Kalkes (D. KORN, F.W. LUPPOLD, C.-D. CLAUSEN)

Die stratigraphische Einordnung des Stockumer Kalkes sowie die Korrelation der verschiedenen bisher publizierten Ergebnisse wird durch mehrere Schwierigkeiten behindert. Gründe dafür sind die unterschiedlich guten Aufschlußverhältnisse, die erst durch den neuen Schurf erheblich verbessert wurden sowie die nur sporadisch auftretenden Leitfossilien. Ein Vergleich der Profildarstellungen von ZIEGLER (1969), ALBERTI et al. (1974) mit der hier gegebenen (Abb. 9) zeigt, daß die drei unterschiedlichen Aufnahmen nur schwer miteinander zu korrelieren sind. Hier sollen noch einmal die wichtigsten Argumente zur Lösung dieses Problemes gegenübergestellt werden:

– ZIEGLERs (1969) Conodontenfauna entstammt Kalksteinresten der von H.SCHMIDT (1924) aufgesammelten Goniatiten der „*Imitoceras*-Kalklinsen“. Über die genauen Fundumstände kann keine Aussage erfolgen. Aus ZIEGLERs Conodontenfauna wird *Protognathodus* n.sp.A [später von ihm als *Protognathodus kuehni* beschrieben] angegeben, der identisch mit einer aus Nordamerika beschriebenen Art ist. ZIEGLER weist daraufhin, daß es sich hier möglicherweise um eine wichtige Art zur Festlegung der Devon/Karbon-Grenze handelt.



Abb. 8: Profilsäule der im Schurfgraben aufgeschlossenen Schichtfolge mit den Miosporen-Vergesellschaftungen.

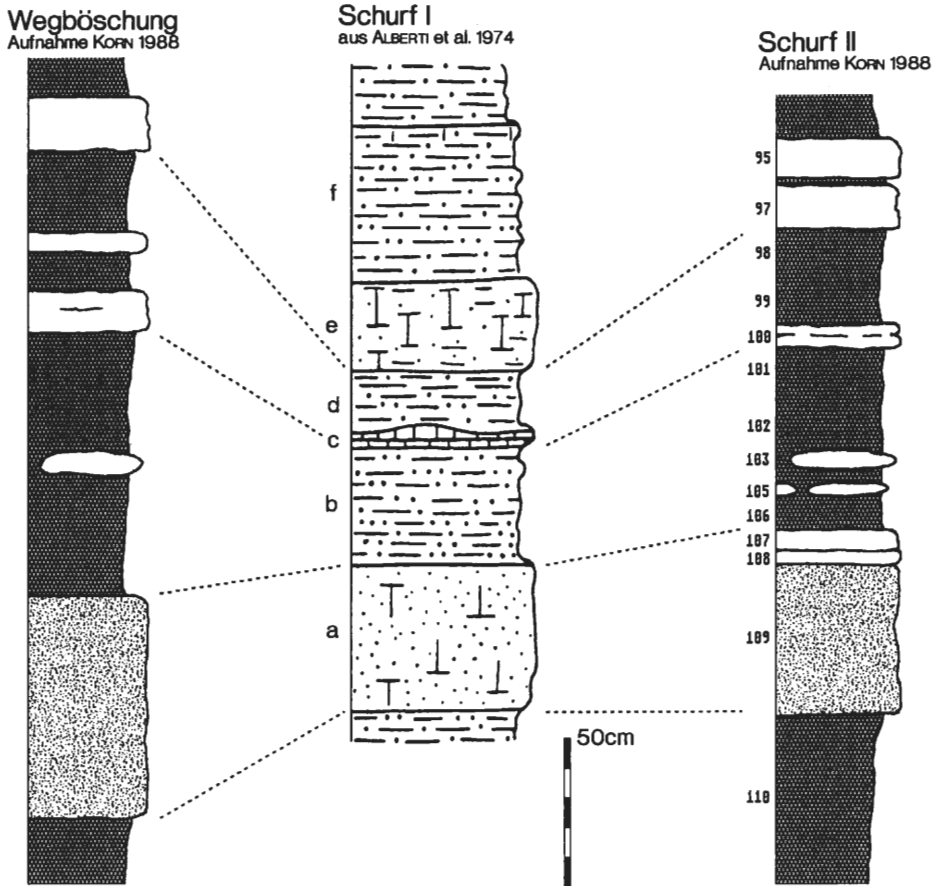


Abb. 9: Gegenüberstellung der neu aufgenommenen Profile mit der von ALBERTI et al. (1974) gegebenen Darstellung.

– Aus Kalksteinknollen aus der Wegböschung, die lithologisch jenen der von H.SCHMIDT beschriebenen Goniatitenfaunen gleichen (Locus typicus und Stratum typicum des Stockumer Kalkes!), konnten zwar Conodonten der Oberen *praesulcata*-Zone gelöst werden (mit den drei *Protognathodus*-Arten *collinsoni*, *kockeli* und *meischneri*), aber *Protognathodus kuehni* wurde nicht gefunden.

– Auch durch Auflösung einer über 8 kg schweren Kalksteinprobe aus der Goniatiten-führenden Schicht 103 (=Stockumer Kalk) im neuen Schurfgraben ließ sich kein Exemplar von *Protognathodus kuehni* gewinnen.

Leider geht aus den Angaben von ALBERTI et al. (1974) nicht hervor, wie groß ihre aufbereitete Gesteinsprobe war. Jedoch erwähnen auch sie ausdrücklich, daß letztere Art im Stockumer Kalk sehr selten ist (nur ein Exemplar in einer ihrer Proben), und das Auffinden auch vom Zufall abhängig sein kann. Im neu aufgenommenen Profil konnte *Protognathodus kuehni* erst in der Schicht 97, ungefähr 80 cm oberhalb des Stockumer Kalkes, in mehreren Exemplaren isoliert werden.

Protognathodus kuehni unterliegt ebenso wie *Protognathodus kockeli* einer großen Variationsbreite. *Protognathodus*-Faunen, wie sie hier und in vergleichbaren Profilen (Schurfgraben an der Seiler, ZIEGLER & LEUTERITZ in KOCH et al. 1970) vorkommen, spiegeln einen Faziesraum wider, der von landnahen Suspensionsströmungen genährt wurde.

Wie schon von ZIEGLER (1969: 358) erwähnt, befinden sich keine echten unterkarbonischen Faunenelemente im Stockumer Kalk. ZIEGLER & LEUTERITZ in KOCH et al. (1970) stellen

Protognathodus kuehni zwischen die *Protognathodus*-Fauna von Stockum und die basale *Gattendorfia*-Stufe. Obwohl der Fund von *Siphonodella sulcata* nicht in den genannten Profilen gelang, stellen CLAUSEN et al. (1989) den Stockumer Kalk in die *sulcata*-Zone, da sich inzwischen bei einigen Devon/Karbon-Grenzprofilen gezeigt hatte, daß beide Conodonten zeitgleich auftreten.

Protognathodus kuehni muß als zusätzliches Indexfossil flacher Ablagerungsräume betrachtet werden. Es eignet sich allerdings schlecht zur stratigraphischen Korrelation mit distalen Faziesräumen, in denen die für die *sulcata*-Zone maßgebliche Art *Siphonodella sulcata* auftritt. Eine Einordnung des Stockumer Kalkes entweder in die Obere *praesulcata*-Zone oder in die *sulcata*-Zone ist deshalb nicht absolut sicher.

Die Ammonoideenfauna dieses Horizontes ist inzwischen auch von anderen, pelagischen Cephalopodenkalk-Profilen bekannt geworden. Vergesellschaftete Conodonten sind stets *Protognathodus*-Faunen, teilweise mit *Protognathodus kuehni*. Von keinem der Profile (Müssenberg, Effenberg – LUPPOLD et al., dieser Band; Drewer – KORN et al., dieser Band; Saalfeld – BARTZSCH & WEYER 1986; Grüne Schneid – SCHÖNLAUB et al. 1992; Puech de la Suque – FEIST, pers. Komm.) ist jedoch *Siphonodella sulcata* zusammen mit der *Acutimitoceras*-Fauna aufgefunden worden. Diese Art setzt stets erst etwas höher, in Schichten mit *Gattendorfia subinvoluta*, ein.

Zweifellos befindet sich der Stockumer Kalk in unmittelbarer Nähe der Devon/Karbon-Grenze; ob man ihn ober- oder unterhalb dieser Grenze ansiedeln will, hängt zur Zeit mehr von der Frage ab, wie man die Kriterien bewertet, weniger von der Tatsache, daß man eine unumstößliche Beweisführung liefern könnte. Aufgrund der Korrelation mit den nunmehr gut bekannten Vergleichsprofilen wird für den Horizont des Stockumer Kalkes ein oberdevonisches Alter angenommen. Es ist offensichtlich der jüngste Fossilhorizont unterhalb der Devon/Karbon-Grenze.

5. Dank

Die Autoren bedanken sich besonders bei Frau Amanda KLEINER (Sundern-Stockum) für die Erlaubnis zur erneuten Aufschürfung der Schichtenfolge, die zu erheblich verbesserten Aufschlußbedingungen führte. Herrn Dr. Zdzislaw BELKA (Tübingen) danken wir für zahlreiche Hinweise bei der Herstellung des Manuskriptes.

6. Literatur

- ALBERTI, H.; GROOS-UFFENORDE, H.; STREEL, M.; UFFENORDE, H. & WALLISER, O.H. (1974): The stratigraphical significance of the *Protognathodus* fauna from Stockum (Devonian-Carboniferous boundary, Rhenish Schiefergebirge). – Newsl. Stratigr., **3** (4): 263-276, Abb. 1, 2; Leiden.
- BECKER, Th. (1988): Ammonoids from the Devonian-Carboniferous Boundary in the Hasselbach valley (Northern Rhenish Slate Mountains). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **100**: 193-213, Abb. 1-6, Taf. 1, 2; Frankfurt am Main.
- BARTZSCH, K. & WEYER, D. (1980): Neue Ostracoda aus der *Wocklumeria*-Stufe (Oberdevon) von Saalfeld im Thüringischen Schiefergebirge. – Abh. Ber. Naturk. Vorgesch. **12** (2): 34-51; Abb. 1-7; Magdeburg.
- BARTZSCH, K. & WEYER, D. (1982): Zur Stratigraphie des Untertournai (*Gattendorfia*-Stufe) von Saalfeld im Thüringischen Schiefergebirge. – Abh. Ber. Naturk. Vorgesch. **12** (4): 3-54, Abb. 1-14, Taf. 1-6; Magdeburg.
- BARTZSCH, K. & WEYER, D. (1986): Biostratigraphie der Devon/Karbon-Grenze im Bohlen-Profil bei Saalfeld (Thüringen, DDR).- Z. geol. Wiss., **14**: 147-152, 1 Abb., Taf. 1-3; Berlin.
- BLESS, M.J.M. & GROOS-UFFENORDE, H. (1984): Ostracodes at the Devonian-Carboniferous Boundary. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **67**: 23-28, Abb. 1-3; Frankfurt am Main.

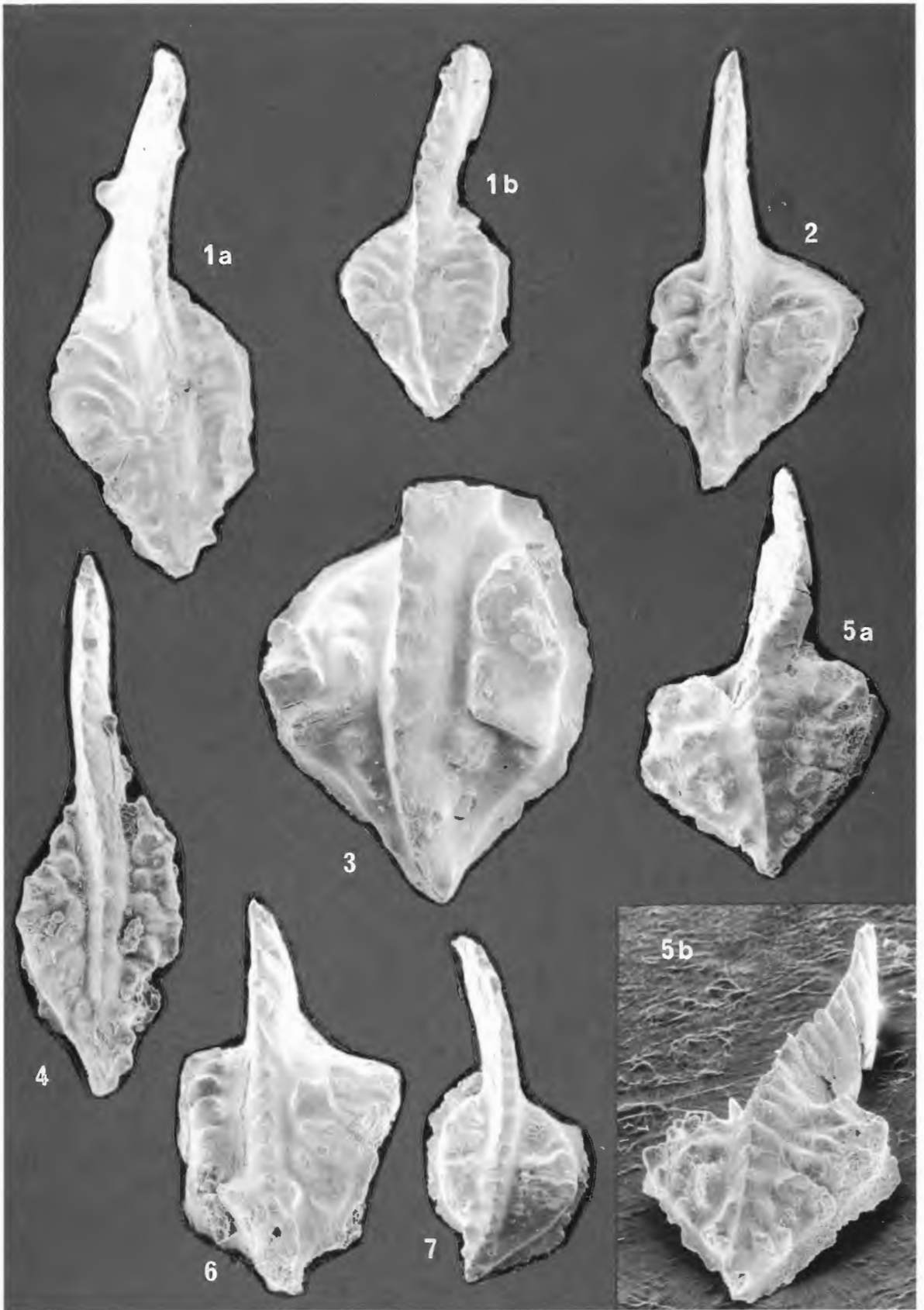
- BLESS, M.J.M., SIMAKOV, K.V. & STREEL, M. (1988): Advantages and disadvantages of a conodont-based or event-stratigraphic Devonian-Carboniferous Boundary. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **100**: 3-14, Abb. 1-5; Frankfurt am Main.
- BRAUCKMANN, C., CHLUPAC, I. & FEIST, R. (1993, im Druck): Trilobites at the Devonian-Carboniferous boundary. – Ann. Soc. géol. Belg., **115/2** (für 1992); Bruxelles.
- CLAUSEN, C.-D., LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. (1989), mit einem Beitrag von KORN, D.: Ausgewählte Profile an der Devon/Karbon-Grenze im Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **35**: 161-226, Abb. 1-27, Tab. 1-12, 1 Taf.; Krefeld.
- FEIST, R. (1992): Trilobiten aus dem Devon/Karbon-Grenzprofil an der Grünen Schneid (Zentrale Karnische Alpen, Österreich). – J. Geol. B.-Anst., **135** (1): 21-47, Abb. 1-2, Taf. 1-4; Wien.
- FLAJS, G. & FEIST, R. (1988): Index conodonts, trilobites and environment of the Devonian-Carboniferous Boundary beds at La Serre (Montagne Noire, France). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **100**: 53-107, Abb. 1-15, Taf. 1-11; Frankfurt am Main.
- GROOS-UFFENORDE, H. & UFFENORDE, H. (1974): Zur Mikrofauna im höchsten Oberdevon und tiefen Unterkarbon im nördlichen Sauerland (Conodonta, Ostracoda, Rheinisches Schiefergebirge). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **102**: 58-87, Abb. 1-7, Tab. 1-5, Taf. 2-6; Wiesbaden.
- HAHN, G., HAHN, R. & WOLF, C. (1990): *Belgibole abruptirhachis*, Leit-Trilobit an der Devon/Karbon-Grenze. – Senckenbergiana Lethaea, **70** (1/3): 89-103, Abb. 1-2, 1 Taf.; Frankfurt am Main.
- HENKE, W. (1924): Erläuterungen zu Blatt Endorf. – Geol. Kt. Preußen und benachb. Bundesstaaten 1:25 000, Lief. **236**: 1-44; Berlin.
- HIGGS, K., CLAYTON, G. & KEEGAN, J.B. (1988): The stratigraphic and systematic palynology of the Tournaisian rocks of Ireland. – Spec. Pap. Geol. Surv. Ireland, **7**: 1-93, Dublin.
- HIGGS, K. & STREEL, M. (1984): Spore stratigraphy at the Devonian-Carboniferous boundary in the northern „Rheinisches Schiefergebirge“, Germany. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **67**: 157-179, Abb. 1-11, 1 Tab., Taf. 1-4; Frankfurt am Main.
- HIGGS, K., STREEL, M., KORN, D. & PAPROTH, E. (1993): Palynological data from the Devonian-Carboniferous boundary beds in the new Stockum trench 2 and the Hasselbachtal borehole, northern Rhenish Massif, Germany. – Ann. Soc. géol. Belgique, **115/2**; Bruxelles.
- KASIG, W.; KATSCH, A. & KOLLENBERG, W. (1984): Geochemische Untersuchungen im Profil Stockum II (Grenze Devon/Karbon) im Rechtsrheinischen Schiefergebirge (Sauerland /Deutschland). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **67**: 143-155, Abb. 1-14; Frankfurt am Main.
- KEUPP, H. & KOMPA, R. (1984): Mikrofazielle und sedimentologische Untersuchungen an Devon/Karbon-Profilen am Nordrand des Rechtsrheinischen Schiefergebirges. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **67**: 139-142, Abb. 1,2; Frankfurt am Main.
- KOCH, M., LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. (1970): Alter, Fazies und Paläogeographie der Oberdevon/Unterkarbon-Schichtenfolge an der Seiler bei Iserlohn. Ergebnisse von Schurfarbeiten. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **17**: 679-732, Abb. 1-3, Tab. 1-3, Taf. 1-10; Krefeld.
- KORN, D. (1984): Die Goniatiten der Stockumer *Imitoceras*-Kalklinsen (Ammonoidea; Devon/Karbon-Grenze). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **67**: 71-89, Abb. 1-6, Taf. 1-4; Frankfurt am Main.
- KORN, D. (1989): *Cymaclymenia* aus der *Acutimitoceras*-Fauna (*prorsum*-Zone) vom Müszenberg (Devon/Karbon-Grenze; Rheinisches Schiefergebirge). – Bull. Soc. belge Géologie, **98** (3/4), Festschrift Eva PAPROTH: 371-372, Abb. 1-2; Bruxelles.
- KORN, D. (1991): Threedimensionally preserved clymeniids from the Hangenberg Black Shale of Drewer (Cephalopoda, Ammonoidea; Devonian/Carboniferous boundary; Rhenish Massif). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1991** (9): 553-563, Abb. 1-5; Stuttgart.
- KORN, D. (1992a): Ammonoideen aus dem Devon/Karbon-Grenzprofil an der Grünen Schneid (Karnische Alpen, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., **135** (1): 7-19, Abb. 1-5, Taf. 1-2; Wien.
- KORN, D. (1992b): Ammonoideen aus dem Oberdevon und Unterkarbon von Aprath, Schurf Steinbergerbach und Straßeneinschnitt Kohleiche. – In: E. THOMAS (Hrsg.): Oberdevon und Unterkarbon von Aprath im Bergischen Land. 169-182, 1 Abb., Taf. 1-5; Köln (Von Loga).
- KORN, D. (1993, im Druck): The ammonoid faunal change near the Devonian-Carboniferous boundary. – Ann. Soc. géol. Belgique, **115/2**; Bruxelles.
- KORN, D., CLAUSEN, C.-D., BELKA, Z., LEUTERITZ, K., LUPPOLD, F.W., FEIST, R. & WEYER, D. (1994, dieser Band): Die Devon/Karbon-Grenze bei Drewer (Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Paläont. Westf.; Münster, Westfalen.
- KORN, D. & THOMAS, E. (1988): Ammonoids from the Devonian-Carboniferous Boundary of Aprath (Velbert Anticline, Northern Rhenish Massif). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **100**: 219-220, Abb. 1; Frankfurt am Main.

- LETHIERS, F. & FEIST, R. (1991): Ostracodes, stratigraphie et bathymetrie du passage Devonien-Carbonifère au Viséen inférieur en Montagne Noire (France). – *Géobios*, **24** (1): 71-104, Abb. 1-17, Taf. 1-7; Lyon.
- LEUSCHNER, K. (1994, dieser Band): Trilobiten aus dem Devon/Karbon-Grenzbereich und der *Gattendorfia*-Stufe des Profiles NF/G von Drewer (Rheinisches Schiefergebirge). – *Geol. Paläont. Westf.*; Münster, Westfalen.
- LUPPOLD, F.W., CLAUSEN, C.-D., KORN, D. & STOPPEL, D. (1994, dieser Band): Devon/Karbon-Grenzprofile im Bereich von Remscheid-Altenaer Sattel, Warsteiner Sattel, Briloner Sattel und Attendorn-Elsper Doppelmulde (Rheinisches Schiefergebirge). – *Geol. Paläont. Westf.*; Münster, Westf.
- LUPPOLD, F.W., HAHN, G. & KORN, D. (1984): Trilobiten-, Ammonoideen- und Conodonten-Stratigraphie des Devon/Karbon-Grenzprofils auf dem Müszenberg (Rheinisches Schiefergebirge). – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **67**: 91-121, Abb. 1-7, Tab. 1-4, Taf. 1-6; Frankfurt am Main.
- PAPROTH, E., BECKER, Th., CLAUSEN, C.-D., KOMPA, R., KORN, D. & STOPPEL, D. (1986): Field trip to the Late Devonian outcrops in the Northern Rheinisches Schiefergebirge (Federal Republic of Germany). – *Exkursionsführer Aachen 1986: Late Devonian events around the Old Red Continent*: 1-12, Abb. 1-27, Tab. 1-4.
- PAPROTH, E. & STREEL, M. (1982): Devonian-Carboniferous transitional beds of the northern „Rheinisches Schiefergebirge“. – *Guidebook of the IUGS Working group on the Devonian/Carboniferous boundary*: 1-63, Abb. 1-32, Tab. 1-9; Liège.
- RABIEN, A. (1960): Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **3**, 1: 61-106, Abb. 1-4, Tab. 1-7, Taf. 1-3; Krefeld.
- SCHMIDT, H. (1924): Zwei Cephalopodenfaunen an der Devon-Carbon-Grenze im Sauerland. – *Jb. preuß. geol. L.-Anst.*, **44** (für 1922): 98-171, Abb. 1-6, Taf. 6-8; Berlin.
- SCHMIDT, W.E. (1924): Erläuterungen zu Blatt Plettenberg. – *Geol. Kt. Preußen und benachb. Bundesstaaten* 1:25 000, Lief. **236**: 1-63; Berlin.
- SCHÖNLAUB, H.P., ATTREP, M., BOECKELMANN, K., DREESEN, R., FEIST, R., FENNINGER, A., HAHN, G., KLEIN, H.-P., KORN, D., KRATZ, R., MAGARITZ, M., ORTH, C.J. & SCHRAMM, J.-M. (1992): The Devonian/Carboniferous Boundary in the Carnic Alps (Austria) – A Multidisciplinary Approach. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135** (1): 57-98, Abb. 1-21, Tab. 1-3, Taf. 1-9; Wien.
- VÖHRINGER, E. (1960): Die Goniatiten der unterkarbonischen *Gattendorfia*-Stufe im Hönnetal (Sauerland). – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **3/1**: 107-196, Abb. 1-53, Taf. 1-7, 1 Tab.; Krefeld.
- WEYER, D. (1977): Ammonoiden aus dem Untertournai von Schleiz (Ostthüringisches Schiefergebirge). – *Z. geol. Wiss.*, **5** (2): 167-185, Abb. 1-2, Tab. 1-2, Taf. 1-3; Berlin.
- ZIEGLER, W. (1969): Eine neue Conodontenfauna aus dem höchsten Oberdevon. – *Fortschr. Rheinl. u. Westf.*, **17**: 343-360, Abb. 1-4, 1 Tab., Taf. 1-2; Krefeld.

Tafel 1

Conodonten aus der Bank 97 des Schurfes II von Stockum.

- Fig. 1a,b.** *Protognathodus kuehni* ZIEGLER & LEUTERITZ 1970 mit deutlich ausgeprägter Rippenbildung; BGR Con 6180, Typ-Nr. 14430, T 663/1; a: x 70, b: x 55.
- Fig. 2,3,6.** *Protognathodus kuehni* ZIEGLER & LEUTERITZ 1970 mit Wulstbildungen auf der Plattform; BGR Con 6180.
2. Typ-Nr. 14431, T 663/5; x 70,
3. Typ-Nr. 14432, T 663/2; x 100,
6. Typ-Nr. 14435, T 663/4; x 75.
- Fig. 4.** *Protognathodus kockeli* → *kuehni*. BGR Con 6180, Typ-Nr. 14433, T 663/6; x 75.
- Fig. 5a,b.** *Protognathodus kuehni* ZIEGLER & LEUTERITZ 1970 mit asymmetrisch ausgebildeter Plattform mit kräftiger Knotenbildung, die z.T. in Wulstleisten übergeht; BGR Con 6180, Typ-Nr. 14434, T 663/3; x 80.
- Fig. 7.** *Protognathodus kuehni* ZIEGLER & LEUTERITZ 1970; BGR Con 6180, Typ-Nr. 14436, T 663/7; x 45.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Clausen Claus-Dieter, Korn Dieter, Feist Raimund, Leuschner Kerstin, Groos-Uffendorde Helga, Luppold Friedrich Wilhelm, Stoppel Dieter, Higgs Kenneth, Strel Maurice

Artikel/Article: [Die Devon/Karbon-Grenze bei Stockum \(Rheinisches Schiefergebirge\) 71-95](#)