| Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. | 35 | 31 – 56, 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf. | Krefeld, Oktober 1989 |
|---|---|---|---|

# Die Goniatiten der Bohrung Balve 1 (Sauerland, östliches Rheinisches Schiefergebirge)

Von CLAUS-DIETER CLAUSEN *

Borehole, goniatites, biostratigraphy (flinz beds), Middle Devonian, Middle/Upper Devonian boundary (Frankfurt decisions, subdivision of the *Pharciceras* stage), Rhenish massif (Sauerland), North Rhine-Westphalia, TK 25: 4613

Kurzfassung: Aus der Kernbohrung Balve 1 werden neben orthoconen Cephalopoden Vertreter der Goniatitengenera *Tornoceras, Epitornoceras, Pharciceras* und *Agoniatites* beschrieben. Mit Hilfe von Goniatiten und Conodonten läßt sich vor allem der tiefere Bereich der erbohrten Flinz-Schichten zwischen 40 und 60 m unter Flur biostratigraphisch gut gliedern. Die Mittel-/Oberdevon-Grenze im klassischen Sinne (Ablösung der Agoniatiten durch Pharciceraten) liegt zwischen 53,2 m und 55,6 m unter Flur. Nach den Frankfurter Beschlüssen des Jahres 1982 gehören nunmehr die genannten Bohrkerne dem Mitteldevon an.

Als Folge der neuen Grenzziehung ist nur noch ein geringer Teil der Pharciceraten oberdevonischen Alters. Die *Pharciceras*-Stufe beginnt im höheren Teil der Mittleren *varcus*-Subzone und reicht bis in die höhere Untere *asymmetricus*-Zone hinein. Sie überschreitet damit die neue Mittel-/Oberdevon-Grenze und enthält sieben Conodontenzonen beziehungsweise -subzonen. Ein Vergleich verschiedener Cephalopodenvergesellschaftungen aus Frankreich, Nordafrika und Deutschland läßt die Möglichkeit weiterer Untergliederungen dieser überlangen Stufe in mehrere Zonen offen. In vorliegender Studie wird der Vorschlag einer Aufteilung in die Zone des *Pharciceras amplexum* (höherer Teil der Mittleren *varcus*-Subzone bis tieferer Teil der Unteren *hermanni-cristatus*-Subzone und Zone des *Pharciceras lunulicosta* (Untere *hermanni-cristatus*-Subzone bis Untere *asymmetricus*-Zone) unterbreitet. Eine weitere Untergliederung der noch fünf Conodontenzonen enthaltenden *Pharciceras-lunulicosta*-Zone ist erwünscht und in Zukunft wohl auch möglich.

Der vorliegenden biostratigraphischen Gliederung zufolge lassen sich die erbohrten Flinz-Schichten der Bohrung Balve 1 in die Zone des *Maenioceras terebratum*, des *Pharciceras amplexum* und des *Pharciceras lunulicosta* einstufen.

**[The goniatites of the borehole Balve 1 (Sauerland, Eastern Rhenish massif)]**

Abstract: Orthocone cephalopods as well as representatives of the goniatite genera *Tornoceras, Epitornoceras, Pharciceras* and *Agoniatites* are described from the borehole Balve 1. By aid of goniatites and conodonts especially the lower part of the drilled flinz beds between 40 and 60 m can be divided biostratigraphically. The Middle/Upper Devonian boundary in classical sense (succession of the agoniatitids by pharciceratids) can be found between 53,2 and 55,6 m below surface. According to the Frankfurt decisions of 1982 all the drill cores now belong to the Middle Devonian.

* Anschrift des Autors: Dr. C.-D. CLAUSEN, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De-Greiff-Straße 195, D-4150 Krefeld 1

On account of the new delimitation only a small part of the pharciceratids has Upper Devonian age. The *pharciceras* stage begins in the upper part of the Middle *varcus* zone and can be followed up to the Lower *asymmetricus* zone, that is: it transgresses the new Middle/Upper Devonian boundary and contains seven conodont zones or subzones. A comparison of cephalopod assemblages from France, North Africa and Germany enables further subdivisions of this overlong stage into several zones. In this paper a division into the zone of *Pharciceras amplexum* (upper part of the Middle *varcus* subzone to lower part of the Lower *hermanni-cristatus* subzone) and the zone of *Pharciceras lunulicosta* (Lower *hermanni-cristatus* subzone to Lower *asymmetricus* zone) is suggested. A supplementary subdivision of the *Pharciceras lunulicosta* zone, still consisting of five conodont zones or subzones, is desirable and seems to be possible in future.

The present biostratigraphical subdivision makes it possible to class the flinz beds of the borehole Balve 1 into the zones of *Maenioceras terebratum, Pharciceras amplexum* and *Pharciceras lunulicosta.*

**[Les goniatites du sondage Balve 1 (Sauerland, bord nord-est du massif rhénan)]**

Résumé: Dans le sondage Balve 1 on a trouvé des céphalopodes des genres *Tornoceras, Epitornoceras, Pharciceras* et *Agoniatites* et des céphalopodes orthocones. A l'aide de goniatites et de conodontes, on peut subdiviser la partie basale des couches de type «Flinz» (lits centimétriques noirs à débris de récifs ou de carbonates de plate-formes, avec des interstratifications de schistes gris-noirs à petits lits de pyrite) couche qui fut trouvée entre 40 et 60 m de profondeur. L'ancienne limite entre Givétien et Frasnien (séparation des *Agoniatites* par des *Pharciceras*) est à tracer entre 53,2 et 55,6 m de profondeur. D'après la résolution de Frankfurt (1982), on place tous les sédiments de ce sondage dans le Dévonien moyen.

D'après cette résolution, seulement une petite partie du groupe des *Pharciceras* reste dans le Dévonien supérieur. L'étage à *Pharciceras* débute dans la partie supérieure de la zone Moyenne à *Polygnathus varcus* et atteint la partie supérieur de la zone inférieure à *Polygnathus asymmetricus.* L'étage à *Pharciceras* traverse la nouvelle limite entre le Dévonien moyen et supérieur et renferme sept zones ou sous-zones de conodontes. D'après une comparaison avec des associations de céphalopodes trouvées en France, en Afrique du Nord et en Allemagne, la possibilité d'une subdivision plus fine en quelques zones supplémentaires semble possible.

L'auteur propose une subdivision dans une zone à *Pharciceras amplexum* (= Partie supérieure de la zone moyenne à *Polygnathus varcus* jusqu'à la base de la zone inférieure à *Schmidtognathus hermanni/Polygnathus cristatus*) et dans une zone à *Pharciceras lunulicosta* (zone inférieure à *Schmidtognathus hermanni/Polygnathus cristatus* jusqu'à la zone inférieure à *Polygnathus asymmetricus*). Une subdivision plus détaillée de la zone actuelle à *Pharciceras lunulicosta* qui renferme cinq zones à conodontes semble souhaitable et possible à l'avenir.

D'après la subdivision biostratigraphique actuelle, on peut placer les couches «Flinz» du sondage Balve 1 dans les zones à *Maenioceras terebratum, Pharciceras amplexum* et *Pharciceras lunulicosta.*

## 1. Einleitung

Im Oktober 1981 wurde zur Erkundung lagerförmiger Schwefelkieskonzentrationen, welche im Stadtgebiet von Balve auf der Grube Husenberg im Zusammenhang mit dem dortigen jahrhundertealten Roteisenerzabbau in Stollen erschlossen waren, im Auftrag des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen eine Kernbohrung abgeteuft. Der Bohrpunkt befand sich ca. 200 m östlich der Balver Kirche auf dem Grundstück der Städtischen Johannes-Grundschule (R 34 21 270, H 56 88 290).

Bis 64,07 m unter Flur durchsank die Bohrung Flinz-Schichten, die sich aus einer Wechsellagerung von dunkelgrauen, mikritischen bis sparitischen Kalksteinen sowie grauen bis schwarzen, meist schwach gebänderten Tonmergelsteinen zusammensetzen. Nach einem von 64,07 – 65,55 m unter Flur reichenden, aus Tonmergelsteinen und Schalstein bestehenden, mit schlierig-lagigen, linsenförmi-

gen Schwefelkiesanreicherungen durchsetzten Übergangsbereich durchörterte die Bohrung sodann bis zur Endteufe bei 92,50 m nur noch Schalstein und Spilite (MÜLLER & SCHERP & STADLER 1986).

In den Flinz-Schichten wurden zahlreiche Cephalopoden geborgen, deren taxonomische Bearbeitung neben der biostratigraphischen Einstufung der Balver Flinz-Schichten das Ziel der vorliegenden Studie ist.

## 2. Stratinomie und Taxonomie der aus der Bohrung Balve 1 geborgenen Cephalopoden

### 2.1. Fossilisation und Erhaltungszustand

Der überwiegende Anteil der Cephalopoden (orthocone Cephalopoden sowie Goniatiten) ist pyritisiert. Sehr untergeordnet – vor allem in Oberflächennähe, wo die Atmosphärilien einwirken konnten – ist eine sekundäre Umwandlung in Brauneisenstein vorhanden.

Die gesamte Fauna liegt in Steinkernerhaltung vor. Schalenreste sind nicht erhalten, da alle kalkigen Bestandteile der Subsolution zum Opfer gefallen sind. Die Sauerstoffarmut des durch schwärzliche organische Schlämme gekennzeichneten Balver Flinzschiefer-Beckens verursachte in Bodennähe einen $CO_2$-Anstieg. Durch Zersetzung organischer Substanz, welche nach dem Absterben der Cephalopoden und anderer Weichtiere lagenweise in beträchtlicher Menge anfiel, reicherte sich Schwefelwasserstoff an, der zur Fällung S-affiner Kationen wie $Fe^{2+}$ führte. Gleich nach der Einbettung der Gehäuse im Bodenschlamm und noch vor Zerstörung der Schale setzte die Verkiesung ein. Wohn- und Luftkammerabschnitt der Individuen wurden in gleicher Weise davon betroffen. Einige Gehäuseanschnitte zeigen, daß die Pyritisierung weitgehend homogen verlief; von der Verkiesung ausgesparte Resthohlräume konnten nicht beobachtet werden, obgleich mit solchen Lücken zu rechnen ist.

Die Pyritisierung begünstigte die vollkörperliche Erhaltung. Dennoch läßt der Erhaltungszustand der Fauna zu wünschen übrig und war in vielen Fällen einer genauen Bestimmung abträglich, wie aus der in der Fossilliste enthaltenen großen Anzahl an Individuen mit offener Nomenklatur ersichtlich ist. Folgende Faktoren erschwerten eine Zuordnung der Exemplare:

- Gehäuse, die auf den schlecht durchlüfteten Meeresboden herabsanken und nicht schnell genug eingebettet werden konnten, gerieten in ein subsolvierendes Milieu: Freie Kohlensäure konnte längere Zeit auf die Kalkschalen einwirken. Die nach oben gerichtete und erhaben aus der Sedimentationsfläche herausragende Schalenhälfte wurde an-, zum Teil sogar fortgelöst. Das bisweilen entstandene unruhige, pockennarbige Relief auf der Gehäuseoberfläche mit zahlreichen Eintiefungen, Dellen, Gruben und Furchen weist auf die Korrosionseinflüsse hin. Das verbleibende Gehäuserudiment zeigt in vielen Fällen untypische Merkmale, welche eine taxonomische Einordnung unmöglich machen.
- Die stagnierenden, von Strömungen nicht berührten bodennahen Wasserschichten waren mit Schwefelwasserstoff vergiftet. Von aktiven Schwimmern, wie es die Cephalopoden waren, welche sich in höheren sauerstoffreicheren Wasserregionen aufhielten, wurde die lebensfeindliche Region am Boden gemieden. Gerieten die nektonischen und während der Larvalzeit oftmals noch planktonischen Organismen trotzdem in tiefere Wasserbereiche mit reduzieren-

dem Milieu, so waren besonders die durch geringere Mobilität gekennzeichneten jugendlichen Tiere innerhalb kurzer Zeit zum Sterben verurteilt. Hierfür spricht eine große Anzahl larvaler Goniatitengehäuse und indifferenter orthoconer Exemplare, die sich in den Balver Flinz-Schichten finden ließen. Daß es sich bei den Initialgehäusen der Goniatiten nicht um die von der Subsolution ausgesparten internen Windungsfragmente handelt, geht daraus hervor, daß bei manchen Individuen die larvale bis frühadulte Wohnkammer erhalten ist; denn restierende interne Subsolutionsreste würden nur einen Luftkammerabschnitt ohne Wohnraum besitzen. Man kann geradezu davon sprechen, daß der Ablagerungsraum der Balver Flinzschlämme für Cephalopoden einer bestimmten, vom Alter abhängigen Größenordnung als „Fossilfalle" gewirkt hat.

- Die Gesteinsdeformation während der asturischen Orogenese betraf ebenfalls die in die Tonsteine eingebetteten Cephalopoden. Viele Individuen sind stark verdrückt und verquetscht, in die Schieferungsebene eingeregelt und ausgelängt. Einige Fossilien sind an tektonischen Trennflächen zerschert, manche sogar mehrfach. Die Orthoceren sind bisweilen zusammengedrückt bis flach ausgewalzt mit der für diese Deformation typischen Einwalmung in der Medianebene.

Die Schwefelkiesoberfläche der Goniatiten ist von vielen feinen, mit Calcit ausgefüllten Haarrissen durchzogen. Auch der durch Auflösung der Schale zwischen umgebendem Sediment und Steinkern entstandene Hohlraum wurde vielfach sekundär mit faserigem, bisweilen rhomboedrisch aufspaltendem Calcit ausgekleidet. Auf der an den Steinkern angrenzenden Calcithaut übertrug sich das Muster der Steinkernoberfläche (Rippen, Knoten, Lobenlinie) als Negativrelief. Bei den Goniatiten sind Einzelmerkmale wie Ritzstreifung, Anwachsstreifen, Anwachsrippen, Knoten und Lobenlinien bei intaktem Gehäuse in der Regel gut erhalten. Die orthoconen Cephalopoden waren alle unbestimmbar, da für eine einwandfreie Bestimmung unverzichtbare Merkmale wie Protoconch, Sipholage, Gestalt und Verlauf der Siphonalhüllen und -duten sowie Kammereinlagerungen nicht vorlagen. Ventralloben wurden nicht beobachtet. Daher muß offen bleiben, ob die orthoconen Cephalopoden alle den Nautiloideen angehören oder ob unter ihnen auch Bactriten vorhanden sind. In der Regel kann bei einer umfangreicheren Faunula, wie sie die Bohrung Balve 1 geliefert hat, davon ausgegangen werden, daß orthocone Nautiloideen vom Typ *„Michelinoceras"* und Bactriten gemeinsam vorkommen.

## 2.2. Zusammensetzung und Verteilung der Fauna

Die Faunenverteilung in der Bohrung ist sehr auffällig. Größere, gut bestimmbare Gehäuse treten nur von 47 – 57 m unter Flur auf. Die darüber und darunter befindlichen Bohrmeter lieferten keine oder nur unbedeutende und nicht bestimmbare Relikte. Die Goniatitenfauna setzt sich aus Vertretern der Gattungen *Archoceras, Tornoceras, Epitornoceras, Pharciceras* und *Agoniatites* zusammen. Goniatiten und orthocone Individuen wurden in folgenden Bohrkernbereichen gefunden:

| | |
|---|---|
| 15,4 m | 2 orthocone Cephalopoden, unbestimmbar (Taf. 3: Fig. 4, 7) |
| 16,5 – 16,7 m | 5 orthocone Cephalopoden, unbestimmbar (Taf. 3: Fig. 5 u. 6) |
| 28,38 m | 1 orthoconer Cephalopode, unbestimmbar |
| 31,70 m | unbestimmbares Initialgehäuse eines Goniatiten |
| 33,75 m | 1 orthoconer Cephalopode, unbestimmbar |
| 36,74 m | 1 unbestimmbarer Fossilrest |

| | |
|---|---|
| 39,7 m | 1 unbestimmbares Windungsfragment eines Goniatiten |
| 42,75 m | 1 orthoconer Cephalopode, unbestimmbar |
| 47,4 m | ? *Pharciceras* sp. (Taf. 2: Fig. 3) |
| 47,6 m | 1 orthoconer Cephalopode, unbestimmbar |
| 49,3 m | *Pharciceras* sp., *Epitornoceras* aff. *mithracoides* (FRECH) (Taf. 2: Fig. 5; Taf. 3: Fig. 2) |
| 49,45 m | *Tornoceras* sp. |
| 49,9 m | ? „*Pharciceras*" cf. *erraticum* PETTER (Taf. 3: Fig. 1) |
| 53,17 m | „*Pharciceras*" *erraticum* PETTER (Taf. 2: Fig. 2) |
| 54,64 m | 1 orthoconer Cephalopode, unbestimmbar |
| 55,6 m | *Agoniatites* sp., ? *Agoniatites* sp. (Taf. 1: Fig. 2) |
| 55,67 m | *Agoniatites* sp. (Taf. 1: Fig. 4) |
| 55,78 m | 1 unbestimmbarer Fossilrest |
| 55,88 m | *Agoniatites* sp. (Taf. 1: Fig. 3) |
| 55,97 m | *Agoniatites* ex gr. *costulatus* (D'ARCHIAC & DE VERNEUIL) (Taf. 1: Fig. 1) |
| 56,17 m | 4 unbestimmbare juvenile Goniatiten sowie Gehäusefragmente (Taf. 3: Fig. 3) |
| 56,2 m | ? *Agoniatites* sp., *Tornoceras* sp. sowie 2 Initialgehäuse von Goniatiten, unbestimmbar |
| 56,3 m | ? *Tornoceras* sp. |
| 56,35 m | *Agoniatites* sp. |
| 56,75 m | 1 unbestimmbarer Goniatit |
| 56,88 m | *Tornoceras (Tornoceras) frechi* WEDEKIND (Taf. 2: Fig. 4) |
| 57,2 m | *Agoniatites* sp. (evolutes Jugendgehäuse) (Taf. 1: Fig. 5) |
| 57,77 m | 2 orthocone Cephalopoden, unbestimmbar, sowie 1 verdrücktes Initialgehäuse eines Goniatiten, unbestimmbar |
| 59,59 m | 2 unbestimmbare Goniatitenrelikte |
| 60,1 m | 1 unbestimmbarer verdrückter Goniatit |
| 60,67 m | 1 unbestimmbarer Fossilrest |

Der Tagesaufschluß am Husenberg (R 34 21 600, H 56 89 240) erbrachte den Goniatiten ? *Archoceras* sp., durch den bisher Oberdevon angezeigt war.[1] Der nächste makropaläontologische Fixpunkt befindet sich in der Bohrung Balve 1 erst bei 47,4 m unter Flur, wo sich ? *Pharciceras* sp. fand. Die taxonomische Stellung dieses Goniatiten wird in Kapitel 2.3. diskutiert. Von 49,3 – 53,17 m treten in guter Erhaltung, größerer Gattungsvariabilität und eindeutiger stratigraphischer Aussage Goniatiten auf, die nach der bisherigen Goniatitengliederung alle für das Oberdevon, und zwar für dolα, typisch sind[1]: *Pharciceras* sp., *Epitornoceras* aff. *mithracoides* (FRECH), „*Pharciceras*" *erraticum* PETTER sowie ? „*Pharciceras*" cf. *erraticum* PETTER. Erst danach (ab 55,6 m unter Flur) fanden sich bis 57,2 m zahlreiche Agoniatiten, welche auf höheres Mitteldevon hinweisen. Auch der bei 56,88 m geborgene *Tornoceras (Tornoceras) frechi* WEDEKIND ist für das höhere Mitteldevon typisch.

## 2.3. Systematik

### *Archoceras* SCHINDEWOLF 1938

Diagnose: Eine Gattung der Anarcestidae STEINMANN 1890 mit weitgenabeltem, niedrigmündigem Gehäuse, bikonvexen Anwachsstreifen und trilobater Sutur (ELI).

Generotypus: *Archoceras paeckelmanni* SCHINDEWOLF 1938

Stratigraphische Reichweite: Oberes Mitteldevon, Oberdevon I – II

---

[1] Aufgrund der Festlegung der neuen Mittel-/Oberdevon-Grenze rücken die Bohrkerne insgesamt in das Mitteldevon (vgl. Kap. 3.).

? *Archoceras* sp. (Taf. 2: Fig. 1)

Beschreibung: Das als Subsolutionsfragment vorliegende, stark verdrückte, juvenile Gehäuse besteht aus Brauneisenstein. Die beiden äußeren Windungen sind erhalten, der interne Windungsabschnitt hingegen herausgebrochen und durch Sediment ersetzt. Der Durchmesser in Richtung der größten Auslängung beträgt 1,1 cm, in Richtung der Stauchung 0,6 cm. Evolute Einrollung mit einander kaum umfassenden Windungen bedingt eine weite Nabelung. Schwach konvexe bis rectiradiate Anwachsrippen überziehen die narbige äußere Gehäuseflanke. Die Anwachsstreifen dürften bei einem adulten Exemplar bikonvex werden. Eine Lobenlinie ist nicht erkennbar. Den Gehäusemerkmalen zufolge wird der Goniatit mit Vorbehalt zur Gattung *Archoceras* gestellt.

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Nordwestflanke des Husenbergs (R 34 21 600, H 56 89 240), ca. 470 m nordöstlich der Bohrung Balve 1

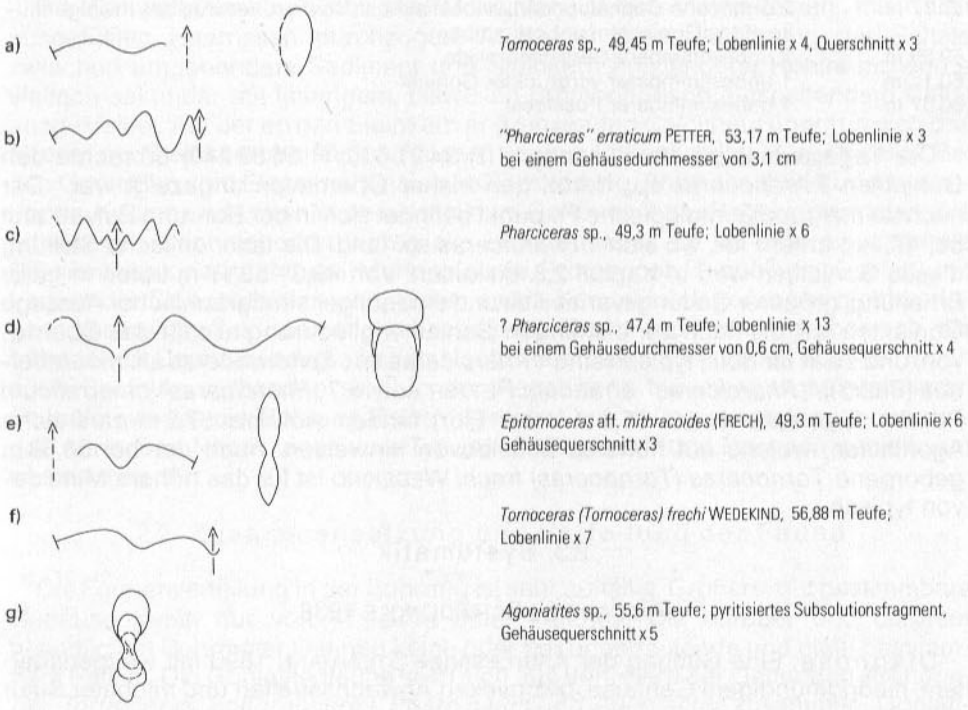



Abb. 1 Lobenlinien und Gehäusequerschnitte verschiedener Goniatiten aus der Kernbohrung Balve 1

Fig. 1 Sutures and cross sections of different goniatites from the borehole Balve 1

*Pharciceras* HYATT 1884

Diagnose: Eine Gattung der Pharciceratidae HYATT 1900 mit einem flach bis dickscheibenförmigen, im Alter teilweise gekielten Gehäuse und einer durch vier bis fünf Umbilikalloben differenzierten Sutur [(E2E1E2) LU2U4 ... U3U1I].

Generotypus: *Goniatites tridens* G. & F. SANDBERGER 1850

Stratigraphische Reichweite: dmo bis dolα

*Pharciceras* sp. (Taf. 3: Fig. 2 u. Abb. 1 c)

Beschreibung: Es liegt ein schlecht erhaltenes, zerquetschtes Gehäuse vor, welches vor seiner Deformation mäßig weit genabelt war und einen Durchmesser von etwa 6 mm gehabt hat. Der Wohnkammerabschnitt fehlt. Ventral- und Lateralseite weisen drei zungenförmig vertiefte Loben auf. Der externe Suturast des Individuums weist einen Extern-, einen Lateral- und einen oder zwei Umbilicalloben auf. Da die Umbilicalpartie weitgehend zusammengedrückt ist, läßt sich nicht entscheiden, ob der externe Suturast noch einen weiteren Lobus besitzt. Die Ventralseite ist von den Flanken durch zwei ventrolaterale Furchen bandartig abgesetzt. Eine zierliche Ritzstreifung überzieht den externen Gehäuseabschnitt. Bei jugendlichen Pharciceraten, wie dem vorliegenden Exemplar, ist das mature Suturmuster noch nicht ausdifferenziert.

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 49,3 m Teufe

? *Pharciceras* sp. (Taf. 2: Fig. 3 u. Abb. 1 d)

Beschreibung: Das vollkörperlich erhaltene, frühadulte, nur mit immaturen Merkmalen ausgestattete Individuum besitzt ein gedrungenes Gehäuse mit einem bananenförmigen Windungsquerschnitt. Es sind drei Windungen vorhanden, die sich jeweils zur Hälfte umfassen. Das Exemplar ist mäßig weit genabelt mit einem treppenförmig abgestuften Nabel. Der Gehäusedurchmesser beträgt 7 mm. Die schwach gerundete Ventralseite wird durch zwei undeutliche Ventrolateralfurchen kielartig betont. Anwachsrippen mit bikonvexem Verlauf treten dorsolateral knotenförmig hervor. Die Flanken sind von einer feinen, zum Nabel abfallenden und dort adoral vorgezogenen Ritzstreifung bedeckt. Die letzte halbe Windung besteht aus dem Wohnkammerteil. Der Luftkammerabschnitt zeichnet sich durch gut erhaltene Lobenlinien aus. Der Externlobus besteht aus einem eigenartig glockenförmig eingestülpten Lobus mit zum Lobengrunde hin geschwungen verlaufenden Flanken. Die Einwalmung an den Flanken ist als Anlage eines neuen Lobenelementes, des adventiv gebildeten E2, aufzufassen (Abb. 1). Der auf der Flanke gelegene Laterallobus ist breit und seicht. Nur der Externast der Lobenlinie ist erschlossen.

Beziehung und Abgrenzung: Die taxonomische Stellung des vorliegenden jugendlichen Goniatiten ist unsicher, da mature Merkmale fehlen. Mit *Maenioceras crassum* BENSAID hat die vorliegende Form die Lobenlinie und die Gehäusegestalt gemeinsam, jedoch ist sie etwas weitnabeliger als *M. crassum*. Allerdings sind bei der als eng bis ungenabelt geltenden Gattung *Maenioceras* in neuerer Zeit (BENSAID 1974) auch weitnabelige Vertreter bekannt geworden wie *M. excavatum* (PHILLIPS) und *M. sulcatostriatum* BENSAID.

Morphologische Beziehungen bestehen auch zur Gattung *Cabrieroceras* BOGOSLOVSKY. Die zu dieser Gattung gehörenden Arten sind weitnabelig, besitzen aber nur eine trilobate Sutur und reichen nach bisheriger Kenntnis nicht über das Givetium hinaus. Die frühen Stadien von *Maenioceras* sind *Cabrieroceras* so sehr ähnlich, daß HOUSE (1978: 52) für beide Gattungen einen gemeinsamen Ursprung vermutete.

Es bleibt festzuhalten, daß die vorliegende Form sich aufgrund von Lobenlinie, Anwachsstreifen und der für *Maenioceras* typischen Ventrolateralfurchen gut in das für weitnabelige Vertreter dieser Gattung charakteristische Merkmalsmuster einfügt, allerdings sind knotenförmig verstärkte Anwachsstreifen bei dieser Gattung bisher unbekannt. Nach M. HOUSE (schriftl. Mitt. v. 21. 2. 1986) könnte eine Jugendform von *Pharciceras* mit noch nicht ausdifferenzierten Umbilicalloben vorliegen.

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 47,4 m Teufe

„*Pharciceras*" *erraticum* PETTER (Taf. 2: Fig. 2, Taf. 3: Fig. 1 u. Abb. 1 b)

Beschreibung: Das scheibenförmige, abgeplattete Gehäuse besitzt eine schmal gerundete Externseite, ist relativ weit genabelt und weist einen maximalen Durchmesser von 3,3 cm auf. Die inneren Windungen fehlen, der Nabel ist mit Sediment gefüllt. Das letzte Windungsdrittel wird von der Wohnkammer eingenommen. Eine schwache Eindellung am Übergang von Externseite zur Flanke deutet auf eine seichte Ventrolateralfurche hin. Ritzstreifung ist dorsolateral sichtbar, sonst weitgehend abgerieben. Die Lobenlinie ist ausdifferenziert. Die Externsutur setzt sich aus den Lobenelementen $E_1$, $E_2$, L und $U_2$ zusammen. Ein weiteres, mit Fragezeichen zu *Pharciceras* gestelltes und als cf. *erraticum* bestimmtes Exemplar stellt ein verquetschtes Subsolutionsfragment dar. Das schlanke, mäßig weit genabelte, einen Durchmesser von 1,2 cm aufweisende Gehäuse besitzt auf der äußeren Windung keine besonderen Merkmale außer schwachen Anwachsrippen. Die nächstinnere Windung zeigt zierliche, engständige, rippenartig verstärkte Anwachsstreifen.

Beziehung und Abgrenzung: Mit *Pharciceras erraticum* PETTER (PETTER 1959: 135–137, Taf. 9: Fig. 17, 17 a, 18, 19 u. Abb. 33 N: N 1 – N 3) stimmt die vorliegende Form in Gehäusemorphologie und dem externen Suturast überein. An der Sutur fällt vor allem der auf der Lateralseite gelegene, breit geschwungene und tief eingeschnittene Lobus ins Auge. Er ist für die Vertreter der Gattung *Pharciceras* ein ganz und gar ungewöhnliches und unübliches Merkmal. PETTER (1959: 137) hatte die Art dennoch zu *Pharciceras* gestellt, weil die jugendliche, noch undifferenzierte, für *Pharciceras* typische Lobenlinie ihrer Ansicht nach eine solche Vorgangsweise rechtfertigen würde. M. HOUSE (schriftl. Mitt. v. 21. 2. 1986) hält allerdings für solche Formen die Errichtung einer neuen Gattung für erforderlich.

In den letzten Jahren wurden Goniatiten mit einem derartigen Merkmalsmuster öfters den Gattungen *Hoeninghausia* oder *Koenenites* zugerechnet (BENSAID 1974, KORN & WUNDERLICH 1982). So unterscheidet sich *Hoeninghausia (Koenenites) bifurcata* (PAECKELMANN) von der vorliegenden Art hauptsächlich durch die kräftig ausgebildeten ventrolateralen Längsfurchen (KORN & WUNDERLICH 1982: 92). *Hoeninghausia (Koenenites) juvenocostata* BENSAID besitzt eine weitere Nabelregion, breitere Externseite und auffällige knotenartige Skulptur auf den inneren Windungen (BENSAID 1974: 107–108). *Hoeninghausia (Koenenites) uralensis*

BOGOSLOVSKY ist enger genabelt und entwickelt im maturen Stadium eine Sutur mit am Lobengrunde zugespitzten Loben (BOGOSLOVSKY 1969: 260).

Der strenge Bezug und die konsequente Beschränkung auf das Typusmaterial (*Hoeninghausia archiaci* GUERICH, *Koenenites lamellosus* G. & F. SANDBERGER) verdeutlichen jedoch, daß Individuen mit einem breitgerundeten Laterallobus aus dem Formenkreis der beiden genannten Gattungen auszugliedern und an die Pharciceratidae anzuschließen sind. Nach HOUSE et al. (1985: 6 u. 10 – 11) zeichnen sich *Hoeninghausia* und *Koenenites* durch eingetiefte, eng gerundete bis zugespitzte Loben, schmal gerundete bis bogig verlaufende Sättel und eine spezifische Ritzstreifung aus. Darüber hinaus sollen Vertreter der Gattung *Koenenites* zeitlebens zwei Umbilicalloben, solche der Gattung *Hoeninghausia* in der Alterslobenlinie drei Umbilicalloben aufweisen. Da in den wenigsten Fällen ohne Zerstörung des Exemplars die Internsutur der Beobachtung zugänglich ist, sind drei Umbilicalloben bisher nur bei *Hoeninghausia uchtensis* (LJASCHENKO) (s. BOGOSLOVSKY 1969: 264, Fig. 87) und *Hoeninghausia* cf. *H. archiaci* GUERICH (s. HOUSE et al. 1985: 6, Fig. 8D, 8E) bekannt. Die Andeutung eines dritten Umbilicallobus zeigt auch der in seiner taxonomischen Stellung noch nicht befriedigend geklärte *Hoeninghausia (Koenenites) juvenocostata* BENSAID (vgl. BENSAID 1974: 108, Fig. 16).

Die phylogenetische Beziehung zwischen *Koenenites* und *Hoeninghausia* ist unklar. Es kann auch durchaus möglich sein, daß die *Hoeninghausia*-Exemplare nur ein spätontogenetisches Stadium von *Koenenites* darstellen (galeate Externseite und dritter Umbilicallobus auf den Alterswindungen). CLAUSEN (1971) schlug deshalb bis zur endgültigen Klärung der Beziehungen eine provisorische Systematik mit den beiden Untergattungen *Hoeninghausia (Koenenites)* und *Hoeninghausia (Hoeninghausia)* vor. Diese vereinfachende, die offenbar engen verwandtschaftlichen Beziehungen stärker betonende Gliederung hat sich in der angelsächsischen Literatur bisher noch nicht durchgesetzt.

Material: zwei Exemplare

Fundpunkt: *„Pharciceras" erraticum*: Bohrung Balve 1, 53,17 m Teufe;
?*„Pharciceras"* cf. *erraticum*: Bohrung Balve 1, 49,9 m Teufe

*Tornoceras* HYATT 1884

Diagnose: Eine Gattung der Tornoceratidae ARTHABER 1911 mit einem ungenabelten bis eng genabelten Gehäuse, bikonvexen Anwachsstreifen und einer durch Adventivlobenbildung differenzierten Sutur (EALI).

Generotypus: *Goniatites uniangularis* CONRAD 1842

Stratigraphische Reichweite: dmo bis dolII

*Tornoceras (Tornoceras) frechi* WEDEKIND 1917 (Taf. 2: Fig. 4 u. Abb. 1 f)

Beschreibung: Das ungenabelte Gehäuse ist flachgedrückt und weist eine schmal gerundete Externseite auf. Mehr als die Hälfte der letzten Windung wird von der Wohnkammer eingenommen. Der maximale Gehäusedurchmesser beträgt ca. 1,6 cm. Von der Lobenlinie sind der auf der Flanke gelegene tiefe Adventivlobus sowie der breit geschwungene Dorsolateralsattel erhalten. Der Laterallobus liegt im Nabelumschlag.

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 56,88 m Teufe

*Tornoceras* div. sp. (Abb. 1 a)

Beschreibung: Es liegen das Bruchstück einer Wohnkammer sowie ein Luftkammerfragment vor. Die Luftkammer zeigt einen birnenförmigen Querschnitt und läßt erkennen, daß das Gehäuse ursprünglich mäßig weit bis eng genabelt war. Der externe Suturast mit dem für *Tornoceras* typischen Verlauf ist erhalten.

Material: Bruchstücke von zwei Exemplaren

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 49,45 m Teufe

Ein weiteres stark zerdrücktes, ungenabeltes Gehäuse mit gut ausgebildetem Dorsolateralsattel und teilweise erhaltenem Adventivlobus wird ebenfalls zu *Tornoceras* gestellt.

Material: Bruchstück eines Exemplars

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 56,2 m Teufe

? *Tornoceras* sp.

Beschreibung: Ein eng- bis ungenabeltes, flach scheibenförmiges Gehäusefragment wird mit Vorbehalt zu *Tornoceras* gestellt. Es besitzt schwache dorsolaterale Rippen und eine feine Ritzstreifung. Eine Lobenlinie ist nicht sichtbar.

Material: ein Bruchstück

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 56,3 m Teufe

*Epitornoceras* FRECH 1902

Diagnose: Eine Gattung der Tornoceratidae ARTHABER 1911. Gehäuse ungenabelt mit sehr schmal gerundeter bis galeater Externseite, bikonvexen Anwachsstreifen und einer durch Adventivlobenbildung differenzierten Sutur (EALI).

Generotypus: *Goniatites mithracoides* FRECH 1887

Stratigraphische Reichweite: dmo bis dolα (nach PETERSEN 1975: 18 auch noch im dollα des Canning Basin/Westaustralien vorkommend)

*Epitornoceras* aff. *mithracoides* (FRECH 1887) (Taf. 2: Fig. 5 u. Abb. 1e)

Beschreibung: Das schlanke, scheibenförmige, ungenabelte Gehäuse hat spitz zulaufende Externseiten und einen maximalen Durchmesser von ca. 1 cm. Der Wohnkammerabschnitt ist nicht erhalten. Die Lobenlinie zeigt einen schmalen, gerundeten, ventrolateralen Sattel (E/A) und einen mäßig breiten, eingetieften Adventivlobus. Ritzstreifung ist nicht sichtbar.

Beziehung und Abgrenzung: Obgleich der für die Gattung *Epitornoceras* typische spitz zulaufende Ventrolateralsattel nicht ausgeprägt ist, wird das vorliegende immature Exemplar zur Verwandtschaft von *E. mithracoides* gerechnet. Es wird vermutet, daß auf spätontogenetischen Windungen der gattungsspezifische Ventrolateralsattel erscheint.

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 49,3 m Teufe

*Agoniatites* MEEK 1877

Diagnose: Eine Gattung der Agoniatitidae HOLZAPFEL 1899 mit einem schei-

benförmigen, eng- bis mäßig weit genabelten Gehäuse, häufig paarigen Externfurchen, bikonvexen Anwachsstreifen und einer trilobaten Sutur (ELI).

Generotypus: *Goniatites expansus* VANUXEM 1842 (= *Goniatites vanuxemi* HALL 1879)

Stratigraphische Reichweite: Untere Eifel- bis Obere Givet-Stufe

*Agoniatites* ex gr. *costulatus* (D'ARCHIAC & DE VERNEUIL 1842) (Taf. 1: Fig. 1)

Beschreibung: Das 2 cm Durchmesser aufweisende Exemplar ist verdrückt und elliptisch deformiert. Das Initialgehäuse ist ziemlich evolut, während die jüngeren Windungen einander stärker umfassen. Auffällig sind zahlreiche Anwachsrippen, welche fast senkrecht zum Nabel abfallen und in Nabelnähe knotenartig verdickt sind. Ritzstreifung ist erhalten. Der Laterallobus nimmt in Form einer breit geschwungenen Bucht die ganze Flanke ein.

Beziehung und Abgrenzung: Die wulstartigen Rippen treten auch auf jüngeren Windungen auf. Es scheint daher gerechtfertigt, die Individuen an den Formenkreis von *Agoniatites costulatus* D'ARCHIAC & DE VERNEUIL anzuschließen, bei welchem auch die Alterswindungen kräftige Rippen aufweisen. Im Gegensatz dazu sind bei *Agoniatites holzapfeli* WEDEKIND nur auf den Jugendwindungen Rippen sichtbar (PETTER 1959: 86, HOUSE & PEDDER 1963: 510).

Material: ein Exemplar

Fundpunkt: Bohrung Balve 1, 55,97 m Teufe

*Agoniatites* sp.

Beschreibung: Es liegen vier juvenile Gehäuse und ein Windungsfragment vor. Die Initialgehäuse weisen knotenartig verdickte Rippen auf den Flanken und teilweise Ritzstreifung auf. Die Lobenlinie ist nicht erhalten. Das Windungsfragment zeigt auf der Ventrolateralseite adoral vorgezogene Rippen. Es gehört einem mäßig weit genabelten Gehäuse an.

Fundpunkte der juvenilen Gehäuse:
Bohrung Balve 1, 55,67 m Teufe (5 mm Durchmesser) (Taf. 1: Fig. 4)
Bohrung Balve 1, 55,88 m Teufe (7 mm Durchmesser) (Taf. 1: Fig. 3)
Bohrung Balve 1, 56,35 m Teufe
Bohrung Balve 1, 57,2 m Teufe (6 mm Durchmesser) (Taf. 1: Fig. 5)

Fundpunkt des Windungsfragments: Bohrung Balve 1, 55,6 m Teufe (Taf. 1: Fig. 2 u. Abb. 1 g)

? *Agoniatites* sp.

Beschreibung: Es liegen zwei Windungsfragmente vor: Eines besitzt eine schmal gerundete, glatte Externseite und auf den Flanken ventrolateral adoral vorgezogene Rippen. Das andere Fragment weist einen halbmondförmigen Windungsquerschnitt mit einem auf den Flanken gelegenen breiten Laterallobus auf.

Fundpunkte: Bohrung Balve 1, 55,6 m Teufe
Bohrung Balve 1, 56,2 m Teufe

## 3. Biostratigraphische Datierung der durchteuften Flinz-Schichten

### 3.1. Zum gegenwärtigen Stand der Mittel-/Oberdevon-Grenze

HOLZAPFEL (1882, 1895), DENCKMANN (1900, 1902, 1903) und vor allem WEDEKIND (1913, 1917) schufen in einem Zeitraum von weniger als 40 Jahren durch systematische biostratigraphische Aufnahmen die in ihren Grundzügen bis heute gültige Cephalopodenorthostratigraphie des höheren Mittel- und tieferen Oberdevons. Mehrere Aufschlüsse im Rheinischen Schiefergebirge, die heute zu klassischen Forschungsstätten rechnen, wurden bearbeitet. Besondere Bedeutung kam der Klippe am Martenberg bei Adorf zu, welche zur Typuslokalität der Adorf-Stufe erklärt wurde. Weitere biostratigraphische Studien in späteren Jahrzehnten führten zu manchen Erweiterungen und Verfeinerungen, ließen aber das Grundgerüst unangetastet.

So wurde seit WEDEKIND (1913, 1917) die Mittel-/Oberdevon-Grenze nach Cephalopoden dort gezogen, wo mit einem deutlichen Faunenschnitt die obergivetischen Genera *Maenioceras, Wedekindella* und *Agoniatites* an die tiefoberdevonischen Pharciceraten stoßen. Direkte phylogenetische Beziehungen und Überlappungen beider Formengruppen waren zunächst nicht bekannt. Eine einige Dezimeter umfassende Cephalopodenüberlieferungslücke im Grenzbereich wurde in Kauf genommen. Später erblickten HOUSE (1968: 1063, 1978: 50, 52) und BENSAID (1973: 40, 1974: 121) in der Gattung *Maenioceras* den phylogenetischen Vorläufer der Pharciceraten. BENSAID (1973, 1974) wies in den cephalopodenführenden Schichten von Tata im Antiatlas sogar eine Vergesellschaftung beider Gattungen und damit nach damaligem Kenntnisstand den ersten oberdevonischen *Maenioceras* nach. Ein Teil der marokkanischen Goniatiten bedarf aus heutiger Sicht allerdings einer auf einem regionalen Faunenvergleich begründeten Revision. Die in den achtziger Jahren von BENSAID et al. (1985) weitergeführten Untersuchungen in Marokko stellen ebenso wie Profiluntersuchungen in der Montagne Noire (HOUSE et al. 1985, FEIST & KIRCHGASSER & KLAPPER 1985) für die Mittel-/Oberdevon-Grenze den vorläufigen Schlußpunkt der im vorigen Jahrhundert begonnenen Untergliederungsversuche dar.

Die Grundzüge der in Marokko und in der Montagne Noire (Südfrankreich) erarbeiteten stratigraphischen Schemata sind im Vergleich zum Martenberg bei Adorf aus Tabelle 1 ersichtlich.

Die Conodontenparachronologie machte seit den späten fünfziger Jahren große Fortschritte. Am Martenberg bei Adorf und an anderen klassischen, durch Goniatiten gegliederten Lokalitäten wurde durch ZIEGLER (1958, 1962) eine Conodontenchronologie entwickelt. Die Einstufung der Mittel-/Oberdevon-Grenze wurde fortlaufend verfeinert (Tab. 2). Der Beginn des Oberdevons nach Conodonten wurde von ZIEGLER (1965) in den höheren Teil der *hermanni-cristatus*-Zone gelegt, da sich dort durch die explosive Entfaltung breitflächiger *Polygnathus*-Arten eine gute Zeitmarke anbot.

Der direkte Vergleich zwischen Conodonten- und Goniatitenstratigraphie war jedoch bis in die jüngste Zeit sehr erschwert. Das lag unter anderem daran, daß sich am Martenberger Referenzprofil zwischen der letzten Schicht mit *Maenioceras terebratum* und der ersten Lage mit Pharciceraten eine 1,3 m mächtige Partie von Roteisenstein und Kalkstein einschob, in welcher sich zunächst keine Goniatiten finden ließen. Auch die extreme Kondensation der Kalksteine, rasche laterale Mächtigkeitsänderungen einzelner Bänke sowie eine lagen- bis nesterweise

Einlagerung von Roteisenstein in Kalkstein machten die Korrelation nicht gerade einfacher. Diese Dokumentationslücke in der Goniatitenchronologie konnte durch KULLMANN & ZIEGLER (1970: 74) bis auf etwa 10 cm geschlossen werden. Die tiefste Lage mit Pharciceraten fiel nach KULLMANN & ZIEGLER (1970: 74, Abb. 1) mit der Oberen *hermanni-cristatus*-Zone zusammen, so daß sich die schon von ZIEGLER (1965) vermutete Lage der Mittel-/Oberdevon-Grenze nach Conodonten zu bestätigen schien.

Noch tiefer rückten dann allerdings HOUSE & ZIEGLER (1977: 91, Fig. 4) die *terebratum/lunulicosta*-Grenze. Sie sollte nunmehr in die Obere *varcus*-Subzone oder in den höheren Abschnitt der Mittleren *varcus*-Subzone fallen. Diese Tieferlegung hielten die beiden Autoren für nötig, nachdem sie nachgewiesen hatten, daß am Martenberg Conodonten der Unteren *hermanni-cristatus*-Zone mit Pharciceraten auftraten. Auch hat sicherlich die Zeitmarke des viel diskutierten, im Tully limestone Nordamerikas (Mittlere bis Obere *varcus*-Subzone) gefundenen *Pharciceras amplexum* (HALL) beim Herabrücken der Grenze eine Rolle gespielt.

ZIEGLER & KLAPPER (1982 b: 464) schlugen vor, die Mittel-/Oberdevon-Grenze wiederum höher, an die Basis der neugeschaffenen *disparilis*-Zone, zu legen, da *Palmatolepis disparilis* in allen Kontinenten verbreitet ist, oberhalb des Entwicklungsabschnittes der multilobaten Pharciceraten einsetzt und mit der *Ponticeras*-Fauna vergesellschaftet ist. Die *disparilis*-Grenze hatte den Vorteil, daß sie annähernd mit der historischen deutschen *lunulicosta*-Grenze zusammenfällt und daß ihr Indexconodont, *Palmatolepis disparilis*, einer phylogenetischen Entwicklungsreihe entstammt und leicht zu fassen ist.

Seit 1973 wurde von der Internationalen Subkommission für Devon-Stratigraphie über die Mittel-/Oberdevon-Grenze diskutiert. Dabei schälten sich in den späten siebziger Jahren drei Möglichkeiten der Grenzziehung auf biostratigraphischer Basis heraus (ZIEGLER & KLAPPER 1982 a: 10):

- erstes Auftreten von *Pharciceras amplexum* in der höchsten Mittleren *varcus*-Subzone (*amplexum*-Grenze)
- der stratigraphische Bereich zwischen dem Einsetzen der multilobaten Pharciceraten bis zum Beginn der *disparilis*-Zone mit den ersten Ponticeraten (*disparilis*-Grenze)
- die Untergrenze der Unteren *asymmetricus*-Zone (*asymmetricus*-Grenze)

Bei der Sitzung der Subkommission am 22. und 23. August 1982 in Frankfurt wurde durch Abstimmung die *asymmetricus*-Grenze als Grenze zwischen Mittel- und Oberdevon bestimmt. Die *asymmetricus*-Grenze entspricht in etwa der Basis des Frasniums.

Das hat biostratigraphisch weitreichende Konsequenzen. Da die Basis der Unteren *asymmetricus*-Zone etwa im Top der alten *lunulicosta*-Zone liegt, fällt letztere nunmehr weitgehend in das Mitteldevon (Tab. 1, S. 44–45). Die ersten Manticoceraten setzen erst etwas höher ein, so daß die neue Grenze nicht ganz mit dem Beginn der *Manticoceras*-Entwicklung zusammenfällt. Den Zeitraum bis zum Erscheinen des ersten *Manticoceras* könnte man als oberen Rumpfabschnitt des dolα auffassen. Die neue Mittel-/Oberdevon-Grenze wird daher nur noch schwerlich makrofaunistisch exakt zu fassen sein.

Die ersten Manticoceraten treten im höheren Teil der Unteren *asymmetricus*-Zone, welcher schon dem dolβ angehört (vgl. Tab. 1) auf (HOUSE & ZIEGLER 1977: Fig. 4; BENSAID et al. 1985: Fig. 2, 290–291; HOUSE et al. 1985: 11). Dieser

Tabelle 1

Die neue Mittel-/Oberdevon-Grenze auf der Grundlage der Cephalopoden- und Conodontengliederung mit Angabe von Cephalopodenvergesellschaftungen verschiedener Lokalitäten

| | | Cephalopodenorthostratigraphie | | | | Conodontenparastratigraphie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Frasnium (dol) | Mittlere Adorf-Stufe | *Manticoceras*-Stufe | Zone des *Manticoceras cordatum* | Zone des *Manticoceras cordatum* und *carinatum* sensu WEDEKIND dolγ | | Untere *gigas*-Zone |
| | | | | | | *A.-triangularis*-Zone |
| | Untere Adorf-Stufe | | | Zone des *Manticoceras nodulosum* sensu WEDEKIND dolβ | *lamellosus*-Fauna | Obere *asymmetricus*-Zone |
| | | | | | | Mittlere *asymmetricus*-Zone |
| | | | | dolα | *feisti*-Fauna | Untere *asymmetricus*-Zone |
| Givetium (dmo) | | *Pharciceras*-Stufe | Zone des *Pharciceras lunulicosta* | | *pernai*-Fauna | Unterste *asymmetricus*-Zone |
| | | | | | | *disparilis*-Zone mit *P. dengleri* |
| | | | | | *arenicum*-Fauna | *disparilis*-Zone ohne *Polygnathus dengleri* |
| | | | | | *lunulicosta*-Fauna | |
| | | | | | | Obere *hermanni-cristatus*-Subzone |
| | | | | | | Untere *hermanni-cristatus*-Subzone |
| | | | Zone des *Pharciceras amplexum* | | | Obere *varcus*-Subzone |
| | | *Maenioceras*-Stufe | Zone des *Maenioceras terebratum* | | | Mittlere *varcus*-Subzone |
| | | | Zone des *Maenioceras molarium* | | | Untere *varcus*-Subzone |
| - - - ? - - - | | | Zone des *Cabrieroceras crispiforme* | | | *ensensis*-Zone |
| Eifelium (dmu) | | *Anarcestes*-Stufe | Zone des *Foordites occultus* | | | *kockelianus*-Zone |

Tabelle 1 (Fortsetzung)

| Montagne Noire (HOUSE et al. 1985) | Marokko (BENSAID 1974, BENSAID et al. 1985) | | Martenberg bei Adorf (KULLMANN & ZIEGLER 1970, HOUSE & ZIEGLER 1977) |
|---|---|---|---|
| | | | *Manticoceras adorfense*<br>*M. carinatum*<br>*M. cordatum*<br>*M. intumescens*<br>*M. serratum*<br>*Probeloceras forcipiferum*<br>*P. planorbe*<br>*P. sandbergeri* |
| *Probeloceras* sp.<br>*Hoeninghausia* cf. *archiaci*<br>*Koenenites lamellosus* | | | *Manticoceras inversum*<br>*M. lamed*<br>*M. nodulosum*<br>*M. tuberculatum*<br>*M. schellwieni*<br>*Maternoceras calculiforme*<br>*Trimanticoceras retrorsum* |
| *Koenenites* sp.<br>*Pharciceras* sp.<br>*Petteroceras feisti*<br>*Probeloceras* sp. | | | |
| *Ponticeras* cf. *kayseri*<br>*Pseudoprobeloceras* cf. *nebechense*<br>*Petteroceras* sp.<br>*Pharciceras* aff. *kiliani* | | | |
| *Ponticeras* aff. *aequabile*<br>*P. pernai*<br>*Pharciceras kiliani*<br>*Epitornoceras mithracoides* | dola2 Subzone des *Pharciceras lunulicosta* | *Petteroceras* ? *errans*<br>*Pharciceras taouzense*<br>*Ph. lunulicosta*<br>*Ph. kseirense*<br>*Ph. applanatum*<br>*Ph. tridens*<br>*Ph.* aff. *becheri*<br>*Synpharciceras clavilobum*<br>*Pseudoprobeloceras nebechense* | *Ponticeras aequabile*<br>*P. barroisi*<br>*P. kayseri*<br>*P. pernai pernai*<br>*P. pernai applanatum*<br>*Pharciceras kayseri*<br>*Ph. becheri*<br>*Ph. tridens*<br>*Synpharciceras clavilobum*<br>*Timanites angustus* |
| *Ponticeras* sp.<br>*Pharciceras arenicum*<br>*Synpharciceras* sp. | | | |
| *Pharciceras tridens*<br>*Ph. lunulicosta*<br>*Ph.* cf. *erraticum* | | | |
| | dola1 Subzone des *"Maenioceras" crassum* | *Atlantoceras tataense*<br>*"Maenioceras" crassum*<br>*Pharciceras tridens*<br>*"Hoeninghausia" juveno-costata* | |
| | | *Pharciceras* aff. *amplexum* | |
| *Agoniatites, Maenioceras, Sellagoniatites, Wedekindella, Holzapfeloceras, Foordites, Cabrieroceras, Sobolewia, Werneroceras* | | | |

Tabelle 2

Verfeinerung der Conodontenchronologie im Bereich der Grenzschichten Mittel-/Oberdevon zwischen 1962 und 1982

| | | ZIEGLER (1962) | ZIEGLER (1965) | ZIEGLER (1971) | ZIEGLER & KLAPPER (1982 b) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittel-/Oberdevon-Grenze vor 1982 | Untere Adorf-Stufe | Mittlere *dubia*-Zone | Mittlere *asymmetrica*-Zone | Mittlere *asymmetricus*-Zone | Mittlere *asymmetricus*-Zone | Untere Adorf-Stufe | Mittel-/Oberdevon-Grenze seit 1982 |
| | | Untere *dubia*-Zone | Untere *asymmetrica*-Zone | Untere *asymmetricus*-Zone | Untere *asymmetricus*-Zone | | |
| | | | | Unterste *asymmetricus*-Zone | Unterste *asymmetricus*-Zone | Givet-Stufe | |
| | | | | | *disparilis*-Zone | | |
| | | | Obere *hermanni-cristata*-Zone | Obere *hermanni-cristatus*-Zone | Obere *hermanni-cristatus*-Subzone | | |
| | Givet-Stufe | *varca*-Zone | Untere *hermanni-cristata*-Zone | Untere *hermanni-cristatus*-Zone | Untere *hermanni-cristatus*-Subzone | | |
| | | | *varca*-Zone | *varcus*-Zone | Obere *varcus*-Subzone | | |
| | | | | | Mittlere *varcus*-Subzone | | |
| | | | | | Untere *varcus*-Subzone | | |

Zeitabschnitt entspricht der Zone des *Manticoceras nodulosum* sensu WEDEKIND 1913. HOUSE et al. (1985: 14) möchten für die Montagne Noire und Nordamerika anstatt dieser Zonenbezeichnung den Begriff „*lamellosus*-Zone" (nach dem dort häufigen *Koenenites lamellosus* (G. & F. SANDBERGER) einführen.

Die Gattungen *Pharciceras* und *Manticoceras* überlappen sich nicht. Wo immer in einem Profil *Pharciceras* von *Manticoceras* abgelöst wird, besteht zwischen ihnen eine Zeitlücke, welche die Hälfte oder ein Drittel einer Conodontenzone umfassen mag. Zusammen mit *Pharciceras* treten nur die direkten phylogenetischen Vorläufer von *Manticoceras* auf: *Ponticeras* und *Probeloceras*. Die phylogenetischen Übergänge dieser beiden Gattungen in *Manticoceras* sind gleitend. Auch zeigen *Ponticeras* und *Probeloceras* untereinander so viele übereinstimmende Züge, daß CLAUSEN (1969: 148, 1971: 184) vorschlug, *Ponticeras* als jüngeres Synonym von *Probeloceras* zu unterdrücken, ein Vorgehen, welchem von

KIRCHGASSER (1975: 70) und HOUSE & ZIEGLER (1977: 77) allerdings nicht gefolgt wurde. Jedenfalls weist das frühe Auftreten von Vertretern der Gephuroceratidae schon in der Oberen *hermanni-cristatus*-Zone und der *disparilis*-Zone ganz deutlich darauf hin, daß die alte orthochronologische Mittel-/Oberdevon-Grenze auf der Grundlage natürlicher, die Evolution und die verwandtschaftlichen Beziehungen berücksichtigender Taxa gezogen wurde (vgl. WALLISER in BENSAID et al. 1985: 299). Die neue Mittel-/Oberdevon-Grenze reißt demgegenüber Familienmitglieder der Gephuroceratidae willkürlich auseinander, und das noch in einem stratigraphischen Niveau, welches sich durch keine auffallenden evolutionären Merkmale der Goniatitenphylogenie auszeichnet: Die *asymmetricus*-Grenze vereitelt eine genaue orthochronologische Grenzziehung; sie ist eine reine Conodontengrenze. Zukünftige Arbeiten werden erweisen, ob bei der Grenzfixierung Goniatitenvergesellschaftungen an die Stelle von Einzelgattungen treten können. Vielversprechende Anfänge wurden mit den *pernai*- und *feisti*-Faunen von HOUSE et al. (1985) begonnen.

In den von HOUSE et al. (1985) bearbeiteten Profilen aus der Montagne Noire tritt an der Basis der Unteren *asymmetricus*-Zone eine durch das Erstauftreten von *Probeloceras, Koenenites* und *Petteroceras feisti* HOUSE & KIRCHGASSER gekennzeichnete Goniatitenvergesellschaftung, die sogenannte *feisti*-Fauna, auf. *Petteroceras feisti* HOUSE & KIRCHGASSER scheint auf den höchsten, im Oberdevon verbliebenen Abschnitt des dolα beschränkt zu sein und könnte von daher als ein Charakterfossil dieses Zeitabschnittes angesehen werden. Vor einer solchen Annahme sind jedoch erst Vergleichsuntersuchungen an weiteren wichtigen Profilen sowie Angaben über die regionale Verbreitung dieses Goniatiten notwendig. Zur Vermeidung von Widersprüchen und Unklarheiten sollte mit „dolα" künftig nicht mehr die gesamte *lunulicosta*-Zone bezeichnet werden (vgl. Tab. 4 bei KIRCHGASSER & OLIVER & RICKARD 1985: 240), sondern nur noch derjenige Teil, welcher nach der neuen Grenzziehung dem Oberdevon angehört (vgl. Tab. 1, S. 44 – 45). Die *lunulicosta*-Zone würde somit innerhalb des Givetiums (dmo) beginnen und innerhalb der infolge der Grenzziehung stark reduzierten tieferen Unteren Adorf-Stufe (dolα) enden.

Die *Pharciceras*-Stufe sensu HOUSE (1985) umfaßt die Lebenszeit der Gattung *Pharciceras*. Der älteste *Pharciceras, Ph. amplexum* (HALL), ist aus dem Tully limestone des Staates New York bekannt und setzt nach bisheriger Kenntnis im oberen Teil der Mittleren *varcus*-Zone ein. Der jüngste *Pharciceras* stammt aus dem höchsten dolα (tiefer Teil der Unteren *asymmetricus*-Zone). Die *Pharciceras*-Stufe enthält damit sieben Conodontenzonen (vgl. ZIEGLER 1982). Erste vorläufige Ansätze einer orthochronologischen Untergliederung dieser weitreichenden Stufe wurden von HOUSE et al. (1985) unternommen. Regional scheint es vorerst nur möglich zu sein, die *Pharciceras*-Stufe in die Zonen des *Ph. amplexum* (unten) und *Ph. lunulicosta* (oben) zu unterteilen.

*Ph. amplexum* ist außer in Nordamerika nur noch in Marokko bekannt. Dort wurde die Art als *Ph.* aff. *amplexum* beschrieben (BENSAID et al. 1985: Fig. 2). Die offenbar nur geringe regionale Verbreitung dieses Goniatiten steht allerdings seiner Bedeutung als Zonen-Indexfossil entgegen. Faßt man die stratigraphischen Reichweiten von *Ph. amplexum* sowie *Ph.* aff. *amplexum* zusammen, so erhält man als Gesamtreichweite für die *amplexum*-Zone den höheren Teil der Mittleren *varcus*- bis tiefsten Teil der Unteren *hermanni-cristatus*-Subzone (vgl. BENSAID et al. 1985: 290, Fig. 2). Die mit einfacher Sutur versehenen *amplexum*-Exemplare sind

die Vorläufer der multilobaten Pharciceraten, welche in der *hermanni-cristatus*-Zone (? schon in der Unteren *hermanni-cristatus*-Subzone) einsetzen. Mit dem Erstauftreten der multilobaten Pharciceraten beginnt die *lunulicosta*-Zone.

Die *amplexum*-Zone wird zum Liegenden hin von der *terebratum*-Zone abgelöst. Bemerkenswert ist, daß gelegentlich *Agoniatites discoides* (WALDSCHMIDT) noch zwischen der *amplexum*-Zone und dem jüngsten *Maenioceras terebratum* (G. & F. SANDBERGER) auftritt (WALLISER in BENSAID et al. 1985: 299).

Für die obermitteldevonischen bis tiefoberdevonischen Kartiereinheiten, soweit sie Schwellensedimenten angehören, sind die Konsequenzen der neuen Mittel-/Oberdevon-Grenze gering. An der Martenberger Klippe umfaßt der Schwankungsbereich zwischen alter und neuer Grenze nur einige Zentimeter Kalkstein, an anderen Cephalopodenkalkstein-Lokalitäten einige Dezimeter. Gravierender sind die Änderungen bei den Beckensedimenten. Ein nicht unbeträchtlicher Anteil des oberdevonischen Flinzes, so auch des Balver Flinzes, rückt nunmehr in das Mitteldevon.

### 3.2. Einstufung der Balver Flinz-Schichten

DENCKMANN (1901: 4–6; 1903: 395–397, Taf. 18) rechnete die Balver Flinz-Schichten aufgrund von *Pharciceras*-Funden, welche auf der Halde der Grube Husenberg bei Balve gemacht wurden, dem Oberdevon zu. Er betonte die unterschiedliche Auflagerung des Flinzes auf Massenkalk und Schalstein und bezeichnete die Schichten im Gegensatz zum „Flinz des oberen Mitteldevons" als „Prolecaniten-führenden Flinz des älteren Oberdevons". PAECKELMANN (1938: 19–20) hob die Fauna hervor, welche außer „Styliolinen auch *Pharciceras, Koenenites* und *Gephyroceras*-Arten in Schwefelkieserhaltung" führe. Er wies darauf hin, daß die Flinz-Schichten eine fazielle Vertretung des *Pharciceras*-Kalksteins vom Husenberg und von Langenholthausen darstellen. Er vermutete, daß sie nicht nur das dolα, sondern auch tiefere Abschnitte des dol(β)γ vertreten würden, da die *Pharciceras*-Kalksteine noch von flinzartigen Tonsteinen überlagert würden.

Die durchteuften Flinz-Schichten der Bohrung Balve 1 zeichnen sich bis etwa 53 m untertage durch eine Goniatitenvergesellschaftung von *Pharciceras, Epitornoceras* und *Tornoceras* aus, welche für das dolα typisch ist. Bei 55,6 m, also nur ca. 2,5 m unter dem letzten Exemplar von „*Pharciceras*" *erraticum* PETTER, tritt der höchste *Agoniatites* auf (Abb. 2). Dieses Ergebnis stimmt mit Marokko überein, wo in den Profilen Achguig II und Bou Tchrafine (ZIEGLER & KLAPPER 1982 b: 477, Fig. 2) der höchste *Agoniatites* ca. 3 m unterhalb der primitiven Pharciceraten auftritt. In der Bohrung Balve 1 fällt nach der Cephalopodenorthostratigraphie die Mittel-/Oberdevon-Grenze alten Sinnes mithin in den Abschnitt zwischen 53,2 m und 55,6 m unter Flur. Die erbohrten Sedimente lieferten aus verschiedenen, in die Flinz-Schichten eingeschalteten Kalksteinen Conodonten. Die Einstufungen durch LEUTERITZ und ZIEGLER (mdl. Mitt.) sind aus Abbildung 2 ersichtlich. Danach wurde bei 11,20–11,60 m die *disparilis*-Zone nachgewiesen, in den tieferen Kernabschnitten bis 52,8 m die *hermanni-cristatus*-Zone. Daß zwei Kernstücke (7,35–7,5 m; 9,00–9,13 m) oberhalb der nachgewiesenen *disparilis*-Zone in die *hermanni-cristatus*-Zone eingestuft wurden, läßt sich dadurch erklären, daß die beiden Zonen mehrere Conodonten gemeinsam haben, wie zum Beispiel *Schmidtognathus pietzneri, Schmidtognathus wittekindti, Polygnathus ordinatus* und *Polygnathus cristatus*. Wenn die drei Conodonten, durch deren Einsetzen die *disparilis*-

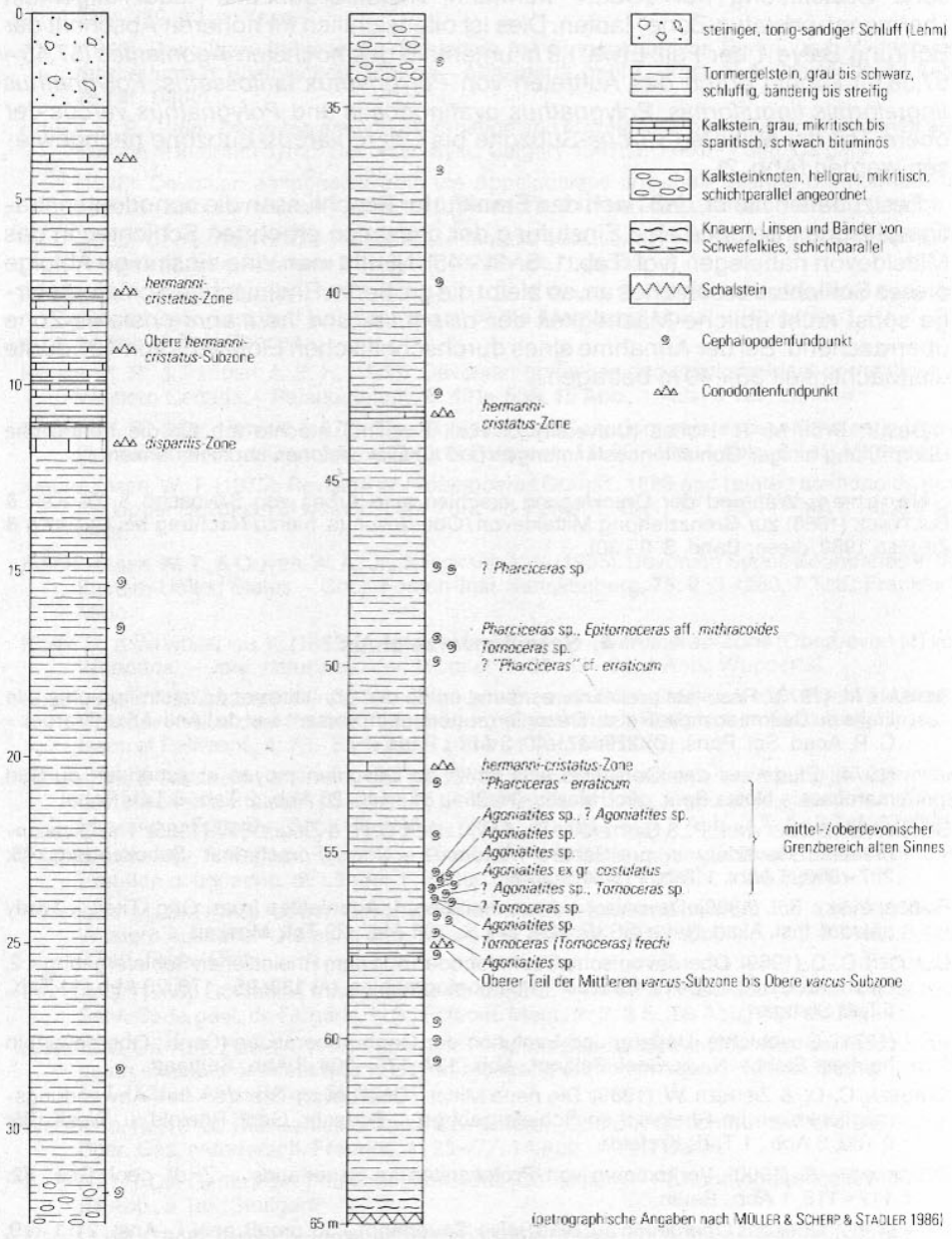



Abb. 2 Übersicht über Verteilung und stratigraphische Einstufung der Conodonten und Cephalopoden im sedimentären Abschnitt der Bohrung Balve 1

Fig. 2 Synopsis of distribution and stratigraphical classification of conodonts and cephalopods in the sedimentary part of the borehole Balve 1

Zone definiert ist (*Palmatolepis disparata, Palmatolepis disparilis, Palmatolepis disparalvea*; vgl. ZIEGLER & KLAPPER 1982 b: 472, Fig. 1) fehlen, kann die stratigraphische Bestimmung nur „Obere *hermanni-cristatus*-Subzone" oder allgemein „*hermanni-cristatus*-Zone" lauten. Dies ist offensichtlich im höheren Abschnitt der Bohrung Balve 1 der Fall. Etwa 1,9 m unterhalb des höchsten *Agoniatites* (57,45 – 57,58 m) konnte durch das Auftreten von *Polygnathus latifossatus, Polygnathus linguiformis linguiformis, Polygnathus ovatinodosus* und *Polygnathus varcus* der obere Teil der Mittleren *varcus*-Subzone bis Obere *varcus*-Subzone nachgewiesen werden (Abb. 2).

Festzuhalten bleibt, daß nach den Frankfurter Beschlüssen die conodontenstratigraphischen Befunde eine Einstufung der gesamten erbohrten Schichten in das Mitteldevon nahelegen (vgl. Tab. 1, S. 44 – 45). Nimmt man eine einsinnige Abfolge dieses Schichtenabschnittes an, so bleibt die große, im Rheinischen Schiefergebirge sonst nicht übliche Mächtigkeit der *disparilis*- und *hermanni-cristatus*-Zone überraschend. Bei der Annahme eines durchschnittlichen Einfallens von 40° dürfte die Mächtigkeit 35 – 40 m betragen.

Dank: Prof. M. R. HOUSE (University of Hull, England) möchte ich für die freundliche Überprüfung einiger Goniatitenbestimmungen und für Diskussionen herzlich danken.

Nachtrag: Während der Drucklegung erschien eine Arbeit von SANDBERG & ZIEGLER & BULTYNCK (1988) zur Grenzziehung Mitteldevon/Oberdevon (s. hierzu Nachtrag bei CLAUSEN & ZIEGLER 1989, dieser Band, S. 9 – 30).

## 4. Schriftenverzeichnis

BENSAID, M. (1973): Résultats préliminaires d'une étude des goniatites et de la stratigraphie à la limite du Dévonien moyen et du Dévonien supérieur du versant sud de l'Anti-Atlas (Maroc). – C. R. Acad. Sci. Paris, (D) **277:** 37 – 40, 3 Abb.; Paris.

– (1974): Étude sur des Goniatites à la limite du Dévonien moyen et supérieur, du Sud marocain. – Notes Serv. géol. Maroc, **36** (264): 81 – 140, 26 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Rabat.

BENSAID, M., & BULTYNCK, P., & SARTENAER, P., & WALLISER, O. H., & ZIEGLER, W. (1985): The Givetian-Frasnian Boundary in pre-Sahara Morocco. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **75:** 287 – 300, 8 Abb., 1 Tab.; Frankfurt/Main.

BOGOSLOVSKY, B. I. (1969): Devonische Ammonoideen, 1, Agoniatiten [russ. Orig.-Titel]. – Trudy paleont. Inst. Akad. Nauk. SSSR, **124:** 341 S., 104 Abb., 29 Taf.; Moskau.

CLAUSEN, C.-D. (1969): Oberdevonische Cephalopoden aus dem Rheinischen Schiefergebirge, 2, Gephuroceratidae, Beloceratidae. – Palaeontographica, (A) **132:** 95 – 178, 23 Abb., 11 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.

– (1971): Geschichte, Umfang und Evolution der Gephuroceratidae (Ceph.; Oberdevon) in heutiger Sicht. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **137:** 175 – 208, 8 Abb.; Stuttgart.

CLAUSEN, C.-D., & ZIEGLER, W. (1989): Die neue Mittel-/Oberdevon-Grenze – ihre Anwendungsmöglichkeiten im Rheinischen Schiefergebirge. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **35:** 9 – 30, 6 Abb., 1 Tab.; Krefeld.

DENCKMANN, A. (1900): Vorkommen von Prolecaniten im Sauerlande. – Z. dt. geol. Ges., **52:** 112 – 116, 1 Abb.; Berlin.

– (1901): Über das Oberdevon auf Blatt Balve (Sauerland). – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **21:** 1 – 19; Berlin.

– (1902): Goniatiten aus dem unteren Oberdevon der Gegend von Iserlohn-Letmathe. – Z. dt. geol. Ges., **54:** 16 – 18; Berlin.

– (1903): Über die untere Grenze des Oberdevon im Lennetal und im Hönnetal. – Z. dt. geol. Ges., **55:** 393 – 402, 1 Taf.; Berlin.

FEIST, R., & KIRCHGASSER, W. T., & KLAPPER, G. (1985): Proposal for a Middle-Upper Devonian boundary stratotype. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **75:** 409 – 410; Frankfurt/Main.

HOLZAPFEL, E. (1882): Die Goniatiten-Kalke von Adorf in Waldeck. – Palaeontographica, **28:** 225 – 262, 6 Taf.; Kassel.

– (1895): Das Obere Mitteldevon (Schichten mit *Stringocephalus Burtini* und *Maeneceras terebratum*) im Rheinischen Gebirge. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **16:** 459 S., 14 Abb., 19 Taf.; Berlin.

HOUSE, M. R. (1968): Devonian ammonoid zonation and correlations between North America and Europe. – Internat. Symp. Devonian Syst., Calgary 1967, **2:** 1 061 – 1 068; Calgary.

– (1978): Devonian ammonoids from the Appalachians and their bearing on international zonation and correlation. – Spec. pap. Palaeont., **21:** V u. 70 S., 12 Abb., 10 Taf.; London.

– (1985): Correlation of Mid-Paleozoic ammonoid evolutionary events with global sedimentary perturbations. – Nature, **313** (3): 17 – 22, 6 Abb.; London.

HOUSE, M. R., & KIRCHGASSER, W. T., & PRICE, J. D., & WADE, G. (1985): Goniatites from Frasnian (Upper Devonian) and adjacent strata of the Montagne Noire. – Hercynia, **1** (1): 1 – 21, 14 Abb., 3 Taf.; Rennes.

HOUSE, M. R., & PEDDER, A. E. H. (1963): Devonian goniatites and stratigraphical correlations in Western Canada. – Palaeontology, **6:** 491 – 539, 15 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; London.

HOUSE, M. R., & ZIEGLER, W. (1977): The Goniatite and Conodont sequences in the early Upper Devonian at Adorf, Germany. – Geol. et Palaeont., **11:** 69 – 108, 4 Abb., 6 Taf.; Marburg.

KIRCHGASSER, W. T. (1975): Revision of *Probeloceras* CLARKE, 1898 and related ammonoids from the Upper Devonian of western New York. – J. Paleont., **49** (1): 58 – 90, 11 Abb., 3 Taf.; Tulsa/Okla.

KIRCHGASSER, W. T., & OLIVER, W. A., Jr., & RICKARD, L. V. (1985): Devonian Series Boundaries in the Eastern United States. – Cour. Forsch-Inst. Senckenberg, **75:** 233 – 260, 7 Tab.; Frankfurt/Main.

KORN, D., & WUNDERLICH, K. (1982): Ammonoideen aus der *Pharciceras*-Zone (Oberdevon Iα) von Wuppertal. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **35:** 89 – 95, 4 Abb.; Wuppertal.

KULLMANN, J., & ZIEGLER, W. (1970): Conodonten und Goniatiten von der Grenze Mittel-/Oberdevon aus dem Profil am Martenberg (Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges). – Geol. et Palaeont., **4:** 73 – 85, 5 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Marburg.

MÜLLER, H., & SCHERP, A., & STADLER, G. (1986): Stratiforme Schwefelkiesvererzung im obermitteldevonischen Schalstein (Diabastuff) bei Balve (Sauerland), Ergebnisse einer Erkundungsbohrung. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **34:** 281 – 317, 3 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

PAECKELMANN, W. (1938), mit Beitr. von PFEFFER, P.: Erläuterungen zu Blatt Balve. – Geol. Kt. Preußen u. benachb. dt. Länder 1 : 25 000 : 70 S., 7 Abb., 10 Tab., 1 Taf.; Berlin.

PETERSEN, M. S. (1975): Upper Devonian (Fammenian) ammonoids from the Canning Basin, Western Australia. – Paleont. Soc., Mem., **8** (J. Paleont., **49** (5) suppl.): 1 – 55, 27 Abb., 3 Tab., 7 Taf.; Tulsa/Okla.

PETTER, G. (1959): Goniatites dévoniennes du Sahara. – Thèse à la fac. sci. univers. Paris; publ. Serv. Carte géol. de l'Algérie, N.S., Paléont. Mém., **2:** 313 S., 58 Abb., 26 Taf.; Alger.

SANDBERG, Ch. A., & ZIEGLER, W., & BULTYNCK, P. (1988): Middle-Upper Devonian series boundary as an example of intent and reality in biostratigraphic zonation. – Newsl. Stratigr., **18** (2): 117 – 121, 1 Abb.; Berlin, Stuttgart.

WEDEKIND, R. (1913): Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Martenberg bei Adorf. – Sber. Ges. naturforsch. Freunde, **1:** 23 – 77, 14 Abb., 4 Taf.; Berlin.

– (1917): Die Genera der Palaeoammonoidea (Goniatiten). – Palaeontographica, **62:** 85 – 184, 54 Abb., 9 Taf.; Stuttgart.

ZIEGLER, W. (1958): Conodontenfeinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorfstufe. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87:** 7 – 77, 7 Abb., 10 Tab., 12 Taf.; Wiesbaden.

– (1962): Taxonomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **38:** 1 – 166, 18 Abb., 9 Tab., 14 Taf.; Wiesbaden.

– (1965): Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **9:** 647 – 676, 4 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; Krefeld.

– (1971): Conodont stratigraphy of the European Devonian. – In: SWEET, W. C., & BERGSTRÖM, S. M. [Hrsg.]: Symposium on conodont biostratigraphy. – Geol. Soc. Amer., Mem., **127:** 227 – 284, 3 Abb., 6 Tab.; Boulder/Col.

– (1982): Conodont age of *Pharciceras lunulicosta*-Zone. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55:** 493 – 496; Frankfurt/Main.

ZIEGLER, W., & KLAPPER, G. (1982 a): Subcommission on Devonian stratigraphy: Decisions since 1973 and present status. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55:** 7 – 12, 1 Abb.; Frankfurt/Main.

–, & – (1982 b): The *disparilis* conodont zone, the proposed level for the Middle-Upper Devonian boundary. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55:** 463 – 492, 3 Abb., 3 Taf.; Frankfurt/Main.

Eingang des Manuskriptes: 15. 8. 1986

## Tafel 1 / Plate 1

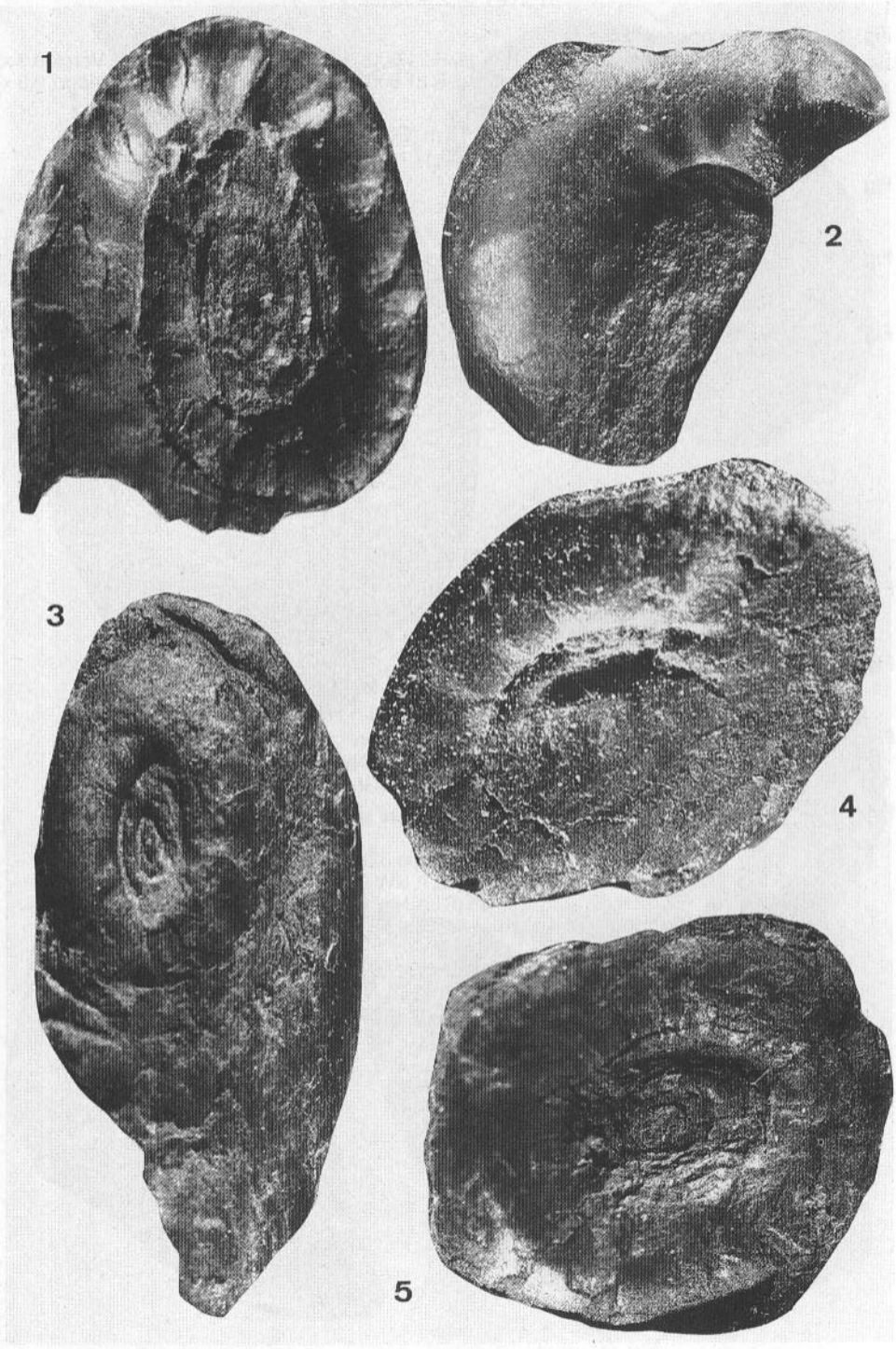
Fig. 1 *Agoniatites* ex gr. *costulatus* (D'ARCHIAC & DE VERNEUIL)
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 55,97 m (GLA NW De 515, Vergr. 9,4 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 55,97 m (GLA NW De 515, magn. 9,4 x)

Fig. 2 *Agoniatites* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 55,6 m (GLA NW De 516, Vergr. 10,9 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 55,6 m (GLA NW De 516, magn. 10,9 x)

Fig. 3 *Agoniatites* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 55,88 m (GLA NW De 517, Vergr. 9,3 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 55,88 m (GLA NW De 517, magn. 9,3 x)

Fig. 4 *Agoniatites* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 55,67 m (GLA NW De 518, Vergr. 15,6 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 55,67 m (GLA NW De 518, magn. 15,6 x)

Fig. 5 *Agoniatites* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 57,2 m (GLA NW De 519, Vergr. 11,6 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 57,2 m (GLA NW De 519, magn. 11,6 x)




Tafel 1

## Tafel 2 / Plate 2

Fig. 1 ? *Archoceras* sp.
Nordwestflanke des Husenbergs, R 21 600, H 89 240 (GLA NW De 520, Vergr. 9,5 x)
Northwestern flank of Husenberg, R 21 600, H 89 240 (GLA NW De 520, magn. 9,5 x)

Fig. 2 *„Pharciceras" erraticum* PETTER
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 53,17 m (GLA NW De 521, Vergr. 2,1 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 53,17 m (GLA NW De 521, magn. 2,1 x)

Fig. 3 ? *Pharciceras* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 47,4 m (GLA NW De 522, Vergr. 7,4 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 47,4 m (GLA NW De 522, magn. 7,4 x)

Fig. 4 *Tornoceras (Tornoceras) frechi* WEDEKIND
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 56,88 m (GLA NW De 523, Vergr. 5,8 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 56,88 m (GLA NW De 523, magn. 5,8 x)

Fig. 5 *Epitornoceras* aff. *mithracoides* (FRECH)
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 49,3 m (GLA NW De 524, Vergr. 8,5 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 49,3 m (GLA NW De 524, magn. 8,5 x)

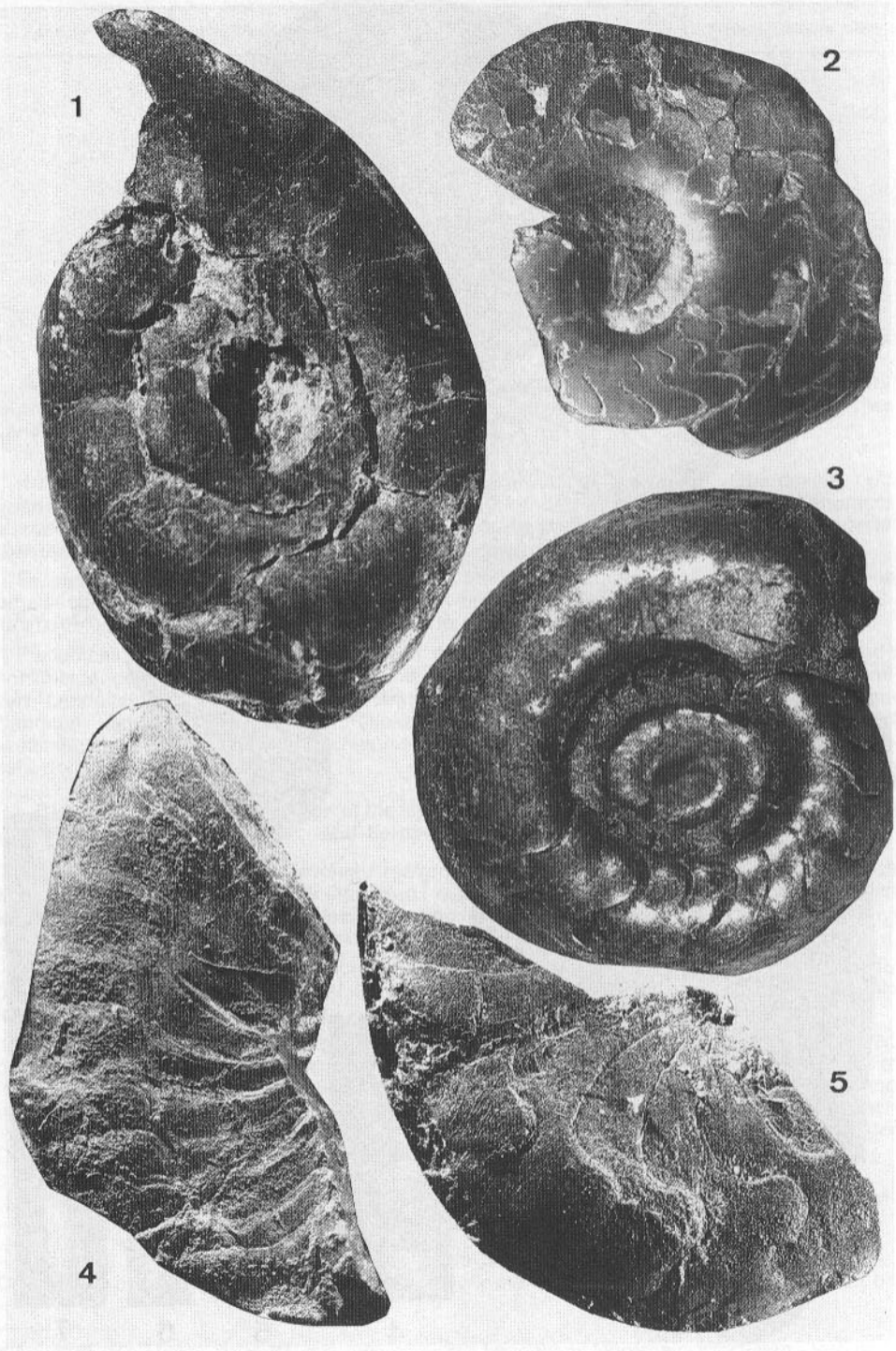
## Tafel 3 (S. 56) / Plate 3 (p. 56)

Fig. 1 ? *„Pharciceras"* cf. *erraticum* PETTER
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 49,9 m (GLA NW De 525, Vergr. 7 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 49,9 m (GLA NW De 525, magn. 7 x)

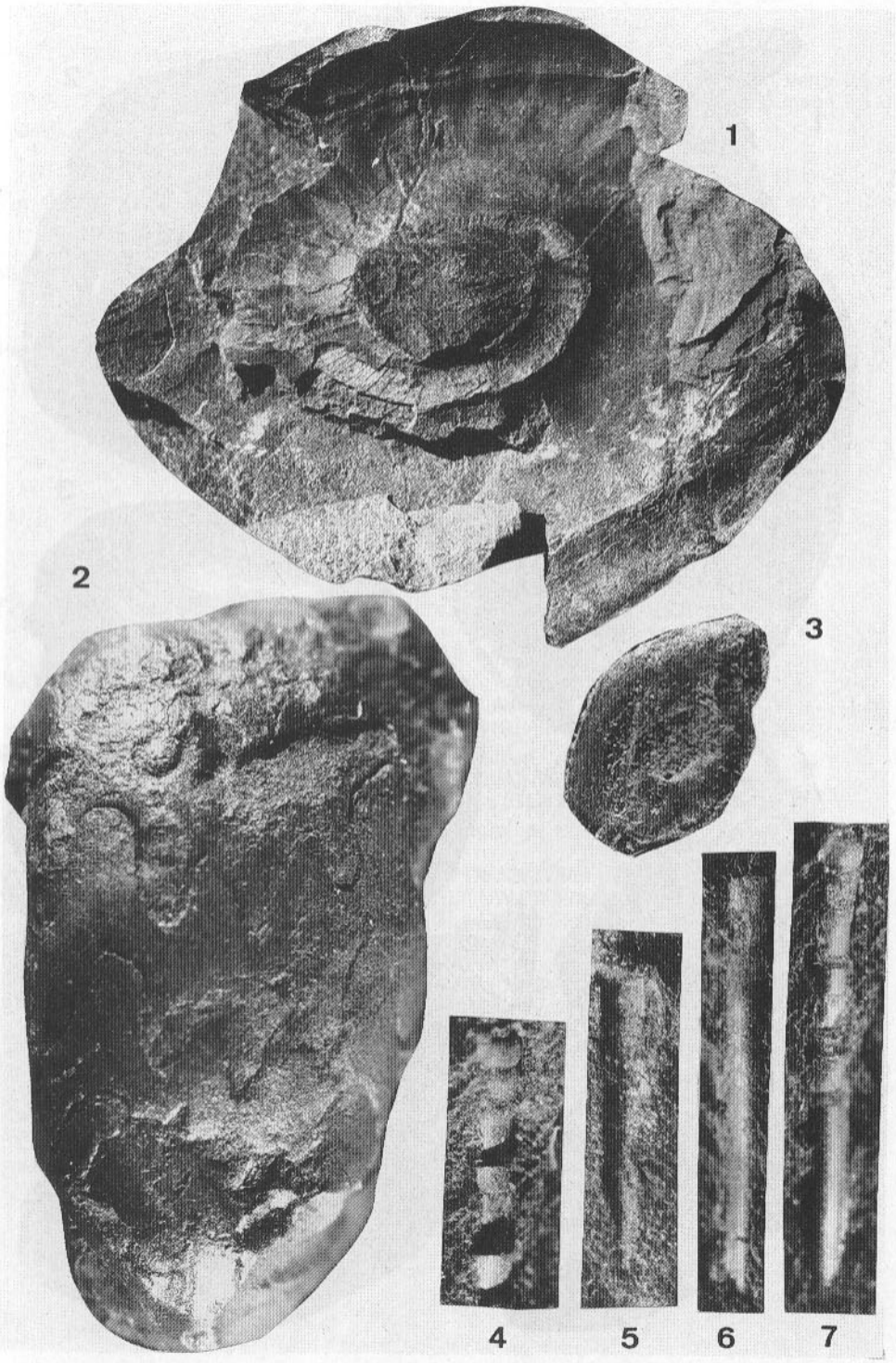
Fig. 2 *Pharciceras* sp.
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 49,3 m (GLA NW De 526, Vergr. 13,5 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 49,3 m (GLA NW De 526, magn. 13,5 x)

Fig. 3 Indifferentes Initialgehäuse eines Goniatiten
Bohrung Balve 1, Bohrteufe 56,17 m (GLA NW De 527, Vergr. 10,8 x)
Borehole Balve 1, drilling depth 56,17 m (GLA NW De 527, magn. 10,8 x)

Fig. 4 – 7 *Michelinoceras* sp. vel *Sphaerorthoceras* sp.
Bohrung Balve 1
Fig. 4: Bohrteufe 15,4 m (GLA NW De 528, Vergr. 17,5 x)
Fig. 5: Bohrteufe 16,5 – 16,7 m (GLA NW De 529, Vergr. 8,4 x)
Fig. 6: Bohrteufe 16,5 – 16,7 m (GLA NW De 530, Vergr. 16,8 x)
Fig. 7: Bohrteufe 15,4 m (GLA NW De 531, Vergr. 20 x)
Borehole Balve 1
Fig. 4: drilling depth 15,4 m (GLA NW De 528, magn. 17,5 x)
Fig. 5: drilling depth 16,5 – 16,7 m (GLA NW De 529, magn. 8,4 x)
Fig. 6: drilling depth 16,5 – 16,7 m (GLA NW De 530, magn. 16,8 x)
Fig. 7: drilling depth 15,4 m (GLA NW De 531, magn. 20 x)




Tafel 2




Tafel 3