

WINKLER PRINS, C. F. & AMLER, M. R. W. (2006): Brachiopoden. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland VI. Unterkarbon (Mississippium). – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Heft 41, S. 89–100; Hannover.

5.2 Brachiopoden

COR F. WINKLER PRINS¹ & MICHAEL R. W. AMLER²

¹ Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Postbus 9517, NL-2300 RA Leiden, Niederlande.

² Institut für Geologie und Paläontologie der Philipps-Universität Marburg, Hans-Meerwein-Straße, D-35032 Marburg, Deutschland.

Kurzfassung: In einer tabellarischen Übersicht werden die unterkarbonischen Brachiopoden Deutschlands mit ihrer faziellen und stratigraphischen Verbreitung dargestellt. Eine vollständige Revision ist erhaltungsbedingt und aufgrund genereller Revisionsbedürftigkeit zahlreicher Brachiopoden-Taxa noch nicht möglich, jedoch werden zahlreiche Arten mit taxonomischen Anmerkungen versehen, so dass der aktuelle Kenntnisstand deutlich wird.

Abstract: A tabular review of the Lower Carboniferous (Mississippian) brachiopods from Germany is given combined with data on their stratigraphic and palaeogeographic distribution. A complete revision proved impossible since too many groups are in need of an extensive reassessment, and many species are poorly known due to their inadequate preservation. Many species are accompanied by comments on their taxonomic status as an explanation of the current state of knowledge.

Einführung

Brachiopoden gehören im Jung-Paläozoikum zu den quantitativ bedeutenden Organismen, so dass sie aus vielerlei Gründen bereits frühzeitig große Beachtung gefunden haben. Nachdem in Belgien und Großbritannien zu Beginn des 20. Jahrhunderts die biostratigraphische Gliederung des Unterkarbons vor allem auf der Vergesellschaftung von Brachiopoden und Korallen gegründet wurde, setzte auch in Deutschland eine breit angelegte Bearbeitungsphase unterkarbonischer Invertebratengruppen ein, unter denen die Brachiopoden den größten Stellenwert einnahmen (PAECKELMANN 1930, 1931; GALLWITZ 1932). Zahlreiche weitere Studien über regionale Faunen begleiteten oder folgten diesen systematischen Bearbeitungen (u. a. PAUL 1937), wobei in der Regel biostratigraphische Fragestellungen im Vordergrund der Untersuchungen standen (WEIGELT 1919; PAECKELMANN 1922; HAUBOLD 1933; KOBOLD 1933; MEMPEL 1933; PAUL 1937, 1939a; PICKEL 1937; RUPRECHT 1937). Bis in die 30er Jahre des 20. Jahrhunderts waren Brachiopoden meistens im Zusammenhang mit anderen Faunenbestandteilen einzelner Lokalitäten bekannt geworden (z. B. ROEMER 1850, 1852, 1855; SANDBERGER & SANDBERGER 1850–1856; VON KOENEN 1879; KAYSER 1882; HOLZAPFEL 1889; DANTZ 1893; LEYH 1897; WOLTERSTORFF 1899; PARKINSON 1903; SOMMER 1909; NEBE 1911; ZIMMERMANN 1912; HÜFFNER 1915; SCHMIDT 1924, 1933; CLAUS 1928), wobei sich die überwiegende Zahl der Autoren an den klassischen Monographien von DE KONINCK (1841–1844, 1887), PHILLIPS (1836), M'COY (1844) oder DAVIDSON (1858–1863) orientierten. Seit den 50er Jahren folgten nur noch wenige Arbeiten, vor allem zur Biostratigraphie

(FUHRMANN 1950, 1952; MEMPEL 1952; KULICK 1960; BÖGER & FIEBIG 1963; NICOLAUS 1963; AMLER 1987), während systematische Arbeiten deutsche Brachiopoden nur noch ausnahmsweise berücksichtigt haben (u. a. BRAND 1970, 1972; BRUNTON 1966, 1968, 1979, 1980, 1984; WINKLER PRINS 1968).

Im vorliegenden Beitrag wird eine Übersicht der Brachiopoden aus dem Unterkarbon Deutschlands gegeben, z. T. unter offener Nomenklatur. Dabei werden allein die primären Vorkommen berücksichtigt und sekundäre Vorkommen, wie Geschiebe (z. B. VOIGT 1968) und Fossilisten außer Acht gelassen. Die meisten Vorkommen sind viséischen Alters, wobei es sich um unterschiedliche paläogeographische und fazielle Areale handelt. Etroengt-Faunen werden nicht betrachtet, weil sie zum obersten Oberdevon („Strunium“) gehören. Die Taxa werden weitestgehend nach den neuesten systematischen Kenntnissen geordnet. Sie können nicht ausführlich beschrieben, sondern nur in einer tabellarischen Übersicht aufgeführt und mit kurzen Anmerkungen versehen werden. Eine Revision wurde nicht durchgeführt, weil viele Gruppen grundlegend revisionsbedürftig sind und umfangreiche paläobiologische und systematische Studien erfordern. Dazu muss an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich betont werden, dass sowohl ein sehr großer Teil der „sicheren“ Bestimmungen als auch viele der in den 20er bis 30er Jahren des 20. Jahrhunderts aufgestellten Arten nach heutigen Artkonzepten keinen Bestand haben und die entsprechenden Exemplare heute oftmals nur als unbestimmbare Brachiopoden-Fragmente klassifiziert werden können. Unsicherheiten besteht auch dort, wo moderne Revisionen einzelner Taxa bereits erfolgten, jedoch mitteleuropäisches

Material nicht oder kaum berücksichtigt wurde, sowie bei den Gruppen, die bislang noch gar nicht paläobiologisch untersucht wurden. Einige Hinweise zu diesen Schwierigkeiten werden bei den Anmerkungen zur Taxonomie vermerkt.

Fundpunkte, Faziesverteilung und Stratigraphie

Wie an anderer Stelle ausführlicher zusammengefasst (AMLER 1987: 45) lassen sich die biofaziellen Regionen im Unterkarbon Mitteleuropas mit Hilfe einzelner Organismengruppen relativ gut charakterisieren und abgrenzen. Neben den verschiedenen Molluskenklassen (siehe AMLER, dieser Band) gehören auch die Brachiopoden auf Grund ihrer benthischen Lebensweise zu den charakteristischen Faziesindikatoren, mit deren Hilfe nicht nur generell zwischen Kohlenkalk- und Kulm-Fazies differenziert werden kann, sondern – abhängig vom Bearbeitungsstand – auch kleinräumige bzw. spezielle Biofaziesbereiche abtrennbar sind. Die größte Einschränkung erfährt die Verwendung von Brachiopoden in biofazIELLER und biostratigraphischer Hinsicht durch die oftmals sehr unzureichende Erhaltung. Dennoch erlaubte z. B. im Raum Aachen – Velbert allein der Zusammenhang von karbonatischen Sedimentfolgen und dem Vorkommen einer reichen Brachiopoden-Fauna die Zuordnung dieser Region zur „typischen“ Kohlenkalk-Fazies. Diese Beziehungen wurden später unzulässigerweise u. a. auch auf die umgelagerten Flachwasserkarbonate („Kohlenkalk-Schollen“) und Detrituskalke (allodapischen Kalke) innerhalb der Kulm-Fazies übertragen (vgl. Übersicht in AMLER 1987), deren Genese vielmehr durch das gemeinsame Vorkommen von Brachiopoden und Korallen erst erkannt wurde.

Die Quantität des vorhandenen Brachiopoden-Materials steht in reziprokem Verhältnis zur – flächenmäßig – sehr ungleichen paläogeographischen Verteilung der Faziesräume in Mitteleuropa. Der ganz überwiegende Teil des bekannten Sammlungsmaterials stammt aus den wenigen Fundorten innerhalb des Kohlenkalk-Schelfes im äußersten Westen Deutschlands im Raum Aachen und im Bergischen Land. Die anderen Faziesräume sind durch deutlich geringere Materialmengen vertreten. Analog zu den übrigen Organismengruppen sind unterkarbonische Brachiopoden aus folgenden vier unterschiedlichen Regionen, die gleichzeitig unterschiedlichen Faziesräumen entsprechen, bekannt:

- der westdeutsche Kohlenkalk
- der mitteleuropäische Kulm
- die umgelagerten Flachwasserfaunen in Kulm
- der Erdbach-Kalk.

Ausgesprochen schlecht bekannt ist die Brachiopoden-Fauna des frühesten Unterkarbons von Deutsch-

land, vor allem auf Grund der Lückenhaftigkeit entsprechender Profile. Die von DREVERMANN (1902) und GALLWITZ (1932) beschriebenen Faunen gehören überwiegend in das Strunium (spätes Famennium; vgl. AMLER et al. 1994; AMLER 1995, 1996), sofern nicht einzelne Taxa bei kontinuierlicher Biofazies noch bis in das früheste Hastarium hineinreichen. Aus den übrigen Faziesräumen, z. B. vom Nordrand des Schiefergebirges (u. a. SCHMIDT 1924; GALLWITZ 1927; WEYER 1967) werden nur vereinzelt Brachiopoden genannt (einige Productiden und Spiriferiden), so dass über deren Kenntnis aus dem Hangenberg-Kalk und den Liegenden Alaunschiefern bzw. der Pont-d'Arcole-Formation nur spärliche Hinweise über die Entwicklung von Brachiopoden-Faunen nach der Wende Devon/Karbon im frühen Tournaisium gewonnen werden können. Von Bedeutung sind offenbar lediglich die karbonatischen Schiefer, die einige Taxa geliefert haben, die an entsprechende Faunen belgischer Faziesräume anschließen. Dadurch, dass lithologisch und biostratigraphisch lückenlose Profile in Mitteleuropa kaum bekannt sind, repräsentieren diese Faunen jedoch nur einen Teil des frühen Hastariums, wohingegen das Ivorium nicht sicher vertreten ist.

Bedingt durch noch relativ ausgeglichene Faziesverhältnisse sind die hastarischen Brachiopoden-Taxa z. T. sowohl in mergeligen Sedimenten des Velberter Antiklinoriums wie auch in den Peliten (Schiefern) des nördlichen und östlichen Rheinischen Beckens gleichzeitig verbreitet. Erst mit der Stabilisierung der Schelfkante des Anglo-Brabanter Kohlenkalk-Schelfes an der Wende Ivorium/Moliniacium änderte sich auch das biofazielle und faunistische Bild.

Die Fundorte innerhalb der westdeutschen Kohlenkalk-Fazies (Raum Aachen – Ratingen – Velbert) haben generell eine relativ hoch diverse Brachiopoden-Fauna geliefert, die seit über 50 Jahren einer eingehenden Revision bedarf. Das Material ist zwar überwiegend deutlich schlechter erhalten als entsprechende Faunen belgischer und britisch-irischer Lokalitäten, dennoch dürften sich die Faunen noch direkt an die Habitate des Anglo-Brabanter Kohlenkalk-Schelfes anschließen (vgl. DEMANET 1934, 1938, 1941; DEMANET & VAN STRAELEN 1938; PAUL 1939a; DORSMAN 1945).

Unsicherer erscheint die Situation in Bezug auf die Lokalitäten im Raum Velbert, wo umgelagerte Schelffaunen in Debriskalksteinen überliefert sind. Vergleichbare, aber beträchtlich weiter distal hinsichtlich des Herkunftsgebietes lokalisierte Brachiopoden-Faunen stammen aus den Kulm-Plattenkalen (Wenningen-Formation) vom Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges (NEBE 1911), in denen zahlreiche Productiden enthalten sind. Während die proximalen

Sedimentationsräume des Velberter Antiklinoriums in das Moliniacium bis mittlere Warnantium datiert werden können und damit quasi Zeitäquivalenz zum Kohlenkalk-Schelf besitzen, sind die Vorkommen des Kulm-Plattenkalkes mit einem Alter des späten Warnantiums generell jünger (s. u.).

Im Gegensatz zum Kohlenkalk sind Brachiopoden, analog zu anderen Faunenelementen (z. B. den Mollusken), auch im Tournaisium (entspr. Balvium und frühes Erdbachium) der Kulm-Fazies auf Grund der generellen Fossilarmut entsprechender Sedimente kaum bekannt (SCHWARZ 1928; SCHMIDT 1939; SCHINDEWOLF 1951). Selbst in der schelfnahen Übergangsfazies von Aprath (Wuppertal, Bergisches Land) enthalten die karbonatischen Schiefer und Alaunschiefer (Steinberg-Formation) keine nennenswerten bzw. uncharakteristische Faunen (Trost 1992). Ein Wechsel in der Faunenführung deutet sich erst innerhalb der Folge der Kieselkalke (Hillershausen-Formation; cu II γ/δ ; spätes Moliniacium – Livium) an, aus der vereinzelte Brachiopoden-Funde genannt werden.

Mit dem lithofaziellen Wechsel innerhalb des Kulm-Beckens von den Kieselkalcken zu den Kieselligen Übergangsschichten (Bromberg-Formation) an der Wende Livium/Warnantium (= cu II δ /cu III α) änderte sich auch fast schlagartig die Häufigkeit von Brachiopoden. Da dieser Faziesraum, der die folgenden Kulm-Tonschiefer bzw. Posidonienschiefer (Dieken- bzw. Lelbach-Formation) und die Tonschiefer-Grauwacken-Wechselfolgen (Dainrode-Formation) einschließt, bis zu den Hangenden Alaunschiefern (Eisenberg-Formation) des frühen Namuriums weitgehend konstant blieb und sukzessive von Südosten nach Nordwesten verkleinert wurde, lassen sich nach dem derzeitigen Kenntnisstand auch keine Faunenabfolgen unterscheiden. Soweit bekannt, persistierten entsprechende Brachiopoden-Faunen bis zum jeweiligen Abbrechen der Überlieferung im späten Warnantium bis frühem Pendleium (DEMANET 1941; DORSMAN 1945; BÖGER & FIEBIG 1963; FREYER et al. 1970; WEYER 1975, 1977).

Mit Ausnahme einiger faziesbrechender bzw. kosmopolitischer Formen, wie z. B. *Schizophoria resupinata* und *Rhipidomella michelini*, ist die Brachiopoden-Fauna der Kulm-Fazies im Warnantium sehr indikativ. Neben den Inarticulaten sind vor allem Vertreter der Chonetoidea (*Anopliopsis*, *Tornquistia*, *Caenanoplia*, *Globosochonetes*, *Rugosochonetes*, *Plicochonetes*), der Strophalosioidea (*Chonetipustula*, *Semenewia?*, *Parmephrix?*), der Rhynchonelloidea (*Pleuropugnoides*, *Propriopugnus*) und Athyridoidea (*Actinoconchus?*) sowie der Martinioiden (*Martinia*) kennzeichnend (SARRES 1857; KAYSER 1882; NICOLAUS 1963; THOMAS 1981; TROST 1992).

Hinsichtlich der Brachiopoden nimmt der Erdbach-Kalk eine weniger deutliche Sonderstellung ein als bei Trilobiten, Bivalven oder Gastropoden (HOLZAPFEL 1889; GISCHLER 1994; AMLER et al. 2004; vgl. AMLER sowie BRAUCKMANN & HAHN, dieser Band). Die wenigen Brachiopoden-Taxa schließen sich, soweit beurteilbar, eng an die Kulm-Brachiopoden an, wenngleich die meisten kulm-typischen Vertreter (z. B. Chonetoidea) fehlen. Möglicherweise sind aber auch die in den Erdbach-Kalk-Bildungen und im Kulm gleichermaßen vorkommenden Brachiopoden nicht biofaziell charakteristisch für die Kulm-Fazies und damit eher als kosmopolitisch-ozeanisch zu betrachten (vgl. WINKLER PRINS 1968).

Im krassen Gegensatz stehen die Brachiopoden der Kulm-Fazies zur Fauna der submarin umgelagerten Flachwasserschollen, die in den Kulm-Tonschiefern und Kulm-Grauwacken eingeschlossen sind (PAPROTH 1953; AMLER 1987). Außer den o. g. Kosmopoliten gibt es keine Übereinstimmungen, wohingegen die hohe Diversität bezüglich der Productoidea äußerst enge Beziehungen zum Anglo-Brabanter Kohlenkalk-Schelf erkennen lässt. Aus dem Brachiopoden-Inventar lassen sich drei Großlebensräume ableiten:

- Ein Riffrandbereich, in dem ein Teil der Productiden, dickschalige Spiriferiden, *Leptagonia*, *Actinoconchus* usw. lebten.
- Ein Weichbodenareal im Vorriffbereich bzw. Schelfhang mit typischen, teilweise bestachelten Kohlenkalk-Weichboden-Productiden sowie Formen, die z. B. aus den Becken innerhalb der Schelffazies bekannt sind, jedoch in der Kulm-Fazies fehlen oder nur ganz vereinzelt auftreten. Dazu gehören *Rhipidomella michelini*, einige Rugosochonetiden, *Megachonetes*, *Phricodothyris*, *Schizophoria resupinata*, *Latiproductus* u. a.
- Ein Weichbodengebiet, in dem sich beide Faunenelemente deutlich mischen, in dem sowohl typische Kulm-Formen vertreten sind wie auch weit verbreitete oder als untypisch geltende Kohlenkalk-Formen. Dazu zählt ein Großteil der Chonetoniden (*Tornquistia*, *Rugosochonetes*, *Plicochonetes*, *Delepinea*). Ein fließender Übergang vom 2. zum 3. Areal ist zu vermuten; eine Grenze ist jedenfalls durch die Brachiopoden-Fauna nicht gegeben; nur der erste Lebensraum unterscheidet sich deutlich von den beiden übrigen auf bathymetrischer Basis.

Daneben sind einige weitere Fundpunkte bekannt, die sich (noch) nicht widerspruchsfrei in das fazielle und stratigraphische Bild einfügen, z. B. die sehr kleinvüchsige, artenreiche Fauna des Kellerwald-Quarzits (SCHMIDT 1933), die vermutlich in das Ivorium oder

Moliniacium einzustufen ist und in ihrem Charakter eher einer Biofazies des flachen, sandigen Sublitorals entspricht und damit von den meisten übrigen Assoziationen abweicht. Allerdings ist das Material so schlecht erhalten, dass es weitgehend als unbestimmbar gelten muss.

Aus dem Thüringischen Schiefergebirge (Saxothuringikum) liegen Brachiopoden-Funde nur aus dem Devon/Karbon-Grenzbereich (SCHINDEWOLF 1923; BARTZSCH & WEYER 1981) und in Form einer kulkartigen Beckenfauna (LEYH 1897) vor. Isoliert ist auch die fazielle Position der Vorkommen im Frankenwald, die bislang eine kohlenkalk-artige Schelffauna (GANDL 1970, 1998) geliefert haben, die sich eng an die der Debrisflow-Schollen am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges anschließen lässt.

Aus einem weiteren, paläogeographisch isolierten Raum stammt auch die Schelffauna aus den umgelagerten Schollen, die in tektonisch isolierten Vorkommen im Süd-Schwarzwald entdeckt wurden (SITTIG 1961). Sie stehen möglicherweise im paläogeographischen Zusammenhang mit den Vorkommen in den Vogesen (TORNQUIST 1895).

Die vor allem durch Tiefbohrungen im Raum Ostdeutschland bekannten Vorkommen unterkarbonischer Gesteine, deren spärliche Brachiopoden-Faunen sich nur bedingt in das biofazielle Schema einhängen lassen, stammen einerseits aus dem Norden des Sedimentationsraumes (Rügen und Hiddensee; KNÜPFER & WEYER 1967; HOFFMANN et al. 1975) und enthalten Kulm/Kohlenkalk-Mischfaunen; andererseits handelt es sich um Vorkommen in Sachsen (Doberlugk-Schichten von Doberlug-Kirchhain; MEMPEL 1952; WEYER 1965). Weitere Funde stammen aus Bohrungen im Raum Berlin (WEYER 1991). Zur biofaziellen und paläogeographischen Rekonstruktion sind dort vergleichende Studien mit den polnischen Vorkommen nötig.

Vorkommen unterkarbonischer Brachiopoden-Faunen in Deutschland

Um sowohl den bio- und lithofaziellen Untergliederungen gerecht zu werden als auch verschiedene paläogeographische Regionen zu kennzeichnen, werden in der Übersicht der Brachiopoden-Taxa folgen-

de stratigraphische Bezeichnungen verwendet, die zwar in den jeweiligen regionalen Beschreibungen (vgl. Beiträge in diesem Band) detaillierter dargestellt werden, jedoch selten genauere Angaben zur Zonierung bzw. dem Alter enthalten.

- TnS Tournai-Schiefer bzw. Zwischenschiefer, entspricht weitgehend der Pont-d'Arcole-Formation bzw. der Kahlenberg-Subformation, mittleres Hastarium bzw. Tn 2a (evtl. auch jünger).
- KoKA Kohlenkalk von Aachen (Vesdre- bis Neffe-Formation; AMLER & HERBIG, dieser Band), entspricht weitgehend dem Ivorium bis Moliniacium; einige Funde stammen möglicherweise auch aus dem tiefen Teil der Folge und besitzen dann hastarisches Alter.
- KoKR Kohlenkalk von Ratingen, entspricht weitgehend der Heiligenhaus-Formation, spätestes Ivorium?, Moliniacium bis Livium (siehe AMLER & HERBIG, dieser Band).
- VK Kohlenkalk von Velbert, Velberter Kalk, entspricht der Zippenhaus-Subformation), frühes Moliniacium bis Livium oder frühes Warnantium.
- KoKS Debrisflow-Schollen innerhalb der Kulm-Tonschiefer, Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges (AMLER 1987), Moliniacium bis Brigantium eingelagert in Tonschiefer des cu III α_3 bis unteren cu III β .
- PK Plattenkalke am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges (Wennemen- und Herdringen-Formation), Kalziturbidite des cu III β bis cu III γ .
- KiK Kieselkalke, nördliches und östliches Rheinisches Schiefergebirge (Hillershausen- und Becke-Oese-Formation), verkieselte Kalziturbidite des cu II γ/δ bis cu III α_1 .
- KiÜ Kieselige Übergangsschichten (Bromberg-Formation), nördliches und östliches Rheinisches Schiefergebirge, cu II δ / cu III α_1 bis cu III α_4 .
- KT Kulm-Tonschiefer (und Grauwacken) des nördlichen und östlichen Schiefergebirges und Harzes, cu III α_3 bis cu III β , lokal bis cu III γ .
- EK Erdbach-Kalk von Erdbach (Herborn) und Bad Grund (Harz), cu II β/γ .
- GS Grauwacken-(Debris?-) Scholle von Kaltenborn (Harz) innerhalb der Grauwacken-Tonschiefer-Wechselfolge des cu III β .
- KoKF Kohlenkalk des Frankenwaldes und Fichtelgebirges, Ivorium bis Livium.

Taxonomische Anmerkungen

1. Die von NICOLAUS (1963: 144) beschriebene *Lingula elongata* DEMANET, 1938 [in RENIER et al. 1938] ist ein Homonym von *L. elongata* HALL (vgl. GRAHAM 1970: 150). Hier wird kein neuer Name für diese Art festgelegt, weil das vorhandene Material dürftig ist und es sich um ein abnormal langes Exemplar von *L. mytilloides* handeln könnte. Es bedarf einer grundlegenden Revision des karbonischen Linguliden-Materials zumindest von Westeuropa, um diese Frage zu klären. Anderes Material, z. B. die von PAUL (1937: Taf. 3 Fig. 6–7) als *L. straeleni* DEMANET und *L. parallela* PHILLIPS abgebildeten Exemplare, lassen sich ohne Studium des Originalmaterials nicht bestimmen.
Ein anderes Problem ist die Zuordnung des Materials zur Gattung *Lingula*. Ob die mesozoischen und vor allem die paläozoischen Arten tatsächlich zum Genus *Lingula* gehören, ist fraglich. Das Karbon-Material kann aber auch nicht ohne weiteres zu einer der neu errichteten Gattungen, wie z. B. *Lingularia* oder *Semilingula*, gestellt werden, so dass hier die Bezeichnung „*Lingula*“ verwendet wird (vgl. auch WINKLER PRINS & MARTÍNEZ CHACÓN 1999).
2. Es ist anzunehmen, dass *Trigonoglossa scotica* (DAVIDSON, 1860) und *T. tornacensis* (DEMANET, 1934) konspezifisch sind, obwohl dies an Hand der Beschreibungen und Abbildungen nicht mit Sicherheit festzustellen ist. Ob auch *T. scotica* und *T. nebrascensis* (MEEK, 1872) Synonyme sind, ist ebenfalls nur nach einer Revision des Originalmaterials beider Arten festzustellen.
3. Die beide Arten *Orbiculoidea cincta* (PORTLOCK, 1843) und *O. davreuxiana* (DE KONINCK, 1843) betrachten wir als intraspezifische Variationen, weil die konzentrische Ornamentation oft variabel ausgeprägt ist, sogar am gleichen Fundort (GRAHAM 1971: 49–50; cf. WINKLER PRINS & MARTÍNEZ CHACÓN 1999). Ob jedoch sämtliche Orbiculoideen aus dem Unterkarbon Deutschlands zu dieser Art gehören, ist allerdings fraglich und sollte in einer ausführlichen Revision geprüft werden.
4. AMLER (1987: 246) hat auf die intermediäre Stellung des deutschen Materials zwischen *L. analoga* und *L. caledonica* BRAND, 1972 hingewiesen, speziell hinsichtlich der Innenmerkmale. Um die Bedeutung dieser Innenmerkmale für die Artinterpretation beurteilen zu können, wäre es nötig, ontogenetische Reihen der entsprechenden Arten studieren zu können. Da dies nicht möglich war, wird eine cf.-Identifikation vorgezogen. Die im Kulm gefundene Exemplare von *L. analoga* haben u. E. dort nicht gelebt, sondern sind wahrscheinlich eingeschwemmt, da dieses Taxon typisch für die Kohlenkalk-Fazies ist.
5. AMLER (1987: 246) hat bereits darauf hingewiesen, dass der größte Teil des Strophomeniden-Materials sich nach den neuen Erkenntnissen zu dieser Gruppe nicht sicher bestimmen lässt.
6. Exemplare aus dem Unterkarbon von Waldeck werden in einer weiteren Publikation beschrieben (WINKLER PRINS, i. Vorber.).
7. *Schuchertella paeckelmanni* wurde von MARTÍNEZ CHACÓN & WINKLER PRINS (1977: 8) zu *Drahanorhynchus* gestellt.
8. MARTÍNEZ CHACÓN & WINKLER PRINS (1977: 13) haben in der Diskussion von *Anopliopsis? parva* schon vermutet, dass *Tornquistia schmieri* zur Gattung *Anopliopsis* gehören könnte.
9. In einer früheren Arbeit (WINKLER PRINS 1968: 112) sind die Gründe angegeben, warum *Chonetes (Tornquistia) politus celatus* in die Variabilität von *Tornquistia polita* gehört, einer weit gefassten Art, die revidiert werden sollte.
10. Diese Art ist nur ungenügend bekannt und soll in der Revision des *Tornquistia*-Materials mit bearbeitet werden. Nach der Abbildung zu urteilen könnte es sich auch um einen juvenilen Productiden handeln.
11. *Chonetes waldschmidti* wurde von WINKLER PRINS (in VAN AMEROM et al. 1970: 39) zu *Globosochonetes* gestellt, und auch *Chonetes kayserianus* gehört zu dieser Gattung, wie aus der Beschreibung von *Plicochonetes kayserianus* in WINKLER PRINS (1968: 117) hervorgeht. Ob *G. minimus* und *G. waldschmidti* synonym sind, muss sich durch eine ausführliche Revision des vorhandenen Materials ergeben, wobei auch *Globosochonetes? cf. interstriatus* berücksichtigt werden muss sowie *Globosochonetes* sp. sensu AMLER (1987). Ob die Art „*Chonetes? exiguus* NICOLAUS, 1963 ebenfalls hierher gehört, lässt sich nicht mit Sicherheit aus der Beschreibung und den Abbildungen schließen.
12. *R. angustus* wird hier vorbehaltlich einer Revision des deutschen *Rugosochonetes*-Materials als eine selbständige Art betrachtet. Vergleichbar mit den Untersuchungen von BRAND (1970) über schotisches Material, wo z. B. nachgewiesen wurde, dass *Chonetes laguessianus* DE KONINCK, 1843 ein nomen dubium ist und viele Stücke heute zu *R. speciosus* gestellt werden, muss erst untersucht werden, inwieweit die aufgeführten *Rugosochonetes*-Arten tatsächlich spezifisch zu trennen sind.
13. Da die Varietät *sinuata* (PAECKELMANN 1930: 249) zusammen mit *R. longispinus* in Aprath vorkommt und auch Übergangsformen gefunden wurden

- (TROST 1992: 397), gibt es keine Gründe, sie als Unterart zu unterscheiden. Bei der unbenannten neuen Art PAECKELMANN'S (1930: 251) könnte es sich lediglich um ein etwas verwittertes Exemplar handeln, worauf die „feine(n) Öffnungen auf den Rippen“ (= „spinule apertures“ cf. WINKLER PRINS 1968: 119, Taf. 9 Fig. 11–13) hinweisen.
14. Das von AMLER (1987) abgebildete Exemplar ist u. E. nur bedingt zu *P. buchianus* zu stellen, weil das von PAECKELMANN (1930: Taf. 24 Fig. 10) abgebildete Exemplar nicht hierher gehört bzw. nicht identifizierbar ist, ebensowenig wie *Ch. (P.)? tuberculatus* (M'COY, 1844) (sensu PAECKELMANN 1930: Taf. 24 Fig. 29).
 15. Wie an anderer Stelle angesprochen (WINKLER PRINS 1968: 118) ist es nicht sicher, ob das deutsche und spanische Material von *P.? tricornis* mit den Originalen von VON SEMENEW identisch ist. Darüber hinaus ist es fraglich, ob die Art zu *Pliochonetes* zu stellen ist, weil sie von der grobgerippten (gefalteten) Typusart stark abweicht.
 16. Die von PAECKELMANN zum Genus *Daviesiella* gestellten Arten sollten auf Grund der relativ dünnen, flachen Schale mit Stachelansätzen eher *Delepinea* zugeordnet werden; eine Revision des Originalmaterials unter Berücksichtigung von neuem, stratigraphisch gut belegtem Material, u. a. auch aus Belgien, ist unumgänglich. Es könnten sich darunter mehrere nomina oblita verbergen, da es fraglich ist, ob die Liste in MUIR-WOOD (1962: 100–101) als „primäre Literatur“ angesehen werden kann.
 17. Wie von AMLER (1987) angemerkt kann ein Teil des zu *Megachonetes* gestellten Materials vorbehaltlich als *M. papilionaceus* bestimmt werden, während andere Exemplare zu *M. dalmanianus* gehören. Auch unter den Taxa von *Megachonetes* könnte es sich zum größten Teil um nomina oblita handeln.
 18. Diese Art gehört sicher nicht zu *Chonetipustula* und kann u. E. mit *Heteralosia* cf. *fortispinosa* (HINCHEY & RAY, 1935) verglichen werden (cf. BRUNTON 1966). Es handelt sich um ein nomen oblitum.
 19. BRUNTON et al. (1994) haben überzeugend gezeigt, dass es sich bei *Semenewia* um einen Vertreter der Productiden aus der Familie Chonopectinidae handelt. Unter Vorbehalt werden die Arten *S.? tornquisti*, *S.? ovangusta* und *S.? verdinnei* dieser Gattung zugeordnet.
 20. Diese Art steht *Parmephrix? bunnahonensis* (BRUNTON & MUNDY, 1986) sehr nahe, aber der unterschiedliche Erhaltungszustand macht einen detaillierten Vergleich unmöglich. Ob beide Arten zu *Parmephrix* (vgl. BRUNTON et al. 1994: 58) gehören ist u. E. fraglich, da die Unterschiede zur Typusart *P. eileenarum* BRUNTON, RACHEBOEUF & MUNDY, 1994 (nicht BRUNTON, LAZAREV & GRANT, in BRUNTON et al. 2000: 576; siehe ICZN, 2000: Artikel 50.4) auffallend sind. PAULS (1939b: 195) Beschreibung von *Chonetes aprathensis* wurde leider von späteren Autoren übersehen, so dass NICOLAUS (1963: 148) für vergleichbares Material das Taxon *Leptaenisca culmica* eingeführt hat (vgl. BRAUCKMANN 1981). Auch das von DEMANET (1934: 36) als *Crania quadrata* beschriebene Material könnte tatsächlich zu *Parmephrix? aprathensis* gehören, wie auch von NICOLAUS (1963) angegeben; die Abbildungen (DEMANET 1934: Taf. 1 Fig. 32–33) reichen für eine Entscheidung nicht aus.
 21. *Argentiprductus* wird jetzt wieder als eigenständige Gattung betrachtet (cf. BRUNTON & LAZAREV 1997: Abb. 1: 55–56; BRUNTON et al. 2000: 426).
 22. Das Material reicht für eine genaue Bestimmung nicht aus, weil die Innenmerkmale unbekannt sind. *Thomasina angusta* PAUL, 1937 ist ein nomen oblitum und gehört u. E. hierzu.
 23. Es ist wahrscheinlich, dass es sich bei dieser Art um einen Vertreter von *Piloricilla* handelt, da PAUL (1937: 82) selber anführt, dass diese Art den von ihm als *Buxtonia nigra* bestimmten Stücken nahe steht, die von LEGRAND-BLAIN (1991: 44) als *Piloricilla* sp. identifiziert wurden.
 24. Die von PAECKELMANN (1931) beschriebenen *Avonia*-Arten sind schwer zu deuten und sollen als nomina oblita betrachtet werden.
 25. Diese Art ist unzureichend bekannt und soll als ein nomen oblitum betrachtet werden.
 26. BRUNTON & MUNDY (1986) haben für diese Art die Gattung *Carringtonia* errichtet, wobei auf die Unterschiede zu *Chonetipustula* eingegangen wurde.
 27. Diese Art wurde von BRUNTON (1979) revidiert.
 28. Die Beschreibung und Abbildungen von PAECKELMANN (1931: 303) lassen vermuten, dass es sich bei *P. (Dictyoclostus) bergica* um einen Vertreter von *Eomarginifera* handelt (z. B. die Bestachelung).
 29. Die Innenmerkmale von *P. (Sinuatella) beushauseni* unterscheiden sich – so weit sie erkennbar sind – u. E. nicht wesentlich von *Dictyoclostus*. Wie bei den meisten hier aufgeführten Dictyoclostinae sind die Innenmerkmale unzureichend untersucht, so dass eine Gattungsbestimmung unsicher bleibt (vgl. aber Anmerkungen 30 u. 31).
 30. *P. (Dictyoclostus) fliegeli* gehört möglicherweise zur Gattung *Setigerites* (cf. ŽAKOWA 1985: 311).

31. Die bestachelte Falte, die die Ohren begrenzt, deutet zweifelsohne auf eine Zugehörigkeit zu *Antiquatonia* hin.
32. *P. (Dictyoclostus) holzapfeli* gehört möglicherweise zur Gattung *Pugilis*.
33. *P. (Buxtonia) inchoaimemori* [= *B. chaoi*] ist ein nomen oblitum, das nicht leicht zu interpretieren ist.
34. Diese Art ist ein nomen oblitum.
35. Die Arten *gigantoides* und *rhenanus* werden hier unter Vorbehalt zur Gattung *Balakhonia* gestellt.
36. Das von AMLER (1987: Taf. 9 Fig. 1, 4) als *Gigantoproductus giganteus* abgebildete Material ist u. E. für eine spezifische Bestimmung zu schlecht erhalten. Eine Revision der Gigantoproductiden unter Verwendung von Originalmaterial und neuem, stratigraphisch gut belegtem Material ist erforderlich.
37. Eine Revision der unterkarbonischen Vertreter der Gattung *Schizophoria* hat POCK (1968) geliefert. Danach ist festzustellen, dass das Taxon *S. resupinata* zu weit gefasst ist und erneut revidiert werden muss.
38. POCK (1968: 80) hat Gründe angegeben, warum das von PAECKELMANN (1930) beschriebene Material zu *S. annectans* und nicht zu *S. linguata* gehört.
39. Auf Grund der sehr weiten Verbreitung ist zu vermuten, dass auch *Rhipidomella michelini* wahrscheinlich zu weit gefasst ist und einer Revision bedarf.
40. Diese Art, die meistens fraglich zu *Leiorhynchus* bzw. *Nudirostra* gestellt wird, steht u. E. *Propriopugnus pugnus* (MARTIN, 1809) sehr nahe (cf. BRUNTON 1984: 32–33, Abb. 3–4) und wird daher unter Vorbehalt zur Gattung *Propriopugnus* gestellt.
41. Diese wenig bekannte Art ist schwierig einzuordnen. Äußerlich gleicht sie einer *Tretorhynchia*. Die von HOLZAPFEL (1889) beschriebene *Camarophoria dunkeri* ist synonym mit der ebenfalls von ihm beschriebenen Art „*Terebratula*“ *angusticarina*, deren korrekte Zuordnung problematisch ist.
42. Wie AMLER (1987) angegeben hat, ist das Material selbst bis zur Gattungsebene nicht genau zu bestimmen.
43. GISCHLER (1994) hat diese Art zu der Gattung *Actinoconchus* gestellt. BRUNTON (1980) führt für die recht ähnliche „*Athyris*“ *hibernica* an, dass sie wahrscheinlich *Actinoconchus* nahe steht.
44. Wie BRUNTON (1984: 52) erläutert hat, sollte überprüft werden, ob *Lamellosathyris* eine selbstän-

dige Gattung ist (BRUNTON 1980: 225) oder als Synonym von *Actinoconchus* angesehen werden sollte. In BRUNTON et al. (2000) wird *Lamellosathyris* als gültiges Taxon geführt.

45. Bei *Productus laevipunctatus* SARRES, 1857 scheint es sich um einen Vertreter von *Crurithyris* zu handeln, wahrscheinlich um *C. urii*.
46. Wie AMLER (1987) angegeben hat, muss das gesamte deutsche Spiriferen-Material revidiert werden, weil der größte Teil der veröffentlichten Formen nicht paläobiologisch definiert und meist mangelhaft erhalten ist.
47. *Brachythyris ratingensis* sieht *Cyrtina hibernica* sehr ähnlich, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Art zur Gattung *Cyrtina* gehört.

Literatur

- AMEROM, H.W.J. VAN, BLESS, M.J.M. & WINKLER PRINS, C.F. (1970): Some paleontological and stratigraphical aspects of the Upper Carboniferous Sama Formation (Asturias, Spain). – Mededel. Rijks Geol. Dienst, N.S., **21**: 9–79; Maastricht.
- AMLER, M.R.W. (1987): Fauna, Paläogeographie und Alter der Kohlenkalk-Vorkommen im Kulm des östlichen Rheinischen Schiefergebirges (Dinantium). – Geol. Abh. Hessen, **88**: 1–339; Wiesbaden.
- AMLER, M.R.W. (1995): Die Bivalvenfauna des Oberen Famenniums West-Europas. 1. Einführung, Lithostratigraphie, Faunenübersicht, Systematik 1. Pteriomorphia. – Geologica et Palaeontologica, **29**: 19–143; Marburg.
- AMLER, M.R.W. (1996): Die Bivalvenfauna des Oberen Famenniums West-Europas. 2. Evolution, Paläogeographie, Paläoökologie, Systematik 2. Palaeotaxodonta und Anomalodesmata. – Geologica et Palaeontologica, **30**: 49–117; Marburg.
- AMLER, M.R.W. (2006, dieser Band): Gastropoden und Bellerophonitiden. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland VI. Unterkarbon (Mississippium). – Schr. Dt. Ges. Geowiss., **41**: 106–120; Hannover.
- AMLER, M.R.W. & HERBIG, H.-G. (2006, dieser Band): Ostrand der Kohlenkalk-Plattform und Übergang in das Kulm-Bekken im westlichsten Deutschland zwischen Aachen und Wuppertal. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland VI. Unterkarbon (Mississippium). – Schr. Dt. Ges. Geowiss., **41**: 441–477; Hannover.
- AMLER, M.R.W., HEIDELBERGER, D. & MÜLLER, P. (2004): Untiefen im Kulm-Meer – Die Fauna der unterkarbonischen Erdbach-Kalke. – In: SCHALLMAYER, E. (Hrsg.): Hessen-Archäologie, **2004**: 11–14; Stuttgart (Theiss).
- AMLER, M.R.W., RATHMANN, S. & RICHTER, E. (1994): Henry Pauls „Etroeungt-Schichten“ des Bergischen Landes – Biostratigraphie und Biofazies am Nordrand des Velberter Sattels. – Archäol. Ruhrgebiet, **1994**: 73–98; Gelsenkirchen.
- BARTZSCH, K. & WEYER, D. (1981): Zur Stratigraphie des Untertourmai (Gattendorfia-Stufe) von Saalfeld im Thüringischen Schiefergebirge. – Abh. Ber. Naturkde. Vorgesch. Kulturhist. Mus. Magdeburg, **12**: 3–53; Magdeburg.

- BÖGER, H. & FIEBIG, H. (1963): Die Fauna des westdeutschen Oberkarbons. 2. Die articulaten Brachiopoden des westdeutschen Oberkarbons. – *Palaeontographica*, **A 122** (4/6): 111–165; Stuttgart.
- BRAND, P.J. (1970): Scottish Carboniferous chonetoids. – *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **31**: 89–137; London.
- BRAND, P.J. (1972): Some British Carboniferous species of the Brachiopod Genus *Leptagonia* McCoy. – *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **39**: 57–79; London.
- BRAUCKMANN, C. (1981): Fixo-sessile Brachiopoden aus dem Kulm (Unter-Karbon cu III α) von Aprath (Wuppertal, W-Deutschland). – *Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal*, **34**: 111–114; Wuppertal.
- BRAUCKMANN, C. & HAHN, G. (2006, dieser Band): Trilobiten. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland VI. Unterkarbon (Mississippium). – *Schr. Dt. Ges. Geowiss.*, **41**: 171–177; Hannover.
- BRUNTON, C.H.C. (1966): Silicified productoids from the Viséan of County Fermanagh. – *Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.)*, **12** (5): 173–243; London.
- BRUNTON, C.H.C. (1968): Silicified brachiopods from the Viséan of County Fermanagh (II). – *Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.)*, **16** (1): 1–70; London.
- BRUNTON, C.H.C. (1979): The Lower Carboniferous brachiopod genus *Levitusia* MUIR-WOOD, H.M. and COOPER, G.A., 1960 from Western Europe and the U.S.S.R. – *Bull. Inst. Roy. Sci. Natur. Belgique, Sci. Terre*, **51** (10): 1–23; Bruxelles.
- BRUNTON, C.H.C. (1980): Type specimens of some Upper Palaeozoic Athyridide brachiopods. – *Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.)*, **34** (4): 219–234; London.
- BRUNTON, C.H.C. (1984): Silicified brachiopods from the Viséan of County Fermanagh (III). Rhynchonellids, Spiriferids and Terebratulids. – *Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.)*, **38** (2): 27–130; London.
- BRUNTON, C.H.C. & LAZAREV, S.S. (1997): Evolution and classification of the Productellidae (Productida), Upper Paleozoic brachiopods. – *J. Paleont.*, **71** (3): 381–394; Tulsa.
- BRUNTON, C.H.C. & MUNDY, D.J.C. (1986): Some Dinantian chonopectinid productaceans (Brachiopoda) from the British Isles. – *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, **46** (1): 1–10; Leeds.
- BRUNTON, C.H.C., LAZAREV, S.S., GRANT, R.E. & JIN Y.-G. (2000): Productidina. – In: KAESLER, R.L. (Hrsg.): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H (Revised), Brachiopoda*. – 424–609; New York (The Geological Society of America), Lawrence (The University of Kansas Press).
- BRUNTON, C.H.C., RACHEBOEUF, P.R. & MUNDY, D.J.C. (1994): Reclassification of *Semenewia concentrica* (DE KONINCK, 1843) (Brachiopoda, Lower Carboniferous). – *Géobios*, **27** (4): 51–60; Lyon.
- CLAUS, R. (1928): Die Elsoffer Kulm-Mulde. – *Z. Dt. Geol. Ges. [für 1927]*, **79**: 235–279; Berlin.
- DANTZ, C. (1893): Der Kohlenkalk in der Umgebung von Aachen. – *Z. Dt. Geol. Ges.*, **45**: 594–638; Berlin.
- DAVIDSON, T. (1858–1863): A monograph of the British fossil Brachiopoda. The Carboniferous Brachiopoda, 1. – 1.1. Pt. 5 No. 1. – *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **10**: 1–48, Taf. 1–8 (1858); 1.2. Pt. 5 No. 2. – *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **11**: 49–80, Taf. 9–16 (1859); 1.3. Pt. 5 No. 3. – *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **12**: 81–120, Taf. 17–26 (1861); 1.4. Pt. 5 No. 4. – *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **13**: 121–210, Taf. 27–47 (1861); 1.5. Pt. 5 No. 5. – *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **14**: 211–280, Taf. 48–55 (1863); London.
- DEMANET, F. (1934): Les Brachiopodes du Dinantien de la Belgique. 1. Atremata, Neotremata, Protremata (pars). – *Mém. Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique*, **61**: 1–116; Bruxelles.
- DEMANET, F. (1938): La Faune des Couches de passage du Dinantien au Namurien dans le Synclinorium de Dinant. – *Mém. Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique*, **84**: 1–202; Bruxelles.
- DEMANET, F. (1941): Faune et Stratigraphie de l'étage Namurien de la Belgique. – *Mém. Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique*, **97**: 1–327; Bruxelles.
- DEMANET, F. & VAN STRAELEN, V. (1938): Faune Houillère de la Belgique. – In: RENIER, A., STOCKMANS, F., DEMANET, F. & VAN STRAELEN, V.: *Flore et Faune Houillères de la Belgique*. – 99–246; Bruxelles (Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique).
- DORSMAN, L. (1945): The marine fauna of the Carboniferous in the Netherlands. – *Mededel. Geol. Sticht., (C) 4* (3): 1–101; Maastricht.
- DREVERMANN, F. (1902): Ueber eine Vertretung der Etroeuungststufe auf der rechten Rheinseite. – *Z. Dt. Geol. Ges.*, **54**: 480–524; Berlin.
- FREYER, G., HOTH, K. & RICHTER, H. (1970): Neue Fossilfunde im Magdeburg-Flechtinger Kulm (Flechtinger Höhenzug). – *Geologie*, **19**: 390–397; Berlin.
- FUHRMANN, A. (1950): Beiträge zur Geologie des Iberg-Winterberg-Massivs bei Bad Grund (Oberharz) im Lichte der neuen Aufschlüsse. – *N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Abh.*, **B91**: 35–80; Stuttgart.
- FUHRMANN, A. (1952): Die Gliederung der Kulmstufe III β in der Umgebung von Clausthal-Zellerfeld. – *Geol. Jb. [für 1950]*, **66**: 227–247; Hannover.
- GALLWITZ, H. (1927): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen an der Devon-Carbonengrenze des Sauerlandes. – *Jb. Preuß. Geol. L.-Anst.*, **48**: 487–527; Berlin.
- GALLWITZ, H. (1932): Die Fauna des deutschen Unterkarbons. 3. Teil. 2. Die Brachiopoden, 3. Teil. Die Orthiden, Strophomeniden und Chonetiden des Unteren Unterkarbons (Etroeuung). – *Abh. Preuß. Geol. L.-Anst., N.F.*, **141**: 75–131; Berlin.
- GANDL, J. (1970): Ein biostratigraphischer Beitrag zur Stellung des Wurstkonglomerates (Unterkarbon) im Frankenwald. – *Senckenbergiana lethaea*, **51** (1): 67–91; Frankfurt/M.
- GANDL, J. (1998): Neue Daten zum jüngeren Paläozoikum NE-Bayerns und angrenzender Gebiete – Faziesentwicklung und geotektonische Konsequenzen. – *Geologica Bavarica*, **103**: 19–273; München.
- GISCHLER, E. (1994): A new occurrence of „*Spirifer*“ *macrogaster* F.A. ROEMER 1852 (Brachiopoda) in Lower Carboniferous limestones on top of the Iberg Reef, Germany. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1994** (6): 321–328; Stuttgart.
- GRAHAM, D.K. (1970): Scottish Carboniferous Lingulacea. – *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **31**: 139–184; London.
- GRAHAM, D.K. (1971): A review of the brachiopod genus *Orbiculoidea* in the Scottish Carboniferous. – *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **38**: 43–58; London.
- HAUBOLD, W. (1933): Über das Unterkarbon auf Blatt Goddelsheim am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges. – *Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. (für 1932)*, **53**: 208–246; Berlin.
- HOFFMANN, N., LINDERT, W., WEYER, D. & ILLERS, K.-H. (1975): Zum Unterkarbon-Vorkommen auf den Inseln Rügen und Hiddensee. – *Z. Geol. Wiss.*, **3**: 851–873; Berlin.
- HOLZAPFEL, E. (1889): Die Cephalopoden-führenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. – *Paläont. Abh., N.F.*, **1**: 1–74; Jena.

- HÜFFNER, E. (1915): Beiträge zur Kenntnis des deutschen Culms. – Jb. Kgl. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1914], **35**: 448–548; Berlin.
- ICZN (2000): International Code of Zoological Nomenclature. – 4. Aufl., adopted by the International Union of Biological Sciences. – 306 S.; London (International Trust for Zoological Nomenclature).
- KAYSER, E. (1882): Beiträge zur Kenntniss von Oberdevon und Culm am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. – Jb. Preuss. Geol. L.-Anst., **1881** (2): 51–91; Berlin.
- KNÜPFER, J. & WEYER, D. (1967): Vorläufige Mitteilung über das Unterkarbon der Insel Rügen. – Ber. Dt. Ges. Geol. Wiss., A Geol. Paläont., **12** (3/4): 185–192; Berlin.
- KOBOLD, A. (1933): Die Gliederung des Oberharzer Kulms nach Goniatiten. – Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1932], **53**: 450–515; Berlin.
- KOENEN, A. VON (1879): Die Kulm Fauna von Herborn. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., **1879** (2): 309–346; Stuttgart.
- KONINCK, L.G. DE (1841–1844): Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique. – 650 S., 69 Taf.: (1841) 1–96; (1842) 97–240; (1843) 241–480; (1844) 481–650; Liège.
- KONINCK, L.G. DE (1887): Faune du Calcaire Carbonifère de la Belgique, 6. Molluscoïda. – Ann. Mus. Roy. Hist. Natur. Belgique, **14**: 1–154; Bruxelles (unvollendet).
- KULICK, J. (1960): Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Kulm-Sedimente im Eder-Gebiet des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges. – Fortschr. Geol. Rheinld. Westfalen, **3** (1): 243–288; Krefeld.
- LEGRAND-BLAIN, M. (1991): Les Brachiopodes Productacés *Spinocarinifera nigra* (GOSSELET, 1888) et formes voisines dans le Dévon-Dinantien du Nord de la France et de la Belgique. – Ann. Soc. Géol. Nord, **2** (1): 29–52; Villeneuve-d'Ascq.
- LEYH, C.F. (1897): Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums der Umgegend von Hof a. Saale. – Z. Dt. Geol. Ges., **49**: 504–560; Berlin.
- M'COY, F. (1844): A synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone fossils of Ireland. – 207 S., 29 Taf.; Dublin (McGlashan and Gill), London (Williams and Norgate).
- MARTÍNEZ CHACÓN, M.L. & WINKLER PRINS, C.F. (1977): A Namurian brachiopod fauna from Meré (Province of Oviedo, Spain). – Scripta Geologica, **39**: 1–67; Leiden.
- MEMPEL, G. (1933): Die Gliederung des Kulms in der Sösemulde und die Kulmkonglomerate im Oberharz. – Abh. Preuß. Geol. L.-Anst., N.F., **153**: 1–65; Berlin.
- MEMPEL, G. (1952): Stratigraphie und Tektonik des flözführenden Unterkarbons von Dobrilugk-Kirchhain (Niederlausitz). – Geol. Jb. [für 1950], **66**: 585–626; Hannover.
- MUIR-WOOD, H.M. (1962): On the morphology and classification of the brachiopod suborder Chonetoida. – 132 S.; London (Brit. Mus. Natur. Hist.).
- NEBE, B. (1911): Die Culmfauna von Hagen in Westfalen, ein Beitrag zur Kenntnis des westfälischen Unterkarbons. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil.-Bd., **31**: 421–495; Stuttgart.
- NICOLAUS, H.-J. (1963): Zur Stratigraphie und Fauna der *crenistrina*-Zone im Kulm des Rheinischen Schiefergebirges. – Beih. Geol. Jb., **53**: 1–246; Hannover.
- PAECKELMANN, W. (1922): Oberdevon und Untercarbon der Gegend von Barmen. – Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1920], **41**: 52–147; Berlin.
- PAECKELMANN, W. (1930): Die Fauna des deutschen Unterkarbons. 3. Die Brachiopoden, 1. Teil: Die Orthiden, Strophomeniden und Chonetiden des Mittleren und Oberen Unterkarbons. – Abh. Preuß. Geol. L.-Anst., N.F., **122**: 143–326; Berlin.
- PAECKELMANN, W. (1931): Die Fauna des deutschen Unterkarbons. Teil. 2. Die Brachiopoden, 2. Teil: Die Productinae und *Productus*-ähnlichen Chonetidae. – Abh. Preuß. Geol. L.-Anst., N.F., **136**: 3–352; Berlin.
- PAPROTH, E. (1953): Eine Kohlenkalkfauna aus dem Kulmkonglomerat von Frankenberg a. d. Eder. – Paläont. Z., **27** (3/4): 169–207; Stuttgart.
- PARKINSON, H. (1903): Ueber eine Culmfauna von Königsberg unweit Giessen und ihre Bedeutung für die Gliederung des rheinischen Culm. – Z. Dt. Geol. Ges., **55** (3): 331–374; Berlin.
- PAUL, H. (1937): Die Transgression der Viséstufe am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. – Abh. Preuß. Geol. L.-Anst., N.F., **179**: 1–117; Berlin.
- PAUL, H. (1939a): Grundsätzliches zur Paläogeographie des europäischen Unterkarbon und über die Begriffe Kohlenkalk und Kulm. – Geol. Rdsch., **30**: 641–649; Stuttgart.
- PAUL, H. (1939b): Ein eigenartig skulptierter *Chonetes* aus dem Kulm von Aprath. – Decheniana, **98A** (2): 195–196; Bonn.
- PHILLIPS, J. (1836): Illustrations of the Geology of Yorkshire; or, a description of the strata and organic remains: accompanied by a geological map, sections, and diagrams, and figures of the fossils. 2. The Mountain Limestone District. – xx + 253 S.; London (J. Murray).
- PICKEL, W. (1937): Stratigraphie und Sedimentanalyse des Kulms an der Edertalsperre. – Z. Dt. Geol. Ges., **89**: 233–280; Berlin.
- POCOCK, Y.P. (1968): Carboniferous schizophoriid brachiopods from Western Europe. – Palaeontology, **11** (1): 64–93; London.
- ROEMER, F.A. (1850): Beiträge zur geologischen Kenntniss des nordwestlichen Harzgebirges. 1. Abtheilung. – Palaeontographica, **3**: 1–67; Cassel.
- ROEMER, F.A. (1852): Beiträge zur geologischen Kenntniss des nordwestlichen Harzgebirges, 2. Abtheilung. – Palaeontographica, **3**: 69–111; Cassel.
- ROEMER, F.A. (1855): Beiträge zur geologischen Kenntniss des nordwestlichen Harzgebirges. 3. Abtheilung. – Palaeontographica, **5**: 1–44; Cassel.
- RUPRECHT, L. (1937): Die Biostratigraphie des obersten Kulm im Sauerlande. – Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1936], **57**: 238–283; Berlin.
- SANDBERGER, G. & SANDBERGER, F. (1850–1856): Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. – 564 S.; Wiesbaden (Kreidel & Niedner).
- SARRES, J. (1857): De petrefactis, quae in schisto posidonico prope Elberfeldam urbem inveniuntur. – Inaug. Diss. Friedrich-Wilhelm Univ. Berlin. – 35 S.; Berlin (G. Schade).
- SCHINDEWOLF, O.H. (1923): Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums in Oberfranken, Ostthüringen und dem Sächsischen Vogtlande. 1. Stratigraphie und Ammonoitenfauna des Oberdevons von Hof a. S. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil.-Bd., **49**: 250–357, 393–509; Stuttgart.
- SCHINDEWOLF, O.H. (1951): Über ein neues Vorkommen unterkarbonischer *Pericyclus*-Schichten im Oberharz. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **B93**: 23–114; Stuttgart.
- SCHMIDT, H. (1924): Zwei Cephalopodenfaunen an der Devon-Carbongrenze im Sauerland. – Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1923], **44**: 98–171; Berlin.
- SCHMIDT, H. (1933): Der Kellerwaldquarzit. Mit einer Beschreibung seiner Fauna und der aus der Tanner Grauwacke. – Palaeont. Abh., 23, N.F., **19**: 295–349; Jena.

- SCHMIDT, H. (1939): Eine neue Fauna mit *Pericyclus* von Riefensbeek im Harz. – Jb. Reichsst. Bodenforsch., **60**: 148–156; Berlin.
- SCHWARZ, A. (1928): Die Natur des culmischen Kieselschiefers. – Abh. Senckenbergische Naturforsch. Ges., **41**: 191–241; Frankfurt/M.
- SEMENEW, P. VON (1854): Fauna des schlesischen Kohlenkalkes. 1. Brachiopoden. – Z. Dt. Geol. Ges., **6**: 317–404; Berlin.
- SITTIG, E. (1961): Ein mariner Horizont des Visé (Oberes Unterkarbon) im Südschwarzwald und seine Fauna. – Jh. Geol. L.-Amt Baden Württemberg, **5**: 195–242; Freiburg/Br.
- SOMMER, K. (1909): Die Fauna des Culms von Königsberg bei Giessen. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil.-Bd., **28**: 611–660; Stuttgart.
- THOMAS, E. (1981): Das Unterkarbon von Aprath im Bergischen Land. – Der Aufschluss, **32**: 276–306; Heidelberg.
- TORNQUIST, A. (1895): Das fossilführende Untercarbon am östlichen Rossmassiv in den Südvogesen. 1. Einleitung, Beschreibung der Brachiopoden-Fauna. – Abh. Geol. Spec.-Kte Elsass-Lothringen, **5** (4): 379–528; Strassburg.
- TROST, G. (1992): Brachiopoden aus dem Oberdevon und Unterkarbon von Aprath (Wuppertal). – In: THOMAS, E. (Hrsg.): Oberdevon und Unterkarbon von Aprath im Bergischen Land (Nördliches Rheinisches Schiefergebirge), ein Symposium zum Neubau der Bundesstraße 224: 393–408; Köln (S. v. Loga).
- VOIGT, E. (1968): Ein unterkarbonischer Fund von *Gigantoproductus* bei Hamburg. – Mitt. Geol. Staatsanst. Hamburg, **37**: 69–75; Hamburg.
- WEIGELT, J. (1919): Die Gliederung und Faunenverteilung im Unteren Culm des Oberharzes. – Jb. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1916], **37**: 157–271; Berlin.
- WEYER, D. (1965): Zum Alter des Kohlenkalkes an der Basis des Unterkarbons (Dinant) von Doberlug-Kirchhain. – Geologie, **14**: 106–109; Berlin.
- WEYER, D. (1967). *Kitakamithyris* MINATO 1951 (Brachiopoda, Spiriferida) aus dem Etroeungt (Oberdevon) und Tournai (Unterkarbon) des Rheinischen Schiefergebirges. – Geologie, **16** (4): 433–451; Berlin.
- WEYER, D. (1975): Biostratigraphie des Magdeburg-Flechtinger Kulms. – Z. Geol. Wiss., **3**: 547–589; Berlin.
- WEYER, D. (1977): Eine Unterkarbon-Fauna von der Weferlinger Trias-Platte am Südwestrand der Flechtingen-Roßlauer Scholle (Magdeburg-Flechtinger Kulm). – Z. Geol. Wiss., **5**: 1053–1055; Berlin.
- WEYER, D. (1991): Eine Unterkarbon-Fauna aus dem Gebiet von Berlin (nördliches variszisches Flyschbecken). – Abh. Ber. Naturkde. Vorgesch. Magdeburg, **15**: 45–48; Magdeburg.
- WINKLER PRINS, C.F. (1968): Carboniferous Productidina and Chonetidina of the Cantabrian Mountains (NW Spain): Systematics, stratigraphy and palaeoecology. – Leidse Geol. Mededel., **43**: 41–155; Leiden.
- WINKLER PRINS, C.F. (i. Vorber.): Brachiopoden aus dem Kulm von Waldeck. – Geologica et Palaeontologica; Marburg.
- WINKLER PRINS, C.F. & MARTÍNEZ CHACÓN, M.L. (1999): The brachiopod fauna of the Lower Carboniferous vegamián Formation (Cantabrian Mountains, Spain); Part 1. Introduction, Linguliformea. – Rev. Española Paleont., no. extr. homenaje al Prof. Truyols: 174–184; Oviedo.
- WOLTERSTORFF, W. (1899): Das Untercarbon von Magdeburg-Neustadt und seine Fauna. – Jb. Kgl. Preuss. Geol. L.-Anst. Bergakad. [für 1898], **19**: 1–64; Berlin.
- ŻAKOWA, H. (1985): Upper Viséan gigantoproductoid brachiopods from the Góry Świętokrzyskie, Poland. – Ann. Soc. Geol. Poloniae, **55** (1/2): 105–126; Warszawa.
- ZIMMERMANN, E. (1912): Kohlenkalk und Culm des Velberter Sattels im Süden des westfälischen Carbons. – Jb. Kgl. Preuß. Geol. L.-Anst. [für 1909], **30**: 369–432; Berlin.