

**Biometrische Untersuchungen zur Variabilität
von *Arduspirifer arduennensis arduennensis* (SCHNUR, 1853)
und *Arduspirifer extensus* (SOLLE, 1953)
aus dem Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges**

JÜRGEN GAD

Kurzfassung: Die fragliche artspezifische Abtrennung der stratigraphisch wichtigen Brachiopodenart *Arduspirifer extensus* von *Arduspirifer arduennensis arduennensis* wird überprüft. Mit Hilfe von biometrischen Methoden konnten an Material von der Typuslokalität bzw. Originalmaterial signifikante Unterschiede zwischen beiden Formen herausgearbeitet werden, die eine artspezifische Abtrennung rechtfertigen und zu einer revidierten Differentialdiagnose für beide Arten führen.

Abstract: The questionable separation of the stratigraphic important brachiopod species *Arduspirifer extensus* from *Arduspirifer arduennensis arduennensis* (Lower Devonian, Rhenish Mountains) has been revised. With the aid of biometrical methods it was possible by means of material from the type localities to find significant differences between both forms which justify the separation of both species and help to define a revised differential diagnosis.

1. Einleitung

Zur Gliederung des Rheinischen Unterdevons mit seinen mächtigen sandig-tonigen Sedimenten sind Fossilien unerlässlich. Hierzu eignen sich vor allem u. a. bestimmte Spiriferen-Gruppen (s. z. B. MITTMAYER 1974). SOLLE (1953) widmete seine Aufmerksamkeit in diesem Zusammenhang der Gruppe *arduennensis-intermedius*. Er stellte die verschiedenen Arten und Unterarten in die Gattung *Hysterolites* v. SCHLOTHEIM 1820 sowie zur Untergattung *Acrospirifer* HELMBRECHT & WEDEKIND 1923. Die Arten der *arduennensis*-Gruppe wurden in der Folgezeit anderen Gattungen zugeordnet. VANDERCAMMEN (1963, S. 83) stellte die Arten zur Gattung *Euryspirifer* WEDEKIND 1926. WERNER (1969) übernahm die Einordnung von VANDERCAMMEN. Nach JAHNKE (1971) gehören die Arten der *arduennensis*-Gruppe zur Gattung *Hysterolites*. MITTMAYER (1972) stellte für die *arduennensis-intermedius*-Gruppe eine eigene Untergattung auf, die er dann 1973 zu einer neuen Gattung erhob. Diese Einstufung wurde später von GOURVENNEC (1989) übernommen.

Im Folgenden werden allerdings nicht die verschiedenen Gattungszugehörigkeiten oder Gattungsdefinitionen diskutiert (dies soll zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen), sondern es sollen lediglich zwei stratigraphisch wichtige Arten aus der *arduennensis*-Gruppe auf ihre Variabilität und ihre artliche Zuordnung hin untersucht werden. Es handelt sich hierbei um die Typusart von *Arduspirifer A. arduennensis arduennensis* (SCHNUR, 1853) und *A. extensus* (Abb. 1). Über ihre stratigraphische Reichweite existieren in der Literatur unterschiedliche Ansichten. Nach MITTMAYER (1982, Tab. 1) beschränken sich beide Arten auf die Lahnsteinunterstufe, während *Arduspirifer extensus* nach FUCHS (1982) auch im Unteremsium vorkommt, somit kommt einer Verwechslung oder auch einer Synonymisierung der beiden Arten eine große praktische Bedeutung bei der zeitlichen Einstufung der entsprechenden

unterdevonischen Gesteine zu. SOLLE (1953) hat in seiner Monographie *A. extensus* von *A. arduennensis arduennensis* abgetrennt. Seine wichtigsten Argumente waren dabei der weitgehend dreieckige Umriß, die höhere Anzahl von Rippen und das größere Breite/Länge-Verhältnis von *A. extensus*. Bei *A. extensus* sollen nach SOLLE die Rippen der Arm- und Stielklappen außerdem in einem anderen Punkt konvergieren als bei *A. arduennensis arduennensis*. Der Muskelzapfen von *A. extensus* ist nach SOLLE schlanker und reicht weiter nach vorne; im Bereich des Muskelzapfens existiert bei *A. arduennensis arduennensis* eine starke Umbiegung an der Stielklappe. Diese artspezifische Abtrennung wurde später von SOLLE (1972, S. 75) nochmals bestätigt. JAHNKE (1971) unternahm eine Nachuntersuchung des Originalmaterials von SOLLE und bezeichnete daraufhin *A. extensus* als Synonym von *A. arduennensis arduennensis*, da die von SOLLE genannten Unterscheidungsmerkmale nicht wesentlich von den Merkmalen von *A. arduennensis arduennensis* differieren. Allerdings führte er keine eigenen variationsstatistischen Untersuchungen durch, sondern stellte nur fest, daß die entsprechenden Diagramme bei SOLLE aufgrund der unterschiedlichen Maßstäbe und Bezugsgrößen schwer zu vergleichen sind. Andere Autoren, z. B. WERNER (1969), FUCHS (1982) oder MITTMEYER (1974, 1982), übernahmen die von SOLLE neu begründete Art in Form von Fossilisten, führten dies aber nicht näher aus. Die oben genannten Schwierigkeiten in der artspezifischen Zuordnung der Fossilien von verschiedenen Autoren und die sich daraus möglicherweise ergebende unterschiedliche stratigraphische Reichweite läßt es ratsam erscheinen, das Material von den Typuslokalitäten erneut zu untersuchen.

Ein Charakteristikum der Monographie von SOLLE ist die Anwendung von statistischen Methoden. Diese begrüßenswerte Tatsache wird allerdings durch die nach JAHNKE wiedergegebenen Schwierigkeiten erschwert, so daß ein unmittelbarer Vergleich beider Arten weitgehend verhindert wird. Außerdem benutzt SOLLE fast ausschließlich Verhältniszahlen zur Darstellung der Meßwerte. Die Verwendung von Verhältniszahlen soll die Größenabhängigkeit der Meßwerte eliminieren. Dies ist aber nur zulässig wenn zwischen zwei Meßwerten ein isometrisches Wachstum stattfindet. Da bei den untersuchten Formen fast immer ein allometrisches Wachstum vorliegt, schafft diese Form der Darstellung eine zusätzliche Schwierigkeit (Diskussion s. ZORN 1972). Aus den genannten Gründen ist bei den hier gezeigten Diagrammen auf eine Darstellung in Form von Verhältniszahlen verzichtet worden. Um einen direkten Vergleich zwischen beiden Arten zu erleichtern wurden stets beide Punktwolken in einem Diagramm abgebildet. Auf den Achsen ist daher stets nur eine Meßgröße abgetragen. Unterschiede zwischen den beiden Arten ergeben sich dann aus der unterschiedlichen Steigung der Regressionsgeraden und den Schnittpunkten der Geraden mit der Y-Achse.

Zu Dank bin ich Frau HILDEBRANDT, Mainz, für die Herstellung der Fossilabbildungen, und Herrn HARTMANN, Mainz, für die Zeichnung der Diagramme verpflichtet. Für die Überlassung des Fossilmaterials danke ich Herrn Dr. WERNER, Senckenberg-Museum.

2. Material und Methode

Das untersuchte Material ist aus dem Senckenbergmuseum entliehen worden. Bei *Arduspirifer arduennensis arduennensis* handelt es sich um die sogenannten Daleidener Steinkerne aus den Wiltz-Schichten der Eifel. Der Lectotypus von *A. arduennensis arduennensis* stammt ebenfalls aus dem Material der Daleidener Steinkerne. Sie zeichnen sich durch ihre Doppelklappigkeit und gute Erhaltung aus. Allerdings sind die Spitzen der Flügel stets abgerollt, so daß ihre Breite nicht mehr zu ermitteln ist. Der Locus typicus von *A. extensus*, die Ziegeleigrube von Niederprüm (Wiltz-Schichten der Eifel) lieferte das Material der zweiten hier untersuchten Art. Bei dem untersuchten Material handelt es sich meist um das Originalmaterial von SOLLE. Diese Fossilien befinden sich im Gegensatz zu den Daleidener Steinkernen noch im Gestein. Beide genannten Arten zeigen praktisch keine Verzerrung, so daß

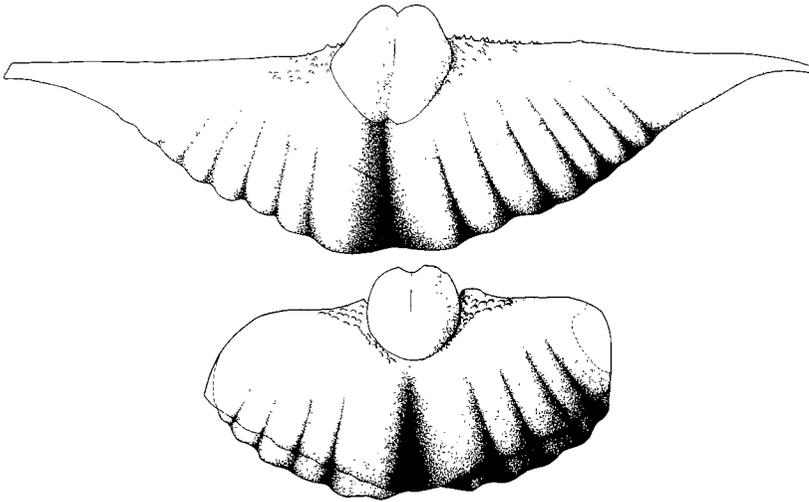


Abb. 1a: Steinkerne der Stielklappe von *Arduspirifer extensus*, Senck. Mus. XVII 1311, Ziegelei Niederprüm, Wiltz-Schichten (oben). Zweiklappiger Steinkern von *Arduspirifer arduennensis arduennensis* von „Daleiden“, Senckenberg-Museum (unten).

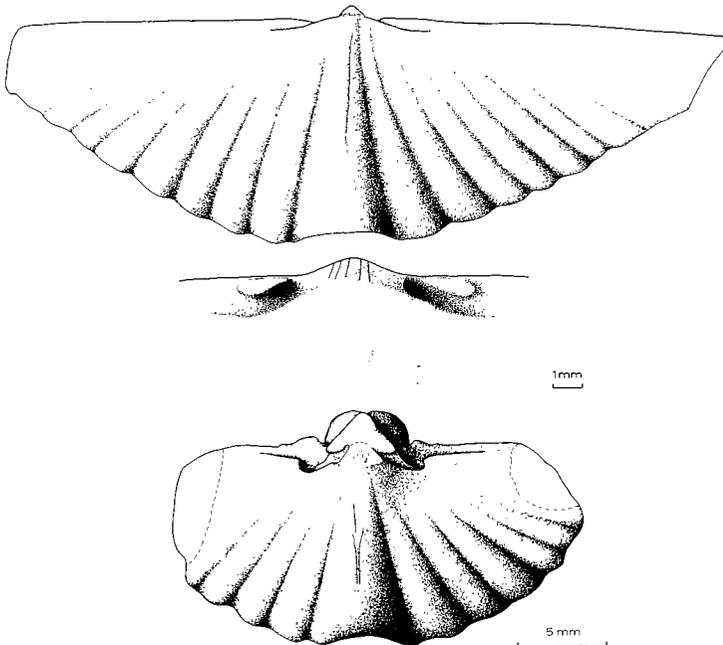


Abb. 1b: Steinkerne der Armklappe von *Arduspirifer extensus*, Senck. Mus. XVII 1296, Ziegelei Niederprüm, Wiltz-Schichten (oben). Ausschnitt aus der Schloßregion des gleichen Exemplars (Mitte). Zweiklappiger Steinkern von *Arduspirifer arduennensis arduennensis* von „Daleiden“ (unten) (soweit nicht anders angegeben, gilt der 5-mm-Maßstab).

die Meßwerte problemlos miteinander verglichen werden können. Die Meßwerte wurden mit einer Schublehre ermittelt, die Genauigkeit der Ablesung beträgt 1/10 mm.

Gemessen wurden an der Stielklappe:

L = Länge; BS = Breite des Sinus; BR2 = Breite von der zweiten Rippe links bis zur zweiten Rippe rechts des Sinus; LM = Länge Muskelzapfen; BM = Breite Muskelzapfen; LMv = Länge des Teils des Muskelzapfens vor dem Schloßrand; BR3 = siehe Abb. 2.

An der Armklappe:

L = Länge; BSa = Breite des Sattels; BF2 = Breite von der zweiten Falte links bis zur zweiten Falte rechts des Sattels.

Die oben angegebenen Meßstrecken entsprechen den Meßstrecken von SOLLE (1953, Abb. 1).

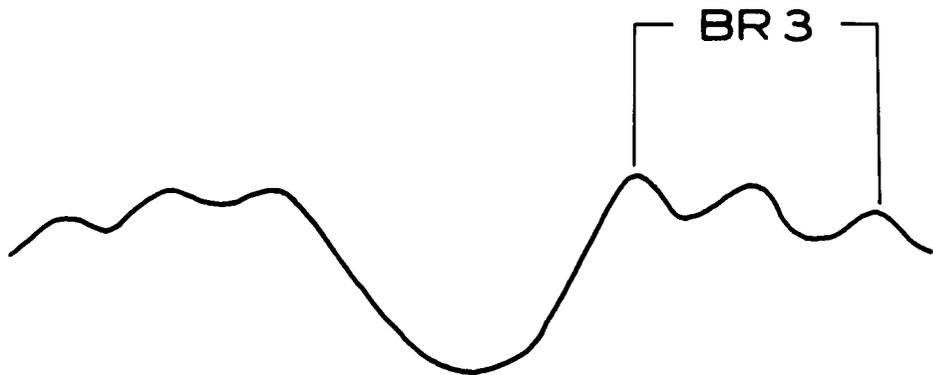


Abb. 2: BR3 = Breite der ersten drei Rippen.

Der Meßwert BR3 (Abb. 2) wird hier neu eingeführt. Da bei den Daleidener Steinkernen die Flügelspitzen fehlen und somit eine reine Auszählung der Anzahl der Rippen unterbleiben muß, kann mit diesem Meßwert festgestellt werden, wie eng die Rippen stehen. Das heißt je kleiner der Wert ist, desto größer ist die Anzahl der Rippen pro Größeneinheit (z. B. Länge) des Brachiopoden. Die Meßwerte werden dann in Form von Kartesischen Diagrammen aufgetragen. Außerdem wird für jede Punktvolke die Regressionsgerade berechnet und eingezeichnet. Die Geradenparameter Steigung (m), Korrelationskoeffizient (r) und der Schnittpunkt mit der Y-Achse (b) werden jeweils angegeben. Wie der jeweilige Korrelationskoeffizient zeigt, handelt es sich bei den durchgeführten Untersuchungen um eine lineare Korrelation zwischen den einzelnen Meßwerten. Da die Regressionsgeraden nicht vom Ursprung des Koordinatensystems ausgehen, sondern die Y-Achse schneiden ($b \neq 0$), handelt es sich bei den untersuchten Beziehungen zwischen den einzelnen Meßwerten um ein allometrisches Wachstum. Ein Ausschließen der Größenabhängigkeit mit Verhältniszahlen muß also unterbleiben.

Um den Winkel zwischen den Rippen und der Symmetrieebene zu messen, wurde mit Hilfe eines Zeichenspiegels jeweils auf dem Scheitel der ersten drei Rippen eine Linie gezogen (solange die Rippe etwa gerade ist). Das Euseptoid wurde ebenfalls gezeichnet und mit einem Lineal verlängert. Verlängert man die Rippenlinie zur Symmetrieebene (Euseptoid) ergibt sich ein Winkel, der dann gemessen werden kann. Bei der Armklappe wird analog ver-

fahren (Symmetrieebene = Medianseptum). Für die erhaltenen Werte wird, da die Winkel während der Ontogenese konstant sind, dann der Mittelwert errechnet. Um festzustellen ob die jeweiligen Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden ist der T-Test angewendet worden.

3. Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse in Form der Kartesischen Diagramme vorgeführt. Nach SOLLE (1953, S. 72) soll der Muskelzapfen von *Arduspirifer extensus* im Mittel schlanker sein als der von *Arduspirifer arduennensis arduennensis*. Abbildung 3 zeigt, daß kein Unterschied bei diesem Merkmal zwischen beiden Arten besteht. Bei gleicher angenommener Länge liegt die Punktverteilung von *A. extensus* im Hinblick auf die Länge (LM) und die Breite (BM) des Muskelzapfens (Abb. 4 u. 5) am oberen Rand der Verteilung von *A. arduennensis arduennensis*, d. h. die Muskelzapfen von *A. extensus* sind im Mittel etwas länger und breiter als bei der anderen Art. Abbildung 6 zeigt, daß der Muskelzapfen von *A. extensus* im Mittel, bei gleicher angenommener Länge, weiter nach vorne reicht als bei *A. arduennensis arduennensis*. Dies entspricht den Angaben von SOLLE (1953, S. 72). Der Sinus (BS) ist bei beiden Arten gleich stark ausgebildet. Das Diagramm (Abb. 7) zeigt deutlich, daß bei *A. extensus* die ersten drei Rippen enger zusammenliegen als bei *A. arduennensis arduennensis*. Dies entspricht ebenfalls der Meinung von SOLLE (1953, S. 71). Vergleicht man den BR3-Wert bei gleicher angenommener Breite des Muskelzapfens (Abb. 8), ergibt sich gleichfalls ein deutlicher Unterschied in der Anordnung der ersten drei Rippen.

Es standen nur vier vollständige Armklappen von *A. extensus* zu Vergleichszwecken zur Verfügung. Wobei zwei Armklappen noch vollkommen außerhalb des Größenspektrums von *A. arduennensis arduennensis* zu liegen kommen. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen aber trotzdem, daß bei gleicher Länge sowohl die Satteltbreite als auch der Meßwert für BF2 deutlich geringer sind als bei *A. arduennensis arduennensis*. SOLLE (1953, S. 72) stellt den unterschiedlichen Konvergenzpunkt der Rippen zwischen beiden Arten heraus. Der Konvergenzpunkt bei *A. extensus* soll hinter dem Wirbel liegen, bei *A. arduennensis arduennensis* (SOLLE 1953, S. 35) weist er auf die Wirbelspitze. Dies deutet auf einen Unterschied in der Ausrichtung der Rippen – und damit im gemessenen Winkel – hin. Die Rippen, die hinter dem Wirbel konvergieren, müßten dann einen geringeren Winkel aufweisen. Um diese Behauptungen zu verifizieren, wurden die (Kap. 2) beschriebenen Messungen unternommen.

Wie Tab. 1 zeigt sind die Mittelwerte der Winkel der ersten zwei Rippen von *A. extensus* tatsächlich geringer. Allerdings ist der Unterschied nach dem T-Test nur bei der ersten Rippe statistisch signifikant gegeben. Bei der dritten Rippe zeigt *A. extensus* einen geringfügig höheren Wert als die andere Art, der Unterschied ist aber nicht signifikant. Dieser weiter hinten liegende Konvergenzpunkt (Schloßfortsatz) soll auch für die Armklappe gelten (SOLLE 1953, S. 75). Tabelle 1 zeigt für alle drei Rippen von *A. extensus* niedrigere Mittelwerte, allerdings sind die Unterschiede statistisch nicht signifikant. Die Anzahl der Rippen bei *A. arduennensis arduennensis* ist an den Daleidener Steinkernen aufgrund der Abrollung an den Spitzen nicht mehr im vollen Umfang zu erkennen. Abbildung 7 zeigt aber, daß bei gleicher Länge der Stielklappen der durchschnittliche Meßwert für BR3 bei *A. extensus* wesentlich geringer ist als bei *A. arduennensis arduennensis*. Dies legt bei gleicher angenommener Breite eine höhere Anzahl von Rippen bei *A. extensus* nahe. Für die Armklappe kann aufgrund der wenig vollständig erhaltenen Exemplare von *A. extensus* keine statistisch relevante Aussage über die Zahl der Rippen gemacht werden. Die Anzahl der Rippen der Armklappen von *A. arduennensis arduennensis* ist bedingt durch die laterale Abrollung ebenfalls nicht anzugeben. Der Vorderrand der Stielklappe bei *A. extensus* ist entweder gerade, so daß der

Tab. 1: Statische Werte der Winkelmessungen.

Stielklappe

1. Rippe

	X	S	N	t	> 95%	> 99%
<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	12,946	4,111	46	2,62	+	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	8,938	3,133	8	2,62		

2. Rippe

<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	18,304	3,943	46	1,83	—	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	15,438	4,880	8	1,83		

3. Rippe

<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	23,065	4,973	46	0,49	—	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	23,563	6,737	8	0,49		

b.) Armklappe

1. Rippe

<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	22,674	3,709	46	0,96	—	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	21,0	3,317	5	0,96		

2. Rippe

<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	34,587	4,117	46	1,70	—	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	31,3	3,768	5	1,70		

3. Rippe

<i>Arduspirifer arduennensis arduennensis</i>	44,87	5,808	46	1,69	—	—
<i>Arduspirifer arduennensis extensus</i>	40,3	4,791	5	1,69		

X = arithmetisches Mittel, S = Standardabweichung; N = Anzahl der Messungen; t = τ -Wert, > 95% und > 99% = Signifikanzniveau.

rade, so daß der Umriß der Stielklappe dreieckig erscheint oder er ist nach hinten gebogen, es ergeben sich dann Stielklappen mit Flügeln wie sie für *A. arduennensis arduennensis* typisch sind. Die geringe Anzahl von Stielklappen mit voll erhaltenen Flügeln von *A. extensus* erlaubt leider keine statistische Untersuchung über die Verteilung der jeweiligen Formen. Als Unterscheidungsmerkmal ist die Flügelbildung daher nur bedingt geeignet. Die von SOLLE (1953, S. 34) herausgestellte starke Umbiegung im Bereich des Muskelzapfens der Stielklappe von *A. arduennensis arduennensis* ist bei vielen Stücken durchaus zu beobachten, aber in ihrer Ausbildung sehr variabel. Es lassen sich adulte Stücke mit nur geringer Umbiegung, als auch relativ kleine Steinkerne mit bereits starker Umbiegung finden (Abb. II). SOLLE (1953, S. 72) weist darauf hin, daß bei *A. extensus* das Euseptoid häufig kräftiger ist als bei *A. arduennensis arduennensis*. Dieses Merkmal wird aber, wie die Daleidener Steinkerne zeigen, stark von der Erhaltung beeinflusst (s. JAHNKE 1971, S. 21).

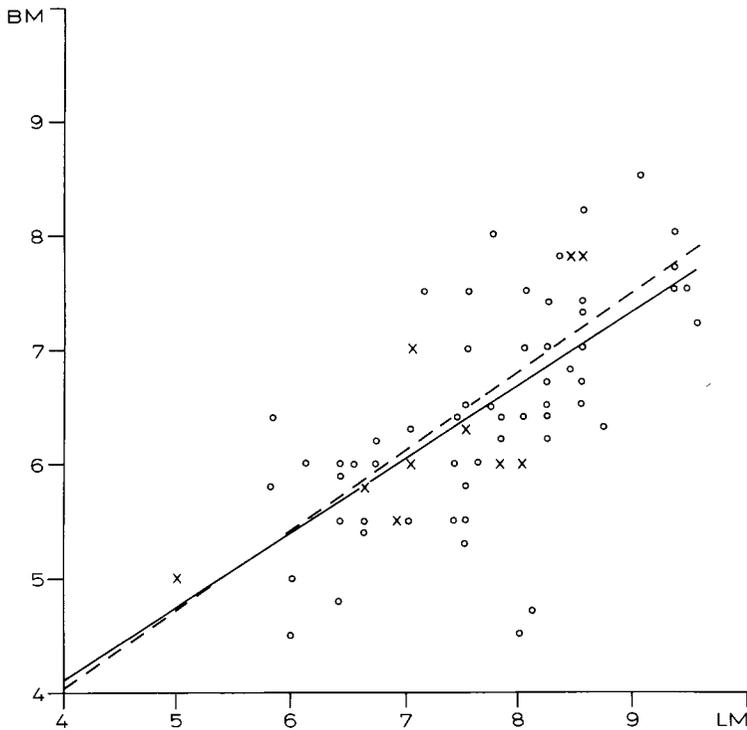


Abb. 3: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 73$, $r = 0,64$, $b = 1,5209$, $m = 0,6478$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 10$, $r = 0,767$, $b = 1,2635$, $m = 0,6955$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

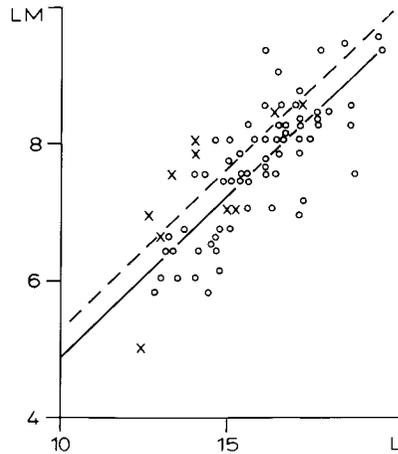


Abb. 4: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 73$, $r = 0,78$, $b = 0,0706$, $m = 0,4758$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 10$, $r = 0,72$, $b = 0,4688$, $m = 0,4766$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

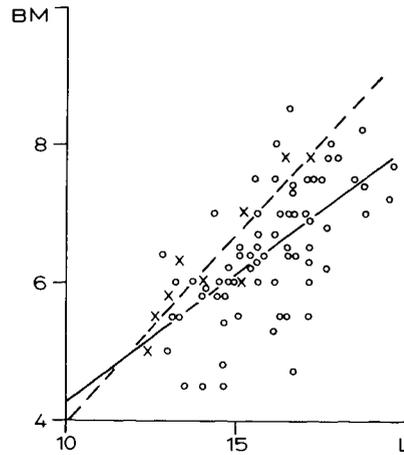


Abb. 5: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 73$, $r = 0,61$, $b = 0,4755$, $m = 0,3770$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 10$, $r = 0,932$, $b = -1,5851$, $m = 0,5539$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

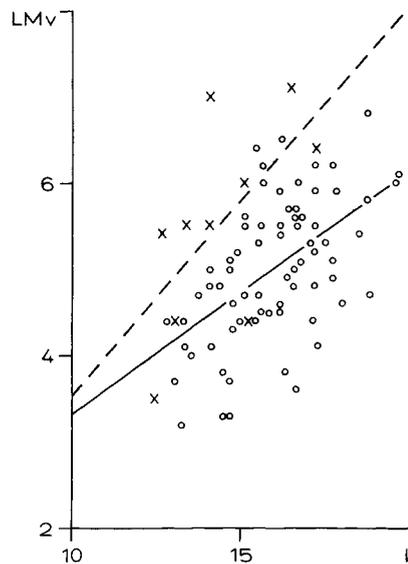


Abb. 6: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade $N = 73$, $r = 0,53$, $b = 0,4283$, $m = 0,2884$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 10$, $r = 0,614$, $b = -1,0682$, $m = 0,4616$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

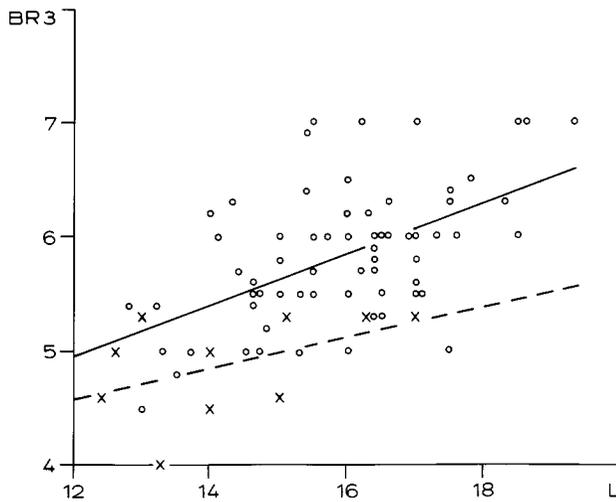


Abb. 7: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 74$, $r = 0,543$, $b = 2,2616$, $m = 0,2250$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 10$, $r = 0,455$, $b = 3,0182$, $m = 0,1311$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

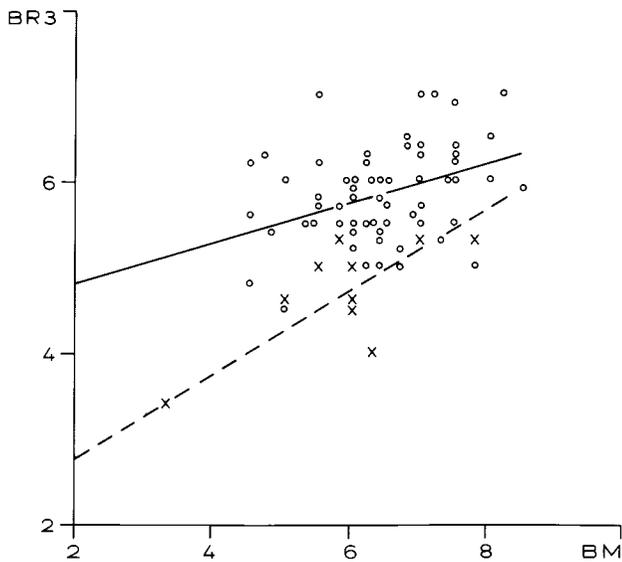


Abb. 8: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 76$, $r = 0,357$, $b = 4,3515$, $m = 0,2295$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 12$, $r = 0,877$, $b = 1,8057$, $m = 0,48073$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

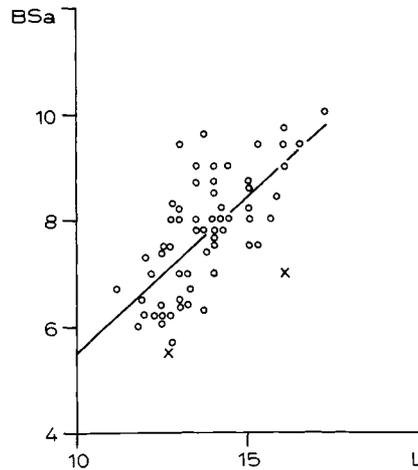


Abb. 9: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 67$, $r = 0,685$, $b = -0,4965$, $m = 0,5959$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 2$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

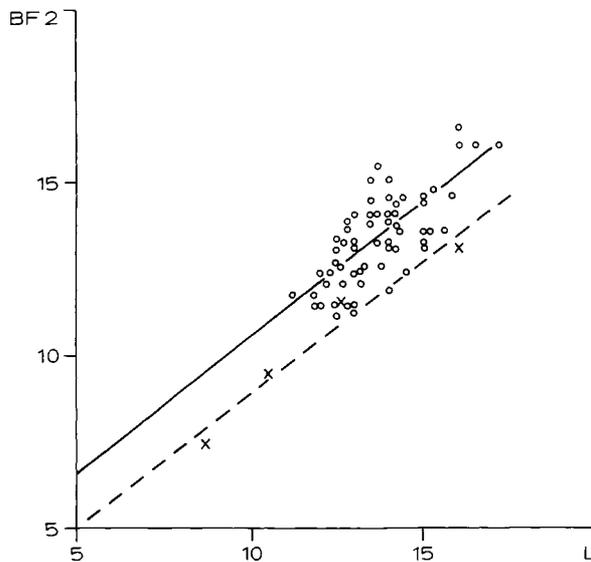


Abb. 10: *Arduspirifer a. arduennensis* (Kreise); durchgezogene Gerade: $N = 67$, $r = 0,733$, $b = 2,6833$, $m = 0,7794$; *Arduspirifer extensus* (Kreuze); gerissene Gerade: $N = 4$, $r = 0,98$, $b = 1,2098$, $m = 0,759$ (Erläuterung der Abkürzungen s. Kap. 2).

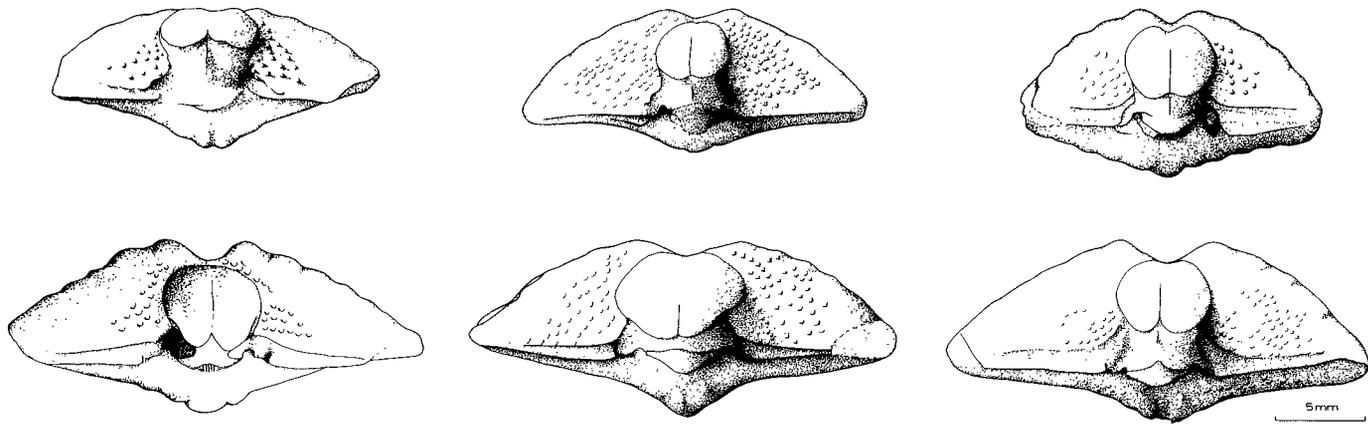


Abb. 11: Exemplare von *Arduspirifer arduennensis arduennensis* von „Daleiden“ mit unterschiedlich starker Steinkernwölbung im Bereich des Muskelzapfens. Die Stücke sind so orientiert, daß der hintere Steinkernbereich jeweils maximale Wölbung zeigt.

Eine Untersuchung des B/L-Verhältnisses (Breite/Länge) kann mit Hilfe der Daleidener Steinkerne nicht vorgenommen werden. Da hier kein isometrisches Wachstum stattfindet (s. Abb. 2 in SOLLE 1953), ist eine Darstellung als Verhältniszahl, d. h. als wachstumsunabhängiger Wert, unzulässig. Mit entsprechendem Material sollte statt dessen eine Untersuchung mit Hilfe Kartesischer Diagramme (mit nur einem Merkmal pro Achse) stattfinden. Unterschiede in der Allometrie könnten dann unmittelbar an der Steigung bzw. dem Schnittpunkt mit der Y-Achse der jeweiligen Geraden festgestellt werden.

4. Diskussion

Die in der Einleitung erwähnte, von JAHNKE (1971) vorgenommene Synonymisierung von *Arduspirifer extensus* mit *Arduspirifer arduennensis arduennensis* kann nicht aufrecht erhalten werden. Es können aufgrund von biometrischen Untersuchungen Unterschiede in der Länge und Breite des Muskelzapfens zwischen beiden Arten festgestellt werden. Außerdem ragt der Muskelzapfen von *A. extensus* weiter nach vorne. Die Rippen stehen bei *A. extensus* enger als bei *A. arduennensis arduennensis*. Winkelmessungen der ersten drei Rippen zeigen bei *A. extensus* fast immer einen geringeren Winkel zwischen Rippen und Symmetrieebene. Allerdings ist nur bei der ersten Rippe der Stielklappe ein signifikanter Unterschied feststellbar, die anderen Unterschiede im Mittelwert können daher auch zufällig sein. Die Armklappe zeigt ebenfalls Unterschiede in der Breite des Sattels und der Breite der jeweils zweiten Falte links und rechts des Sattels. Starke Umbiegung im Bereich des Muskelzapfens von *A. arduennensis arduennensis* ist, wie gezeigt, sehr variabel und daher als Unterscheidungsmerkmal nur bedingt einsetzbar. Aus den oben durchgeführten Untersuchungen läßt sich für *A. extensus* folgende Differentialdiagnose aufstellen.

A. extensus unterscheidet sich von *A. arduennensis arduennensis* durch

- den (bei gleicher angenommener Länge) längeren und breiteren sowie weiter nach vorne ragenden Muskelzapfen,
- den schmälere Sattel und den geringeren Wert für den Abstand zwischen der zweiten Falte links und rechts des Sattels,
- die enger zusammenliegenden ersten drei Rippen,
- den meist geraden Vorderrand,
- den geringeren Winkel zwischen der ersten Rippe der Stielklappe und der Symmetrieebene.

Schriften

- FUCHS, G. (1982): Upper Siegenian and Lower Emsian in the Eifel hills. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55**, S. 229-256, 1 Tab., Frankfurt a. M.
- GOULD, S. J. (1965): Allometry and size in ontogeny and phylogeny. – Biol. Rev., **41**, S. 587-640, 6 Abb., 3 Tab., Cambridge/UK.
- GOURVENNEC, R. (1989): Brachiopodes Spiriferida du Dévonien inférieur du Massif armoricain. – Biostratigraphie du Paléozoïque, **9**, S. 1-281, 155 Abb., 22 Taf., Brest.
- IMBRIE, J. (1956): Biometrical methods in the study of invertebrate fossils. – Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **108**, S. 213-252, 10 Abb., 7 Tab., New York.
- JAHNKE, H. (1971): Fauna und Alter der Erbslochgrauwacke (Brachiopoden und Trilobiten, Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge und Harz). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **9**, 105 S., 50 Abb., 11 Taf., Göttingen.

- MITTMEYER, H.-G. (1972): Delthyrididae und Spinocyrtiidae (Brachiopoda) des tiefsten Ober-Ems im Mosel-Gebiet (Ems-Quarzit, Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **1**, S. 82-121, 15 Abb., 2 Taf., Mainz.
- (1973): Grenze Siegen/Unterems bei Bornhofen (Unter-Devon, Mittelrhein). – Mainzer geowiss. Mitt., **2**, S. 71-103, 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Mainz.
 - (1974): Zur Neufassung der Rheinischen Unterdevon-Stufen. – Mainzer geowiss. Mitt., **3**, S. 69-79, 2 Tab., Mainz.
 - (1982): Rhenish Lower Devonian Biostratigraphy. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55**, S. 257-270, 2 Abb., 2 Tab., Frankfurt a. M.
- SOLLE, G. (1953): Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im Rheinischen Devon. – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **5**, S. 1-156, 45 Abb., 7 Tab., 18 Taf., Wiesbaden.
- (1972): Abgrenzung und Untergliederung der Oberems-Stufe, mit Bemerkungen zur Unterdevon-/Mitteldevon-Grenze. – Notizblatt hess. Landesamt Bodenforsch., **100**, S. 60-91, 2 Abb., Wiesbaden.
- VANDERCAMMEN, A. (1963): Spiriferidae du Dévonien de la Belgique. – Mémoire de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, **150**, S. 1-179, 103 Abb., 13 Taf., Brüssel.
- WERNER, R. (1969): Ober-Ems und tiefstes Mittel-Devon am N-Rand der Prümer Mulde (Devon, Eifel). – Senckenbergiana lethaea, **50**, (2/3), S. 161-237, 7 Abb., 6 Tab., 7 Taf., Frankfurt a. M.
- ZORN, H. (1972): Sind morphologische Merkmale von Organismen durch Verhältniszahlen quantitativ zu erfassen? – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **140**, S. 354-377, Stuttgart.

Anschrift des Autors: Dr. JÜRGEN GAD, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz,
Postfach 2045, D-55010 Mainz.

Manuskript eingegangen am 26. 11. 1991