Neue Rekonstruktions-Zeichnungen von ausgewählten paläozoischen Gliederfüßern (Fluginsekten, Spinnentiere und *Arthropleura*)

ELKE GRÖNING & **CARSTEN BRAUCKMANN**, Clausthal-Zellerfeld

Während der letzten Jahre hat sich durch ausgezeichnet erhaltene Fossil-Funde die Kenntnis über die Morphologie einiger paläozoischer Gliederfüßer-Gruppen enorm verbessert, so dass hierfür nunmehr gut abgesicherte, lebensechte Rekonstruktionen möglich sind. Die Autoren haben daher ein Arbeits-Projekt begonnen mit dem Ziel, solche Rekonstruktions-Zeichnungen zu erstellen, die sich beispielsweise auch für wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Bücher sowie für Museums-Ausstellungen verwenden lassen.

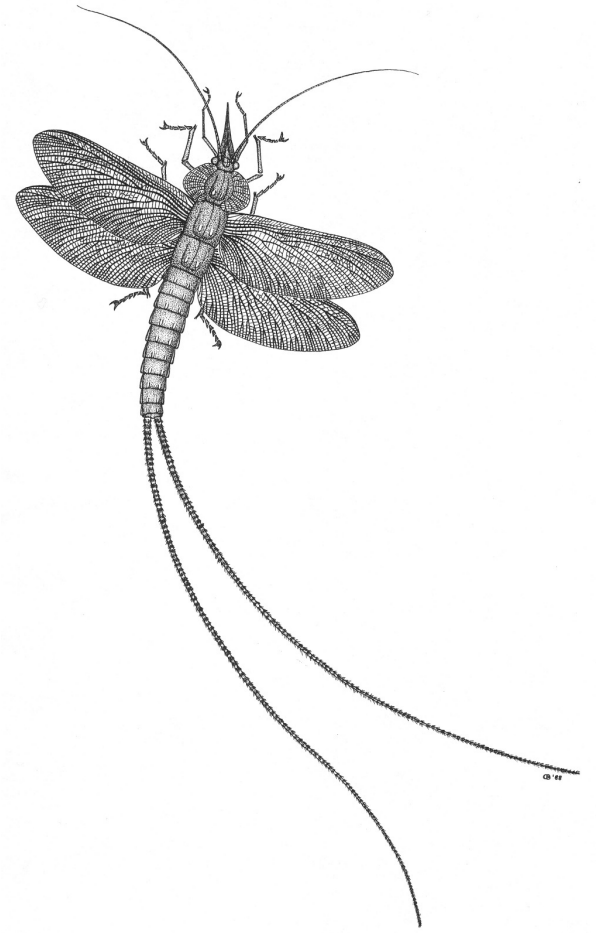

Abb. 1: *Homoioptera vorhallensis* BRAUCKMANN & KOCH, 1982, Zeichnung: Carsten Brauckmann.

Die Einzelschritte bei diesen Arbeiten sind:

1. Zusammenstellung aller verfügbaren Daten der betreffenden Arten: Maße, Proportionen, Paläoökologie, Bewegungsweise (einschließlich des Flugs bei Fluginsekten), Ernährungsweise, Fortpflanzungsverhalten und dergleichen.
2. Erstellung von ersten Skizzen in unterschiedlichen Ansichten.
3. Für die Reinzeichnungen ist es schließlich nötig, auch die Gestalt und Farbgebung der nächsten heute lebenden Verwandten (soweit es welche gibt) oder ähnlicher Formen zu berücksichtigen, um eine möglichst naturgetreue Körperhaltung (einschließlich des davon abhängigen Schattenwurfs) der fossilen Art zu erzielen und ihren Lebensraum möglichst anschaulich zu gestalten. Unklar bleibt dabei natürlich die ursprüngliche Farbgebung; durch Vergleich mit heute lebenden Formen kann sie aber zumindest eingegrenzt werden.

Bei den hier vorgestellten Rekonstruktions-Zeichnungen handelt es sich um folgende Formen:

1. Insekten: Urnetzflügler (= Palaeodictyoptera): ***Homoioptera vorhallensis* BRAUCKMANN & KOCH, 1982** (Namurium B; Hagen-Vorhalle/Ruhrgebiet, Deutschland) (Abb. 1) und ***Delitzschala bitterfeldensis* BRAUCKMANN & SCHNEIDER, 1996** (eine der ältesten Fluginsekten-Arten überhaupt, höchstes Unter-Karbon; Raum Bitterfeld/Delitzsch, Deutschland, aus einem Bohrkern geborgen) (Abb. 2).

Innerhalb der Palaeodictyoptera ist die Morphologie durch mehrere nahezu vollständig erhaltene Funde sehr gut bekannt, so z.B. von *Homoioptera vorhallensis* (vgl. BRAUCKMANN 1991) und von einigen Arten der Spilapteridae (vgl. BRAUCKMANN & GRÖNING 1999 – Virgo und diese Arbeit: Abb. 2). Angesichts des insgesamt sehr einheitlichen Grund-Bauplans der Palaeodictyoptera (wie ebenso der ihnen nahestehenden Diaphanopterodea und Megasecoptera) ist auch für die übrigen Formen eine ähnliche Gesamt-Gestalt anzunehmen. Entsprechend ist auch eine ähnliche Lebensweise sehr wahrscheinlich.

Die Mundwerkzeuge der Palaeodictyoptera waren zu einem mehr oder weniger langen Saugschnabel umgestaltet, mit dem die Tiere offensichtlich an Pflanzen Säfte, Sporen oder Pollen gesaugt haben (siehe die Rekonstruktion der Spilapteridae-Art *Delitzschala bitterfeldensis*, Abb. 2). Am Kopf befand sich weiterhin ein Paar beinähnlicher Kiefertaster (= Maxillipalpen), das heißt noch nicht zu typischen Mundwerkzeugen umgeformter ursprünglicher Beinanhänge, so dass es im Extremfall (wie z.B. bei *Homoioptera vorhallensis*) scheinbar so aussah, als hätten die Tiere vier Bein-Paare.

Abb. 2: *Delitzschala bitterfeldensis* BRAUCKMANN & SCHNEIDER, 1996, Zeichnung: Elke Gröning.

Auffällig ist der Besitz eines dritten, am Prothorax ansetzenden Flügel-Paares. Diese Vorderbrust-Flügelchen (= Prothoracal-Flügel) sind deutlich kleinflächiger als die übrigen Flügel, zeigen aber in einigen Fällen eine analoge Aderung und eine ähnliche Korrugation. Mittelbrust- und Hinterbrust-Flügel (= Mesothoracal- bzw. Metathoracal-Flügel; = Vorderflügel bzw. Hinterflügel bei heutigen Insekten) überlappen einander bei den Homoiopteridae beträchtlich, was in diesem Fall auch für die Flügelstellung am lebenden Tier angenommen werden muß. Bei den Spilapteriden hingegen gibt es Arten, deren Flügel einander nicht überlappen, so auch bei *Delitzschala bitterfeldensis*.
Mit den scharfen, zum Teil sägeförmig gestalteten Schneidekanten ihres Legestachels haben die Weibchen für die Eier sehr wahrscheinlich schützende Höhlen in Pflanzen eingeschnitten.

Homoioptera vorhallensis zählt zu den am besten bekannten Palaeodictyopteren-Arten überhaupt. Mittlerweile liegen fünf nahezu komplett erhaltene Exemplare vor, sowohl Weibchen mit langem Legestachel als auch Männchen mit den typischen Klammerorganen, die zusammen eine vollständige und abgesicherte Rekonstruktion dieser Art erlauben. Der Saugschnabel und die Kiefertaster von *Homoioptera vorhallensis* sind auffällig lang; desgleichen sind die Antennen lang und schlank. Die Vorderbrust-Flügelchen sind nicht sehr derb und zeigen deutlich ihre Äderung, die sich in der gleichen Weise wie die der Vorder- und Hinterflügel aufteilt; sie laden seitlich recht weit aus und sind außen leicht zugespitzt. Vorder- und Hinterflügel überlappen einander beträchtlich und weisen keinerlei Farbflecken auf. Unerwartet groß ist die Variabilität der Flügel-Äderung (vgl. BRAUCKMANN 1991). So unterscheiden sich z. B. an einem Exemplar die linken und die rechten Flügel so sehr, dass man sie – wären sie isoliert gefunden – nach den bisherigen Konzepten zumindest unterschiedlichen Gattungen zugeordnet hätte. Es ist anzunehmen, dass dies auch für viele andere Urnetzflügler gilt, so dass für diese Gruppe die Kriterien der Systematik neu überprüft werden müssen. Überraschend ist auch die extreme Länge der beiden Schwanzfäden: Einer davon ist an einem Exemplar über 20 cm erhalten, muss aber noch länger gewesen sein! Die Flügel-Spannweite betrug ebenfalls etwa 20 cm. Damit zählt *Homoioptera vorhallensis* zu den größeren Palaeodictyopteren-Arten, erreicht aber längst nicht die Ausmaße der allergrößten Formen, bei denen sich die Spannweite auf bis zu 56 cm schätzen lässt.

Delitzschala bitterfeldensis ist demgegenüber mit einer Flügel-Spannweite von weniger als 2.5 cm für Palaeodictyopteren-Verhältnisse sehr kleinwüchsig. Das Tier war sehr wahrscheinlich vollständig fossilisiert, wie die zusammenhängend erhaltenen Körperteile zeigen, ist aber beim Bohrvorgang zu mehr als der Hälfte zerstört worden (vgl. BRAUCKMANN & GRÖNING 1999). Die Körpergestalt lässt sich dennoch recht gut rekonstruieren; einige Details sind nach verwandten Arten ergänzt. Wie bei den Spilapteriden üblich (und auch von anderen Palaeodictyopteren bekannt), sind Reste der ursprünglichen Farbverteilung auf den Flügeln überliefert. Es sind dies relativ unregelmäßige, aber mehr oder weniger auffällig zu Bändern gruppierte helle Flecken. Welche Farben wirklich beteiligt waren, lässt sich natürlich nicht mehr ermitteln, da die Pigmente zerstört worden sind. Immerhin ist es nach Vergleichen mit den Verhältnissen an vielen heute lebenden Insekten wahrscheinlich, dass die auf dem Fossil jetzt hell erscheinenden Gümbelit-Flecken zu Lebzeiten die gefärbten Farbzonen und die nun dunkel erhaltenen Flächen hingegen eher durchscheinend waren. Die Farbgebung in der Rekonstruktionszeichnung lehnt sich weitgehend an die mancher heutiger Eintagsfliegen an.

2. Insekten: Urlibellen (= Odonatoptera): ***Namurotypus sippeli* BRAUCKMANN & ZESSIN, 1989** (Namurium B; Hagen-Vorhalle/Ruhrgebiet, Deutschland) (Abb. 3).

Eine detaillierte, nach Methoden der Phylogenetischen Systematik erstellte Untergliederung der Odonatoptera mit mehreren Zwischen-Gruppen liefern unter anderem BECHLY et al. (2001).

In der hier zitierten Publikation werden auch weitere neue Erkenntnisse zur Morphologie und zum Kopulations-Verhalten der ältesten bisher bekannten Libellen (aus dem tieferen Ober-Karbon von Hagen-Vorhalle und aus Argentinien) vorgestellt. Hierzu gehört unter anderem der Nachweis kleiner Vorderbrust-Flügelchen (= Prothoracal-Flügel) an den beiden Vorhaller Arten *Erasipteroides valentini* (BRAUCKMANN in BRAUCKMANN et al., 1985) und *Namurotypus sippeli*, nachdem dieses Merkmal zuvor schon von WOOTTON et al. (1998) und WOOTTON & KUKALOVÁ-PECK (2000) an einem fast vollständig erhaltenen, noch nicht näher beschriebenen und auch noch nicht benannten Angehörigen der Eugeropteridae (Geroptera) aus dem tieferen Ober-Karbon von Malanzán, Provinz Córdoba/Argentinien erkannt worden war.

Abb. 3: *Namurotypus sippeli* BRAUCKMANN & ZESSIN, 1989, Zeichnung: Elke Gröning.

Namurotypus sippeli gehört mit einer Flügel-Spannweite von etwa 32 cm eher zu den kleineren Riesen-Urlibellen. Die größten bisher bekannten Arten aus dieser Verwandtschaft erzielen bis zu 73 cm Spannweite. Dafür ist *Namurotypus sippeli* aber gleich durch drei recht vollständig erhaltene Exemplare belegt, von denen eines durch seine erhaltenen Geschlechts-Organe klar als Männchen erkennbar ist, wenngleich diese eine sehr urtümliche und von den heutigen Libellen deutlich abweichende Morphologie zeigen, aus der sich auch neue Überlegungen zu deren Evolution und Funktion ergeben. Sekundäre Kopulations-Organe fehlen offensichtlich noch. Dafür sind die Schwanzfäden noch sehr lang, deutlich segmentiert und weniger kräftig als bei heutigen Libellen, aber schon s-förmig gebogen. Außerdem besaßen die Männchen von *Namurotypus* einen paarigen Penis mit einem Paar seitlicher Anhänge und einem weiteren Paar blattartiger, aber noch segmentierter Genital-Beine.

Das Fehlen von sekundären Kopulations-Organen bei *Namurotypus sippeli* läßt darauf schließen, dass die Paarung der ältesten fossilen Libellen nicht durch eine direkte Kopulation ablief, sondern durch das Absetzen freier Sperma-Pakete auf einem Untergrund. Auf ähnliche Weise geschieht dies heute noch bei den viel ursprünglicheren primär flügellosen Insekten. Die Männchen könnten dabei ihre s-förmigen Schwanzfäden hinter dem Kopf des Weibchens angesetzt haben, um das Weibchen über das Sperma-Paket zu dirigieren, ähnlich dem Paarungsverhalten mancher heutiger Spinnentiere.

3. Spinnentiere (= Arachnida): Geißelskorpione (= Uropygi): ***Geralinura naufraga* (BRAUCKMANN & KOCH, 1983)** (Namurium B; Hagen-Vorhalle/Ruhrgebiet, Deutschland) (Abb. 4).

Geißelskorpione sind trotz ihres Namens mit den Skorpionen nicht näher verwandt. Kennzeichnend sind der schlanke Körper und die namengebende lange Geißel am Hinterende. Fossil sind sie außerordentlich selten. Außer einer Art aus dem Jung-Tertiär von Kalifornien sind nur knapp 20 Fundstücke bekannt. Diese stammen alle aus dem Ober-Karbon, und zwar aus Europa und Nordamerika sowie – fraglich – aus China. Die (ohne Extremitäten) knapp 16 mm lange *Geralinura naufraga* von Vorhalle ist die älteste bekannte Art. Sie wurde kürzlich – anläßlich einer Revision der britischen karbonischen Geißelskorpione von DUNLOP & HORROCKS (1996) – in die Gattung *Geralinura* versetzt.

Abb. 4: *Geralinura naufraga* (BRAUCKMANN & KOCH, 1983), Zeichnung: Elke Gröning.

Heute leben etwa 10 Gattungen mit insgesamt weniger als 100 Arten in den Subtropen und Tropen. Die Tiere halten sich gewöhnlich unter abgefallenem Laub, unter Steinen oder unter der lockeren Borke von Bäumen auf und sind nachtaktiv. Der Körper ist abgeflacht und meist unscheinbar bräunlich. Das vordere Beinpaar ist zu langen Tastorganen umgestaltet. Ihre Nahrung – Insekten, kleine Tausendfüßer, Asseln, Würmer und Landschnecken – ergreifen sie mit den kräftigen, fangkorbartig ausgebildeten Kiefertastern. Zur Abwehr können die Geißelskorpione aus ihren Analdrüsen den Angreifern zielsicher und sehr wirksam eine aus

Essigsäure oder ähnlichen Säuren bestehende Flüssigkeit entgegenspritzen.

Im Laufe ihrer langen, mindestens über 310 Millionen Jahre dauernden Entwicklung haben sich die Geißelskorpione erstaunlich wenig geändert. Entsprechend dürften auch schon die fossil überlieferten Formen eine ähnliche Lebensweise wie die heutigen Arten gehabt haben. Die Farbgebung der Rekonstruktions-Zeichnung lehnt sich stark an die heute lebender Arten an.

4. Spinnentiere (= Arachnida): Kapuzenspinnen (= Ricinulei): ***Curculioides adompha*** **BRAUCKMANN, 1987** (Namurium B; Hagen-Vorhalle/Ruhrgebiet, Deutschland) (Abb. 5).

Abb. 5: *Curculioides adompha* BRAUCKMANN, 1987, Zeichnung: ElkeGröning.

Noch seltener als die Geißelskorpione sind die Kapuzenspinnen. Heute leben nur ca. 20 Arten (3 Gattungen). Sie alle sind auf die tropischen Regionen West-Afrikas bzw. Amerikas beschränkt. Fossil sind derzeit 25 Exemplare aus dem Ober-Karbon in Großbritannien, den USA und West-Deutschland bekannt, die sich auf 15 eindeutig bestimmbare Arten in vier Gattungen verteilen. Dabei stellt *Curculioides adompha* aus Vorhalle wiederum die älteste Art dar. Der einzige Fund ist (ohne Extremitäten) etwa 17 mm lang.

Wichtigstes Merkmal der Kapuzenspinnen ist die auffällige und Namen gebende „Kapuze“ am Vorderende des Körpers, die als gelenkige Schutzkappe die Mundwerkzeuge überdeckt. Die Tiere halten sich am Boden meist unter verrottenden Pflanzenresten und an ähnlichen Plätzen auf. Sie kriechen nur langsam und benutzen dabei ihre Vorderbeine als Tastorgane. Bei Störung oder Gefahr verharren sie regungslos und stellen sich tot.

Nach den neuesten Untersuchungen durch SELDEN (1992) scheinen die heute lebenden und die karbonischen Kapuzenspinnen zwei getrennten Entwicklungslinien anzugehören. Dennoch ist auch hier der Bauplan in den Grundzügen seit dem Ober-Karbon kaum verändert, so dass wir ebenfalls eine sehr ähnliche Lebensweise der fossilen und heutigen Arten annehmen können. Auch bei *Curculioides adompha* lehnt sich die Farbgebung der Rekonstruktions-Zeichnung sehr an heute lebende Arten an.

5. Doppelfüßer (= Diplopoda): ***Arthropleura*** **VON MEYER, 1853** (die großwüchsigste bisher bekannte Arthropoden-Gattung; höheres Karbon bis Unter-Perm) (Abb. 6).

Mit einer Länge von über 2 m und einem geschätzten Gewicht von 10 bis 12 kg stellen die Angehörigen dieser Gattung die größten bisher bekannten Gliederfüßer. Allerdings sind auch Exemplare von nur 3,8 cm Gesamt-Länge beschrieben worden. Die über 10 publizierten Arten sind systematisch recht unzulänglich abgesichert; deshalb werden im Folgenden nur Merkmale der Gattung näher beleuchtet. In den letzten Jahren haben vor allem die Arbeiten von Prof. Otto KRAUS (Hamburg) zu einer neuen Sicht auf die schon seit 1853 bekannten Tiere beigetragen.

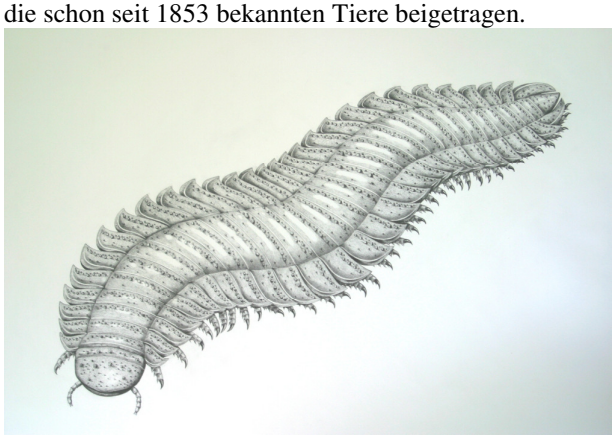

Abb. 6: *Arthropleura* sp., Zeichnung: Elke Gröning.

So kann als gesichert gelten, dass die lange Zeit umrätselte Kopf-Region aus einem unter einem Nackenschild (= Collum) versteckten, auf der Bauchseite nach hinten umgeknickten Kopf besteht, der somit in Aufsicht auf das Tier nicht bzw. kaum sichtbar ist. Noch nicht aufgefunden wurden die Antennen, die Augen und die Mundwerkzeuge. Letztere müssen sehr schwach sklerotisiert, da nicht erhaltungsfähig gewesen sein, so dass *Arthropleura* wohl eher bequem zu konsumierenden Pollen gefressen hat anstatt der furchterregende Räuber zu sein, als der sie normalerweise dargestellt wird.

Eine Synthese von Paläontologie und Rezent-Zoologie ergab verblüffende Übereinstimmungen von *Arthropleura* mit nur wenige mm kleinen, verborgen lebenden Diplopoden, den Pselaphognathen (= Pinselfüßern). Etliche Merkmale ließen sich überraschend als Homologien bzw. sogar

Synapomorphien werten (z.B. die Differenzierung der Bauchseite in sagittale Sternite und seitlich angrenzende Felder, die Anwesenheit von Paraterga und Pleuriten bei den Pinselfüßern, der Bau der Laufbeine), so dass die Pselaphognathen als Schwestergruppe der Arthropleuriden gelten können, die damit als echte Diplopoden einzustufen sind. Die Diplopodie wird dabei ebenso wie in der Schwestergruppe eher irregulär gewesen sein, das heißt, es sind zwar mehr Beinpaare als Rückenplatten vorhanden, aber nicht doppelt so viele, sondern nur ein Drittel mehr, etwa 39 Beinpaare verteilen sich auf 29 Rückenplatten. Das Antennenpaar war wohl kräftig und wenigglied rig.

Trotz beachtlicher Größe besitzt *Arthropleura* eine eher dünne Cuticula. Eine konstante Körperform konnte dementsprechend nur durch einen erhöhten Binnendruck aufrechterhalten werden. KRAUS (2004) stellt einen Vergleich zu Schmetterlingsraupen her, die immerhin maximal 15 cm Länge erreichen können. Als Atmung kann eine Art Plastron-Atmung mittels der K-Platten auf der Unterseite der Tiere angenommen werden, da bisher keinerlei Tracheen-Öffnungen gefunden wurden. Eine semiaquatische Lebensweise wird für diese interessante Tiergruppe daher immer wahrscheinlicher.

Die zweite, neue Rekonstruktion von *Arthropleura* berücksichtigt diese neuen Erkenntnisse und verzichtet dabei auf eine farbige Darstellung.

Literatur

BECHLY, G., **BRAUCKMANN, C.**, **ZESSIN, W.** & **GRÖNING, E.** (2001): New results concerning the morphology of the most ancient dragonflies (Insecta: Odonatoptera) from the Namurian of Hagen-Vorhalle (Germany). – Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, **39:** 209-226, Abb. 1-15; Berlin.

BRAUCKMANN, C. (1987): Neue Arachniden-Funde (Scorpionida, Trigonotarbida) aus dem westdeutschen Unter-Devon. – Geologica et Palaeontologica, **21:** 73-85, Abb. 1-6, Taf. 1-2; Marburg.

BRAUCKMANN, C. (1991): Morphologie und Variabilität von *Homoioptera vorhallensis* (Insecta: Palaeodictyoptera; Ober-Karbon). – Geologica et Palaeontologica, **25:** 193-213, Abb. 1-15, Tab. 1-4, Taf. 1-4; Marburg.

BRAUCKMANN, C. & **GRÖNING, E.** (1999): Das älteste bisher bekannt fossile Fluginsekt. – Virgo, **3** (1): 6-7, Titelbild, Abb. 1-2, Tab. 1; Schwerin.

BRAUCKMANN, C. & **KOCH, L.** (1982): Neue Insekten aus den Vorhalle-Schichten (oberes Namurium B) von Hagen-Vorhalle. – Dortmunder Beiträge zur Landeskunde, Naturwissenschaftliche Mitteilungen, **16**: 15-26, Abb. 1-6; Dortmund.

BRAUCKMANN, C. & **KOCH, L.** (1983): *Prothelyphonus naufragus* n. sp., ein neuer Geißelskorpion [Arachnida: Thelyphonida: Thelyphonidae] aus dem Namurium (unteres Ober-Karbon) von West-Deutschland. – Entomologia Generalis, **9** (1/2): 63-73, Abb. 1-10, Tab. 1; Stuttgart.

BRAUCKMANN, C., **KOCH, L.** & **KEMPER, M.** (1985): Spinnentiere (Arachnida) und Insekten aus den Vorhalle-Schichten (Namurium B; Ober-Karbon) von Hagen-Vorhalle (West-Deutschland). – Geologie und Paläontologie in Westfalen, **3:** 1-131, Abb. 1-57, Taf. 1-23; Münster/Westfalen.

BRAUCKMANN, C., **SCHÖLLMANN, L.** & **SIPPEL, W.** (2003): Die fossilen Insekten, Spinnentiere und Eurypteriden von Hagen-Vorhalle. – Geologie und Paläontologie in Westfalen, **59:** 1-89, Abb. 1-24, Taf. 1-12; Münster.

BRAUCKMANN, C. & **ZESSIN, W.** (1989): Neue Meganeuridae aus dem Namurium von Hagen-Vorhalle (BRD) und die Phylogenie der Meganisoptera. – Deutsche Entomologische Zeitschrift, Neue Folge, **36** (1/3): 177-215, Abb. 1-17, Tab. 1-6, Taf. 3-8; Berlin.

DUNLOP, J.A. & **HORROCKS, C.A.** (1996): A new Upper Carboniferous whip scorpion (Arachnida: Uropygi: Thelyphonida) with a revision of the British Carboniferous Uropygi. – Zoologischer Anzeiger, **234:** 293-306, Abb. 1-24; Jena (Gustav Fischer Verlag).

KRAUS, O. (2004): Riesen-Gliederfüßer des Erdaltertums. Fossile Giganten und ihre heute lebenden Verwandten. – Naturwissenschaftliche Rundschau, 57 (9): 489-494, Abb. 1-9; Stuttgart.

KRAUS, O. & **BRAUCKMANN, C.** (2003): Fossil giants and surviving dwarfs. Arthropleurida and Pselaphognatha (Atelocerata, Diplopoda): characters, phylogenetic relationships and construction. – Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, Neue Folge, **40:** 5-50, Abb. 1-42, Tab. 1; Hamburg. [11.07.2003]

SELDEN, P.A. (1992): Revision of the fossil ricinuleids. – Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, **83:** 595-634, Abb. 1-32, Tab. 1-2; Edinburgh.

WOOTTON, R.J. & **KUKALOVÁ-PECK, J.** (2000): Flight adaptions in Palaeozoic Palaeoptera (Insecta). – Biological Reviews, **75:** 129-167, Abb. 1-20, Tab. 1; Cambridge.

WOOTTON, R.J., **KUKALOVÁ-PECK, J.**, **NEWMAN, D.J.S.** & **MUZÓN, J.** (1998): Smart engineering in the Mid-Carboniferous: How well could Palaeozoic dragonflies fly? – Science, **282:** 749-761, Abb. 1-2; Washington, D.C.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Elke Gröning & Prof. Dr. Carsten Brauckmann, Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Clausthal, Leibnizstrasse 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld;

E-mail:groening@geologie.tu-clausthal.de;
Carsten.Brauckmann@tu-clausthal.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Virgo - Mitteilungsblatt des Entomologischen Vereins Mecklenburg

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Gröning Elke, Brauckmann Carsten

Artikel/Article: Neue Rekonstruktions-Zeichnungen von ausgewählten paläozoischen Gliederfüßern (Fluginsekten, Spinnentiere und Arthropleura) 17-21