

„Ur-Geziefer“ – woher kommen die Insekten?

Eine mit zahlreichen Farbfotos ausgestattete, sehens- und lesenswerte Publikation über Insekten mit dem sinnreichen Titel „Ur-Geziefer“ veröffentlichte das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart im vergangenen Jahr (BECHLY et al. 2001). Im April 2002 wurde zusätzlich eine gleichnamige Sonderausstellung im dortigen Löwentor-Museum eröffnet. Die einzelnen Kapitel des kleinen Buches befassen sich mit dem Insekten-Bauplan, mit Fossilisationsbedingungen, mit dem erdgeschichtlichen Auftreten der Insekten an Land und in der Luft, mit dem Aussterben der Großinsekten; weiter damit, wie anhand der Fossilüberlieferung auf den ehemaligen Lebensraum geschlossen werden kann, und schließlich mit ihrer Systematik, wobei auch die moderne Cladistik zur Sprache kommt.

Die Schrift will durch die intensive Auswertung und Abbildung fossiler Insekten (vor allem einmalig erhaltener Funde aus Unterkreide-Plattenkalken der Santana-Formation Nordost-Brasiliens; vgl. BECHLY 1998) eine Lücke in der allgemeinverständlichen Insekten-Literatur schließen (S. 6). Der Untertitel der ca. 90-seitigen Broschüre lautet: „Die faszinierende Evolution der Insekten“. Darauf wird im folgenden eingegangen, wobei auch einige weitere Arbeiten herangezogen werden.

Der Untertitel des Stuttgarter Insektenbuches suggeriert, daß die Evolution der Insekten einigermaßen bekannt sei. Das ist – gemessen am Fossilbefund – jedoch keineswegs der Fall, wie aus dem Beitrag von F. HAAS (S. 16-19) hervorgeht. Die ältesten fossilen Insektenfunde sind aus dem Devon von Rhynie in Schottland bekannt; ihre systematische Zugehörigkeit ist aber zum Teil umstritten (Überblick bei REMY et al. 2000, 31-34). Rhynie ist besonders durch „Urlandpflanzenfunde“ bekannt geworden (vgl. JUNKER 1996) und gehört zu den berühmtesten Konservat-Fossilagerstätten. HAAS stellt fest (S. 16): „Bemerkenswerterweise ähneln diese Fossilien verblüffend den heutigen Springschwänzen und wurden daher von jeher als solche bestimmt.“ Der nächstjüngere Insektenfund ist erst aus dem obersten Unterkarbon bekannt (s.u.). Nach HAAS gehören die Hornsteine von Rhynie ins Mitteldevon. Das ist jedoch unzutreffend; vielmehr werden die Hornsteine anhand von Sporen ins mittlere Unterdevon (Pragium bzw. mittleres Siegenium) eingestuft (REMY et al. 2000, 29), was erhebliche Konsequenzen hat (s.u.).

Das Auftreten flügelloser Springschwänze in Rhynie ist auch deshalb überraschend, weil nach heutigen stammesgeschichtlichen Vorstellungen ihre Schwestergruppen wie die ebenfalls flügellosen Felsenspringer oder Silberfischchen ebenso

bereits im Unterdevon existiert haben müßten; das wären gut 80 Millionen Jahre früher (gemäß den zeitlichen Vorstellungen der Historischen Geologie) als das Auftreten entsprechender Fossilien. Felsenspringer und Doppelschwänze beispielsweise sind aber erst aus dem Oberkarbon bekannt. Im Oberkarbon kommen nicht nur flügellose, sondern auch flügeltragende Insektengruppen vor, die zum Teil bis heute existieren: Eintagsfliegen, Schaben, Libellen- und Heuschreckenartige. Eine erhebliche Vielfalt taucht somit plötzlich auf. Dabei mußte mittlerweile auch der Luftraum erobert worden sein, wofür komplizierte Einrichtungen wie z. B. das effiziente Tracheen-Atmungssystem erforderlich sind. Deren evolutive Entstehung liegt also im Dunkeln. HAAS spricht von einer „Explosion der Insekten-Vielfalt“ (der Begriff „Explosion“ begegnet in der paläontologischen Literatur allenthalben bei vielen Tier- und Pflanzengruppen).

So lieferte die bedeutende oberkarbonische Insektenfundstelle von Hagen-Vorhalle (Westfalen) „Urnetzflügler“ (Palaeodictyoptera); von dieser Insektengruppe wurden anderenorts Arten mit bis zu 56 cm Flügelspannweite gefunden. Sie werden zu den Palaeoptera gestellt und konnten ihre Flügel ebensowenig wie die heutigen Libellen nach hinten umlegen (Abb. 1). Wie BRAUCKMANN (1991, 61ff.) anhand von hervorragendem fossilen Material aus Hagen-Vorhalle nachweisen konnte, besaßen sie neben einem schon länger bekannten, als primitiv eingestuften dritten kleinen Flügelpaar an der Vorderbrust unerwarteterweise schnabelförmige, saugende Mundwerkzeuge. Diese Mundwerkzeuge waren zuvor mißdeutet worden, „weil nicht sein kann, was nicht sein darf“, wie BRAUCKMANN & KOCH (1994, 52) sich drastisch ausdrücken. Denn man hatte bis dahin bei diesen als ursprünglichste Fluginsekten geltenden Formen nur kauende Mundwerkzeuge postuliert. Bei den „Urnetzflüglern“ scheint es sich also um typische „Mosaikformen“ zu handeln. Darf man die Vermutung äußern, daß diese Insekten, die schon im Unterperm verschwinden, als Pflanzensauger mit ihren zum Teil sehr großen Flügeln an die lichten, schwimmfähigen Wälder des Karbons angepaßt waren und mit deren Unter-

Abb. 1: Rekonstruktion des „Urnetzflüglers“ *Homoioptera vorhallensis* aus dem unteren Oberkarbon (Namur-Stufe) von Hagen-Vorhalle. (Aus BRAUCKMANN 1991)

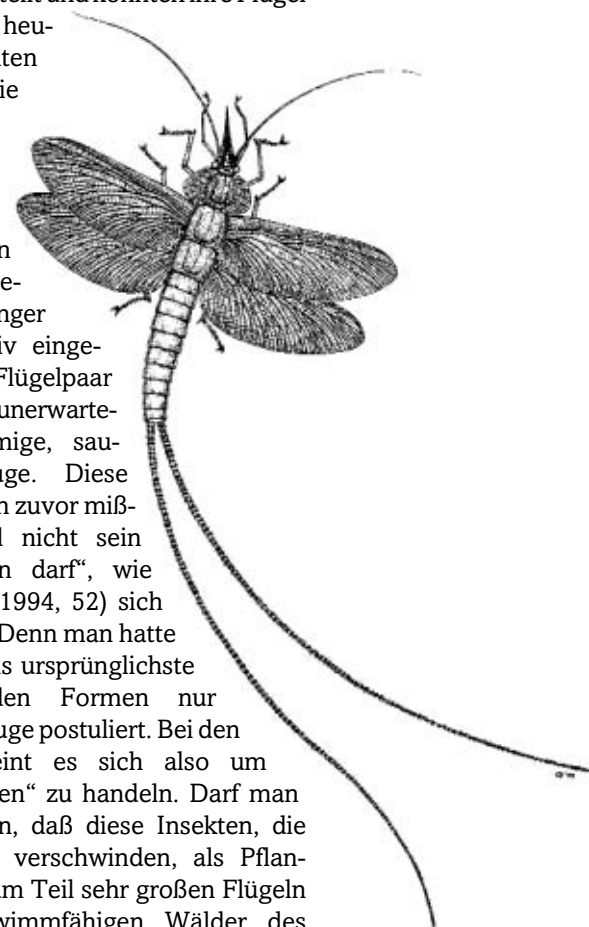




Abb. 2: *Arthropode* (Gliederfüßer) aus dem Hunsrückschiefer (Unterdevon) von Bundenbach, der vorläufig als „Devon-Hexapode“ bezeichnet wurde. Es soll sich um einen Vorläufer der Insekten handeln (s. jedoch Text). (Zeichnung: Marion BERNHARDT, nach BECHLY et al. 2001)

gang ausstarben (zur Karbonflora s. JUNKER 2000, 53-68; vgl. BECHLY, S. 39, 46f.)? Zu den „Urnetzflüglern“ gehört auch das älteste bisher gefundene flugfähige Insekt aus dem obersten Unterkarbon, das in einem Bohrkern (!) bei Bitterfeld/Delitzsch (Sachsen-Anhalt) entdeckt wurde (BRAUCKMANN & GRÖNING 1998).

Aus Hagen-Vorhalle wurde aber auch eine andere Ordnung der Palaeoptera beschrieben, die Diaphanopteroidea. Sie konnten wie moderne Insekten ihre Flügel über dem Rücken zusammenlegen; doch ihr Umlege-Mechanismus wird als sehr viel ursprünglicher gebaut bezeichnet als bei heutigen (BRAUCKMANN 1991, 131; BRAUCKMANN & KOCH 1994, 50). Es wurden jedoch auch sog. „Urschnabelkerfe“ (Cacurgodea) gefunden. Sie stellen an dieser Fundstelle sogar „die vorherrschende Insekten-Ordnung“ dar und konnten ihre Flügel mit Hilfe eines komplizierten Umlege-Mechanismus über dem Hinterleib zusammenlegen. Erst in jüngerer Zeit setzte sich allmählich die Auffassung durch, daß sie zu den modernen Neoptera gehören; dies wurde durch die gut erhaltenen Vorhaller Funde vollends bestätigt (BRAUCKMANN & KOCH 1994, 53f.). „Diese Fähigkeit beider Gruppen, die Flügel zurückzulegen, wird damit als konvergent angesehen“ (BRAUCKMANN 1991, 131).

Warum so spät? Aus evolutionstheoretischer Sicht verwunderlich ist auch, daß die oben erwähnten ältesten Insektenfossilien erst im Unterdevon auftauchen – ca. 150 Millionen Jahre nach der „kambrischen Explosion“, zu deren Vielfalt auch Spinnen- und Krebstiere zählen. Diese gehören wie die Insekten zu den Gliederfüßern (Arthropoda). Weshalb sind die zu erwartenden Insekten-vorläufer nicht gefunden worden? Haben sie nur in geographisch eng begrenzten, geologisch nicht überlieferten Lebensräumen gelebt (vgl. STEPHAN 2002)? Eine ähnliche Überlegung findet sich bei HAAS (S. 16f.). Oder sahen die Vorfahren der Insekten ganz anders aus? Doch dann stellt sich die Frage nach der morphologischen Lücke zwischen

diesen und den ab dem Devon überlieferten Insekten. Ein neuer Fund (Abb. 2) aus dem Hunsrückschiefer (Rheinland-Pfalz) soll diese morphologische Lücke wenigstens grob schließen. Dieser bis Mitte 2002 noch nicht näher beschriebene Gliederfüßer weist nach HAAS die Merkmalskombination auf, die man von einem Urahn aller Insekten evolutionstheoretisch erwarten kann: Neben den allgemeinen Glieder-tiermerkmalen wie Komplexaugen und gegliederten Extremitäten sind das „ein deutlich abgesetzter Kopf mit nur einem Fühlerpaar, ein dreigliedriger Brustabschnitt mit drei Laufbeinpaaren und ein längerer Hinterleib mit zahlreicheren (vermutlich verkleinerten) Beinpaaren und zwei Schwanzanhängen“ (S. 18). Der noch nicht benannte Fund stammt aus einer marinen Ablagerung. Insekten wären damit entgegen bisher bevorzugter Sicht von im Meer lebenden Vorfahren abzuleiten. HAAS hält den Fund für einen schlagenden Beweis, daß sich Insekten aus tausendfüßlerähnlichen Vorfahren entwickelt haben. Zwar ist das Fossil noch nicht wissenschaftlich beschrieben und deshalb eine abschließende Bewertung verfrüht. Dennoch dürfte bereits entscheidend sein, daß dieser „Devon-Hexapode“ – wie er vorläufig genannt wird – in jüngeren Schichten wie die eingangs erwähnten Insektenfossilien aus Rhynie gefunden wurde. Denn der Hunsrückschiefer mit seinen berühmten Konservat-Horizonten wird aufgrund mariner Fossilien ins obere Unterdevon eingestuft, in die Unter-Ems-Stufe (JAHNKE & BARTELS 2000, 37; vgl. WEDDIGE 1996, 274). Der Hunsrückschiefer ist also – im Gegensatz zur Ansicht von HAAS (s.o.) – jünger als die Hornsteine von Rhynie, und zwar eine Stufe. Bereits aus diesem Grund scheidet der „Devon-Hexapode“ als Vorfahre der Insekten aus. Er könnte höchstens noch als blinder Seitenzweig der Insektenevolution bzw. als persistierendes (fortdauerndes) „Modell“ eines Insektenvorfahren fungieren. Oder handelt es sich gar um einen Gliederfüßer ähnlich den von GOULD (1991) als „einzigartige Arthropoden“ bezeichneten Formen, die aufgrund besonderer Körpermerkmale keine erkennbare Verwandtschaft zu den Hauptgruppen der Gliederfüßer aufweisen; einige wurden inzwischen auch aus dem Hunsrückschiefer beschrieben (BARTELS & LUTZ 1997, 65-67)? Dafür könnte sprechen, daß der „Devon-Hexapode“ – ähnlich wie manche „einzigartigen Arthropoden“ – am Hinterleibsende „zwei merkwürdig geformte Schwanzanhänge“ besitzt (HAAS, S. 18).

Eroberung der Luft. In seinem Beitrag über „Die Eroberung der Lüfte“ (S. 35-38) stellt G. BECHLY fest, daß das älteste Fluginsekt aus dem obersten Unterkarbon von Bitterfeld/Delitzsch einen voll ausgebildeten Flugapparat besaß (s.o.). Fossilien, die den Übergang zwischen ungeflügelten und geflügelten Insekten belegen würden, sind unbe-

kannt. Mehr als „plausible Spekulationen“ seien dazu derzeit nicht möglich. Es ist nicht einmal geklärt, aus welchen Körperteilen die Insektenflügel entstanden sind. Dazu gibt es unterschiedliche Auffassungen, aus denen sich bisher keine feste Lehrmeinung herausgebildet hat. So sollen nach BECHLY (S. 35-37) die seitlichen Auswüchse an den Hinterleibssegmenten fossiler Insektenlarven aus dem Oberkarbon und Perm (z.B. von Mazon Creek, USA) eine verblüffende Ähnlichkeit mit Flügelanlagen haben; sie seien im Gegensatz zu heute aber schon bei *jungen* Larven beweglich gewesen. Jedoch: Im Oberkarbon gab es längst echte Fluginsekten (s.o.). Auch hier könnte man allenfalls – vorausgesetzt, die genannten Ähnlichkeitsmuster beruhen auf zutreffenden Beobachtungen – an ein persistierendes „älteres Evolutionsmodell“ denken.

Es ist umstritten, woraus Insektenflügel überhaupt entstanden sein sollen.

In diesem Zusammenhang verwahrt sich BECHLY gegen Kritik seitens Vertretern der Schöpfungslehre. Daß es unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich des Verlaufs der Evolution gebe, zeige eindrücklich, „daß die Evolutionsbiologie vor allem eine historische Wissenschaft ist, deren Methoden denen eines Geschichtskundlers ... oft mehr ähnelt [!] als den Methoden manch anderer Naturwissenschaften, die mittels Experimenten ihre Theorien oft eindeutig bestätigen oder widerlegen können“ (S. 37). Dies sei keine Schwäche und nicht geeignet, um die Evolutionstheorie als seriöse Wissenschaft in Frage zu stellen. Doch darum geht es in der Kritik an Evolutionsvorstellungen auch nicht, sondern darum, Absolutheitsansprüche der Evolutionsbiologie in Frage zu stellen und alternative Ansätze zuzulassen. Und wenn die Evolution der Insekten

gravierende Fragen offen läßt, muß die Frage erlaubt sein, ob es eine solche Evolution überhaupt gegeben hat und wie stichhaltig die dafür vorliegenden Argumente sind.

Reinhard Junker & Manfred Stephan

Literatur

- BARTELS C & LUTZ H (1997) Schatzkammer Dachschiefer. Die Lebenswelt des Hunsrückschiefer-Meeress. Mainz – Bochum.
- BECHLY G (1998) Santana – die Schatzkammer fossiler Insekten. Fossilien, 15, 95-99, 148-156.
- BECHLY G, mit Beiträgen von HAAS F, SCHAWALLER W, SCHMALFUSS H & SCHMID U (2001) Ur-Geziefer. Die faszinierende Evolution der Insekten. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde C, Heft 49 (Wissen für alle). Stuttgart.
- BRAUCKMANN C (1991) Arachniden und Insekten aus dem Namurium von Hagen-Vorhalle (Ober-Karbon; West-Deutschland). Habil.-Schrift. Veröffentl. Fuhlrott-Museum, Bd. 1. Wuppertal.
- BRAUCKMANN C & GRÖNING E (1998) Das älteste fossile Fluginsekt. Fossilien 15, 92-94.
- BRAUCKMANN C & KOCH L (1994) Spinnentiere und Insekten aus dem Oberkarbon von Hagen-Vorhalle. Fossilien 11, 45-55.
- GOULD SJ (1991) Zufall Mensch. Das Wunder des Lebens als Spiel der Natur. München – Wien.
- JAHNKE H & BARTELS C (2000) Der Hunsrückschiefer und seine Fossilien, Unter-Devon. In: MEISCHNER D (Hg) Europäische Fossilagerstätten. European Palaeontological Association. Berlin u.a., S. 36-44.
- JUNKER R (1996) Evolution früher Landpflanzen. Studium Integrale. Neuhausen-Stuttgart.
- JUNKER R (2000) Samenfarne – Bärlappbäume – Schachtelhalme. Pflanzenfossilien des Karbons in evolutionstheoretischer Perspektive. Studium Integrale. Holzgerlingen.
- REMY W, SELDEN A & TREWIN NH (2000) Der Rhynie Chert, Unter-Devon, Schottland. In: MEISCHNER D (Hg) Europäische Fossilagerstätten. European Palaeontological Association. Berlin etc., S. 28-35.
- STEPHAN M (2002) Der Mensch und die geologische Zeittafel. Holzgerlingen.
- WEDDIGE K (Hg, 1996) Beiträge zu Gemeinschaftsaufgaben der deutschen Subkommission für Devon-Stratigraphie, 1: Devon-Korrelationstabelle. Senck. leth. 76, 267-286.

Fossile Abfolgen: Evolutionär oder ökologisch bedingt?

Aus der Fossilüberlieferung sind unzählige Beispiele dafür bekannt, daß sich an Ort und Stelle von Schicht zu Schicht Fossilgruppen in ihrem Aussehen verändern. Ein typisches Beispiel ist in Abb. 1 wiedergegeben. Solche Fälle bewegen sich im mikroevolutiven Rahmen, wobei dieser Rahmen durch den Vergleich der Formenvielfalt innerhalb heutiger Grundtypen abgesteckt wird. Es stellt sich die Frage, wodurch diese Formenunterschiede

hervorgerufen werden. Können sie als Belege evolutiver Abwandlungen interpretiert werden? Dies ist keineswegs einfach zu entscheiden, stellen SAMADI et al. (2000) fest. Die Interpretation paläontologischer Daten sei schwierig, weil die genetischen Grundlagen der beobachteten morphologischen Variation (also die Unterschiede in der äußeren Erscheinungsform) allgemein nicht bekannt seien. Es sei kaum möglich, zwischen ver-