

Kamelhalsfliegen – lebende Fossilien: Eine der Endkreide-Katastrophe entkommene Tiergruppe

Horst Aspöck

Es gilt heute – 23 Jahre nach dem Erscheinen der inzwischen klassisch gewordenen Arbeit von ALVAREZ & al. in Science – als gesichert, dass das Ende der Kreidezeit und somit des Mesozoikums vor etwa 65 Millionen Jahren durch ein Ereignis markiert ist, das für das Leben auf der Erde und für den weiteren Verlauf der Evolution von außerordentlicher, tiefgreifender, entscheidender Bedeutung war. Ein Bolide, vermutlich ein Asteroid, also ein Kleinplanet, von vielleicht 10 km Durchmesser raste mit einer Geschwindigkeit von 20-40 km/sec im Bereich des heutigen Golfs von Mexiko an der Nordküste der Halbinsel Yucatán in die Erde. Dieser Einschlag eines extraterrestrischen Körpers an der Grenze von Kreide zu Tertiär (daher auch als K/T-Impakt bezeichnet) hatte vermutlich eine Sprengkraft von 100 Millionen Mt¹ (was der Sprengkraft von etwa 10¹⁰ Hiroshima-Atombomben entspricht) und verursachte einen Krater von etwa 40 km Tiefe und 200-300 km Durchmesser (er wird Chicxulub-Krater oder Chicxulub-Struktur genannt).

Der Einschlag löste nicht nur maximale Erdbeben und exorbitante Tsunamis (extrem hohe Flutwellen; sie erreichten selbst an der dem Ort des Aufpralls entgegengesetzten Seite der Erde noch ca. 150 m) aus, sondern führte vor allem zur Freisetzung von vielen 1000 km³ CO₂, SO₂ und SO₃ und löste durch ausgeschleuderte glühende Gesteinsbrocken noch in 10.000 km Entfernung vom Ort des Einschlags Waldbrände aus, die sich rasch ausbreiteten und weitgehend globalen Charakter annahmen. Von weitreichender Bedeutung war letztlich, dass viele 1000 km³ Staub in die Stratosphäre geschleudert wurden, wodurch das Sonnenlicht über einen Zeitraum von 8-13 Jahren auf 10-20 % reduziert wurde, was zu Temperatursturz, Aufhören der Photosynthese und Zusammenbruch der Nahrungsketten führte. Gewiss gingen innerhalb der ersten Sekunden, Minuten und Stunden nach dem Einschlag Billionen von Individuen aus allen Organismen-Gruppen zugrunde. Aber die eigentliche weltweite Katastrophe für das Leben auf der Erde trat durch „Kälte und Finsternis“ in den Jahren und Jahrzehnten nach dem K/T-Impakt, möglicherweise später und vielleicht noch über Jahrhunderte hinweg durch anschließende Treibhaus-Effekte, ein. Man schätzt, dass der K/T-Impakt zum Aussterben von mindestens

¹ 1Mt = 1 Megatonne (= 1 Million Tonnen) TNT (Trinitrotoluol)

50 %, vielleicht sogar 70 % aller Spezies führte, wobei zunächst vor allem große Pflanzenfresser zugrunde gingen, doch gibt es sogar Überlegungen, dass alle Tiere über einem Körpergewicht von 20-25 kg ausstarben. Die prominentesten Opfer des K/T-Impakts sind die Dinosaurier, doch kann kein Zweifel bestehen, dass letztlich alle Organismen-Gruppen direkt oder indirekt betroffen waren.

Wir glauben, dass auch die Raphidiopteren weitestgehend ausstarben, in einem Zweig jedoch die Katastrophe überstanden. Seit langem weiß man, dass sie im Mesozoikum, zumindest in Jura und Kreide, artenreicher und weiter verbreitet waren als heute, dass es im Mesozoikum mehrere Familien gab und dass seit dem Beginn des Tertiärs nur jene zwei Familien (Raphidiidae, Inocelliidae) als Fossilien bekannt sind, die auch heute als einzige existieren. Der durch den langen Prothorax, transparente Flügel mit deutlich in Erscheinung tretendem, lockerem Geäder und durch den Ovipositor der Weibchen geprägte Habitus der Raphidiopteren ist im Wesentlichen seit dem ersten Auftauchen unter den Fossilfunden aus jurassischen Schichten gleich geblieben, sie sind nur heute viel seltener als sie einmal waren. Tatsächlich stellen die Raphidiopteren lebende Fossilien par excellence dar. THENIUS (2000) definiert lebende Fossilien durch fünf Characteristica: 1) Isolierte Stellung im System; 2) geringe Zahl rezenter Arten; 3) Beschränkung der Verbreitung auf Reliktstandorte gegenüber einer einstmaligen weiten Verbreitung; 4) relativ langsame Evolutionsgeschwindigkeit im Vergleich zu verwandten Taxa; und schließlich 5) die Bewahrung altertümlicher Merkmale. Alle diese fünf Kriterien treffen für Raphidiopteren eindrucksvoll zu.

Die Raphidiopteren (deutsch: Kamelhalsfliegen, englisch: snakeflies) sind mit knapp 210 (in den beiden erwähnten Familien) beschriebenen und wahrscheinlich wenig mehr als 250 tatsächlich existierenden rezenten Arten eine der kleinsten Insektenordnungen. (Sie sind vermutlich die Schwestergruppe der Megaloptera + Neuroptera und bilden jedenfalls mit diesen Ordnungen die Überordnung der Neuropterida = Netzflügler i.w.S.) Alle Arten leben in Biotopen des Arboreals im weiten Sinn, also in Wäldern und waldähnlichen Biozoonosen, jedoch auch in Biotopen mit spärlicher Strauchvegetation. Die Larven sind polyphag-karnivor (besonders entomophag) und leben entweder unter der Borke von Bäumen oder in den obersten Bodenschichten im Bereich von Wurzeln, von Sträuchern und Bäumen (selten auch in Felsspalten in der Nähe von Sträuchern). Die Entwicklungsdauer beträgt mindestens ein Jahr, bei vielen Arten (zumindest unter experimentellen Bedingungen) zwei, drei oder mehr Jahre. Die Larven können wochenlang, allenfalls sogar monatelang hungern oder durch gelegentliche Aufnahme von organischer Substanz (allenfalls – wenigstens vorübergehend – auch von toten Arthropoden, möglicherweise auch von Pflanzenresten oder Pilzen?) überleben.

Soweit wir wissen, benötigen alle rezenten Arten während der Larvalperiode eine vorübergehende Erniedrigung der Temperatur (natürlicherweise eine Winterruhe), um die Entwicklung zur Imago zu gewährleisten. Bleibt dieser Kältereiz aus, so werden die

Larven prothetel, d.h. sie entwickeln imaginale Merkmale, z. B. Komplexaugen und Flügellappen und sogar Modifikationen der letzten Abdomenalsegmente, und gehen irgendwann zugrunde. Wie lange und in welchem Temperaturbereich der Kältereiz anhalten muss, ist nicht bekannt, doch hat es den Anschein, dass bei manchen Spezies kurzfristiges und geringfügiges Absinken der Temperatur ausreichend ist.

Die Verbreitung der Raphidiopteren ist auf die nördliche Hemisphäre beschränkt und umfasst im wesentlichen die arborealen Teile der Paläarktis (mit Südgrenzen in den Gebirgen Nordafrikas, in Israel, im Nord-Irak, Nord-Iran, Nord-Pakistan, Nord-Indien, Myanmar, Nord-Thailand und in den Gebirgen von Taiwan) und die westliche und südliche Nearktis (mit dem südlichsten bekannten Nachweis in Süd-mexiko an der Grenze zu Guatemala). Die nördlichsten Verbreitungspunkte in Amerika liegen in Südkanada; im Norden von Nordamerika und im Osten der USA gibt es keine Raphidiopteren. In den südlichen Teilen ihres Verbreitungsgebietes – sowohl in der Alten Welt als auch in Amerika – sind Raphidiopteren auf Hochlagen beschränkt, in denen klimatisch ein Winter ausgeprägt ist. Die meisten Spezies sind durch kleine und kleinste Verbreitungsareale ausgezeichnet.

Im Mesozoikum traten Raphidiopteren auch und vor allem in tropischen Klimazonen auf. Besonders viele Fossilien liegen aus (ober)jurassischen und (unter)kreidezeitlichen Ablagerungen in Zentralasien, der Mongolei und vor allem von Liaoning in China, weiters aus Myanmar, vor, und seit knapp 15 Jahren wissen wir durch zahlreiche Fossilfunde in Brasilien, dass sie im Mesozoikum auch auf der Südhemisphäre in Gebieten mit ausgeprägt tropischem Klima vorkamen. Das reiche Fossilmaterial (es ist zum großen Teil noch nicht einmal bearbeitet) lässt den Schluss zu, dass die Raphidiopteren-Fauna des Mesozoikums wesentlich reicher und – innerhalb eines bescheidenen Rahmens – durch eine größere Biodiversität gekennzeichnet war als die rezente Fauna. Die beiden Familien, denen alle rezenten Raphidiopteren angehören (Raphidiidae und Inocelliidae), treten erst im Tertiär erstmals auf – einerseits in Ablagerungen in Nordamerika, andererseits im Baltischen Bernstein.

Die aus diesen Fakten abgeleitete Hypothese lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

In der Kreidezeit (und vermutlich auch zum Zeitpunkt des K/T-Impakts) waren Raphidiopteren auf der Erde weit verbreitet und bewohnten vor allem auch tropische Gebiete. Der Temperatursturz (und andere Faktoren?) im Anschluss an den Asteroiden-Einschlag führte zum Aussterben aller jener Zweige der Raphidiopteren, die in den Tropen vorkamen und mit einem warmen Klima assoziiert waren. Nur jener Zweig überlebte, dessen Larven an gemäßigtes Klima mit einem Absinken der Temperatur im Winter adaptiert waren. Dieser Zweig umfasst heute die beiden gut von einander abgegrenzten Familien Raphidiidae (mit 186 beschriebenen Spezies) und Inocelliidae (mit 21 Arten). Alle fossilen Raphidiopteren des Tertiärs (die ältesten aus dem Eozän) sind eindeutig diesen Familien zuzuordnen.

Raphidiidae und Inocelliidae sind – obwohl die Imagines tagaktiv sind – hervorragend an ein Leben in „Kälte und Finsternis“ angepasst: Die Larven können – vor allem bei reduzierter Temperatur – allenfalls Monate ohne Nahrung überdauern, sie sind ausgeprägt polyphag und „anspruchlos“, indem sie irgendwelche Arthropoden, vorübergehend auch andere organische Substanzen, annehmen. Die Zahl der Larvenstadien ist nicht fixiert. Sie ist zum Teil auch vom Nahrungsangebot und von der Temperatur abhängig; um zehn Larvenstadien sind die Regel, bei ungünstigen Verhältnissen sind aber bis zu 15 Häutungen in der Larvalperiode möglich. Die Larvalperiode kann sich dadurch auf mehrere Jahre verlängern. Die Imagines sind ebenfalls polyphag-karnivor (entomophag), allerdings kurzlebig; Kopulation und Eiablage erfolgen innerhalb weniger Tage.

Die heute in Amerika vorkommenden Raphidiopteren (insgesamt ca. 30 beschriebene Spezies) sind vermutlich durchwegs Nachkommen jener Arten, die nach der Bildung des Atlantischen Ozeans, also dem Auseinanderbrechen von Laurasia und Gondwana, mit den neu entstandenen Kontinenten Nordamerika und Südamerika nach Westen gedriftet sind. Das unterstreicht zudem das hohe Alter der beiden Monophyla Raphidiidae und Inocelliidae; beide sind ja sowohl in der Alten Welt als auch in Amerika vertreten. Eine Besiedlung Amerikas von Asien über die Beringstraße und ebenso Wanderungen in umgekehrter Richtung schließen wir schon aus systematischen Überlegungen aus. Ein Faunenaustausch könnte allenfalls nur zu einem sehr frühen Zeitpunkt, also etwa in der mittleren oder späten Kreidezeit, soweit Landbrücken bestanden, in Erwägung gezogen werden. Wenn es solche frühen interkontinentalen Wanderungen über Beringia gegeben hat, haben sie in der rezenten Fauna offenbar keine Spuren hinterlassen.

In Diskussionen wird häufig hinterfragt, ob die Annahme der Notwendigkeit winterlicher Temperaturen für die Entwicklung aller Raphidiopteren von Beginn des Tertiärs an vereinbar ist mit dem Vorkommen von Kamelhalsfliegen im Baltischen Bernstein. Wir wissen heute, dass in den Bernsteinwäldern vorwiegend subtropische bis tropische Klimaverhältnisse herrschten. Raphidiopteren gehören zu den seltensten Insekten im Baltischen Bernstein, es gibt nur eine Hand voll von Bernsteinstücken mit eingeschlossenen Kamelhalsfliegen. Aufgrund der Lebensweise, nämlich der engen Beziehung zu Bäumen und insbesondere auch zu den Harz produzierenden Teilen der Bäume, müsste man zahlreiche Nachweise im Bernstein postulieren, wenn diese Insekten allgemein verbreitet gewesen wären. Warum also sind Raphidiopteren im Baltischen Bernstein so selten? Die mögliche Antwort darauf mag auch die Antwort auf die Frage sein, wie die tropischen Verhältnisse im Bernsteinwald mit dem Vorkommen der an ein durch winterliche Perioden geprägtes Klima gebundenen Raphidiopteren vereinbar sind. Die Ausdehnung des Bernsteinwaldes nach Norden war erheblich und an den nördlichsten Stellen und den höchsten Erhebungen (auch wenn keine wirklich hohen Berge existiert haben) hat es gewiss differenzierte Jahreszeiten mit einem Winter gegeben. Dabei ist zudem

zu bedenken, dass bei manchen Arten (heute wie damals) sehr wahrscheinlich nur mäßiges und kurzfristiges Absinken der Temperatur erforderlich ist bzw. war, um Prothetelie zu vermeiden und ungestörte Weiterentwicklung zu gewährleisten. Schließlich kommen Raphidiopteren rezent nicht nur an der Waldgrenze der Alpen oder zentralasiatischer Gebirge mit monatelangem Winter, sondern (mit einigen wenigen Spezies) auch im Küstenbereich von Inseln des Mittelmeers mit kurzem und viel weniger markant ausgeprägtem Winter vor.

Wenn also Raphidiopteren im Bernsteinwald nur an wenigen – den nördlichsten und höchstgelegenen – Stellen vorgekommen sind, wird die Möglichkeit des Überlebens ebenso wie die Seltenheit der Funde plausibel erklärt.

Die Annahme der Extinktion eines Großteils der Raphidiopteren durch den K/T-Impakt vor 65 Millionen Jahren erklärt auch Schwierigkeiten bei dem Bemühen um die Aufklärung von Verwandtschaftsverhältnissen.

Es ist recht und billig, nach vergleichbaren Phänomenen in anderen Insektengruppen zu suchen. Durch Untersuchungen fossiler Blätter wissen wir, dass die blattminierenden Insekten (vor allem Lepidopteren) nach den Impakt drastisch reduziert worden sein müssen (LABANDEIRA et al. 2002).

Welchen Verlauf hätte die Evolution ohne den Einschlag jenes Asteroiden wohl genommen? Mit Sicherheit war er unter anderem Voraussetzung dafür, dass dieser Satz gedacht, geschrieben und gelesen werden kann.

Zitierte und weiterführende Literatur:

- ALVAREZ, L.W., ALVAREZ, W., ASARO, F., MICHEL, H.V. (1980): Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science* 208: 1095-1108.
- ASPÖCK, H. (1998): Distribution and biogeography of the order Raphidioptera: updated facts and a new hypothesis. *Acta Zool. Fenn.* 209: 33-44.
- ASPÖCK, H. (2000): Der endkreidezeitliche Impakt und das Überleben der Raphidiopteren. *Entomol. Basiliensia* 22: 223-233.
- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U., RAUSCH, H. (1991): Die Raphidiopteren der Erde. Eine monographische Darstellung der Systematik, Taxonomie, Biologie, Ökologie und Chorologie der rezenten Raphidiopteren der Erde, mit einer zusammenfassenden Übersicht der fossilen Raphidiopteren (Insecta: Neuropteroidea). 2 Bde.: 730 pp., 550 pp., Goecke & Evers, Krefeld.
- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U., RAUSCH, H. (1999): Biologische und chorologische Charakterisierung der Raphidiiden der östlichen Paläarktis und Verbreitungskarten der in Kasachstan, Kirgisistan, Usbekistan, Turkmenistan und Tadschikistan nachgewiesenen Arten der Familie (Neuroptera: Raphidioptera: Raphidiidae). In: H. Aspöck (wiss. Red.): Neuroptera: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera. Kamelhäse, Schlammfliegen, Ameisenlöwen... *Stapfia* 60/Kataloge des OÖ. Landesmuseum, Neue Folge 138: 59-84.

- ASPÖCK, U., ASPÖCK, H. (1996): Raphidioptera. In: BOUSQUETS, J.E.L., ALDRETE. A.N.G., SORIANO. E.G. (eds.): Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento 19, 277-286. D.R. Universidad Nacional Autón. México.
- ASPÖCK, U., ASPÖCK, H. (2003): Two significant new snakeflies from Baltic Amber, with dissension on antapomorphies of the order and its included taxa (Raphidioptera). *System. Entomol.* 28 (im Druck).
- ENGEL, M. (2002): The Smallest Snakefly (Raphidioptera: Mesoraphidiidae): A New Species in Cretaceous Amber from Myanmar, with a Catalog of Fossil Snakeflies. *Amer. Mus. Novitates* 3363: 1-22.
- HSÜ, K.J. (1986): Die letzten Jahre der Dinosaurier. Meteoriteneinschlag, Massensterben und die Folgen für die Evolutionstheorie. 185 pp., Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- KÖBERL, Ch. (1996): Chicxulub – The K-T Boundary Impact Crater: A Review of the Evidence, and an Introduction to Impact Crater Studies. *Abh. Geol. Bundesanst. Wien* 53: 23-50.
- KÖBERL, Ch. (1998): *Impakt - Gefahr aus dem All. Das Ende unserer Zivilisation.* 183 pp., Edition Vabene (Forschung), Wien-Klosterneuburg.
- LABANDEIRA, C. C., JOHNSON, K. R., WILF, P. (2002): Impact of the terminal Cretaceous event on plant-insect associations. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 99: 2061-2066.
- RAMPINO, M. R., HAGGERTY, B. M. (1996): Impact crises and mass extinctions: A working hypothesis. - In: RYDER, G., FASTOVSKY, D., GARTNER, S. (eds): *The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History.* *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 307: 11-30.
- THENIUS, E. (2000): *Lebende Fossilien. Oldtimer der Tier- und Pflanzenwelt – Zeugen der Vorzeit.* 228 pp., Verlag Friedrich Pfeil, München.
- WEITSCHAT, W., WICHARD, W. (1998): *Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein.* 256 pp., Verlag Friedrich Pfeil, München.
- WILLMANN, R. (1994): Raphidiodea aus dem Lias und die Phylogenie der Kamelhalsfliegen (Insecta: Holometabola). *Paläont. Z.* 68: 167-197.

Univ.-Prof. Dr. Horst Aspöck
 Abteilung für medizinische Parasitologie
 Klinisches Institut für Hygiene und medizinische Mikrobiologie
 der Universität Wien
 Kinderspitalgasse 15
 A-1095 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [2002](#)

Autor(en)/Author(s): Aspöck Horst

Artikel/Article: [Kamelhalsfliegen - lebende Fossilien: Eine der Endkreide-Katastrophe entkommene Tiergruppe 1-6](#)