

Die eozänen Frösche von Messel

von

Michael Wuttke

Abstract: The Eocene frogs from Messel

The oldest fossil frogs we know are from the Lower Jurassic, a time about 190 million years ago, from North America. It is believed that frogs evolved from animals with salamander like habitus. In the Middle-Eocene Fossilagerstätte of Messel (Germany) three species of anurans were found with exceptional preservation of complete skeletons, soft parts and spawn.

Der Konstruktionstyp „Frosch“ gehört mit zu den konservativsten, aber offensichtlich bis heute erfolgreichen Bauplänen im Reich der Wirbeltiere.

Die ältesten Funde „klassischer“ Frösche stammen aus Nordamerika, und zwar aus einer Zeit vor ca. 190 Millionen Jahren, dem geologischen Zeitalter des sogenannten Unteren Jura. Wie das amerikanische Periodikum „National Geographic“ (Anonymus 1996) jüngst berichtete, wurden die Skelettreste bereits im Jahre 1983 im Bundesstaat Arizona entdeckt, sie konnten aber erst jetzt als Frösche identifiziert werden. Heute ist die Gegend semiarid, im Jura jedoch durchströmten eine Vielzahl von Bächen und Flüssen das Land.

Diese Frösche, *Prosalirus bitis*, getauft, ca. 8 cm lang, wiesen bereits alle klassischen Merkmale eines Frosches auf: lange Hinterbeine, die Schwanzwirbel waren bereits miteinander verwachsen, die seitlichen Fortsätze der Beckenwirbel waren über Bänder mit den nach vorne hin, gleichsam ein „U“ bildenden Beckenknochen verbunden.

Frösche dürften sich von Vorfahren ableiten, die ebenfalls amphibisch lebten und vom Habitus her Salamandern ähnelten. Erst spezielle Abwandlungen des Skelettbaus im Laufe der Evolution, wie die Verringerung der Zahl der Rumpf- und Schwanzwirbel, die damit einhergehende Verschmelzung und damit Versteifung der restlichen Schwanzwirbel, ermöglichten eine Umkonstruktion des Beckens, wie sie für eine Lebensweise hin zu springender Fortbewegung notwendig war.

Es ist viel darüber spekuliert worden, was die Auslöser für eine solche Entwicklung waren, welchen konstruktiven Vorteil dieser Morphotypus bietet. Bis heute stehen jedoch noch konsequente konstruktionsmorphologische Analysen aus, so daß diese Frage vorerst offen bleiben muß.

Auf den ersten Blick erscheint der Bauplan „Frosch“ völlig einheitlich, sowohl dafür geeignet im Wasser herumschwimmen, als auch sich an Land gehend bis hüpfend-springend fortzubewegen. Frösche haben es jedoch im Laufe der Evolution verstanden, sich an die verschiedensten Bedingungen anzupassen, sie besiedeln von den Wüsten Australiens über Bäche, Sümpfe und Seen alle Lebensräume bis hin zu Bromelienblüten, hoch oben in den Wipfeln

südamerikanischer Urwälder. Fast jede dieser Lebensweisen erfordert bestimmte skelettanatomische Spezialanpassungen, deren Kenntnis so wiederum auf fossiles Material zur Rekonstruktion der Lebensweise herangezogen werden kann.

Erschwert wird die verwandtschaftliche Zuordnung fossiler Funde zuweilen durch die Fähigkeit der einzelnen Froschfamilien, im Laufe der Erdgeschichte mehrmals die bevorzugten Biotope zu wechseln. So gingen etwa primär wasserbewohnende Formen zum Landleben über und wechselten später erneut in den aquatischen Bereich. Dies erforderte jeweils Umkonstruktionen im Schädel, Wirbelsäule, Schultergürtel etc., die sich, da fossiles Material nie in lückenlosen Entwicklungsreihen vorliegt, nur schwer zuordnen lassen. Auch können verschiedene Familien, aufgrund ähnlicher Lebensweise, ähnliche Skelettdetails entwickeln.

Obwohl fossile Frösche schon seit ca. 190 Millionen Jahren bekannt sind, sind ihre Belege doch recht spärlich erhalten. Weltweit gesehen gibt es nur wenige Fundpunkte, die uns vollständige Skelette liefern. Zumeist handelt es sich um Fundstellen wie Karstspalten in Kalkgesteinen, abgespülte Böden oder zerfallenen Eulengewölbe in Höhlensedimenten, die uns lediglich, meist zerbrochene, Einzelknochen liefern.

Im Gegensatz zu den Erhaltungsbedingungen im marinen Bereich, in denen über geologisch lange Zeiträume ständig Material angeliefert und akkumuliert wird, bewohnen die landlebenden oder Süßwasser- bewohnenden Frösche Abtragungsgebiete. In geologischen Zeiträumen wird das Gestein auf dem Land durch Verwitterungsvorgänge allmählich abgetragen, im Laufe von Jahrmillionen summieren sich die kaum merklichen Vorgänge zu Zehnern von Kilometern, so daß außergewöhnliche Umstände eintreten müssen, damit terrestrische Ablagerungen aus den einzelnen Epochen erhalten bleiben können.

Um einen solchen seltenen Fall in der Erdgeschichte handelt es sich bei der Grube Messel bei Darmstadt (Bundesrepublik Deutschland). Es gibt weltweit nur wenige Fossilfundstellen, an denen so reiche fossile Floren und Faunen gemeinsam überliefert sind wie in Messel. Dies macht die Fundstelle einzigartig in ihrer Möglichkeit, eine ganzes Geoökosystem in einem bestimmten Zeitabschnitt der Erdgeschichte rekonstruieren zu können. Die Bedeutung dieser Fossilagerstätte für die Erforschbarkeit der Erdgeschichte vor ca. 50 Millionen Jahren – der Zeit des sogenannten Mittel- Eozäns – ist so groß, daß sie von der UNESCO im Jahre 1996 den Status „Weltnaturerbe“ verliehen bekam, übrigens die erste und bislang einzige Fossilagerstätte in der Bundesrepublik, die diesen Status erhielt.

Bei der Grube Messel handelt es sich um Ablagerungen eines fossilen Sees, dessen Entstehungsgeschichte auch nach mehr als zwanzig Jahren Messel-Forschung noch immer umstritten ist. Favorisiert werden zwei Hypothesen: zum einen, es handle sich um eine lokale, ca. einen Quadratkilometer große Absenkung in der Erdkruste, die im Zuge der Anlage des Oberrheintalgrabens entstand (der Oberrheintalgraben ist eine der großen, auch heute noch aktiven Senkungszone Europas, bei einer Breite von ca. 40 km wurden die ältesten Gesteine im Laufe der letzten 50 Millionen Jahre bis zu mehreren Kilometern Tiefe versenkt).

Zum anderen besteht auch die Möglichkeit, daß es sich um einen vulkanischen Sprengtrichter – ein Maar – handelt, entstanden bei der explosiven Reaktion aufsteigenden heißen vulkanischen Materials mit großen Grundwassermengen.

Auch wenn die genaue Entstehung noch nicht geklärt werden konnte, beide Seeentstehungsmechanismen gewährleisteten ideale Erhaltungsbedingungen für Reste der den See bewohnenden oder in der näheren Umgebung lebenden Flora und Fauna. Es entstand damals ein

relativ kleiner, aber sehr tiefer See, an dessen Grund sich lebensfeindliche Bedingungen einstellten. Der See war so tief, daß keine jahreszeitliche oder windgetriebene Umwälzung der Wasserschichten bis zum Grunde mehr erfolgen konnte, so daß sich hier sauerstofffreie Bedingungen einstellten. Diese Bedingungen verhinderten die Besiedlung des Bodens durch höhere Lebewesen, so daß abgesunkene Tierleichen nicht durch Aasfresser zerstört werden konnten. Auch sorgten diese Bedingungen dafür, daß organisches Material nicht vollständig durch Mikroorganismen zersetzt wurde.

Im Vergleich mit anderen Wirbeltier-Faunengruppen ist auffällig, daß die Froschfauna aus Messel mit lediglich drei Spezies erstaunlich artenarm ist. Eine erste Beschreibung Messeler Frösche erfolgte durch WEITZEL (1938). Die systematische Stellung dieser Form scheint bis heute noch nicht endgültig geklärt zu sein, von WEITZEL (1938) ursprünglich in die Familie der Schlammpringer (Pelodytidae) gestellt, ordnete sie WUTTKE (1988) in die Verwandtschaft der Knoblauchkröten (Pelobatidae) ein. In jüngster Zeit erschien jedoch eine Arbeit von ROCEK & LAMAUD (1995) über Froschfunde aus dem Eozän von Querci, die sie südamerikanischen Formen aus der Familie der Leptodactyliden zuordneten.

Erstere weisen eine große Ähnlichkeit mit den Messeler Formen auf, die daher erneut überprüft werden müssen. Eine Beziehung Messel-Südamerika erscheint auch für die Froschfauna nicht unmöglich, wurden doch durch Funde eines Ameisenbären und von Straußenverwandten auch für andere Tiergruppen schon solche Belege erbracht.

Doch bis dahin seien sie noch mit ihrem revidierten Namen zitiert, *Eopelobates wagneri*, eine



Abb. 1: *Eopelobates wagneri*, ein landlebender Frosch mit Weichteilerhaltung im Bereich der Augen (schwarze Flecken). Die ehemaligen Weichteile werden durch unzählige versteinerte Bakterien makroskopisch nachgezeichnet. (Original: Forsch.-Inst. Senckenberg).

vorwiegend landlebende Form, die den Messelsee lediglich zum Laichen aufsuchte. Wie oben dargelegt, läßt sich anhand des Skeletts auf die Lebensweise rückschließen, für die landlebende Lebensweise spricht der stark verknöcherte Schädel, die Ausbildung großer Wirbelfortsätze, der Bau des Beckens sowie die Längenverhältnisse von Ober- und Unterschenkel zueinander (Abb. 1). Bei *E. wagneri* ist der Unterschenkel ein ganzes Stück länger, ähnlich wie bei den einheimischen Grünfröschen (*Rana esculenta* - Komplex, Ranidae). *Eopelobates wagneri* dürfte sich daher vorwiegend hüpfend fortbewegt haben; er war allerdings kein so exzellenter Springer, wie etwa der Springfrosch *Rana dalmatina* (Ranidae).

Trotz zahlreicher Funde mit Laicherhaltung ist es bis heute nicht gelungen, eine Kaulquappe dieser Form zu finden.

Eine ständig im Wasser lebende Form liegt, mit *Messelobatrachus tobieni*, aus einer sehr urtümlichen Familie vor, den Palaeobatrachiden (Abb. 2). Diese Froschfamilie, die die gesamte Nordhemisphäre der Erde besiedelte, starb vermutlich in Verbindung mit dem Einsetzen der Eiszeiten gegen Ende des Pliozäns vor ca. 2 Millionen Jahren aus. Auffälligerweise liegen von dieser Form mit ca. dreißig Exemplaren nur relativ wenige Funde vor, bezogen etwa auf die landlebende Form (s.o.) mit ca. zweihundert Funden. Dies liegt zum einen sicher auch daran, daß diese Exemplare lediglich eine Kopf-Rumpflänge von fünf Zentimetern erreichten, sie also beim Spalten des Ölschiefers nur schwer zu finden sind. Zum anderen kommen sie nur in einem bestimmten Ölschiefer Typ vor, der sogenannten *Tetraedron*-Fazies, die aber nur einen Teil der gesamten fundhöflichen Ölschieferabfolge ausmacht.

Die Algenflora des Messeler Sees wurde, zumindestens nach den elektronenmikroskopischen Befunden, von einer Grünalge dominiert, die der Gattung *Tetraedron* angehörte. In Zeiten, in denen die Sedimentzufuhr von außen in den See stark reduziert war, lagerten sich am Seeboden feinstgeschichtete Sedimente ab, anhand derer eine Jahreszeitenschichtung belegt werden konnte. Diese Schichtung besteht aus einer Wechsellagerung dieser Algenart, hervorgerufen

durch ein Massensterben nach einer Algenblüte, mit einer nachfolgenden, mehr von Tonmineralen dominierten Lage. Jeweils eine Algenlage und eine Tonlage, zusammen nur 0,2 mm dick, repräsentieren den Ablagerungszyklus eines Jahres.

Die Zeiten einer reduzierten Sedimentzufuhr hielt jeweils unterschiedlich lange an, so daß wir eine Vielzahl solcher Horizonte von Zentimeter- bis mehrere Dezimeter Mächtigkeit kennen. Es läßt sich bis heute nicht sagen, welche

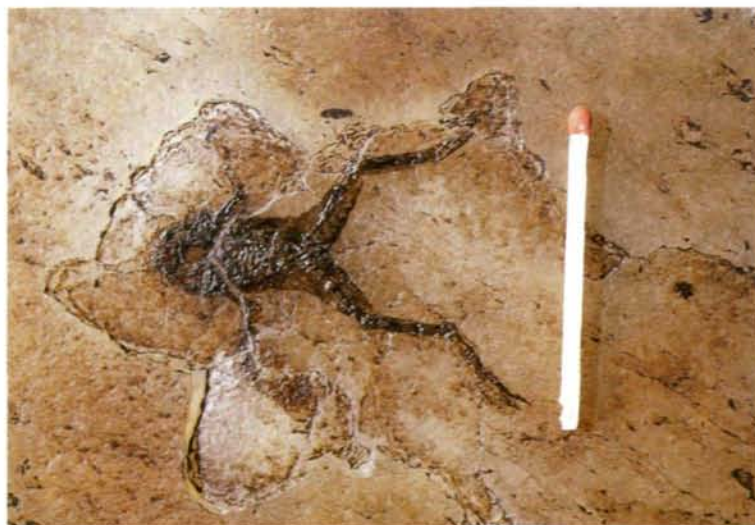


Abb. 2: *Messelobatrachus tobieni*, eine kleinwüchsige, vollaquatische Froschform. Die Funde sind auf einen Sedimenttyp beschränkt; dies weist auf besondere, noch nicht näher definierbare Lebensbedingungen im Messelsee hin. (Original: Sammlung Flegel).

Änderungen der mit einer reduzierten Sedimentzufuhr in Zusammenhang stehenden Lebensbedingungen, etwa eine Klimaverschiebung zu mehr trockenen Phasen, dafür verantwortlich waren, daß diese aquatischen Formen nur in dieser Zeit jeweils in den See einwanderten.

Auch der einzige Kaulquappenfund von Messel gehört dieser Form an, ansonsten liegt von *Messelobatrachus* an Juvenilstadien lediglich ein Fund im Endstadium der Metamorphose vor, der Schwanz war noch nicht ganz reduziert.

Seinen bevorzugten Lebensraum fand *Messelobatrachus tobieni* als Lauerräuber wohl vorwiegend in der dichten Ufervegetation, wo er, unter Schwimmpflanzen oder am Grunde verborgen, nach Beute lauerte. *Messelobatrachus* weist zahlreiche Spezialanpassungen an das Wasserleben auf, ähnlich wie die heutigen Krallenfrösche. Hierzu zählen vor allem die starke Verlängerung der Mittelhand- und Mittelfußknochen, sowie die gleiche Länge von Ober- und Unterschenkel. Zusätzlich weist er Verschmelzungen einzelner Wirbel auf. Dies alles wirkte sich positiv auf die Kraftübertragung beim Schwimmstoß aus, wenn der Frosch auf eine Beute zuschoß oder sich vor Freßfeinden in Sicherheit bringen mußte.

Eine weitere Froschgattung, *Lutetiobatrachus* ist bis heute leider nur durch ein Exemplar von *Lutetiobatrachus gracilis* belegt (Abb. 3). Auch dieser Fund konnte aus der Tetraedronfazies geborgen werden. Da bei der Bergung und nachfolgenden Präparation alle bauchseitigen Knochen verloren gingen, ist eine Zuordnung zu einer der bestehenden Froschfamilien bis heute nicht möglich. So müssen weitere Funde abgewartet werden, um eine systematische Zuordnung zu ermöglichen. Merkmale des Schädelbaus und der Wirbelsäule sprechen dafür, daß es sich wohl um eine eher landlebende Form handelte; was auch ein Hinweis auf die Ursache seiner Seltenheit sein könnte.

Obwohl für Messel zahlreiche Anurenfunde der Gattung *Eopelobates* mit Laicherhaltung vorliegen, ist es doch sehr auffällig, daß bislang erst eine einzige Kaulquappe, und die von der aquatischen Form *Messelobatrachus*, belegt ist. Zum Vergleich sei hier die ca. 25 Millionen Jahre alte Fossilagerstätte Enspel im Westerwald genannt – ein ehemaliger Maar-See – in dessen Ölschiefern sehr zahlreiche Kaulquappenfunde, zum Teil noch mit spiralig aufgewundenem Darminhalt und Weichteilerhaltung, belegt sind (Abb. 4). Allerdings gehören hier ausgewachsene Frösche zu den ausgesprochenen Seltenheiten.



Abb. 3: *Lutetiobatrachus gracilis*, bislang der einzige Fund. Eine genaue Zuordnung zu einer der bestehenden Froschfamilien ist aufgrund unvollständiger Erhaltung, nicht möglich.
(Original: Forsch.-Inst. Senckenberg).



Abb. 4: Kaulquappe (Familie Pelobatidae) aus dem Oberoligozän von Enspel im Westerwald (BRD). Skelettlänge ca. 7 cm, mitsamt der Weichteile wurden die Kaulquappen über 20 cm lang.
(Original: Erdgeschichtliche Denkmalpflege/Landes-sammlung für Naturkunde Rh.-Pf).

In Messel wurden wohl bislang nicht näher eingrenzbar Filter wirksam, die ein Eindriften von Kaulquappenleichen in den heute zugänglichen Ablagerungsbereich des Sees verhinderten. Spekuliert werden kann hier, ob der Pflanzengürtel im Uferbereich zu dicht war, als daß tote Kaulquappen in den See hätten hinausdriften können, oder daß der Besatz mit Raubfischen zu groß war, so daß sich Kaulquappen in der unmittelbaren Uferzone (die in Messel nicht überliefert ist) aufhalten mußten. In Enspel hingegen ist lediglich eine zu den Karpfenartigen zu stellende Fischart belegt, die auf Insekten als Nahrung spezialisiert war, so daß Fische keinen Feinddruck auf die Kaulquappen ausübten. Hier fehlen noch Rezentbeobachtungen an entsprechenden tropischen Seen, um für Messel ein Modell aufstellen zu können.

Literatur

- Anonymus (1996): Jurassic frog hops into the record book. National Geographic Magazine **190** (2).
- ROCEK Z. & P. LAMAUD (1995): *Thaumastosaurus bottii* DE STEFANO, 1903, an anuran with Gondwanan affinities from the Eocene of Europe. Jour. Vert. Paleont. **15**(3): 506-515.
- WEITZEL K. (1938): *Propelodytes wagneri* n. g. n. sp., ein Frosch aus dem Mitteleozän von Messel. Notizbl. hess. geol. L.-Amt **19**(5): 42-46.
- WUTTKE M. (1988): Amphibien am Messelsee – Salamander und Frösche. In: SCHAAAL S. & W. ZIEGLER (Eds.): Messel – Ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens. Frankfurt a.M., pp. 94-98.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Michael Wuttke

Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz

Referat Erdgeschichtliche Denkmalpflege

Am Obstmarkt 13

D-55126 Mainz/Deutschland

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stapfia](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [0047](#)

Autor(en)/Author(s): Wuttke Michael

Artikel/Article: [Die eozänen Frösche von Messel 227-232](#)