

SCHWIMMENDE TETRAPODEN - ZUM PROBLEM DER KONSTRUKTIVEN KONVERGENZ

Michael GUDO¹ & Mathias GUTMANN²

¹ Morphisto - Evolutionsforschung und Anwendung GmbH, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main; e-mail: mgudo@morphisto.de

² Forschungsinstitut Senckenberg, Sektion Marine Evertrebraten I, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt a. M.

Der Tetrapoden-Bauplan erscheint als weitgehend einheitlich. Diese (zumindest auf den ersten Blick fraglose) Einheitlichkeit macht die Tetrapoden zu einem idealen Gegenstand evolutionsbiologischer Rekonstruktion, da für annähernd jede morphologische Funktion oder ökologische Fungibilitätsfunktion Beispiele zu finden sind, die einen echten evolutionären Vergleich erlauben. Sehr viel weniger eindeutig wird diese Situation allerdings, wenn man nicht alle in diese Eindeutigkeitsbeurteilung eingehenden Prämissen ungefragt akzeptiert. So sind unstrittig ausgehend vom Vertebraten-Grundplan durch die Tetrapoden alle möglichen Lebensräume erschlossen worden. Sieht man von der (biologisch fragwürdigen) Möglichkeit einer primären Landevolution ab, so scheint die Erschließung des Luftraumes unstrittig sekundär; die Erschließung des Wasserraumes hat allerdings sicher mehrfach von verschiedenen Evolutionslinien innerhalb der Vertebraten stattgefunden. Dies wirft die grundsätzliche Schwierigkeit auf, zwischen primärem und sekundärem Landgang mit vornehmlich morphologischen Mitteln entscheiden zu müssen.

Eines der hierbei sichtbar werdenden Probleme besteht darin, daß die Modellgrundlage zur Beschreibung „der“ Tetrapoden selbst bei biologisch so unterschiedlichen (rezenten) Klassen wie Reptilia und Mammalia jeweils identisch ist. Der Kollektivsingular legt evolutionäre Zusammenhänge nahe, wo möglicherweise eher konstruktiv-physikalische Restriktionen eine entscheidende Rolle spielten (die klassischen Konvergenzentwicklungen; vgl. MORRIS, 2003). Beschreibt man nämlich Lebewesen als funktionale und fungible Einheiten, dann läßt sich die Bewegungsweise derselben technisch modellieren. GUTMANN (1994) hat unter Berufung auf HARRIS (1936) ausgeführt, daß Fische, modelliert als technische Gefährte, die sich unter Wasser fortbewegen, zwei Paar horizontaler Tragflächen benötigen, um ihre Lage im Raum zu stabilisieren. Auch Flugzeuge besitzen in der Regel neben den Tragflächen noch ein Höhenleitwerk. Insbesondere bei Verminderung der Schwimmgeschwindigkeit („Bremsen“ mit den Vorderflossen) bedarf es einer Sicherung gegen ein Ausbrechen des Rumpfes nach unten oder vor allem nach oben, weil die Brustflossen in der Regel unterhalb der Körpermitte (und des Massenmittelpunktes) sitzen. Die Sicherung gegen eine ungewollte seitliche Auslenkung ist mit Hilfe der am langen Hebelarm angreifenden Schwanzflosse energiesparend möglich. Bei Walen und Delphinen sowie Seekühen ersetzt nach dieser Vorstellung die horizontal stehende Schwanzflosse das „Höhenleitwerk“ und das hintere Flossenpaar konnte in der Evolutionsgeschichte reduziert werden (vgl. MADDOCK, 1994). Insgesamt fällt etwa bei Fischen auf, daß die Vorderflossen meist deutlich größer sind als die Hinterflossen, ähnliche Beobachtungen kann man bei Fischeosauriern, Plesiosauriern, Schildkröten, Ohrenrobben und natürlich Walen und Delphinen machen, bei denen die hinteren Flossen ganz reduziert sind. Da sich grundsätzlich dieselbe Modellierung auch für Amphibien, oder Vögel vornehmen läßt, könnte die Einheitlichkeit „der“ Tetrapoden (sieht man von der eher trivialen Feststellung desselben Ursprunges als Vertebraten einmal ab) Ergebnis der modellierenden Beschreibung sein.

Diese Deutung hätte allerdings möglicherweise radikale Folgen für die Rekonstruktion der Land- und sekundären Wassergang-Problematik. Denn es könnten zwar

die physikalisch funktionalen Restriktionen der Transformationsrichtungen (Wasser – Land und vice versa) angegeben werden, nicht jedoch – bezogen auf die einzelne Form – die tatsächliche Transformation. Um hier zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen, ist zunächst eine umfassende funktionelle Beschreibung möglichst aller konstruktiven Optionen der Bauform „vertebrater Tetrapoden“ notwendig. Dies geschieht hier im Anschluß an eine Übersicht von GUTMANN (1994). Die Haupttransformationsrichtungen werden ausgehend von einer vermuteten Vorläuferkonstruktion so beschrieben, daß alle Bewegungsformen als Ergebnis rein funktionaler Restriktionen dargestellt werden können. Es zeigt sich, daß von den jeweils erreichten Konstruktionsniveaus ausgehend mehrfache Wasser – Land – Wasser Transformationen denkbar sind.

Aufbauend auf den vorgelegten Ergebnissen können weitere - ökologische, physiologische und genealogische - Daten integriert werden.

HistoStack3D – EIN NEUES TOOL ZUR 3D-REKONSTRUKTION VON TOMOGRAPHISCHEN DATEN

Michael GUDO & Mark PEINL

Morphisto - Evolutionsforschung und Anwendung GmbH, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main;
e-mail: mgudo@morphisto.de

Problemstellung

HistoStack3D ist ein neues Softwarepaket zur dreidimensionalen Rekonstruktion von histologischen Schnittserien und zur Visualisierung von tomographischen Datensätzen. Grundlegendes Problem bei der 3D-Rekonstruktion histologischer Schnittserien ist die Referenzierung von Einzelschnitten einer Serie, die durch den Schneidevorgang ihren Raumbezug verloren haben. In bisherigen Verfahren wird dieses Problem durch den Einsatz von internen oder externen Referenzmarken gelöst, um somit einen räumlichen Bezug für jeden einzelnen Schnitt herzustellen.

Interne Referenzmarken – die im Einzelschnitt sichtbaren inneren und äußeren Objektkonturen des eingebetteten Präparats – erlauben jedoch nur eine relative Referenzierung. Die Alignierung zweier aufeinander folgender Schnitte einer Serie kann hier nur mit den Objektkonturen erfolgen, und ist demnach von der Form des Präparats abhängig. Die daraus resultierenden 3D-Modelle werden nicht notwendigerweise mit dem realen Objekt übereinstimmen. Externe Referenzmarken, d.h. zusätzliche, präparatfremde Marken, wie z.B. Löcher, eingebettete Haare oder speziell zugeschnittene Blockränder, ermöglichen dagegen eine unabhängige, absolute Orientierung der Einzelschnitte und damit auch eine Erstellung von objektiveren 3D-Modellen, als dies durch den alleinigen Einsatz von internen Referenzmarken möglich wäre. Auch wenn dieses Kriterium für die meisten Benutzer ausschlaggebend ist, um ihre Rekonstruktionen mit externen Referenzmarken durchzuführen, ist diese Methode doch nicht ohne Nachteile. Dazu zählt die Beschränkung auf harte Einbettungsmedien, wie z.B. Kunststoff, da nur hier diese Referenzmarken beim histologischen Bearbeitungsvorgang erhalten bleiben, ebenso auch eine erforderliche Mindestgröße des zu rekonstruierenden Ausschnitts, da die abseits des Präparats befindlichen Referenzmarken Teil dieses Ausschnitts sein müssen. Eingeschränkte Färbemöglichkeiten limitieren die histologischen Interpretationsmöglichkeiten. Zudem ist die Herstellung hart eingebetteter Präparate mit externen Referenzmarken schwierig und der instrumentelle Aufwand für ihre Erfassung oftmals hoch.