

# 125 Jahre 'Deutsche Zoologische Gesellschaft' (DZG) - von der Zootomie zur Epigenetik und Kognitionsforschung

Friedrich G. Barth

*Die Zoologie hat sich seit der Gründung der DZG im Jahre 1890 dramatisch verändert. Nach der Loslösung von der Medizin und deren bevorzugt anatomischen Interessen verfolgte sie zunächst ihre spezifisch zoologischen Ziele, insbesondere also die Beschreibung, Identifizierung und phylogenetische Einordnung der Vielfalt der Tiere. Inzwischen erweiterte und vertiefte die Zoologie das Verständnis von lebenden Organismen auf allen Organisationsebenen, sowohl im Sinne einer 'Allgemeinen Biologie' als auch einer 'Speziellen Zoologie'. Befördert wurde diese Entwicklung u.a. durch zunehmend experimentell und quantitativ arbeitende Disziplinen, die Überschreitung der ursprünglichen Fachgrenzen und die rasante Entwicklung der Arbeitstechniken. Durch die Forschung an tierischen Organismen unterschiedlicher Lebensweise, verschiedener Baupläne und phylogenetischer Stellung und die vergleichende Betrachtung hat die Zoologie gerade in den letzten Jahrzehnten auch dazu beigetragen, die Stellung des Menschen im Sinne der Abstammungslehre Darwins und seine tiefe, auch 'geistige' Verwurzelung in der Natur deutlich zu machen.*

Zuerst meinen herzlichen Dank für die Einladung zum Festvortrag anlässlich dieser besonderen Jahresversammlung in

Graz! Ich werde (i) zunächst ein paar Blicke auf die Anfänge der DZG werfen, dann (ii) einige wenige der großen Veränderungen in der Zoologie ansprechen und am Ende (iii) ein paar Gedanken zum „Ganzen und seinen Teilen“ riskieren.

## I. DER ANFANG

Um 1860 erschienen die ersten Bände von *Brehms Tierleben*. Diese Darstellungen der Vielfalt und Diversität der Tiere waren zwar wissenschaftlich, aber aus heutiger Sicht allzu anthropozentrisch. Sie waren dennoch wichtig für die Zoologie zu einer Zeit, in der sich deren Vertreter bevorzugt damit beschäftigten, die vielen Tierarten richtig zu beschreiben, zu identifizieren und einzuordnen. Als die DZG am 28. Mai 1890 ihre Gründungsversammlung im Frankfurter Zoologischen Garten abhielt, war Alfred Brehm bereits acht Jahre tot. Aber die Gründung der DZG hatte neben der Förderung des Informationsaustausches unter allen Zoologen und der Koordination ihrer Aktivitäten zwei spezielle Ziele, deren Bedeutung Brehm erkannt hatte (s. Beschlüsse der Tagung in Leipzig, 1891; Geus und Querner 1990): 1. Eine vereinheitlichte systematische *Nomenklatur*. Dieses Ziel wurde inzwischen weitgehend erreicht. 2. Ein „*Catalogus*“ aller bekannten rezenten Tiere, also eine Zusammenstellung der „spe-

*cies animalium recentium*“. Heute sind von mindestens 10 Millionen (vermutlich wesentlich mehr) existierenden Tierarten nur ca. 1,8 Millionen adäquat beschrieben und damit offiziell existent. Das zweite Ziel der Gründungsväter der DZG ist demnach nach 125 Jahren noch immer in weiter Ferne. Der unbekannte, weitaus größere Anteil der Diversität hat geradezu bedrohliche Ausmaße. Ein modernes, wissenschaftlich adäquates „Brehm's Tierleben“ mit der Beschreibung aller Tierarten fehlt noch immer.

Was die Zoologen und nicht nur sie zur Gründungszeit der DZG zudem beschäftigte, war *Darwins Deszendenzlehre*. In seiner Rede am 2. April 1891 (1. DZG-Versammlung in Leipzig) würdigte **Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart (1822 – 1898)**, der erste Vorsitzende (Vorstandswahl am 1.8.1890 in Heidelberg) der DZG (Abb. 1), später auch ihr Ehrenmitglied, die Deszendenzlehre von Charles

Darwin und ihre kausale Begründung und meinte programmatisch, dass die Zoologie nun 'von der Fläche der Mannigfaltigkeit in die Tiefe der Gesetzmäßigkeiten' vordringen werde (s. Beitrag Sauer, S.113, in: Wägele 2007 ). Diese Darwin'sche „Tiefe“ bedingte zunächst auch einen Aufruhr in der Zoologie. Der Nachweis der partikulären Vererbung durch *Gregor Mendel* wurde erst zur Jahrhundertwende (1900) wieder entdeckt und die Betroffenheit über Darwins Erklärung der fundamentalen Wesenskohärenz alles Lebendigen und seines Verwandtseins aufgrund der gemeinsamen Herkunft war groß. Ganz besonders, weil Darwin den Menschen in dieses Denken voll einschloß und für viele die Vorstellung von einem eigenen und besonderen Platz in der Welt erschütterte (Markl 1990, S.118). Vielen bedeutete Darwins Lehre damals eine Bedrohung der politischen, sozialen und religiösen Ordnung.



Abb.1: Rudolf Leuckart (1822-1898), der Gründungspräsident der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Links zwei seiner berühmten Wandtafeln, die an Schulen und Universitäten weltweite Verbreitung fanden. Bildnachweis: Bezembinder's geillustreerde links und Wikipedia

Dies war am Anfang der DZG. Bis heute hadert manch Einer mit der Forderung eines veränderten *Selbstverständnisses des Menschen*. Noch heute gibt sich der aufgeklärte säkulare Westen diesbezüglich wenig aufgeklärt: Im Jahr 2008 waren in den USA 44% der Bevölkerung überzeugt, Gott habe den Menschen in seiner heutigen Form vor höchstens 10000 Jahren erschaffen. Selbst in Darwins Heimat waren 2006 nur 48% der Briten von der Evolution überzeugt (Becker 2009). Hubert Markl (1990) nannte die Schwierigkeit der Trennlinienziehung zwischen Mensch und Tier das „fortbestehende Leiden an Darwin“. Ich komme später hierauf zurück.

Zur Gründerzeit der DZG war die Zoologie noch weitgehend Teil der medizinischen Fakultät. Die Gründerväter der DZG waren zumeist die ersten eigenständigen Vertreter der Zoologie an ihren Universitäten. Sie vertraten die klassischen Teilgebiete einer weitgehend deskriptiven Zoologie, also Systematik, vergleichende Anatomie/Zootomie, vergleichende Entwicklungsgeschichte (Geus und Querner 1990). Bei der Vorstandswahl am 1. August 1890 gab es, etwa der Mitgliederzahl entsprechend, 89 Stimmzettel.

**Otto Bütschli**, auf dessen besonderes Betreiben die DZG aus einer Sektion der „Versammlungen der Deutschen Naturforscher und Ärzte“ hervorging, plädierte dafür, dass ein Österreicher einer der Vorstandsstellvertreter sei. Dies geschah jedoch erst 1902 mit **Ludwig Graff von Pancsova (1851 – 1924)**, einem Turbellarien-Spezialisten, der Graz Ende des 19. Jahrhunderts zur 'Welthauptstadt der Wurmforschung' machte.

Zur Jahresversammlung von 1891 in Leipzig kamen neben den fünf Mitgliedern des Vorstands nur 30 der bereits 150 DZG-Mitglieder. Und wie so oft bei solchen Anlässen setzte man Kommissionen ein, die sich um die besonderen Ziele der DZG kümmern sollten: Also 1. um eine einheitliche Nomenklatur und 2. um die Bearbeitung der „Species animalium recentium“ nach neuestem Wissensstand. Die DZG wandte sich damals auch mit einer 'Immediateingabe' an den Deutschen Kaiser und König von Preußen, Wilhelm II., wegen der Gründung einer biologischen Station Helgoland (Geus und Querner 1990; S.26ff). Helgoland war ja 1890 von Großbritannien an Deutschland übergeben worden, das seinerseits u.a. dessen Protektorat über San-sibar anerkannte.

## II. MEILENSTEINE

Fragt man, welches die Meilensteine in der Entwicklung der Zoologie zwischen 1890 und heute waren, dann kommen die eigene Expertise und subjektives Erleben stark ins Spiel. Ich werde exemplarisch nur wenige Blickpunkte meines eigenen Gesichtsfeldes andeuten. Es könnten auch andere sein, wenngleich über manches Einigkeit bestehen wird.

### 1. Das Experiment

Nach einer langen meist deskriptiven Phase beflügelten der experimentelle Forschungsansatz und seine Aufwertung gegenüber Theorie und Spekulation die Zoologie. Das Aufstellen von Hypothesen und die aktive Befragung der Natur durch ein wohldurchdachtes Experiment beschleunigten ihren Fortschritt enorm und

machten ihre Erkenntnisse zudem verbindlicher.

**Karl von Frisch**, von 1946 -1950 Professor in Graz, der DZG stets verbunden, 1928 ihr Präsident und später Ehrenmitglied, sei hier als besonders prominentes Beispiel für die Impulsgeber der Zoologie zuerst genannt (Abb.2). Seine einfache Methode, Tiere so zu dressieren, dass ihnen nur Verhaltensweisen abverlangt werden, die in ihrem natürlichen Leben vorkommen, hatte tiefgreifende Folgen. Zoologen kennen die aufregende Geschichte des Nachweises von Farbensehen bei der Honigbiene (DZG-Tagung 1914 in Freiburg; s. von Frisch 1962). Von Frisch war erst 28 Jahre alt und die Polemik mit dem berühmten Carl von Hess auf ihrem Höhepunkt. Dies war dennoch ein Auftakt für die rasante Entwicklung der Sinnes- und Verhaltensphysiologie, der Neuroethologie, sensorischen Ökologie und anderer heute als eigene Disziplinen auftretender Gebiete. Von Frischs zwingende Art, der Natur Antworten auf tiergerechte Fragen abzurufen und sein einfacher Blick auf das Wesentliche wirken bis heute intensiv nach.

## 2. Grenzüberschreitung und Teamwork

Ein besonderes Merkmal des Fortschritts in der Zoologie wie auch anderen Fächern ist die zunehmende Integration anderer Wissenschaftsdisziplinen. Auch hierfür mögen von Frisch und seine Verhaltensphysiologie als Beispiel dienen. Heute herrscht Konsens darüber, dass die Wahrscheinlichkeit innovativer Erkenntnisse an der Grenze zwischen den Fächern besonders groß ist. Zuerst war ein solches anderes Fach für die Zoologen

besonders die Chemie, dann die Physik, inzwischen vermehrt Mathematik, Informatik, technische Disziplinen wie Robotik, Strömungsmechanik, Materialforschung und viele andere. Für die Entwicklung der jungen zoologischen Kognitionsforschung gilt Ähnliches. Sie bedient sich u.a. der Erkenntnisse der Neurologie, Anthropologie, Psychologie und Philosophie (Neurophilosophie). Während früher ein Doktorand meist sein ganz eigenes Thema hatte und bewachte, ist heute Teamwork angesagt. Inter- bzw. Transdisziplinarität ist fast zur Regel geworden, auch wenn sie häufig modischer Schein bleibt, von den Förderinstitutionen zu sehr erwartet wird und der feine Unterschied zwischen Kooperation und echter Kollaboration unbemerkt bleibt.

Hierzu sei nach Karl von Frisch **Hansjochem Autrum** genannt, sein Nachfolger auf dem Münchener Lehrstuhl (Abb. 2). Er trug entscheidend dazu bei, die Physik in die Zoologie zu integrieren und beeinflusste den Fortgang der Sinnes- und Neurobiologie wie kaum ein Zweiter zu seiner Zeit. Dass der Weg vom Verhalten zur neuronalen Einzelzelle, inzwischen zum Genom und zu den Molekülen, in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts so erfolgreich war, ist wesentlich der technisch/physikalisch inspirierten Denkungsweise zu verdanken.

Das historisch Bemerkenswerte daran erhellt u.a. daraus, dass Autrum 1936, wiederum auf einer denkwürdigen DZG-Tagung in Freiburg, einen Vortrag zur „*Theorie der Schallwahrnehmung bei Luftarthropoden*“ hielt. Offenbar war es damals den meisten Zoologen nicht möglich, zwischen Schalldruck und Schall-

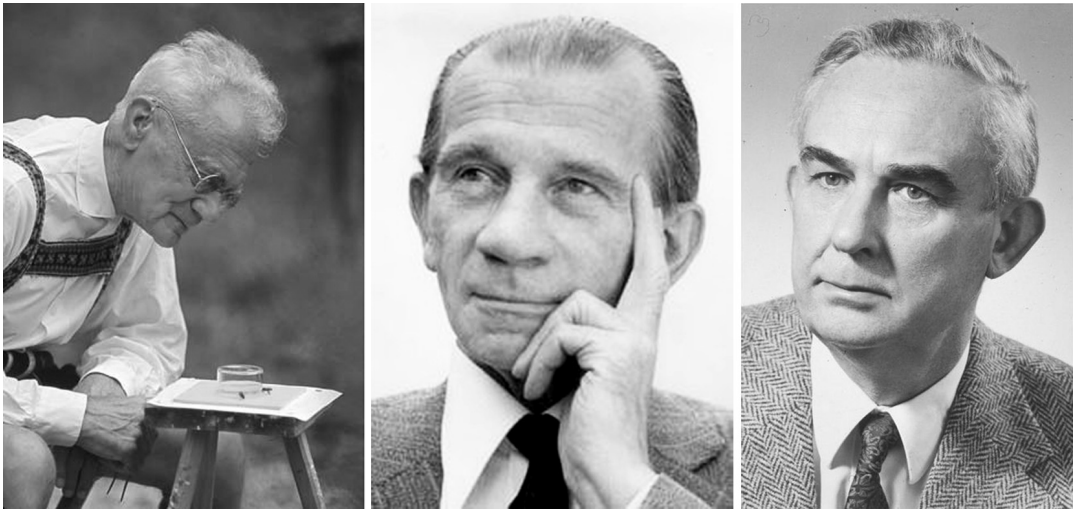


Abb.2: Links: Karl von Frisch (1886 – 1982) bei Bienenversuchen; Mitte: Hansjochem Autrum (1907 – 2003); rechts: Willi Hennig (1913 – 1976).

Bildnachweis: Encyclopaedia Britannica, Wikipedia und Senckenberg.de

schnelle und zwischen den entsprechenden Sensoren zu unterscheiden. Selbst Hans Spemann, Nobelpreisträger des Vorjahres (1935), ließ nicht einmal eine Diskussion des Vortrags zu, für so merkwürdig hielt er Autrums Vorstellungen. Er verstand sie ganz und gar nicht, wie seine skurrile Bemerkung zeigt: „Das ist doch nicht einzusehen, dass Insekten besser hören sollen, wenn sie schneller laufen“. Autrum kommentierte dies später in seinen Memoiren genüsslich: „Nobelpreise schützen vor Torheit nicht“ (Autrum 1996). Den breiten und erfolgreichen Einzug der Physik in die Biologie konnte das anfängliche Unverständnis aber nicht aufhalten.

Dass umgekehrt auch die Physik mit der Biologie Mühe hatte, beschreibt **Friedrich Schaller**, DZG-Präsident 1971/2 (Schaller 2000, S.119). Er wurde bisweilen als Ultra-Schaller bezeichnet. Der Grund: Er berichtete 1949 auf einer Ta-

gung in Erlangen erstmals von einer Reaktion von Nachtschmetterlingen (nur sofern im Besitz eines Tympanums) auf Ultraschall, was die Physiker mit großer Skepsis erfüllte. Das Problem war, dass ihre neuesten Messgeräte aus den USA weit unempfindlicher als die der Schmetterlinge waren, was ja nicht sein konnte!

### *3. Quantifizierung und eine neue Sichtweise*

Im Rückblick auf die Anfänge der DZG und ihre ursprünglichen Zielsetzungen soll als drittes Exempel für grundlegenden Fortschritt auch der Einfluss von **Willi Hennig** seit den 1950er Jahren auf die Phylogenetische Systematik hervorgehoben werden (Abb. 2). Hennig entwickelte eine ganz neue Sicht auf die natürliche Ordnung der Lebewesen und ersetzte die vorherrschende Taxonomie durch eine Systematik, die der evolutionären Verwandtschaft folgt (Hennig 1950).

Dank der logisch kohärenten und klar formalisierenden Kladistik, der konsequent-phylogenetischen Systematik mit Hilfe von Apomorphien, wurde die Biosystematik wieder zu einem aktuellen, innovativen und wissenschaftlich voll anerkannten Teilgebiet der Zoologie – nicht zuletzt aufgrund heftiger Kontroversen wegen der Auflösung klassischer taxonomischer Einheiten. Dies ist umso bedeutender, als die Systematik zuvor vielleicht mit zu viel Intuition und individuellem Urteil beladen war und deshalb als zoologische Disziplin eine weniger ruhmreiche Zeit durchleben musste (was wissenschafts-politisch nicht immer weitsichtig war). Inzwischen ist die neue Dynamik der Systematik auch der Molekularbiologie und Genetik zu danken.

#### 4. Arbeitstechniken

Die Fortentwicklung der Arbeitstechniken während der letzten Jahrzehnte war und ist gewaltig. Sie steigerte nicht nur das Tempo des Erkenntnisgewinns, sondern ermöglichte auch erstmals die Bearbeitung vieler Fragestellungen. Zwei Beispiele hierzu.

(i) *Elektronenmikroskopie*. Das Elektronenmikroskop entwickelte sich ab etwa 1950 rasant. Ich richtete in den 60er Jahren auf den Spuren von Helmut Altner am Münchener Zoologischen Institut dessen erstes elektronenmikroskopisches Labor ein (Zeiss EM9S). Die Folgen der Elektronenmikroskopie waren bahnbrechend: Man denke etwa an die Gleitfilamenttheorie der Muskelkontraktion oder an chemisch und elektrisch übertragende Synapsen, an die Analyse von Zellorganellen und den Feinbau von Rezeptorzellen und

die entsprechenden funktionellen Interpretationen. Das Raster-EM erleichterte es den Systematikern, kleine Strukturen und Oberflächen in großem Stil vergleichend zu analysieren. All dies hatte enormen Einfluß auf die Entwicklung großer Teildisziplinen der Zoologie und ihrer Fragen.

(ii) *Digitale Revolution*. Und dann die später einsetzende digitale Revolution und all die wunderbaren Gerätschaften, die man heute über das Internet bestellen kann. Ich erinnere mich an Zeiten, als es noch kein Kopiergerät gab und wir als junge Assistenten beim Eigenbau von Verstärker und Kathodenfolger für die Elektrophysiologie noch Radoröhren verwendeten. Die erste Computer-unterstützte Analyse von Aktionspotentialen erforderte eine klimatisierte Kammer und einen für damalige Verhältnisse gigantischen finanziellen Aufwand für die Geräte. Man war gut beraten, einen Techniker im Team zu haben. Folgen von Aktionspotentialen ließen sich anfänglich nur 10-20 Sekunden lang auswerten! Es gab auch keine Laser-Vibrometer und Axel Michelsens Pioniergerät in Odense war nach heutigen Maßstäben noch unsäglich Benutzer-unfreundlich. Dagegen geht man heute mit einem tragbaren Laser-Vibrometer und einem Reise-Laptop in den Urwald und registriert stundenlang das Vibrieren balzender Spinnen oder kommunizierender stachelloser Bienen. Und nicht nur das: Beinahe im Handumdrehen lässt sich etwa der Spektralgehalt der Signale analysieren und in schönsten Farben darstellen. Moderne, handliche Videokameras, auch 'high speed' und nachtauglich, sind Geschenke des Him-

mels für anspruchsvolle Feldarbeit. Aber wie gesagt: Wichtiger als die neue Bequemlichkeit ist es, dass mit Hilfe verbesserter Datenerfassung und Analyse auch im Labor viele Fragestellungen erstmals einen realistischen Sinn bekamen.

Gewiss interessierten sich während der vergangenen Jahrzehnte viele Zoologen eher für die vom Genom gespeicherte Information als für die Vielfalt der tierischen Formen und deren Leistungen. Und fraglos verhalfen die von der Genetik und Molekularbiologie erarbeiteten Kenntnisse und Techniken zu großen Durchbrüchen auch in primär nicht genetisch bzw. molekularbiologisch interessierten Disziplinen der Zoologie. Wir alle brauchen und nutzen sie: in der Evolutionsbiologie, der Entwicklungsbiologie, der Neurobiologie und der phylogenetischen Systematik, um nur einige zu nennen. Die reduktionistische Art zu forschen war und ist extrem erfolgreich. Man sollte also nicht herablassend von der „Handwerker-Generation“ der Zoologen sprechen, denn es war und ist exzellentes, erfolgreiches und notwendiges Handwerk.

Und trotzdem – und so komme ich zu einer *Kernfrage der Zoologie* zurück: Molekularbiologie wird vielen Problemen der Zoologie nicht gerecht, auch wenn sie zu deren Lösung wesentlich beiträgt. Denken wir etwa an Vorgänge in Populationen, an die Evolution der Vielfalt und die Artbildung, an Vorgänge in Ökosystemen, an die Netzwerke zur Steuerung von Entwicklungsvorgängen und an Anpassung und Anpasstheit von Sinnesleistungen und Verhalten an den arteiligen Lebensraum. Deshalb nun zum Teil III meines Vortrags.

### III. DAS GANZE UND SEINE TEILE

#### 1. Gibt es eine einheitliche Zoologie?

Was also wäre – nochmals gefragt – eine oder gar die Hauptaufgabe der Zoologie? Die kurze Antwort: *Die Beschreibung und Analyse der Vielfalt der Organismen und ihrer Anpassungen*, besonders durch einen Vergleich von Strukturen und Funktionen. Anders die allgemeine Biologie: Sie interessiert sich primär nicht für das Art spezifische und die Mannigfaltigkeit der Organisationsformen als einer fundamentalen Eigenart lebender Organismen, nicht für die besonderen Anpasstheiten und Spezialisierungen der Arten. Allgemeine Biologie hört eigentlich auf dem Niveau der Euzyte auf, da alle Organismen jenseits von deren Organisationsniveau „taxonomisch begrenzt“ sind. Einen idealtypischen Organismus gibt es in diesem Sinne nicht (s. Beitrag Osche in: Rathmayer 1975).

Heute ist die Zoologie weniger als je zuvor nur ein Teilgebiet der allgemeinen Biologie, ganz zu schweigen von ihrer ursprünglichen Zugehörigkeit zur Medizin. Zu Recht: Die Diversifikation der Tiere ist kein evolutionäres Missgeschick und auch nicht nur Verzierung der Natur, sondern eine fundamentale Eigenschaft des Lebendigen. Und deshalb sind art spezifische Fragen typisch zoologische Fragen, die sonst kein Fachgebiet in ähnlichem Maße interessieren. Erinnern wir uns: Tiere sind *energetisch offene Systeme* und können nur als solche existieren. Ihre Mannigfaltigkeit spiegelt demnach die Lösung eines damit einhergehenden fundamentalen Problems wider, nämlich die Notwendigkeit, in verschiedensten ökolo-

gischen Nischen Wege zur ständig erforderlichen Energieaufnahme zu finden. So ist jede Tierart ein Experiment, auch ein physiologisches, der Evolution. Was wir letztlich suchen, sind sowohl allgemeine Gesetzmäßigkeiten als auch ein Verständnis der Vielfalt und der in ihr verwirklichten Anpassungen.

Es gibt also noch immer *spezifisch zoologische Fragen*, aber der Versuch, krampfhaft eine Geschlossenheit des Faches Zoologie zu bewahren, ist dem Fortschritt sicher hinderlich. Die DZG reagierte später als die amerikanischen und britischen Zoologen auf die Vielfalt ihrer Forschungsteilgebiete. Heute hat auch sie Sektionen und thematisch spezialisierte Veranstaltungen. Wegen der Fortschritte in den Teildisziplinen, der enormen technischen Entwicklungen und Diversifikationen und angesichts der so wichtig gewordenen fachlichen Grenzüberschreitungen ist dies längst unerlässlich.

Im Übrigen halte ich es mit Rüdiger Wehner (in: Boeckh und Pfannenstiel 1986), wenn er sagt: „*Was die begabtesten Nachwuchsforscher von heute als forschungswürdig betrachten, definiert die Zoologie von morgen.*“ Dies ist ein besserer Wegweiser als aufgesetzte, oftmals von sachunkundigen Politikern gedachte und finanziell bevorzugte Forschungsprogramme. Modische Tendenzen der Forschungsförderung und deren Folger wird es immer geben. Zum Glück ändern sich die Moden. Problematisch wird es aber, wenn klassische „alte“ Fächer ganz aus dem Vorlesungsverzeichnis verschwinden und wertvolles Gut früherer Forschungsleistung vergessen wird oder gar verloren geht. So ist die For-

menkenntnis in der Lehre heute an vielen Universitäten sicher zu sehr reduziert. Die Taxonomie und vergleichende Anatomie sind als Fächer an vielen oder gar den meisten Universitäten beinahe verschwunden. Parasitologie, vergleichende Organphysiologie, Stoffwechsel- und Hormonphysiologie kommen hier ebenfalls in den Sinn (s.a. Wägele und Bode in: Wägele 2007). Vorsicht ist geboten: Eine einmal vergessene, hochentwickelte Fachdisziplin mit der Erfahrung von Generationen kann nicht so leicht reaktiviert werden.

## 2. Die organismische Sichtweise

Die Molekularbiologie ist heute auch für die spezifisch zoologische Forschung unverzichtbar. Aber sie ist nicht die moderne Biologie schlechthin, wie es sich bisweilen insbesondere dem Laien darstellt. Eine endlose Beschäftigung mit allen Details wird problematisch, wenn sie den Punkt übersieht, an dem die Einordnung in höhere Komplexitäts- und Organisationsebenen wie ganze Organismen und ihre Ökosysteme gefragt ist. Organismen haben sich unter bestimmten Selektionsdrücken entwickelt und ohne Verständnis ihrer Anpassung an diese lassen auch die dann aus dem Zusammenhang gerissenen Details oft nicht erkennen, wo die besten „Tricks“ zu finden sind und was sie bedeuten. Dazu sind diejenigen Forscher, die ein Tier in größeren Zusammenhängen verstehen, unverzichtbar, und damit das, was man spezifisch zoologisch nennen mag.

In diesem Kontext sei auf einen bekannten, aber m.E. noch immer zu wenig gewürdigten Umstand verwiesen, der die



Bedeutung meiner Argumentation unterstreicht und ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung unserer Wissenschaft ist (Barth 2014).

In den 1930er und 1940er Jahren befruchtete die „*Modern Synthesis*“ die Evolutionstheorie durch die raschen Fortschritte der Genetik und Populationsgenetik ganz enorm und sie vertiefte unser Verständnis von Adaptation und Artenbildung. Seither war die Interpretation der Evolution stark genzentriert und auf das '*zentrale Dogma der Molekularbiologie*' fokussiert (Crick 1970), also den Weg vom Gen, der DNA, über die RNA zum Protein und schließlich zum Phänotyp. Seit den frühen 2000er Jahren wurde allerdings besonders durch die Befunde der Epigenetik immer klarer, wie wenig die Kausalkette zwischen Gen und Phänotyp eine direkte ist. Das Genom wird heute nicht mehr so sehr als genetisches Programm interpretiert, sondern als Datenbasis, die in erstaunlichem Umfang top-down Einflüssen von höheren Organisationsebenen unterworfen ist (Noble 2008, 2011, 2012; Shapiro 2009; Bitbol 2010). Diese Einflüsse ändern nicht die DNA-Sequenz, also den Genotyp selbst, bestimmen jedoch, was auf dem Genom „gespielt“ wird, die Genexpression (durch chemische Modifikation der DNA und der Histone, in die sie eingebettet ist).

Eine solche genetische Regulation betrifft nicht nur die embryonale Morphogenese, wobei die physische Entwicklung selbst auf die Entstehung von Variation einwirkt („*developmental bias*“). Sie ist nicht nur Folge, sondern auch Ursache von Evolution und betrifft auch den direk-

ten Einfluss von Umweltfaktoren auf die Merkmale von Organismen („*Plastizität*“). All dies weist in Richtung Lamarckismus, also die Vererbung erworbener Fähigkeiten, eine „extragenetische Vererbung“ jenseits der Gene (Laland et al. 2014).

Darwin ist deshalb nicht gescheitert, aber es bedarf Änderungen in unserem Denken. Das '*selfish gene*' von Dawkins (1976) wird inzwischen auch als '*imprisoned gene*' bezeichnet (Noble 2008, 2011, 2012; Shapiro 2009). Organismen sind somit keineswegs nur molekulare Beschreibungen ihrer Gene. Vielmehr beeinflussen sie selbst und Außenweltfaktoren die unteren Organisationsebenen (Zellsignale und Genexpression).

Nach den fulminanten Erfolgen der Zell- und Molekularbiologie werden demnach auch für diese selbst der ganze Organismus und seine artspezifische Umwelt immer wesentlicher. Das Auffinden der natürlichen Selektionsfaktoren wird zunehmend wichtig. Die so erfolgreiche reduktionistische Molekularbiologie braucht die integrative, organismische Biologie um zu verstehen, welche Bedingungen die höheren Organisationsebenen den niedrigeren auferlegen (Noble 2008). Womit wir wieder bei dem spezifisch Zoologischen wären.

### 3. *Unser Selbstverständnis*

Ein weiterer besonderer Meilenstein der Entwicklung unserer Wissenschaft ist meines Erachtens der Beitrag der noch jungen *Kognitionsbiologie* zum Selbstverständnis des Menschen. Ich erwähnte bereits das von Hubert Markl (1990) so genannte „fortbestehende Leiden an Darwin“. Es mag sein, dass die aufregenden Befun-

de der Kognitionsbiologie bei manch einem dieses Leiden noch verstärken. Es stört, dass Tintenfische und Raben, ja sogar Honigbienen und nicht nur Affen und Menschen über geistige Fähigkeiten und soziale Erkenntnismöglichkeiten verfügen, die man noch vor 50 Jahren nicht einmal ernsthaft zu ahnen wagte und die sich nun als keineswegs originär menschlich erweisen (wie etwa die Fähigkeit zur 'Theory of Mind').

Kognitive Fähigkeiten sind inzwischen kein Alleinstellungsmerkmal des Menschen mehr. Honigbienen können Gemälde von Monet und Picasso unterscheiden (Wen Wu et al. 2013). Die vielen aufregenden Befunde reichen im Stammbaum hinab bis zu den Insekten und weiter. Zum Tier im Menschen gesellt sich zunehmend der Mensch im Tier.

Wir Zoologen sollten uns darüber freuen. Alle diese Befunde der vergleichenden Kognitionsforschung tragen zu unserem Selbstverständnis bei. Sie helfen zu verstehen, wie unsere eigene Kognition im Laufe der Evolution zu dem geworden sein könnte, was sie heute ist. Sicher sind uns in vielen kognitiven Leistungen jeweils bestimmte Tierarten überlegen, seien es Affen, Hunde, Tauben oder Bienen. Auch hier ist genuin Zoologisches, gilt es doch vor allem zu verstehen, welche kognitiven Fähigkeiten ein Tier mitbringt und benötigt, um in seiner artspezifischen Umwelt, auch der sozialen, zu überleben. Rudolf Leuckart wäre sicher begeistert gewesen, soll er doch in etwa gesagt haben (Wikipedia): „Für den Menschen als denkendes Wesen ist es nicht möglich, sich der Kenntnis zu verschließen, dass er von derselben Kraft be-

*herrscht wie die Tierwelt. Wie der verachtete Wurm lebt er in Abhängigkeit von externen Befehlen, und wie der Wurm vergeht er, auch wenn er die Welt durch die Macht seiner Ideen aufgerüttelt hat.“*

#### 4. Noch etwas

Lassen Sie mich abschließend noch etwas erwähnen, was abseits des „main stream“ liegt, aber doch wichtig ist, weil es dem Alltag mancher Zoologen das Pünktchen auf dem „i“ bedeutet, anderen im Zuge aller Forderungen nach Effizienz und Exzellenz aber fremd geworden ist.

Zoologen verstehen es oft besonders gut und sollten daraus auch eine besondere Verpflichtung ableiten, es anderen zu vermitteln: Der Mensch ist Teil der Natur, er gehört zu ihr und dank der Zoologie verstehen wir die Qualität unserer Abhängigkeit von anderen Organismen immer besser.

Dennoch treten wir die Natur wider besseres Wissens zu oft mit Füßen. Unge störte Natur wird oft nur noch als Luxus betrachtet und ihre Schönheit nur noch als Verzierung geschätzt. In unserer zunehmend künstlichen Umwelt fehlt uns jedoch unser natürlicher Erlebnisraum und wie Edward Wilson im Kontext der Biophilie schrieb (Wilson 1984), wird der Mensch ohne das Erlebnis des Naturschönen seelisch verkümmern und ästhetisch, also sinnlich, verarmen.

Der Zugang zum Wesen der Welt, in der wir leben, führt nicht nur über das, was gemessen und berechnet werden kann, sondern auch über unser ästhetisches Empfinden. Dieses mag kulturell vielfältig beeinflusst sein, aber immer ist es auch von unserer evolutionären Ge-

schichte und unserer Einbettung in die Natur geprägt.

In einer Zeit, in der oft nur Mess- und Quantifizierbares und eine gesteigerte Effizienz zu gelten scheinen, Wissen und Wissenschaft durch die Vorherrschaft der Ökonomie bisweilen bedenkenlos zu Handelsware gemacht werden und dazu stets neue Netzwerke, Selektionen und Evaluationen erfunden werden, ist es für manch einen Interessierten schwierig zu verstehen, was ein Zoologe meint und was ihn bewegt, wenn er trotz der weit fortgeschrittenen Parzellierung des Wissens von *organismischer und integrativer Biologie* spricht. Dabei lassen wir meist Vieles ungesagt, weil es nicht oder nur schwer sagbar ist und wir als Wissenschaftler stets zur Vorsicht aufgerufen sind. Eine einzelne Art der Beschreibung der Natur kann deren Wesen nie ganz erfassen. Und so mag für manch einen das Gemeinte und nur schwer in Worte Fassbare klar werden, wenn wir die bildlichen Aussagen von Künstlern zulassen, ihre er-

weiterte Dimension des Sehens und Sichtbarmachens. Künstler aus dem ersten halben Jahrhundert der DZG brachten sehr moderne zoologische Gedanken in Gemälden zum Ausdruck, die bisweilen organismisch zoologischer nicht sein könnten. Gemälde, die zeigen, dass Innenwelt auch immer zugleich Umwelt und Außenwelt ist und auch, dass Wissenschaft und Poesie nicht unbedingt so weit auseinander liegen, wie bisweilen suggeriert wird.

Zwei Beispiele hierzu zeigt die Abb.3: den 'Mandrill' von Franz Marc (1913) und das 'Kamel in rhythmischer Baumlandschaft' von Paul Klee (1920). Franz Marc (1880-1916) war ein besonders exquisiter organismischer Biologe. Er wollte die Welt aus der Sicht der Tiere darstellen. Eine Welt, wie er sagt, die sie mit sich herumtragen und aus der sie als organische Verwirklichung ihrer anorganischen Umgebung entstehen (Büche 2006). Auch Paul Klee (1879-1940) strebte mit seinen sublimen Empfindungen nach der Tota-



Abb.3: Links: Franz Marc (1913) 'Der Mandrill'; Pinakothek der Moderne, München; rechts: Paul Klee (1920) 'Kamel in rhythmischer Baumlandschaft'. Kunstsammlung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf. Bildnachweis: philippbauer.de und index-magazin.com

lität von Außen und Innen, nach dem Blick hinter das Sichtbare. Seine Formchiffren der Natur und bildnerischen Zeichen sind wie bei Marc Ausdruck einer intensiven Suche nach dem, was wir nur ungenau als Natürlichkeit begreifen (Haftmann 1957).

Wenn wir uns dazu die eiszeitliche Felsenzeichnung eines Wollnashorns (Abb. 4) aus der nordspanischen Höhle von Altamira ansehen, wird deutlich, dass deren Großartigkeit auch ein Ausdruck davon ist, dass unsere Vorfahren vor über 15 000 Jahren noch eine Anbindung an die Natur hatten, deren Innigkeit Franz Marc so vehement zum Ausdruck bringen wollte und von der sich die moderne Menschheit zunehmend entfernt hat. Für die Menschen zur Gründerzeit der DZG passten solche Felszeichnungen ganz und gar nicht zu der tief verwurzelten Vorstellung von der Primitivität der Eiszeitmenschen. Sie wurden wiederholt als Fälschungen abgetan, weil sie für die Kunstgeschichte ganz einfach nicht denkbar waren.

So schließt sich der Kreis, wir sind zum Anfang zurück gekommen: Zu Rudolf Leuckart, der sich über das bis heute so viel tiefer gewordene Verständnis der Zugehörigkeit des Menschen zur Natur gefreut hätte. Wissenschaftler und so auch wir Zoologen, welcher Couleur auch immer, sind mehr als ihre Publikationen und ihr Wissen ist keine Ware, die abgepackt und verkauft wird und von der die Gesellschaft oft nur Nutzen für Medizin und Technologie erwartet. Bekennen wir uns selbstbewusst dazu: Innovative zoologische Forschung ist nicht vorrangig das Lehrbuch mit dem gesicherten Wissen

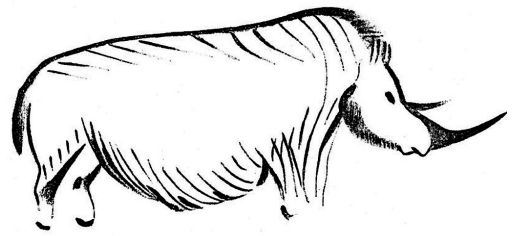


Abb.4: Wollnashorn, ca. 17000 Jahre alte Felsmalerei aus der Höhle von Altamira in Nordspanien.

Bildnachweis: Abbé Breuil, Hugo Obermaier (1935) *La cueva de Altamira en Santillana del Mar*. Tipografía de Archivos, Madrid

über Zoologie, sondern das Entdecken im Gelände oder im Labor, die meist mühseligen Experimente und ihre Herausforderungen, der Versuch des Unmöglichen. Es sind die Überraschungen und auch die Irrwege, eine erhellende Diskussion mit Kollegen/innen und die neue Welt des Unwissens, die man beim neugierigen Überschreiten von Fachgrenzen erleben kann. Den Studenten, glaube ich, wird die Vermittlung einer solchen Zoologie noch immer gefallen und vermutlich kann sie auch dazu beitragen, aus Daten Information und aus Information Einsicht zu machen und aus dieser wirkliche Bildung.

#### Literatur

- Autrum, H., 1996. *Mein Leben. Wie sich Glück und Verdienst verketteten*. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Barth, F.G., 2014. *Sinneswelten im Spiegel von Verhalten und Lebensraum. Zugleich ein Plädoyer für die organismische Biologie*. Leopoldina-Jahrbuch 2013, 389–396.
- Becker, M., 2009. *Ist Darwin gecheitert?* Spiegel online, 19. Januar, 16, 32

- Bitbol, M., 2010. Downward causation without foundations. *Synthese*  
DOI10.1007/s11229-010-9723-5.
- Boeckh, J., Pfannenstiel, H.-D. (eds), 1986. *Zoologie 1985. Bilanz und Perspektiven*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Büche, W., 2006. Franz Marc – Eine Revolution des Sehens. In: Büche, W. (ed.), Franz Marc. Die Magie der Schöpfung. Katalog, Stiftung Moritzburg, Halle/Saale.
- Crick, F.H.C., 1970. Central dogma of molecular biology. *Nature* 227, 561-563.
- Frisch, K. von, 1962. *Erinnerungen eines Biologen*. Springer, Berlin Göttingen Heidelberg.
- Geus, A., Querner, H., 1990. Deutsche Zoologische Gesellschaft 1890 – 1990. Dokumentation und Geschichte. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Haftmann, W., 1957. Paul Klee. Wege bildnerischen Denkens. Prestel, München.
- Haldane, J.B.S., 2009. *Possible Worlds*. With a new introduction by Carl A Price. Transaction Publishers, New Brunswick USA and London UK.
- Hennig, W., 1950. *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Deutscher Zentralverlag, Berlin
- Laland, K., Wray, G.A., Hoekstra H.E., 2014. Does evolutionary theory need a rethink? *Nature* 514, 161–164.
- Markl, H., 1990. *Wissenschaft im Widerstreit. Zwischen Erkenntnisstreben und Verwertungspraxis*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Noble, D., 2008. Claude Bernard, the first systems biologist, and the future of physiology. *Exp. Physiol.* 93,16-26.
- Noble, D., 2011. Neo-Darwinism, the modern synthesis and selfish genes: are they of use in physiology? *J. Physiol.* 589, 1007-1015.
- Noble, D., 2012. A theory of biological relativity: no privileged level of causation. *Interface Focus* 2, 55–64.
- Popper, K.R., 1935. *Logik der Forschung*. Julius Springer, Wien.
- Rathmayer, W. (ed.), 1975. *Zoologie heute*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Schaller, F., 2000. *Erfüllte Endlichkeit*. Stapfia 70, Oberösterreichisches Landesmuseum – Biologiezentrum, Linz.
- Shapiro, J.A., 2009. Revisiting the central dogma in the 21st century. *Natural genetic engineering and natural genome editing*. *Ann. New York Acad. Sci.* 1178, 6-28.
- Wägele, J.W. (ed), 2007. *Höhepunkte der zoologischen Forschung im deutschen Sprachraum*. 100 Versammlungen DZG. Basiliken-Press, Marburg.
- Wen, W., Moreno, A.M., Tangen, J.M., Reinhard, J., 2013. Honeybees can discriminate between Monet and Picasso paintings. *J. Comp. Physiol. A* 199, 45-55.
- Wilson, E.O., 1984. *Biophilia. The human bond with other species*. Harvard University Press, Cambridge Mass. and London UK.

Prof. Dr. Friedrich G. Barth, Universität Wien,  
Fakultät für Lebenswissenschaften, Department für Neurobiologie,  
Althanstr.14, 1090 Wien, Austria.  
friedrich.g.barth@univie.ac.at