

13. JAHRGANG 4/2003

MIUSEION 2000

KULTURMAGAZIN GLAUBE, WISSEN, KUNST IN GESCHICHTE UND GEGENWART

Humanismus

Ringen um ein
neues Verständnis
von Inspiration

Säugetiere

Langer Anlauf bis zum
grossen Entwicklungssprung

Aufmerksamkeits- defizit-Syndrom ADS

verstehen und bewältigen



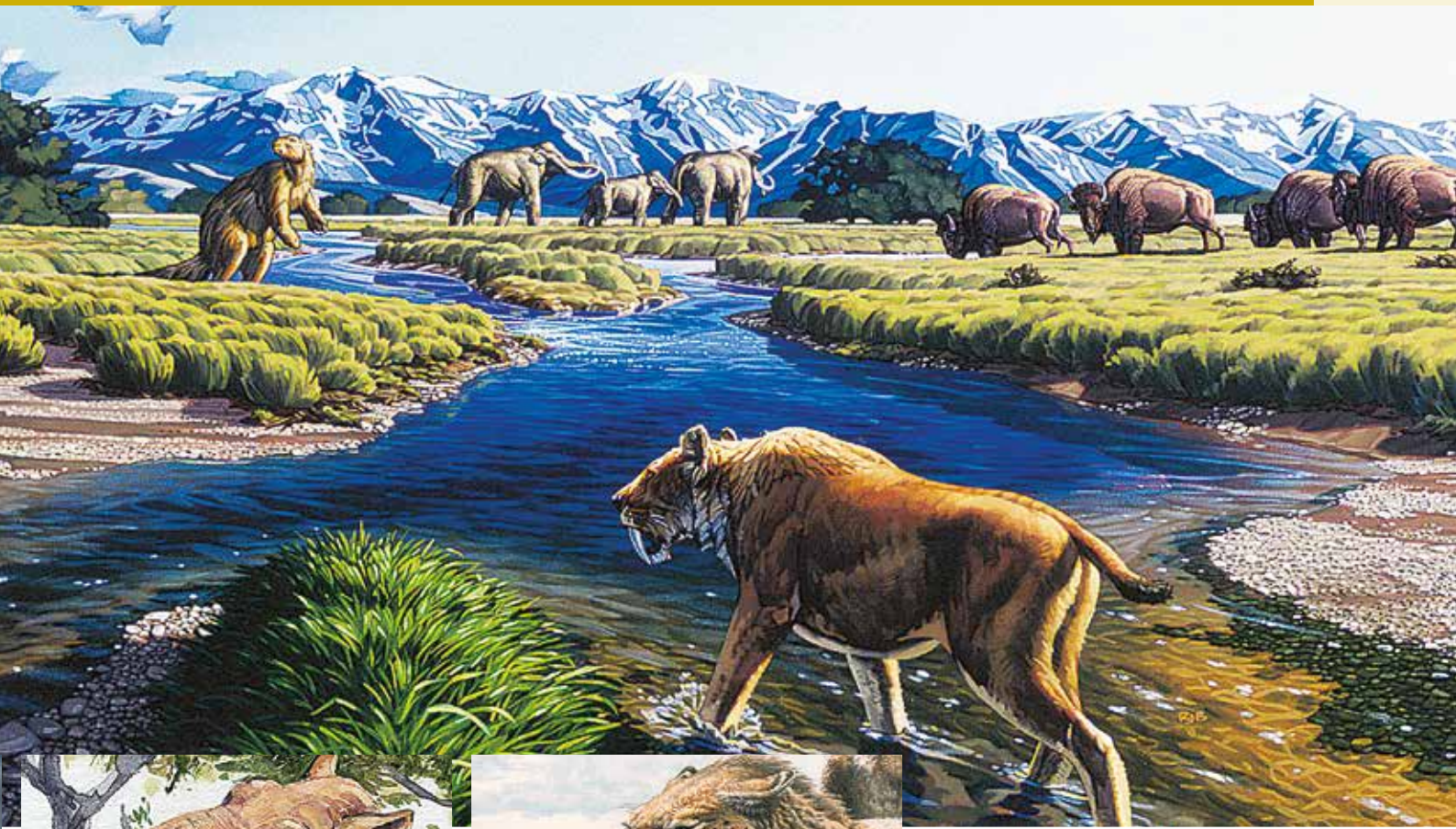
ÄLDERLEBEN SÄUGETIERE



Wie beschwerlich das Erringen von Willensfreiheit sein kann, zeigt uns in eindrücklicher Art und Weise die Entwicklungsgeschichte der Tierwelt auf. Während die niederen Tiere noch ein stark triebbedingtes Verhalten aufweisen, kann sich die höher organisierte Tierwelt bereits zeitweilig von den Fesseln der Triebgebundenheit lösen.

Mit Erscheinen der Säugetiere wurden *erstmalig* Voraussetzungen geschaffen, um eine Entwicklungslinie aufzubauen, die letztlich sogar die Entstehung des Menschen zuließ.

Es dauerte aber seine Zeit, bis diese Tiergruppe in ihrer Entfaltung so weit fortgeschritten war, bis sie – in beeindruckender Schönheit und Vielfalt – alle Lebensräume erschliessen konnte.



**Langer Anlauf bis
zum grossen
Entwicklungssprung**

In der Entwicklungsgeschichte der Tierwelt bahnt sich eine entscheidende Wende an

Die Erdneuzeit umfasst die letzten 66 Millionen Jahre der Erdgeschichte. Dieses Zeitalter steht ganz im Zeichen derjenigen Tiere, die nach dem Aussterben der grossen Reptilien zur vorherrschenden Gruppe auf der Erde wurden: der *Säuger*. Heute sind über 4600 lebende Arten bekannt. Der Wissenschaft ist es gelungen, die Entwicklung dieser Tierwelt relativ genau zu rekonstruieren. Es ist eine *bewegte* Vergangenheit, die insbesondere die frühen Säugetiere über Jahr-millions hinweg durchschreiten mussten. Der entscheidende Wendepunkt ereignete sich am Ende des Erdmittelalters: Ein Asteroid verursachte auf der Erde ein grosses Massenaussterben, dem zu Wasser und zu Land ungefähr 70 bis 90% aller Tierarten zum Opfer fielen, darunter auch die fleischfressenden *Dinosaurier*. Sie waren die grössten Feinde der Säugetiere, drängten diese über eine sehr lange Zeit ganz in den Hintergrund und verunmöglichten auf diese Weise entscheidend deren Fortentwicklung. Das einschneidende Ereignis des Asteroideneinschlags veränderte jedoch mit einem Schlag alles: Gross und stark sein half in diesem Fall nicht, eine derartige Katastrophe zu überleben. Im Gegenteil, nun kam den frühen Säugetieren ihr Entwicklungsvorsprung gegenüber den Reptilien zugute, denn sie waren bereits ausgeprägte Warmblüter, das heisst Tiere mit regulierter Körpertemperatur, und konnten sich nicht zuletzt dank behaarter Haut erfolgreich auch rauen klimatischen Bedingungen anpassen. Zudem waren die frühen Säugetiere flink und klein – sie fanden daher mühelos Schutz in Erdlöchern und Höhlen. Diese kleinen, aber feinen Unterschiede sicherten letztlich ihr Überleben.

Im folgenden werden wir uns mit der *Entwicklungsgeschichte* dieser Tierwelt näher befassen. Des weitern soll das Sozialverhalten moderner Säuger mit Hilfe von Erkenntnissen aus der Verhaltensforschung

(Ethologie) untersucht werden. In diesem Zusammenhang scheint der anatomische Vergleich des Nervensystems verschiedener Wirbeltiere von zentraler Bedeutung, denn dessen Organisationsgrad steht offenbar in direktem Zusammenhang mit der Ausprägung der Willensfreiheit und dem daraus resultierenden Verhalten. Einer Kernfrage gilt diesbezüglich ein besonderes Augenmerk: Warum ist es vornehmlich in der Naturwissenschaft noch nicht legitim, die *Tierwelt* oder – allgemeiner formuliert – die *Natur* ethisch zu werten, obwohl beispielsweise Erkenntnisse aus der Verhaltensforschung im Grunde genommen Anlass geben, genau das zu tun? Die unmissverständliche Schilderung eines Gelehrten aus *früherer* Zeit wird sich in diesem Zusammenhang als sehr lehrreich erweisen. Doch nun zurück in die Vergangenheit, zur 'Geburtsstunde' einer Tiergruppe, die anfänglich alles andere als einen leichten Stand hatte.

Die frühen Säugetiere waren flink und kleinwüchsig

Die Wurzeln zu den Anfängen erster Säugetiere, die damals nur kleinwüchsig waren, reichen weit ins Erdmittelalter zurück. Doch gestaltet sich die Erforschung *sehr früher* Säugetiere relativ schwierig, denn es sind nur wenig gut erhaltene Fossilien bekannt. Ein ungefähr 200 Millionen Jahre altes *Schlüsselfossil* aus der Epoche des Unteren Juras wurde 1985 in einer fossilreichen Schicht im Gebiet von *Lufeng* in der südchinesischen Provinz *Yunnan* gefunden. Der erstaunlich kleine, nur 13 Millimeter lange Schädel lässt den Rückschluss zu, dass wichtige anatomische Merkmale denjenigen früher Säugetiere entsprachen. Der nur wenige Gramm schwere Winzling mit dem Namen *Hadrocodium* (vgl. Rekonstruktion *Abbildung 1*) wies bereits folgende säugetiertypische Kennzeichen auf: ein im Verhältnis zum Körpergewicht relativ grosses Gehirn, eine fortschrittlichere Ohrstruktur und eine speziell ausgebildete Unterkieferform. Die

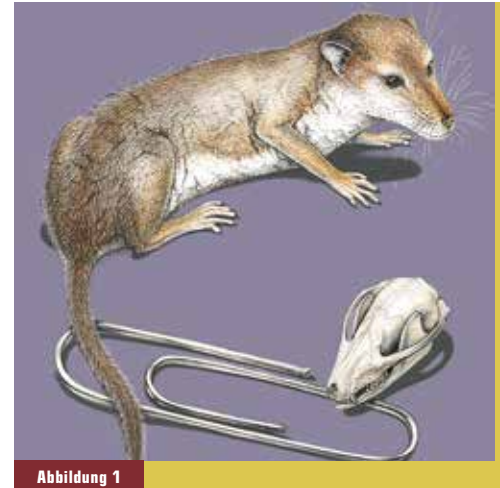


Abbildung 1

Beschaffenheit des Gebisses legt nahe, dass sich auf seinem Speise-zettel Kleintiere wie Insekten oder Würmer befanden.

Ein grösseres frühes Säugetier, *Gobiconodon* genannt (*Abbildung 2, vorne*), lebte vor etwa 110 Millionen Jahren in Nordamerika und der Mongolei. Es war bereits etwa so gross wie eine Katze und bewegte seine Füsse nicht mehr seitlich abstehend am Körper, wie dies bei den meisten Reptilien der Fall ist, sondern seine Beine waren schon etwas unter den Körper gestellt. Die frühen Säugetiere lebten rund 150 Millionen Jahre ein Schattendasein – erst zu Ende der Kreidezeit, nach dem Aussterben der Dinosaurier, gelang ihnen in der geologisch gesehen kurzen Zeitspanne von 15 Millionen Jahren in den von grossen Feinden frei gewordenen Lebensräumen eine erstaunlich schnelle Verbreitung, die zu einer *dramatischen* Umschichtung in der gesamten Geschichte der Tierwelt führte: Ganz neue Säugetiergruppen wie *Paarhufer*, *Unpaarhufer* und *Fledertiere* erblickten das Licht der Welt – neue Lebensräume wurden erschlossen, und das Rad des Fortschritts begann auf diese Weise nun so richtig in Schwung zu kommen.

Beuteltiere – einst weltweit verbreitet

Lebende Relikte der frühen Säugetiere wie die noch heute in Australien und Amerika lebenden *Beuteltiere* sind beeindruckende



Abbildung 2



Abbildung 3

Zeugen jener Urzeit. Fossilien belegen, dass das *Opossum* (*Beutelratte*, *Abbildung 3*) bereits vor 80 Millionen Jahren in der Kreidezeit existierte und sich seither nur wenig verändert hat. Diese Tiergruppe war einst auf der ganzen Erde verbreitet. Ein weiteres 'lebendes Fossil' stellt das noch heute in Australien ansässige *Schnabeltier* (*Abbildung 4*) dar. Dieses urtümliche Lebewesen brütet seine Jungen in Eiern aus und säugt sie anschliessend. Man darf daraus aber nicht folgern, dass frühe Säugetiere mehrheitlich Eier gelegt hätten; vielmehr handelt es sich beim Schnabeltier um eine spezielle Säugetierart mit ganz individuell geprägter *Eigenart*. Denn jene eierlegenden Säugetiere beziehungsweise die Beuteltiere wurden schliesslich von einem weiteren Säugetiertyp verdrängt: den *plazentalen* Säugern, die auch *Plazentatiere* genannt werden. Heute gehören etwa neun Zehntel aller Säugetiere dieser Tiergruppe an. Auch unter ihnen sind Relikte der 'Urzeit' zu finden – etwa die auf den Karibikinseln *Kuba* und *Hispaniola* beheimateten *Schlitzrüssler* (*Abbildung 5*). Schlitzrüsslerähnliche Tiere zählen zu den frühen plazentalen Säugern, die bereits im Erdmittelalter lebten und aus entwicklungsgeschichtlicher Sicht etwa gleich alt sind wie die Beuteltiere. Dem



Abbildung 4



Abbildung 5

Abbildung 6



Abbildung 7



Einige ausgestorbene Säugetiere kurz vorgestellt

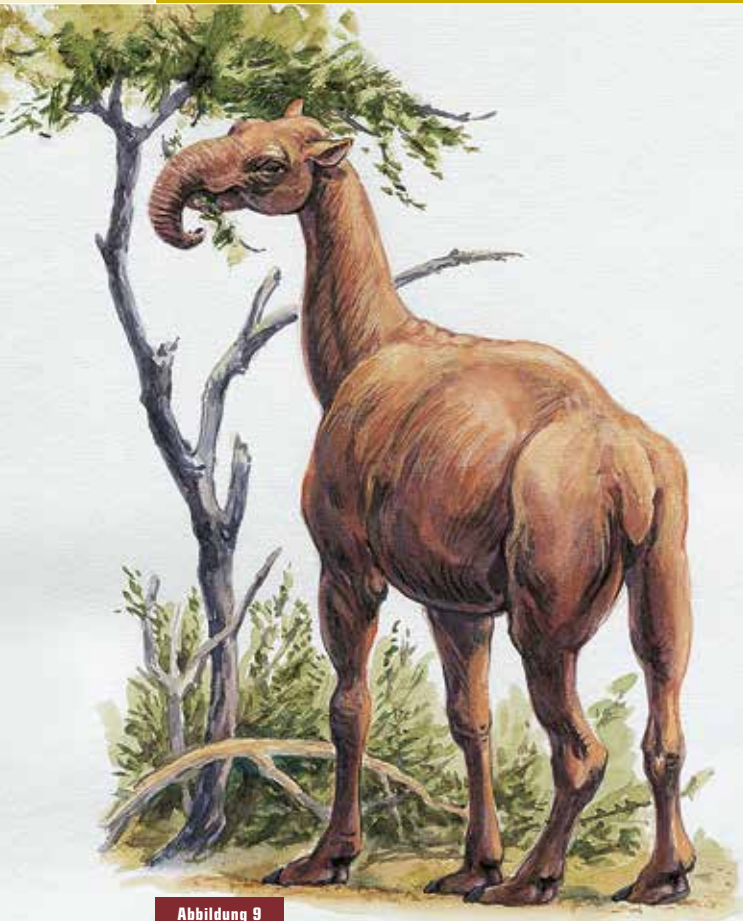


Abbildung 9

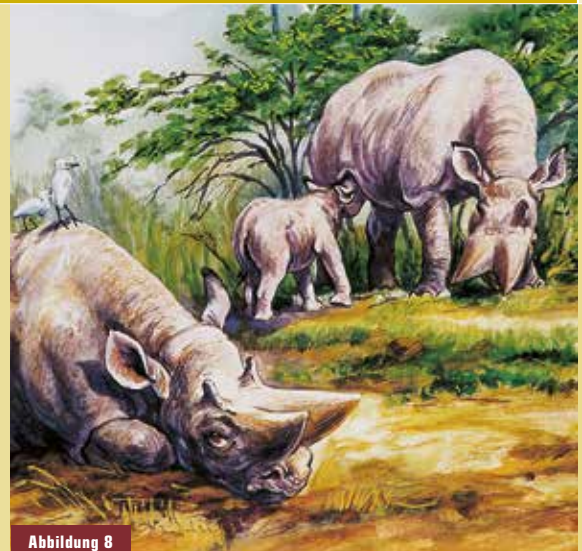


Abbildung 8



Abbildung 10



Abbildung 11

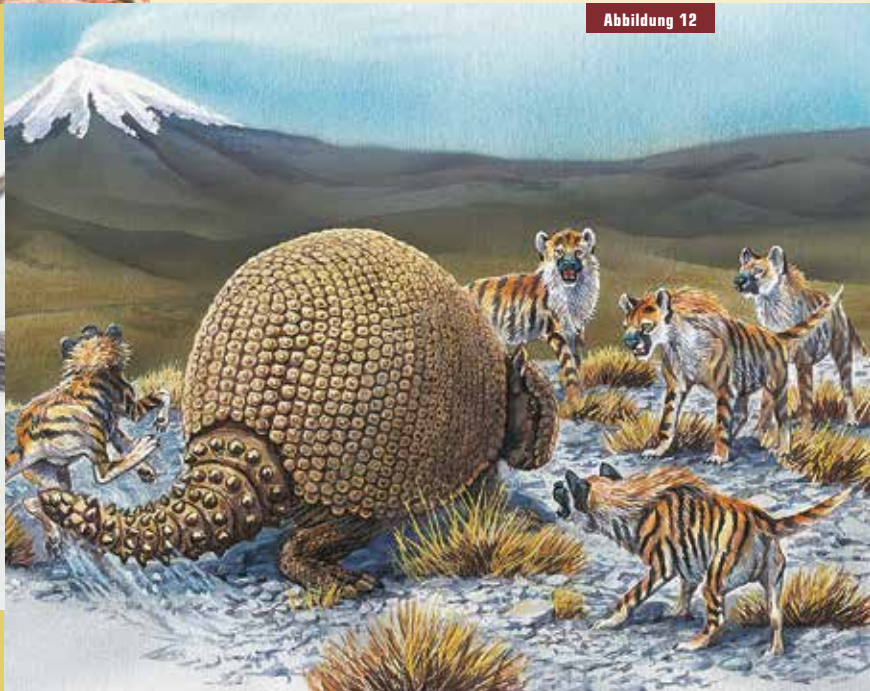


Abbildung 12



Abbildung 13



aktuellen enzyklopädischen Sachbuch Brockhaus kann entnommen werden, dass nicht, wie früher vermutet, Beuteltiere und Plazentatiere voneinander *abstammende* Organisationsstufen unterschiedlicher Ranghöhe sind; es handelt sich hier demnach um *eigenständige* Gruppen innerhalb der Säugetiere. Diese Feststellung ist beachtlich, denn sie distanziert sich gewissermassen von der weit verbreiteten Stammbaumtheorie (Evolution). Die *grafische Darstellung* auf Seite 27 vermittelt dem Leser einen Eindruck vom entwicklungsgeschichtlichen Auftreten ausgestorbener und noch vorhandener Säugetierordnungen. Es wäre vermessen, deren Entwicklungsgeschichte bis in jedes Detail erörtern zu wollen – zu vielfältig und vernetzt sind die komplexen Entwicklungsschritte dieser faszinierenden Tiergruppe –; einige weniger bekannte, ausgestorbene *urtümliche* Säugetier möchten wir indes im folgenden kurz vorstellen.

Ein kurzer Einblick in die faszinierende Welt urtümlich anmutender Säugetiere

Zu Beginn der erdgeschichtlichen Epoche des Eozäns, vor rund 50 Millionen Jahren, herrschten auf der Erde weitenteils warmes Klima und reicher Pflanzenwuchs. Dies gestatteter Tierwelt, sich grossflächig über das Festland hinweg auszubreiten. Der Begriff Eozän kommt aus dem Griechischen und bedeutet sinngemäss übersetzt *Morgenröte des Neuen*. In jener Zeit erschienen mächtige Säugetiere wie das einst in Zentralasien lebende Urraubtier *Sarkastodon* (Abbildung 6), das bereits drei Meter lang war und aussah wie ein Bär. In der Epoche des Eozäns begann auch die Geschichte des Pferdes mit seinem ersten Vertreter namens *Eohippus* (Abbildung 7). Es lebte in der nördlichen Hemisphäre, war nur etwa fuchsgross und hatte noch keine Hufe, sondern mehrzehige Füsse. Ja einige Tiere besaßen ein richtiggehend urtümliches Aussehen: so ein nashornähnliches Tier mit dem Namen *Arsinoitherium*

(Abbildung 8). Es existierte vor 35 Millionen Jahren im östlichen Mittelmeerraum; sein Kopf wies stummelförmige Knochenzapfen auf und ganz vorne zwei riesige, spitze Hörner. Ganz ungewöhnlich sah das südamerikanische kamelähnliche Säugetier namens *Macrauchenia* aus (Abbildung 9). Es war drei Meter lang und besass am Kopf einen kurzen Rüssel, mit dem es ganze Äste von Bäumen erfassen konnte.

Ende des Tertiärs und in der danach folgenden Epoche des Pleistozäns, das heisst vor 3 Millionen Jahren, traten grössere Vereisungsperioden auf, denen sich die Säugetiere dank ihrer fortgeschrittenen Entwicklung gut anpassen konnten. Selbst katzenartige Landraubtiere wie die *Säbelzahnkatzen* (Abbildung 10) kamen mit weniger gemässigten Klimabereichen gut zurecht. Kaum zu glauben, was für Tiere sonst noch in jener Zeitperiode lebten: beispielsweise ein riesengrosser biberähnlicher Nager, der *Castoroides* genannt wird (Abbildung 11). Er war samt seinem plattformigen Schwanz rund drei Meter lang und konnte mit Hilfe seiner grossen Nagezähne mühelos auch grosse Bäume fällen. Ein skurriles Aussehen zeigte ein Säugetier in Südamerika namens *Glyptodon* (Abbildung 12). Er erreichte eine Länge von fast fünf Metern und war mit einem grossen Schutzpanzer ausgerüstet, dem selbst Räuber wie die *Borhyaena* (auch Abbildung 12) nur wenig anhaben konnten. Das Schwanzende des Glyptodon war zudem dank den gefährlich spitzen Stacheln eine wirkungsvolle Verteidigungswaffe.

Der derzeit grösste bekannte Säugetier lebte bereits vor 30 Millionen Jahren. Das einem hornlosen Nashorn ähnelnde Tier wird *Indricotherium* (Abbildung 13) genannt; es war schätzungsweise 30 Tonnen schwer und hatte, wie Fossilfunde belegen, eine Schulterhöhe von sechs Metern, wobei der 1,3 Meter lange Kopf noch mindestens einen Meter höher hinausragte.

Es versetzt einen in Staunen, wie diese frühen Säugetiere aussahen. Da sie alle ausgestorben sind und

im Gegensatz zu den Vorläufern (den Dinosauriern) wesentlich weniger Popularität genossen, ist ihr Werdegang im allgemeinen leider nur wenig bekannt. Um aber *grundlegende* Zusammenhänge besser verstehen zu können, ist es von grossem Vorteil, sich auch die Entwicklungsgeschichte der frühen Säugetiere möglichst umfassend vor Augen zu führen. Dem Entwicklungsschritt vom Reptil zum Säugetier kommt nämlich eine ganz entscheidende Bedeutung zu, denn die frühen Säugetiere waren die *Wegbereiter* für den Aufbau einer wesentlich höher organisierten Lebewelt. Während bei einfacheren Tieren wie den *Insekten* ein Grossteil des täglichen Geschehens *instinktgebunden* abläuft, können *höherstehende Tiere* wie die modernen Säugetiere den *freien Willen* bereits deutlich zum Ausdruck bringen. Die Willensfreiheit musste im Zuge der *Entwicklungsgeschichte* schrittweise erkämpft werden – es gibt diesbezüglich unzählige Grade, welche sich durch unterschiedlich intelligentes Verhalten auszeichnen. Gewisse *Krokodile* wissen zum Beispiel aus Erfahrung, dass die Jagd auf ein ausgewachsenes, den Fluss durchquerendes *Zebra* nicht ungefährlich ist, denn dessen Hufschläge können insbesondere kleineren Krokodilen arg zusetzen. So weist dieses Reptil bereits einen Grad an *Intelligenz* und bewusster *Wahrnehmung* auf und ist, wenn auch nur beschränkt, lernfähig und somit in der Lage, zu unterscheiden, welche Beute anzugreifen ist. Ist aber einmal der Entsch eid gefallen und das Opfer fixiert, gibt es kein Zurück mehr. Der Angriff läuft dann in übertragenem Sinne *programmgemäss* auf instinktgebundenem Wege ab.

Tiere wie die Reptilien waren nie in der Lage, sich entscheidend höher zu entwickeln. Auf Basis dieser Entwicklungslinien war demnach *keine aufbauende* Weiterentwicklung möglich. Erst die *Schaffung* einer ganz neuen Tiergruppe, eben jener der Säugetiere, leitete die entscheidende Wende ein: Ihnen gelang es in relativ kurzer Zeit, sich zugkräftig weiterzuentwickeln und an *Lebensqualität* zuzulegen. Sie sahen sich aber

auch grösseren Herausforderungen gegenübergestellt. Diese galt es erfolgreich zu meistern – und dazu waren in vielerlei Hinsicht umfangreiche Anpassungen notwendig.

Mit dem Übergang von den Reptilien zu den Säugetieren verfeinerte sich nebst dem Erscheinungsbild auch das Verhalten

Säugetiere verfügen im wahrsten Sinne des Wortes über einen *Hochleistungsorganismus*. Sie sind eigentliche Warmblüter, weisen hohe Stoffwechselraten aus und können einen kontinuierlichen Aktivitätsgrad zwischen den Ruhepausen aufrechterhalten. Sie gehören zusammen mit den Vögeln zu den intelligentesten Tieren, sind lernfähig und verfügen zudem über eine ausgeprägte Sinneswelt, die es ihnen in der Regel gestattet, gut zu sehen, zu hören, zu riechen und zu tasten. Säugetiere erleben die Umwelt differenzierter als die niedere Tierwelt – der freiere Wille kommt bei ihnen deutlich zum Ausdruck,

was sich auch durch ein reflektierteres Verhalten auszeichnet. Damit all dies möglich wurde, musste auch der Körper entsprechend angepasst werden. Schauen wir uns einige *wesentliche Funktionsmerkmale* etwas genauer an.

1. Haut und Haare üben eine wichtige Schutzfunktion aus

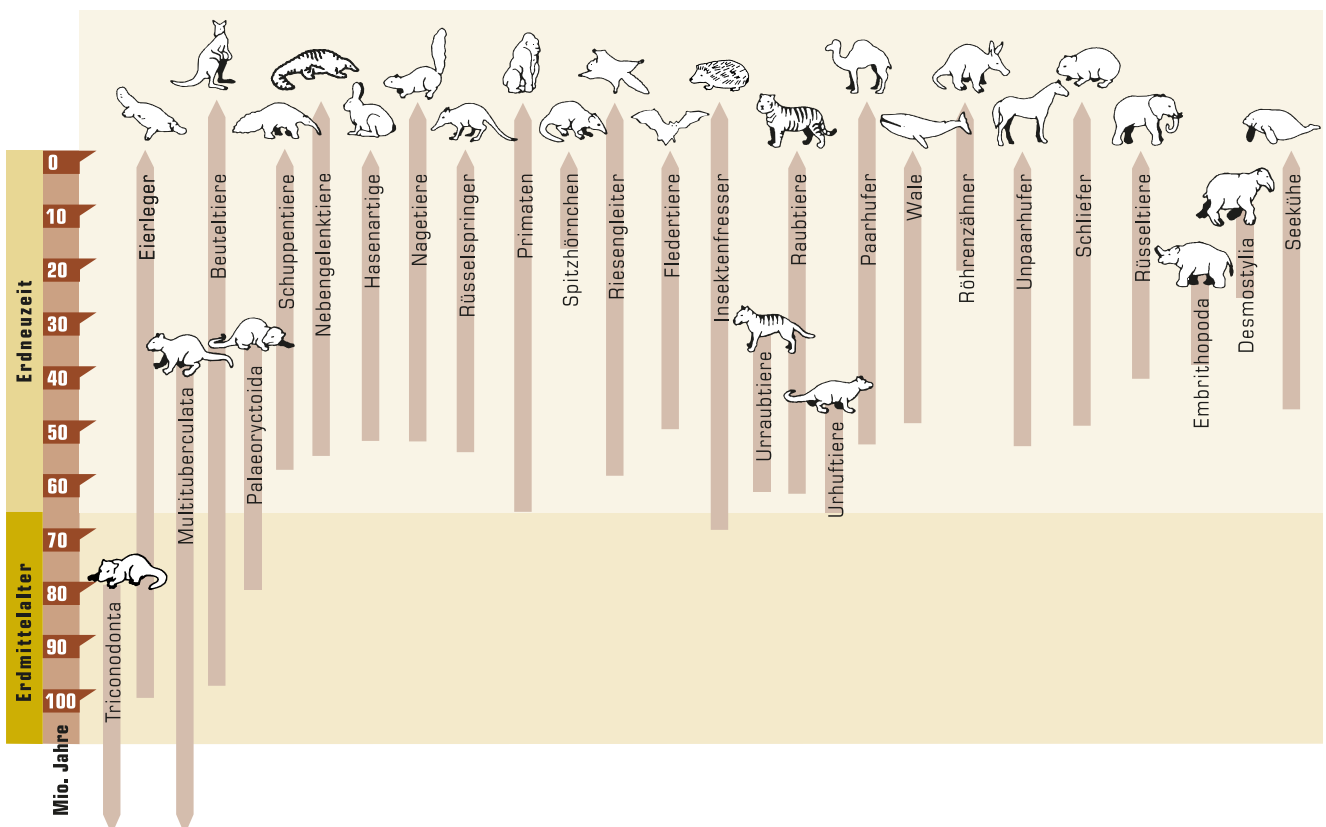
Damit der Hochleistungsorganismus des Säugers funktionieren kann, halten die meisten von ihnen die Körpertemperatur im Bereich von etwa 36 bis 39 Grad Celsius konstant. Um einer Unterkühlung entgegenwirken zu können, wird der Organismus in der Regel mit Hilfe eines Haarkleides vor Kälte geschützt. Es kann in Anpassung an bestimmte Lebensräume oder -umstände nur schwach ausgebildet sein (*Abbildung 14*) oder sogar ganz fehlen. So werden Wale mit Hilfe einer dicken Fettschicht geschützt. Ur-tümliche Säuger, wie das Schnabeltier oder der Ameisenigel, besitzen noch *Anzeichen* einer ursprünglichen

Thermoregulation mit Solltemperatur um 30 Grad Celsius und relativ weitem Schwankungsbereich.

2. Schweiss-, Duft- und Milchdrüsen

Die Körpertemperatur muss also möglichst konstant gehalten werden. Während Haare dem Wärmeverlust entgegenwirken, schützen Schweißdrüsen durch Erzeugung von Verdunstungskälte vor Überhitzung. Echte *Schweissdrüsen* (*Abbildung 15*) kommen allerdings nur beim Menschen und einigen Primaten vor; sie sondern Schweiß ab, der nahezu allein aus Wasser besteht. Der schaumige Schweiß bei Pferden ist dagegen proteinhaltig. Viele Arten besitzen nicht genügend oder gar keine Schweißdrüsen und erzeugen die nötige Verdunstungskälte beispielsweise durch Hecheln bei geöffnetem Maul und heraushängender Zunge. Oder durch ganz spezielles Verhalten wie beim afrikanischen Elefanten, der Wärme über die Flächen seiner

Entstehungsgeschichte der Säugetiere



riesigen Ohren abzuführen vermag. Sein Gegenstück, der asiatische Elefant, kann dies in dem Sinne nicht, denn seine Ohren sind zu klein: Er holt mit dem Rüssel Speichel aus den Backentaschen und bringt ihn auf die Körperoberfläche. Das Regulieren der Körpertemperatur ist eine Wissenschaft für sich – und interessanterweise löst es jede Tierart wirkungsvoll auf ihre Weise.

Während Vögel als *Augentiere* bezeichnet werden, sind Säuger primär *Nasentiere* und verfügen, abgesehen von wenigen Ausnahmen, über ein hoch differenziertes Geruchsorgan, welches ihnen eine wesentliche Verfeinerung dieses Sinnes gestattet. Dank grossem Reichtum an Drüsen können die Säuger eine Fülle von Duftstoffen erzeugen. *Duftsignale* helfen beispielsweise dem Jungtier, die Mutter wiederzufinden, beeinflussen aber auch als weiteres Beispiel das Fortpflanzungsgeschehen.

Eine ganz spezielle Drüse gilt es natürlich besonders zu erwähnen – die *Milchdrüse*. Sogar die eierlegenden Säugetiere säugen ihre Jungen, aber nicht aus Zitzen, sondern aus paarigen Drüsenfeldern auf der Bauchseite. Lippen und Wangen der Jungtiere müssen einen entsprechenden Mundraum bilden, damit diese Muttermilch aufnehmen können. Diese erweiterte Muskularisierung ermöglicht zugleich wichtige neue Ausdrucksfunktionen wie die sogenannte Mimik, beispielsweise zum Ausdrücken von Stimmungen. Zudem verstärkt das Säugen der Jungen die emotionale Bindung zur Mutter – es ist ein *vertieftes* Auskosten von Gefühlen und Empfindungen, das den Tieren auf diese Weise ermöglicht wird.

3. Atmung und Blutkreislauf

Konstante *Warmblütigkeit* (Homöothermie) und eine hohe *Stoffwechselaktivität* verlangen auch differenziertere und leistungsfähigere *Atmungs-* und *Blutkreislauf-Systeme*. Säugetiere sind – von wenigen Ausnahmen abgesehen – die einzigen Wirbeltiere, welche ein *Zwerchfell* besitzen. Besondere Muskeln sorgen dafür, dass die mit Kohlendioxid

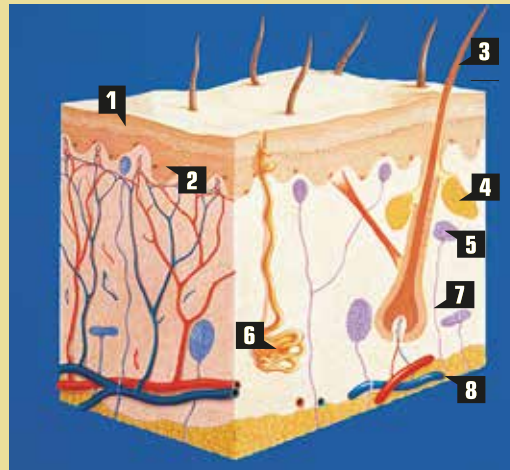


Abbildung 14



Abbildung 15

angereicherte Luft aus den Lungen gepresst und sauerstoffreiche in diese gesogen werden kann. Einer der wichtigsten dieser Muskeln ist das Zwerchfell. Dank ihm ist der Atemmechanismus deutlich effektiver geworden. Die Atemfrequenz ist je nach Aktivität sehr unterschiedlich. Ein Hund kann bei hoher Körperbeanspruchung bis zu 400 Atemzüge pro Minute erreichen, während bei einem im Winterschlaf befindlichen Siebenschläfer atemfreie Pausen von 5 bis 50 Minuten zwischen Phasen erhöhter Atemtätigkeit zu beobachten sind.

Auch die Blutkreislauf-Systeme von Reptilien und Säugetieren unterscheiden sich deutlich voneinander. Während beinahe alle Reptilien nur eine unvollständig ausgebildete Herzscheidewand haben und ihr Kreislaufsystem generell zwei Aortenbögen hat, sind die Herzkammern bei Säugetieren und *Vögeln* vollständig getrennt – bei ihnen ist nur noch ein Aortenbogen vorhanden (*Abbildung 16*). Dank diesem ausgeklügelten System sind Körper- und Lungenkreislauf vollständig getrennt. Bei den

meisten Reptilien vermischt sich dagegen im Herz teilweise das sauerstoffreiche Blut mit sauerstoffarmem; dieses Kreislaufsystem ist für Säugetiere zu leistungsschwach – eine genügende Sauerstoffversorgung wäre nicht sichergestellt.

4. Das Gehirn ist – zusammen mit dem übrigen Nervensystem – das komplexeste und zugleich faszinierendste Organ

Um etwaigen Missverständnissen vorzubeugen, gilt es – bevor wir uns weiter mit der Tieranatomie befassen –, einen wichtigen Grundsatz in Erinnerung zu rufen: Damit ein Hochleistungsorganismus funktionieren kann, braucht es natürlich in erster Linie ein ihm innewohnendes, *beseeltes* Leben. Ist diese ganz grundlegende Rahmenbedingung nicht mehr erfüllt, stellt jeder noch so hoch organisierte Körper seine Funktion ein. Wir möchten an dieser Stelle nicht den abschliessenden Erklärungen des Gelehrten *Origenes* vorgreifen – nur so viel vorweg: Er wird uns unmissverständlich auf sehr kompetente

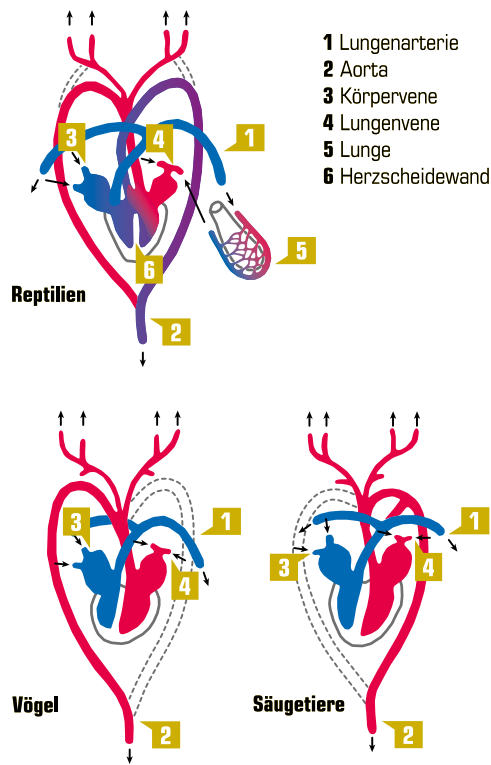


Abbildung 16

Art und Weise darauf hinweisen, dass jedes Tier, sei es in seiner Entwicklung noch so weit zurückliegend, beseelt ist. Gerade in der heutigen Zeit wird diese Tatsache sehr oft einfach ignoriert – man befasst sich gar nicht mehr damit und betrachtet den Aufbau des Körpers als ein eigenständig funktionierendes System aus Fleisch und Blut. Diese eingeschränkte Anschauung kann zu *Fehlinterpretationen* führen. Dies soll aber kein Hindernis darstellen, um sich etwas vertiefter mit der Anatomie verschiedener Tiere zu befassen, denn Erkenntnisse aus der *modernen Hirnforschung* lassen beispielsweise durchaus Rückschlüsse auf die Entwicklungsstufe der jeweiligen Tierart zu. Ein interessanter Ansatz, den wir im folgenden näher betrachten möchten – allerdings unter Berücksichtigung des vorhin erwähnten Gedankens.

Das Nervensystem der Wirbeltiere ist ein aus zahlreichen Komponenten bestehendes Organ. Man unterscheidet zwischen dem *zentralen* Nervensystem, zu dem *Gehirn* und *Rückenmark* zählen,

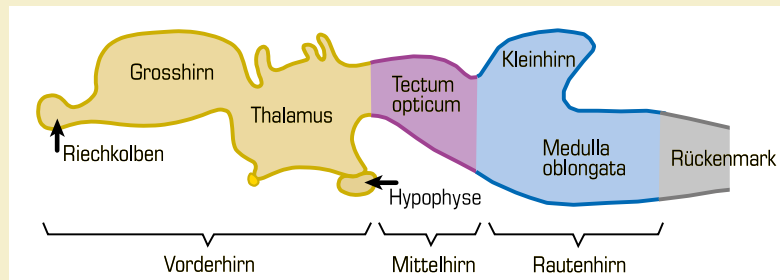


Abbildung 17

und dem *peripheren* Nervensystem, welches, vereinfacht formuliert, Meldungen von den Sinneszellen zum Zentralnervensystem übermittelt beziehungsweise die entsprechenden Informationen zu den jeweiligen *Muskel- und Drüsenzellen* des Körpers überträgt. Das Gehirn muss zum einen umfangreiche Koordinationsaufgaben erfüllen können, damit alle notwendigen Körperfunktionen sichergestellt bleiben; zum andern ist es im Verbund mit dem Nervensystem beziehungsweise dem gesamten Körper in *hochkomplexer* Art und Weise mit der Seele verknüpft.

Mit dem Auftreten der Säugetiere hat sich – im Gegensatz zu Tieren wie den *Fischen, Amphibien* und *Reptilien* – das Gehirn im Vergleich zum Körpergewicht massgeblich *vergrössert*. Es ist bei einem 100 Gramm schweren Reptil etwa so gross wie dasjenige eines gleich schweren Fisches – ein 100 Gramm schweres Säugetier hat jedoch ein *wesentlich* grösseres Gehirn. Weiter nahm die Differenzierung und Segmentierung zu. Im Zuge der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere haben sich aus den ursprünglichen Teilen des Gehirns, dem Vorder-, Mittel- und Rautenhirn (*Abbildung 17*), mehrere Unter-einheiten gebildet. So im Bereich des Rautenhirns das Kleinhirn, welches als Hauptzentrum für die Koordination von Bewegungen verantwortlich ist. Im Bereich des Vorderhirns vergrösserte sich das Grosshirn, und die beiden Hirnhälften wurden durch ein massives Faserbündel verbunden; dieses ist bei Säugern wie den urtümlichen Eierlegern, aber auch bei Beuteltieren nur schwach entwickelt. Mit

der *Grosshirnrinde* (Cortex) und dem nur bei Säugetieren vorhandenen, differenzierteren Teil der Grosshirnrinde, dem sogenannten *Neocortex*, entstand erstmals eine deutlich *höher entwickelte* Hirnstruktur. Sie gestattet *assoziative Verknüpfungen* wie das Entwickeln von Vorstellungsvermögen, Verbesserungen der Motorik, verfeinertes Sehvermögen und differenziertere Verhaltensweisen. Die Verfeinerungen des Neocortex erlauben zudem eine intensivere Kommunikation durch erhöhte Wahrnehmungsfähigkeit und eine differenziertere Unterscheidbarkeit von Reizen. Bei den Beuteltieren oder dem Schnabeltier ist das Grosshirn zwar schon relativ gross, es überdeckt aber zunächst nur kappenförmig den hinteren Teil des Vorderhirns und das Mittelhirn. In anderen Säugetierordnungen kommt es zu einer zunehmenden Ausdehnung der Grosshirnrinde, und bei den fortschrittlichen Untergruppen überdeckt diese praktisch alle Hirnteile. Da beim Grosshirn die Zellkörper aussen liegen, sagt die Oberfläche des Cortex mehr über die Leistungsfähigkeit des Gehirns aus als sein eigentliches Volumen. Urtümliche Säugetiere haben nur wenige Einfaltungen am Cortex, während Plazentatier wie Hund, Schimpanse oder Wal zur Oberflächenvergrösserung einen stark *gefalteten* Hirnmantel bilden. Ein weiteres Charakteristikum des Säugerhirns ist die Vergrösserung des Riechkolbens und anderer Bereiche, die im Zusammenhang mit dem Geruchssinn stehen. Diese Riechstrukturen können rückgebildet sein, so vor allem bei Primaten – das heisst bei Affen und Menschen –, bei denen der

Abbildung 18

Gesichtssinn ganz in den Vordergrund tritt.

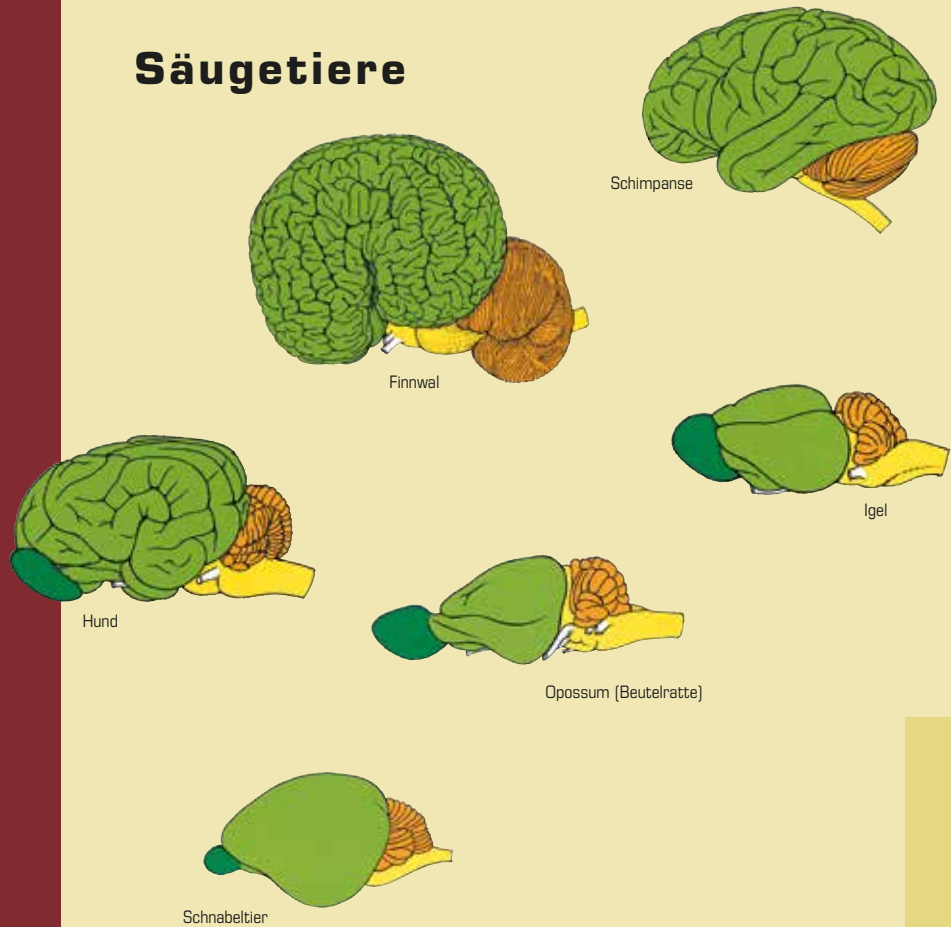
Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass anatomische Vergleiche zwischen den verschiedenen Tierarten sehr detaillierte Rückschlüsse in Bezug auf den *Organisationsgrad* beziehungsweise die *Entwicklungsstufe* des Tiers ermöglichen. Ein Reptil weist infolge des noch bescheiden entwickelten Grosshirns kein höherstehendes Verhalten auf. Sein Handeln ist in grossem Masse triebbedingt und kann sich, beispielsweise bei Komodowaran, Krokodil und gewissen Schlangenarten, durch *unberechenbares* und richtiggehend *aggressives* Verhalten auszeichnen.

Die Entwicklungsgeschichte der Tierwelt aus anatomischer Sicht – namentlich der Hirnanatomie – nachvollziehen zu können, ist eine äusserst spannende Angelegenheit und dokumentiert in übertragenem Sinne sehr eindrücklich den beschwerlichen Weg aus der Instinktgebundenheit in die Willensfreiheit. Die nebenstehende *Abbildung 18* gestattet dem Leser, sich diesbezüglich eine Übersicht zu verschaffen – es sind den Tiergruppen zugehörige *Seitenansichten der Gehirne* verschiedener Wirbeltiere abgebildet.

Höherstehende Verhaltensmerkmale zeichnen im besonderen Säugetiere aus

Mit Hilfe von Beispielen aus der Verhaltensforschung wurde dem Leser in Heft 2/03 das Verhalten von Fischen, Gliederfüssern, Amphibien und Reptilien näher vor Augen geführt. Warnen, Tarnen, Täuschen, Totstellen, Verstümmeln, Jagen und Schmarotzen sind Begriffe, die insbesondere für diese Tierwelt zutreffen. Die höher organisierte Tierwelt ist von diesem Verhalten nicht gänzlich befreit – aber ihre Fortentwicklung ermöglichte entscheidende *Wesensveränderungen*, die eindrücklich an der Verhaltensweise des Tiers ablesbar sind. Sehr gut ist dies am Beispiel der *Brutpflege* aufzeigbar: Viele Fische betreiben gar keine Brutpflege und fressen sogar Jungtiere, während bei einigen Amphibien und

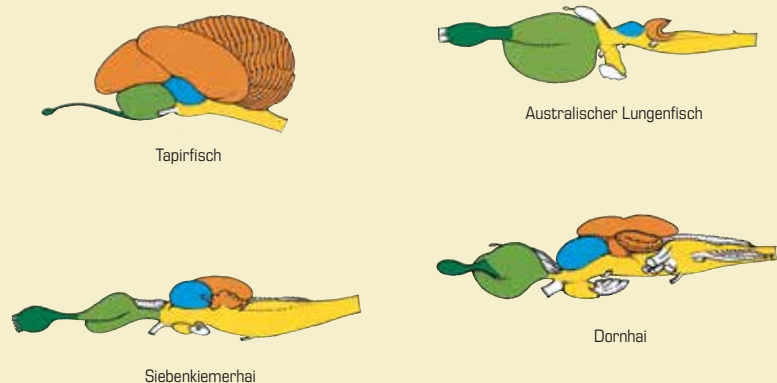
Säugetiere



Amphibien



Fische



Vögel



Papagei



Taube



Waldkauz



Kiwi



Saatkrähe



Kormoran

Reptilien



Schildkröte



Python









Brückenechse Tuatara



Alligator



Schweifrosch

	Riechkolben/Hirnstiele		Kleinhirn
	Grosshirn		übrige Teile des Hirnstamms
	Mittelhirn		Nerven usw.



Goldfisch



Forelle



Schaufelstör



Quastenflosser



Neunauge



Inger

Hinweis: Die verschiedenen Seitenansichten der Gehirne sind untereinander nicht massstäblich gleich.

Abbildungen 19



Spielen ist ein Zeichen höherer Entwicklung





Reptilien zwar Anzeichen von Brutpflege beobachtet werden können – aber richtig ausgeprägt findet sich diese eigentlich nur bei Vögeln und Säugern. Ganz generell weisen letztere beide Tiergruppen ein wesentlich höher stehendes Verhalten auf – ihre Vertreter nehmen die Umwelt differenzierter wahr und sind zum Teil richtige *Persönlichkeiten* mit dem innigen Wunsch nach Nestwärme und Zuneigung. Dieser Fortschritt zieht es aber auch mit sich, dass höher entwickelte Tiere über ein starkes Schmerzempfinden verfügen, welches durchaus mit demjenigen des Menschen vergleichbar ist.

Je fortgeschrittener das Tier in seiner Entwicklung, desto freier sein Wille

Wir haben uns in diesem Aufsatz mit der Entwicklung der Säugetiere in verschiedenen Bereichen befasst. Zusammenfassend können wir festhalten: Ganz generell hat diese Tierwelt eine enorme Vorwärtsentwicklung erfahren. Im Vergleich zu den frühen Säugetieren hat sich auch das Aussehen moderner Säuger zusehends verschönert und verfeinert. Dank diesem positiven Entwicklungsverlauf konnte die Tierwelt weiter in ihrer Entwicklung voranschreiten, was ihr letztlich ein freieres beziehungsweise höherstehendes Verhalten ermöglichte, und zwar in einem Umfang, wie es Vorläufer von ihnen nie erfahren durften. Denn ob Insekt oder Reptil – diese Tiere werden noch überaus stark vom *unmittelbar* Triebhaften bemächtigt. Allerdings können auch Säugetiere zeitweilig davon beherrscht werden, was sich zuweilen durch ein aggressives Verhalten bekundet. Aus Sicht der Verhaltensforschung erläutert der emeritierte Professor der Universität Freiburg im Breisgau *Bernhard Hassenstein* (geb. 1922) diesbezüglich:

»Wird ein Lebewesen an der Befriedigung eines Bedürfnisses gehindert, so wird es aggressiv gegen das Hindernis, ganz gleich worum es sich handelt. Allbekannt ist die Regel, dass auch ein friedlicher

Hund beim Fressen keinen Spass versteht und manchmal sogar seinen vertrauten menschlichen Freund beißt, wenn dieser ihm sein Fressen wegnimmt. Die Aggression auf Behinderung der Triebbefriedigung ist nicht an bestimmte Triebe gebunden, sondern gilt ausser für den Nahrungstrieb auch für den Sexualtrieb, für das Bedürfnis nach körperlicher Bewegung, für das Schlafbedürfnis und andere.«

Da Säugetiere *nicht* vernunftbegabt sind, können sie triebbedingtes Verhalten auch nicht der Vernunft entsprechend unter Kontrolle bringen. Sind aber *elementare Grundbedürfnisse* abgedeckt, das heisst, ist das Tier ausgeschlafen, der Hunger gestillt, steht keine Paarungszeit an und ist dem Bedürfnis nach körperlicher Bewegung angemessen nachgelebt worden, so bekunden Säugetiere ein erstaunlich freies Verhalten, zu welchem sie erst kraft der fortgeschrittenen Willensfreiheit in der Lage sind. Dies kann sich in ganz unterschiedlicher Art und Weise ausdrücken. Hassenstein erklärt weiter:

»Erst die Abschwächung des instinktiven Dranges gibt dem Tier die Freiheit, seine Erfahrung einzusetzen, um das Ziel zu erreichen. Dies [...] führt uns vor Augen, dass das Auswerten von Erfahrung eine Befreiung des Verhaltens von der Fessel des unmittelbar Triebhaften voraussetzt; denn das Triebhafte muss zurückweichen, um dem Erlernten freie Bahn zu geben.«
Aspekte der "Freiheit" im Verhalten von Tieren

Eine erhöhte Lernfähigkeit zeichnet sich beispielsweise deutlich beim Spielen der Tiere ab. Bei Säugetieren, aber auch Vögeln kann dies eindrücklich beobachtet werden. Die Fähigkeit zu spielen steht demnach in direktem Zusammenhang mit dem Entwicklungsstand des Tiers. Der Schweizer Verhaltensforscher *Rudolf Schenkel* beobachtete dies auch bei wilden Tieren, er berichtet:



»Löwenmütter gebären ihre Jungen fernab vom Rudel an einem versteckten Ort. Solange die Löwin auf der Jagd ist, bleiben die Jungen ganz ruhig im Versteck liegen. Kommt die Löwin zurück, säugt sie die Jungen. Sind die satt, folgt ihre Spielzeit: Sie bleiben nicht inaktiv liegen, sondern laufen in der näheren Umgebung umher und untersuchen alles, was ihnen begegnet. Beispielsweise wird das Junge plötzlich auf einen Stock, einen kleinen Busch oder ein Grasbüschel aufmerksam, langt mit den Pfoten danach, rollt dabei auf den Rücken. Oft zieht dies ein anderes Junges an, das dann mitmacht. Zwei Löwenjunge, die man sorgfältig beobachtete, spielten zwei Stunden lang mit einem verlassenen Straussenei, das sie entdeckt hatten; andere patschten mit ihren Pfoten ins Wasser eines Baches und versuchten, am Ufer mit dem strömenden Wasser mitzulaufen.«

Das Spielen der Tiere

Für das Spielen gibt es kein einzelnes, definiertes Verhaltensmerkmal. Im Spiel findet ein umfangreiches Verhaltensrepertoire Anwendung (Abbildungen 19) – Angeborenes und Erlerntes fügen sich nahtlos ineinander. Entwicklungsstand und Organisationsgrad sind beim Tierpiel bereits so weit fortgeschritten, dass man dazu neigt, ein Tier anhand seiner Verhaltensmerkmale ethisch zu werten. Dies ist aber derzeit aus Sicht der klassischen Naturwissenschaft ganz und gar ungewohnt. Der vernetzt Denkende sieht sich in diesem Zusammenhang mit einem elementaren Problem konfrontiert: Wer die Entwicklungsgeschichte aus ganzheitlicher Sicht betrachtet, kann die Natur unmöglich wertneutral anschauen, denn auf ihrer Vergangenheit basiert schliesslich unsere Gegenwart. Anlässlich einer Rede in Heidelberg im Jahre 2001 nahm der damalige Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, Prof. Dr. Hubert Markl, dazu Stellung – er führt aus:

»Die Begrifflichkeit von "gut" und "böse", die Grundlage jeder Moral ist, gehört einfach nicht zur

Begrifflichkeit der Natur, sondern zu jener der Kultursphäre des Menschen. Dennoch bleibt dieser Widerspruch umso beunruhigender, seit wir uns immer mehr dessen bewusst geworden sind, dass auch Kultur sich aus Natur entwickelt hat und dass wir daher dank unserer Evolution von Natur aus Kulturwesen sind.«

Die Entwicklungsgeschichte der Tierwelt ist Teil unserer Vergangenheit. Ihre nähere Betrachtung zeigt, dass sich der Weg aus der Instinktgebundenheit in die Willensfreiheit äusserst beschwerlich vollzog. Es war in übertragenem Sinne ein regelrechter Kampf um die Freiheit und das Bessere. Dessen Verlauf aufzuarbeiten und zu beschreiben, ist gerade in der heutigen Zeit insbesondere auch eine ethisch-philosophische Herausforderung. Die Vernunftbegabung des Menschen stellt die Basis dar, dies erfolgreich zu tun, damit Schönes und Hässliches erfasst und unterschieden werden kann. In dem Sinne ist eigentlich eine umfassendere Sichtweise angebracht. Instrumente der Naturwissenschaft wie die der Hirn- oder der Verhaltensforschung können diesbezüglich sehr hilfreich sein. Aber es ist die folgerichtige Interpretation der gewonnenen Erkenntnisse, welche letztlich die wahre Aussagekraft in sich trägt und somit zur Gewissensfrage wird.

Zum Abschluss einige ausgewählte Zitate des Gelehrten Originen. Er schildert die Entwicklungsgeschichte auf eine für seinesgleichen ganz selbstverständliche Art und Weise, die aber in der heutigen Zeit alles andere als selbstverständlich ist:

»Beginnen wir mit dem Niederen und steigen wir dann zum Höheren auf. Dass alle Tiere beseelt sind, auch die Wassertiere, wird, meine ich, von niemandem bestritten. Dies ist allgemein herrschende Meinung. [...]

Bienen, Wespen, Ameisen, ferner Wassertiere – Muscheln, Schnecken und dergleichen – haben kein Blut [in unserem Sinne] und sind doch

ganz offensichtlich beseelt, denn die Lebenskraft, die sonst im roten Blut liegt, hat bei solchen Lebewesen die in ihnen enthaltene Flüssigkeit, wenn sie auch eine andere Farbe hat. [...] Bei Arbeits- und weiteren Nutztieren gibt es im allgemeinen auch keinen Zweifel daran, dass sie beseelt sind.«

Peri archon II 8, 1

»Und ferner vollzieht sich bei einigen Tieren die Vorstellungskraft, Dinge triebbedingt als wirklich umzusetzen und sie sichtbar zu machen. So entsteht zum Beispiel in der Spinne die Vorstellung zum Weben. [...] Ebenso ist es mit dem Antrieb zum Wabenbauen bei der Biene.

Das vernunftbegabte Lebewesen hat jedoch zu der Vorstellungskraft hinzu noch die Vernunft, welche die Vorstellungen beurteilt; die einen verwirft, die andern annimmt, auf dass das Lebewesen aufgrund von letzterem gelenkt werde. Im Wesen der Vernunft liegen nun die Voraussetzungen für die Erkenntnis des Schönen und des Hässlichen. Wenn wir dieser folgen und das Schöne und das Hässliche voneinander unterscheiden, wählen wir das Schöne und meiden das Hässliche.«

Peri archon III 1, 2–3

Bildquellen

S. 5 Mitte, 20 (1), 21 (1), 24 o. li. und Mitte sowie 25 Mitte: R. Zieger/Tessloff Verlag. S. 20/21: AMNH/R. J. Barber. S. 20 (1), 21 (1), 24/25 o. und u. sowie 25 u.: J. Sibbick. S. 22: CMNH/M. A. Klingler. S. 23 o. li.: K. Carr. S. 23 o. re. und 28 o.: Focus/SPL. S. 23 Mitte und u., 28 u. sowie 33: Okapia. S. 27 und 29 li.: nach Brockhaus/S. Ingold. S. 29 re.: nach Campbell/S. Ingold. S. 30/31: nach Nieuwenhuys et al./ABZ-Bildarchiv. Übrige Bilder: Corbis.

Literatur

Neil A. Campbell, Biologie, Heidelberg 2000. Roger Eckert et al., Tierphysiologie, Stuttgart 2000. Bernhard Hassenstein, Aspekte der "Freiheit" im Verhalten von Tieren, in: Universitas, Stuttgart 1969; Das Spielen der Tiere, in: Das Spiel, Berlin 1983. Qiang Ji et al., The earliest known eutherian mammal, in: Nature 416, London 2002. Zhe-Xi Luo et al., A new mammaliaform from the early Jurassic and evolution of mammalian characteristics, in: Science 292, Washington 2001. Hubert Markl, Entgrenzte Wissenschaft: Der Irrweg von Evolutionsbiologie und Genetik zu Rassismus und Mord, Heidelberg 2001 (Rede, Universität Heidelberg, Internetversion). R. Nieuwenhuys et al., The Central Nervous System of Vertebrates, 4 Bde., Berlin 1998. Walter Pflumm, Biologie der Säugetiere, Berlin 1996. John Pojeta Jr./Dale A. Springer, Evolution and the Fossil Record, Alexandria VA 2001 (Sonderausgabe des American Geological Institute/The Palaeontological Society: Internetversion). Rolf Sauermost (Hg.), Lexikon der Biologie, Bde. 4 und 6, Heidelberg 1994. Gerhard Storch, Das Zeitalter der Säugetiere, in: Brockhaus, Vom Urknall zum Menschen, Mannheim 1999.