

Konrad Lorenz 1964

Über die Wahrheit der Abstammungslehre

Medico 1: 9-22.

[OCR by *Konrad Lorenz Haus Altenberg* – <http://klha.at>]

Seitenumbrüche und -zahlen wie im Original.

Über die Wahrheit der Abstammungslehre

Der Autor, international bekannt als Zoologe und Verhaltensforscher, stellt die Darwinsche Entwicklungslehre allgemeinverständlich dar und geht dabei der Frage nach, inwieweit sie sich angesichts unserer heutigen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse bewährt hat.

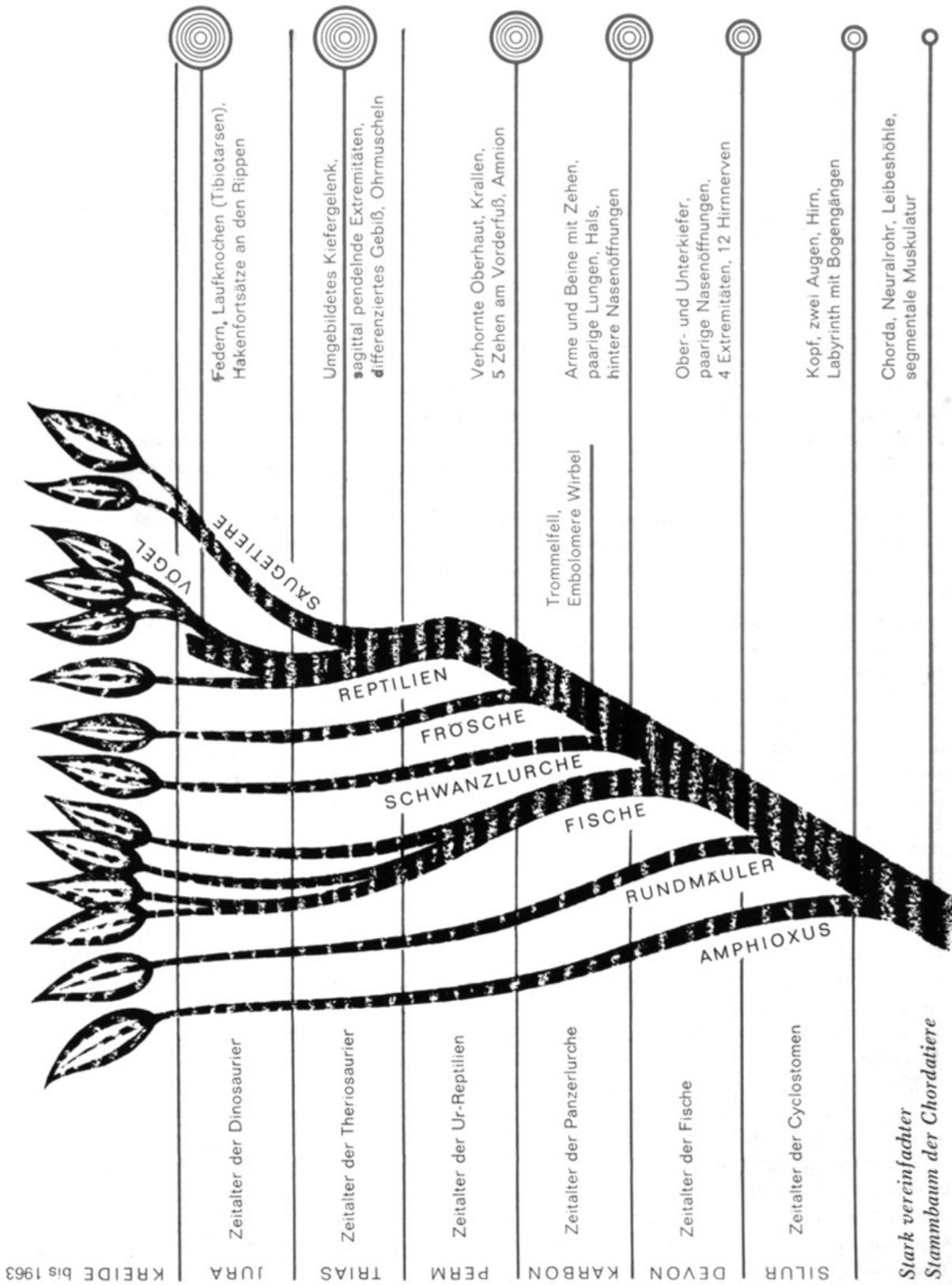
Selbst die wahrhaft epochemachenden Erkenntnisse, die wir GALILEO GALILEI und GIORDANO BRUNO verdanken, haben keinen so tiefen Einfluß auf unsere Weltanschauung ausgeübt, wie die an sich naheliegende Entdeckung, daß der Mensch mit den anderen Lebewesen eines Stammes sei. Die Menschen betrachten sich allzu gerne als den Mittelpunkt des Weltalls, als etwas, was der Natur nicht angehört, sondern ihr als etwas Höheres, Andersartiges polar entgegengesetzt ist. Diese Einstellung entspringt jener Art von Hochmut, von dem das Sprichwort sagt, daß er vor dem Fall kommt, denn er verhindert gerade die Art von Selbsterkenntnis, die uns heute so bitter nottut. Die großen Ergebnisse der Naturforschung sind ihrem innersten Wesen nach stets geeignet, den Menschen Bescheidenheit, Humilitas, beizubringen; eben deshalb werden sie von ihnen ungern zur Kenntnis genommen. Sie haben von GALILEI ungern vernommen, daß die Erde um die Sonne kreist und nicht diese um die Erde, noch weniger gern von BRUNO, daß selbst die Sonne nur ein Stäubchen in einer von unzähligen anderen Stäubchenwolken ist. Am widerwärtigsten aber ist ihnen die Erkenntnis, daß der Mensch nur ein Zweig am großen Stammbaum des Lebendigen ist und gar aus demselben Aste sprießt wie die häßlichen Affen. Es liegt nicht an der geringeren Sicherheit des wissenschaftlichen Nachweises, sondern ausschließlich an nichtrationalen affektbesetzten Widerständen, wenn es heute noch gebildete Leute gibt, die an die Abstammungslehre nicht glauben, während niemand mehr an der Wahrheit der weiter oben erwähnten astronomischen Erkenntnisse zweifelt. So erscheint es Ann nicht überflüssig, einmal kurz die unwiderleglichen Tatsachen zusammenzustellen, auf denen sich unser Wissen um die Stammesgeschichte der Lebewesen aufbaut.

Auch Menschen von hoher Allgemeinbildung glauben meist, daß die Dokumente der versteinerten Tiere und Pflanzen in den aufeinanderfolgenden Schichten der Erde die wichtigste Quelle unseres Wissens um die Stammesgeschichte seien. Ebenso meinen die meisten, daß wir die „Deszendenztheorie“ ausschließlich CHARLES DARWIN verdanken. Beide Meinungen sind irrig. Die wichtigste Wissensquelle stammesgeschichtlicher Forschung ist der *Vergleich* von Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten *lebender* Organismen, und der erste, der die vergleichende Methode bewußt und erfolgreich anwandte, war meines Wissens JOHANN GOTTFRIED HERDER. In einer kleinen Schrift über den Ursprung der Menschenrassen stellt der Dichterphilosoph folgende Erwägungen an: Nehmen wir an, so sagt er, wir kämen in ein fremdes friesisches Dorf. Alle seine Bewohner sind hochgewachsen, blond und blauäugig und einander somit einigermaßen *ähnlich*. Unter ihnen aber finden wir Gruppen von Menschen, die noch besondere Eigenschaften gemein haben, einander also noch ähnlicher sind, Gruppen von Kindern, die einander noch mehr ähneln, und schließlich zwei kleine Jungen, die kaum voneinander zu unterscheiden sind. Kein Vernünftiger wird daran zweifeln, daß diese beiden Zwillinge, die Gruppen sehr ähnlicher Kinder Geschwister, die weiteren Menschengruppen geringerer Ähnlichkeit aber Verwandte seien. Man wird sich vielleicht über den Grad, kaum aber in Hinsicht auf die Tatsache der Blutsverwandtschaft täuschen. Weiter nimmt HERDER an, wir fänden in jenem Friesendorf eine Familie dunkelhaariger, braunäugiger Menschen und erführen auf unser Befragen, daß diese

größtenteils einen italienischen Namen tragen und von einem italienischen Matrosen abstammen, der vor einem Jahrhundert nach einem Schiffbruch in jenem Dorfe sesshaft geworden sei. Liegt es nicht nahe, die allgemeineren Merkmale, die alle Italiener auf der einen, alle Friesen auf der anderen Seite aufweisen, aus der Tatsache zu erklären, daß alle Italiener untereinander und alle Friesen untereinander näher blutsverwandt sind, als Italiener mit Friesen? Denselben Gedankengang weiter verfolgend sucht der große Denker systematisch nach Merkmalen, die größeren und kleineren Gruppen von Völkern gemeinsam sind, und konstruiert so den Stammbaum der Menschheit nach einer Methode, die auch heute noch die unsere ist. Nur bei der Schöpfung der *Art*, der *Species Homo sapiens* macht er halt! Wie ähnlich die Anthropoiden dem Menschen sind, läßt er unerwähnt.

Die Anwendung der vergleichenden Methode und die Verlässlichkeit ihrer Ergebnisse möchte ich nun möglichst anschaulich an einem Aste des Tier-Stammbaums erläutern und wähle dazu die Wirbeltiere — genauer gesagt die Chordatiere —, weil diese den meisten Lesern dieser Zeitschrift am besten bekannt sein dürften, schon aus den Vorlesungen über systematische Anatomie und Embryologie.

Es ist eine der merkwürdigsten Tatsachen, daß man durch eine völlig hypothesenfreie Anwendung der HERDERSchen Methode ein Diagramm erhalten kann, das „ganz von selbst“ die Form eines *Baumes* annimmt. Am größten wird seine Überzeugungskraft, wenn man es räumlich in folgender Weise herstellt. Man nimmt eine Anzahl kräftiger Drähte, deren jeder eine Gruppe von Tierarten repräsentieren soll, wobei die Größe der Gruppen so zu wählen ist, daß alle Chordatiere zusammen ein etwa armdickes Bündel ergeben. Nun suchen wir, genau nach HERDERS Vorbild, zunächst nach den *allgemeinsten* Merkmalen, die dem ganzen Phylon der Chordata gemeinsam sind. Diese Merkmale symbolisieren wir durch dünne Drähte, die wir um das Bündel schlingen, das so durch sie zusammengehalten wird. Der Anschaulichkeit halber wähle ich die bekanntesten Merkmale, die mir einfallen, Chorda, ektodermales Neuralrohr bzw. Rückenmark, Leibeshöhle und segmental angeordnete Muskulatur — man könnte natürlich Dutzende von weiteren anführen. Ausschließlich der Ordnung halber, die, wie betont sei, zunächst keine Hypothese enthält, beginnen wir die mit kleinen Etiketten versehenen Drähte nahe dem einen Ende des Bündels anzuordnen. Wer Anstoß daran nimmt, daß dies in nebenstehender Zeichnung das *untere* Ende ist, mag sie umgekehrt betrachten. Nun nehmen wir an, wir hätten die allgemeinsten, allen Chordaten gemeinsamen Merkmale erschöpft und müßten zu solchen greifen, die etwas weniger verbreitet sind. Ein Kopf mit zwei Augen, ein Gehirn und ein Labyrinth mit Bogengängen sind gewiß unter den Chordatiere weitverbreitete Merkmale, aber es gibt Gruppen, die Manteltiere, zu denen Seescheiden und Appendikularien gehören, sowie die Röhrenherzen, denen der berühmte Lanzettfisch *Amphioxus* angehört, die von diesen Merkmalen nicht ins Bündel aller anderen Chordatiere einbezogen werden. Nur um unser räumliches Modell übersichtlicher zu gestalten, biegen wir die diese Tierformen darstellenden dicken Drähte ein wenig nach links ab, ehe wir sie durch besondere, nur für sie kennzeichnende Merkmal-Drähtchen untereinander bündeln. Wir fahren in unserem Modellbau fort und wählen als nächste, immer noch sehr allgemeine Wirbeltiermerkmale Ober- und Unterkiefer (Palatoquadrat und Meckelscher Knorpel), paarige Nasenöffnungen, Vierzahl der Extremitäten und Vorhandensein von zwölf Hirnnerven. Wiederum werden wir inne, daß ein kleines Bündel von Tierformen von diesen Merkmalen nicht inbegriffen wird, die Cyclostomen oder Rundmäuler, die untereinander natürlich auch wieder durch eine Anzahl von nur ihnen eigenen Charakteren, wie



kieferloses rundes Maul, Labyrinth mit nur zwei Bogengängen, Fehlen der letzten drei Hirnnerven und viele andere Merkmale zusammengehalten werden.

Bei unserem Vorgehen von allgemeiner verbreiteten Merkmalen zu solchen, die einer weniger großen Zahl von Tierformen gemeinsam sind, fällt uns ein merkwürdiges Verhältnis zwischen der Dicke der Formen-Bündel auf, die uns durch die Verteilung der Merkmale aufgezwungen wird: Der nächst engere Satz von Merkmalen umschließt meist ein sehr dickes Bündel, während jene andere, von diesem spezielleren Satz nicht mit inbegriffene, nur durch die allgemeineren Gruppencharaktere gekennzeichnete, gewissermaßen übrigbleibende Gruppe von Arten nur aus verhältnismäßig sehr wenigen heute lebenden Tierformen besteht. Wir werden später die Erklärung dafür kennenlernen, warum dies so ist und ebenso dafür, warum dies bei der nächsten wichtigen Zweiteilung des Wirbeltierstammes anders ist. Sie wird durch folgende Merkmale erzwungen: Statt flächiger Extremitäten besitzen sie echte Arme und Beine mit einem Skelett. Die vorderen Extremitäten bestehen aus Humerus, Radius, Ulna, Handwurzel, Mittelhand und Fingerknochen, die hinteren aus Femur, Tibia, Fibula, Fußwurzel, Mittelfuß und Zehenknochen. Weitere Merkmale sind paarige Lungen, Absetzung des Kopfes vom Schultergürtel durch eine Halswirbelsäule, Choanen, d. h. in den Rachenraum führende hintere Nasenöffnungen u. a. Diese Gruppe, die der Vierfüßer oder Tetrapoden, ist keineswegs formenreicher als die „zurückbleibende“ der Fische, deren weitere Aufteilung wir hier nicht weiter verfolgen wollen. Warum Tetrapoden und Fische in gleicher Blüte nebeneinander existieren können, ist eine Frage, über die der Leser einstweilen selbst nachdenken mag. Der Stamm der Vierfüßer bündelt sich in sehr eigenartiger Weise. Das Merkmal des äußeren Ohres mit Trommelfell hält die große Mehrzahl seiner Formen zusammen und läßt allein die Schwanzlurche, die sich außerdem durch eine Reihe urtümlicher Merkmale auszeichnen, beiseite. Die herkömmlicherweise als stammesgeschichtliche Einheit betrachtete Klasse der Lurche oder Amphibien wird so gespalten: die Frösche zweigen sich erst viel weiter oben von jenem Bündel ab, das außer ihnen zunächst noch Reptilien, Vögel und Säugetiere in einem einheitlichen Stamme enthält. Die Frösche werden dann in typischer Weise als kleines Zweiglein dadurch zurückgelassen, daß eine Vielzahl von Merkmalen alle übrigen Tierformen des großen Stammes, nicht aber sie umfaßt. Diese Merkmale — ich wähle wiederum nach Möglichkeit äußerlich sichtbare oder allgemein bekannte — sind folgende: Stark verhornte, mit hornigen Anhangsgebilden (Hornschuppen, Federn oder Haaren) bedeckte Oberhaut, meist in Fünffzahl vorhandene, krallenbewehrte Zehen an Vorder- und Hinterbeinen, von Rippen umschlossener Brustkorb, durchweg innere Befruchtung, die entweder durch das Legen großer beschälter Eier oder durch Lebendgebären nötig wird, und schließlich die den Namen der Gruppe — „Amniota“ — bestimmende Entwicklung eines embryonalen Atmungs- bzw. Ernährungsorganes, des bekannten Amnions, das sich aus der Allantoisblase bildet. Als Urbild des Amnioten erscheint zunächst das Kriechtier oder Reptil. Aus dem Amniotenstamm gliedert sich dann eine merkwürdige Gruppe ab, die durch folgende Merkmale zusammengefaßt ist: Der Oberarm und der Femur stehen nicht, wie bei allen Amphibien und Reptilien, horizontal und rechtwinklig von der Körperachse ab und schwingen beim Laufen nicht in der Frontalebene, sondern stehen mehr oder weniger lotrecht, der Ellenbogen nach hinten, das Knie nach vorne an die Rumpfseite angenähert, und die ganze Extremität schwingt beim Laufen ziemlich genau in der Sagittalebene. Der Rumpf ist kurz, sicher im Zusammenhang damit, daß durch die erwähnte Bewegungsweise der Extremitäten seine seitliche Schlängelbewegung

entbehrlich wird, die bei der für Lurche und Reptilien typischen Extremitätenstellung das Laufen wesentlich fördert, wie Abb. 1 das schematisch darstellt.

Der Kopf ist groß und durch viele osteologische Merkmale gekennzeichnet, von denen hier nur die Ausbildung eines gänzlich neuen Kiefergelenkes erwähnt sei. Diese hängt damit zusammen, daß das Artikulare und das Quadratum, die bei allen anderen Tetrapoden dieses Gelenk bilden, mit dem Trommelfell in Beziehung getreten und zu Gehörknöchelchen, nämlich zu Hammer und Amboß, geworden sind. Der so gekennzeichnete Tierstamm umfaßt die ausgestorbenen Säuger-Reptilien sowie die Säugetiere.

Aus dem übrigbleibenden Amniotenstamm gliedern sich die Vögel durch Merkmale ab, die jedem bekannt sind. Sie übertreffen an Formenfülle und Verschiedenheit ihrer Anpassungsweise bei weitem die Restgruppe der Amnioten, die heute lebenden Reptilien. Wir wollen keinen dieser Zweige in seinen weiteren Aufteilungen verfolgen.

Wie schon eingangs erwähnt, macht das Diagramm, das wir so bei völlig hypotheseffreier Bündelung von Tierformen durch gemeinsame Merkmale erhalten, selbst bei der extremen Vereinfachung, die der vorliegenden Darstellung aufgezwungen ist, den Eindruck eines *Baumes*. Dieser Eindruck

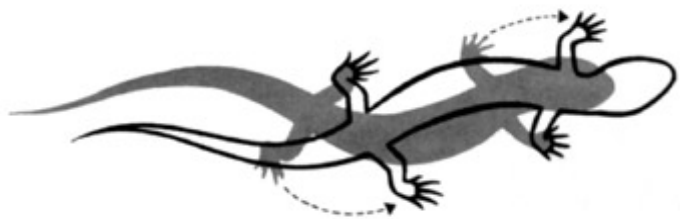


Abb. 1: Kriechende Eidechse

würde sich verstärken, wenn wir mehr Merkmale und damit mehr Einzelheiten seiner Verzweigung berücksichtigen könnten. Wo immer uns in der Natur ein äußerlich baumförmiges Gebilde begegnet, ist der Schluß berechtigt, daß es durch ein *Wachstum*, das in der Gegend des „dicken Endes“ begann, zu seiner gegenwärtigen Form gediehen sei. Ob sich nun das Gebilde nach einer Seite hin verzweigt, wie etwa ein Korallenstock und ein Hirschgeweih, oder nach oben und unten, wie ein Eichbaum mit Krone und Wurzeln, oder nach allen Seiten hin, wie ein sternförmiger Schneekristall, immer liegen seine ältesten Teile dort, von wo die Zweige ausstrahlen, mit anderen Worten an der dicksten Stelle. Diese sehr weit verbreitete Gesetzmäßigkeit verallgemeinernd, stellen wir nun die Hypothese auf, daß sie auch für unseren Baum der Lebensformen gelte. Dies besagt, daß ein Merkmal um so älter ist, je größer die Zahl der Tierformen ist, die es umfaßt. Diese Folgerung erlaubt es, die Hypothese zu prüfen. Die ausnahmelose Stimmigkeit, mit der sie das So-und-nicht-anders-Sein sämtlicher Lebewesen einzuordnen vermag, würde die Wahrscheinlichkeit ihrer Richtigkeit der Sicherheit annähern, *selbst wenn wir keine anderen Wissensquellen besäßen, als die des bisher erörterten Vergleichens*. Nun haben wir aber noch andere Wissensquellen, und die erste davon, die wir anzapfen wollen, ist die der Versteinerungen aus der Vorzeit. Es ist — zunächst — unsere Hypothese, daß die allgemeineren Merkmale älter seien als spezielle, aber es ist Gewißheit, daß die *tiefer* liegenden Ablagerungen auf unserer Erde *vor* den darübergeschichteten entstanden sind. Unsere Annahme wäre also widerlegt, wenn sich auch nur in einem einzigen Falle in einer tieferliegenden Ablagerung fossile Reste einer Lebensform fänden, die nach ihren speziellen Merkmalen erst in einer jüngeren, darüberliegenden Schicht zu erwarten wäre. Dieser Fall ist *nie* eingetreten, wie aus dem unserem Diagramm beigefügten Zeitschema hervorgeht. Die ersten Fische auf unserem Planeten besaßen nur die erwarteten allgemeinen Merkmale, sie waren,

wie wir durch die Untersuchungen des schwedischen Paläontologen STENSIÖ wissen, *alle* keine Gnathostomen sondern den heutigen Cyclostomen ähnlich, die ersten Kiefernäuler finden sich erst im unteren Devon. Während dieser ganzen Epoche gab es an Wirbeltieren, außer den weiterbestehenden, wenn auch an Zahl stark zurückgehenden Cyclostomen *nur* echte Fische, unter ihnen in den oberen Schichten allerdings auch schon die den Tetrapoden nahestehenden Coelacanthiden. Die Vierfüßer selbst erscheinen erst in der nächsten Epoche, der Steinkohlenzeit, auf der Bühne, in Gestalt großer, gepanzerter Amphibien, die ihren Namen Stegocephalen der dachartig lückenlosen Knochendedce ihres Schädels verdanken, die aus genau den gleichen Elementen zusammengesetzt ist wie bei den Coelacanthiden. In der Permzeit treten dann die ersten echten Reptilien, die Cotylosaurier auf, denen alsbald die ersten Säuger-Reptilien auf dem Fuße folgen. Lange bevor der übrige Reptilienstamm sich in seine vielen Zweige geteilt und seine höchste Blüte erreicht hat, nämlich in der unteren Trias, entstanden die ersten echten Säugetiere. Diese bleiben in den nächst-höheren Schichten — der Jura- und der Kreideformation — immernoch selten, während die Reptilien einen großen Reichtum an Formen erreichen, unter denen die Riesengestalten der Dinosaurier besonders bekannt sind. In vielen Merkmalen, vor allem im Aufbau des Beckens, gewissen Dinosauriern ähnlich ist schließlich der berühmte *Ardiaopteryx*, der Vogel mit Zähnen im Maul und einem langen, aber befiederten Reptilienschwanz, der sich genau in jenen Schichten des Solnhofener Juraschiefers gefunden hat, in denen der Übergang vom Reptil zum Vogel erwartet werden durfte. Sein Fund entwickelte insofern eine geistesgeschichtliche Bedeutung als er auch genau in die Zeit fiel, da der Meinungs-Streit um DARWINS Lehre am heißesten tobte und so viel zum Siege der Wahrheit beitrug. An der Wahrheit der Abstammungslehre ist schlechterdings nicht zu zweifeln. Wenn schon die nur auf den vergleichend-anatomischen Tatsachen fußende Rekonstruktion des Stammbaums mit einer Wahrscheinlichkeit richtig ist, deren Ausdruck astronomische Zahlen erheischen würde, so erhöht sich diese Wahrscheinlichkeit noch einmal um ein größenordnungsmäßig ähnliches Vielfaches durch die Stimmigkeit der stratigraphischen Anordnung *aller*, aber auch *aller*, paläontologischen Dokumente. Um die Richtigkeit unserer Rekonstruktion der großen Verzweigungen des Stammbaums, wie sie etwa in unserem Diagramm wiedergegeben sind, zu beweisen, bedürfte es gar nicht der weiteren Zeugnisse, die uns von anderen, voneinander gänzlich unabhängigen Wissensquellen geliefert werden, so von der Embryologie, der Serologie (serologische Verwandtschaftsreaktionen), der Tier- und Pflanzengeographie usw. Wichtig werden diese „Hilfswissenschaften“ erst dort, wo es gilt, nicht die großen und alten, sondern die kleineren und jüngeren Verzweigungen des Stammbaums zu rekonstruieren. Weshalb letzteres sehr viel schwieriger ist, bleibt noch zu erörtern.

Was wir ausschließlich CHARLES DARWIN verdanken, ist nicht die Erkenntnis der Tatsache, daß sich alle Tiere aus gemeinsamen Ahnen entwickelt haben, sondern die Entdeckung der Ursachen, die dies bewirkten. Die großen Konstrukteure des Artenwandels, Mutation und Selektion, Erbänderung und natürliche Zuchtwahl, deren Wirken der Genius DARWINS längst geahnt hatte, offenbarten sich ihm, als er, auf seiner kleinen „Beagle“ die Welt umkreisend, auf den Galapagos-Inseln angekommen war. Da gab es eine Anzahl von recht unscheinbaren Finkenarten, die Grundfinken, aus deren großer und viele Einzelheiten betreffender Ähnlichkeit eindeutig hervorging, daß sie aufs nächste miteinander verwandt waren. Der gesunde Menschenverstand legte die Annahme nahe, daß sie samt und sonders von einer gemeinsamen, erst in verhältnismäßig junger Vergangenheit



























| | | | | | |
|----------------------|---|---|-------------------------|--|---|
| 1 |  |  | 7 |  |  |
| Galapagos-Sängerfink | | | Dickschnabel-Grundfink | | |
| 2 |  |  | 8 |  |  |
| Großer Baumfink | | | Mittlerer Grundfink | | |
| 3 |  |  | 9 |  |  |
| Mittlerer Baumfink | | | Kleiner Grundfink | | |
| 4 |  |  | 10 |  |  |
| Kleiner Baumfink | | | Spitzschnabel-Grundfink | | |
| 5 |  |  | 11 |  |  |
| Werkzeug-Baumfink | | | Kaktus-Grundfink | | |
| 6 |  |  | 12 |  |  |
| Mangrove-Baumfink | | | Großer Kaktus-Grundfink | | |
| | | | 13 |  |  |
| | | | Knacker-Baumfink | | |

Abb. 2: Übersicht über die typischen Schnabelformen der Darwin-Finken
 1 Insektenfresser, 2—6 vorwiegend Insektenfresser, 7—12 vorwiegend Pflanzenfresser, 13 Pflanzenfresser

auf die einsamen Inseln verschlagenen Ahnenform abstammten. In einer Hinsicht aber waren die einzelnen Arten dieser Vögel so verschieden voneinander wie nur denkbar: Vom dicken Schnabel des Kernbeißers bis zum zarten und dünnen Schnäbelchen eines Laubsängers fanden sich bei ihnen so ziemlich sämtliche Schnabelformen, die wir von Singvögeln der großen Kontinente kennen, und die bei diesen auf die verschiedensten einander fernstehenden Verwandtschaftsgruppen verteilt sind. Ernährung und Lebensweise entsprechen jeweils der Schnabelform: einer frißt, wie der Kernbeißer, harte Sämereien, ein anderer hat sich, wie ein Laubsänger, auf den Insektenfang spezialisiert, und ein weiterer, der Spechtfink, hat die Zunge des Spechtes durch eine Instinkthandlung ersetzt und lebt davon, daß er mit einem Kaktus-Stachel Insekten aus Rindenspalten und Astlöchern herausstochert. Angesichts dieser Vielzahl verschiedener Anpassungen bei einer kleinen Gruppe naher Verwandter wurde Darwin eine Reihe von Zusammenhängen klar, die in ihrer Gesamtheit wie eine Offenbarung auf ihn gewirkt haben müssen. Ganz offenbar war es die Funktion, von der die Form des Organs bestimmt wird. Was aber treibt einen körnerfressenden Vogel dazu, zum Insektenfresser zu werden? Warum tut dies auf Galapagos ein Fink, während auf den Kontinenten nur Vögel anderer Gruppen in dieser Richtung spezialisiert sind? Etwa eben deshalb, *weil* auf jenen Inseln kein anderer Spezialist für Insektenfang lebt? Und schon wurde DARWIN klar, daß es die *Konkurrenz* der Artgenossen ist, die es vorteilhaft werden läßt, zu einer neuen Methode der Selbst- und Arterhaltung überzugehen, wenn in der bisherigen eine „Berufs-Überfüllung“ eingetreten ist. So entstand der wichtige Begriff der „ökologischen Nische“, und gleichzeitig erhob sich die Frage, mit welchen Mitteln ein Organismus, der bisher in einer ganz bestimmten Nische erfolgreich war, in eine andere hinüberzuwechseln imstande sei, wie dies jene Finken ganz offensichtlich getan hatten, welche die auf den Galapagosinseln leerstehenden „Planstellen“ des Kernbeißers, des Insektenfressers und sogar des Spechtes eroberten.

Die Konkurrenz moderner „Konstruktionen“ ist es, die altertümliche Tierformen zum Verschwinden bringt, wir brauchen keine Naturkatastrophen anzunehmen, um dies zu erklären. So wie das Dampfschiff das Segelschiff verdrängt hat und neuerdings das Dieselschiff im Begriffe ist, dem Dampfschiff ein gleiches Schicksal zu bereiten, so bringt auch unter den Lebewesen eine neue „Erfindung“ den eben durch sie veralteten Konstruktionen den Untergang, wofern nicht — und hier findet sich die einzige Ausnahme von dieser Regel — die Neukonstruktion einen völlig neuen Lebensraum eröffnet oder die überalterte Form in einer engen ökologischen Nische Unterschlupf findet. Diese Erwägungen liefern eine sehr einleuchtende Erklärung für die verschiedene Dicke der Äste, über die wir uns beim Entwerfen unseres Wirbeltier-Stammbaums (S. 7) gewundert haben. In Wirklichkeit ist es eben gar nicht verwunderlich, daß z. B. das Auftreten der Kiefermäuler im Devon die Rundmäuler fast verschwinden ließ. Als „ehrliche“ Fische konnten sie sich eben gegen die Konkurrenz der schnelleren, intelligenteren und besser bewaffneten Gnathostomen nicht halten, und sie wären sicher ganz verschwunden, wenn nicht einige hochspezialisierte Formen, die Inger und Neunaugen, als Parasiten ihrer Verdränger ein Fortkommen gefunden hätten. Die Blüte der alten Form, der Fische, wurde dagegen durch das Auftreten der Tetrapoden nicht im geringsten geschädigt, da diese durch die Eroberung des Landes einen bis dahin von Wirbeltieren nicht genutzten Lebensraum erschlossen und so für die Fische keine Konkurrenz bedeuteten. Ein gutes Beispiel dafür, daß die Konkurrenz eines Berufsgenossen tödlicher wirkt als die Anschläge des gefährlichsten Feindes, bietet die Wirkung, welche die Einführung des Dingo auf die australische

Tierwelt ausübte. Dieser vom Menschen als Haustier mitgebrachte, aber sofort verwilderte Hund rottete auf dem Festlande Australiens, auf dem bekanntlich Beuteltiere die einzigen Säugetiere waren (mit Ausnahme einiger Nager und Fledermäuse), keine einzige Art der ihm zur *Beute* dienenden Beutler aus, wohl aber die beiden großen *Beutelraubtiere*, den Beutelwolf *Thylacinus* und den Beutelteufel *Sarcophilus*, die zwar einem Dingo im Kampfe eindeutig überlegen sind, aber als Jäger nicht mit ihm konkurrieren können. Sie leben heute nur noch in Tasmanien, wo der Dingo nicht hinkam.

So leicht der mitleidslose Wettbewerb des „Berufslebens“ zu erklären vermag, weshalb alte Formen verschwinden, bedarf es doch einer weiteren Voraussetzung, um die Entstehung von neuen verständlich zu machen. Die natürliche Zuchtwahl kann die Entwicklung einer Tierart in bestimmter Richtung nur dann verursachen, wenn eine ständige *ungerichtete* Veränderung des Erbgutes ihr das Material zur gerichteten Auslese liefert. Es war eine der genialsten Hypothesen CHARLES DARWINS, daß er auf Grund dieser Erwägung das Vorhandensein spontaner, ungerichteter und zufälliger Veränderungen des Erbgutes postulierte, zu einer Zeit, da man von Mutationen noch nichts wußte. Er ist wohl der einzige Entdecker eines wirklich wichtigen neuen Erklärungsprinzips, der dessen Anwendungsbereich nicht über- sondern unterschätzte.

Anpassung eines Organismus oder eines seiner Organe an eine Gegebenheit der äußeren Umwelt bedeutet immer in gewissem Sinne deren *Abbildung*. Der Huf des Pferdes ist in Form und Funktion ebenso ein Bild des Steppenbodens und seiner physikalischen Eigenschaften, wie die Flossen eines Fisches eins des Wassers sind, oder das Auge eines der Sonne ist. Wenn man nicht zur Annahme einer prästabilierten Harmonie zwischen Organismus und Umwelt greifen will, muß man aus der Tatsache dieser Passungen schließen, daß abbildende Informationen über die Gegebenheiten der Umwelt in irgend einer Weise in das organische System hineingelangt sind. Durch die epochemachenden Ergebnisse, die von der Biochemie in jüngster Zeit zutage gefördert wurden, kennen wir die Chiffre-Schrift, in welcher diese Information im Erbgut *aller* Lebewesen, einschließlich der „nicht so ganz“ lebendigen Viren, aufgeschrieben und aufbewahrt ist, und wir stehen in ehrfürchtigem Staunen vor den Bestätigungen, die DARWINS geniale Annahmen immer wieder und von ganz unerwarteter Seite her erfahren. Am Anfang alles Lebens steht tatsächlich ein System, das Informationen enthält und durch Selbstverdoppelung weitergeben kann. Es muß stabil genug sein, um sich gegen Umwelteinflüsse genügend zu schützen, um nicht der Struktur verlustig zu gehen, in der die Information steckt. Es könnte aber keine *zusätzliche* Information erwerben, wenn es nicht ein ganz klein wenig instabil wäre, eben genug, um hier und da bei der Reduplikation seiner selbst einen kleinen Fehler zu machen. Dieser Fehler führt fast immer zum Tode der mit ihm behafteten Nachkommenschaft, aber hie und da — die Genetiker schätzen die Häufigkeit eines solchen Falles auf etwa 10^{-8} — führt er zu einer Veränderung der Form und Funktion des Gesamtorganismus, die diesem zum Vorteil gereicht, indem sie in irgend eine Kerbe der belebten und unbelebten Umwelt *paßt*. Dies entspricht dann selbstverständlich dem Gewinn einer neuen Information über eine im organischen System bisher nicht berücksichtigte Gegebenheit. Dieses neue „Wissen“ verbreitet sich einfach dadurch, daß die mit der vorteilhaften Erbänderung begabten Wesen bessere Überlebens- und Vermehrungs-Aussichten haben als die nicht in gleicher Weise begabten Artgenossen und diese über kurz oder lang von der Bühne des Lebens verdrängen. Dies ist, in dürren Worten, die Lehre DARWINS, zu der schlechterdings alles *paßt*, was die biologischen Wissenschaften seitdem zutage gefördert haben.

Besonders die in den letzten Jahrzehnten erzielte Synthese von Stammesgeschichte und Erbforschung hat viele Schwierigkeiten gelöst, indem sie Tatsachen aus Mutation und Selektion allein zu erklären vermochte, die vorher der DARWINSchen Theorie zu widersprechen schienen. So mißtrauisch ich auch jeder Art von Erklärungs-Monismus gegenüber bin, muß ich doch bekennen: Je älter ich werde, desto mehr festigt sich in mir die Überzeugung, daß das gesamte stammesgeschichtliche Werden durch die beiden großen Konstrukteure des Artenwandels: Mutation und Selektion verursacht ist. Diese Überzeugung festigt sich jedesmal, wenn die geduldige Forschung eine überzeugende Antwort auf die Frage ergibt, worin der arterhaltende Wert dieser oder jener Strukturen und Funktionen eines Organismus gelegen sei. Ob es die bizarren Körperformen eines Pfeilschwanzkrebse, eines Kofferfisches oder eines Rotfeuerfisches sind, an die wir diese Frage herantragen, oder die Kommt-Kämpfe der Buntbarsche, die sozialen Balztänze der Schwimmenten, die unglaubliche Färbung mancher Korallenfische oder die malerische Befiederung eines Mandarinerpels, immer wieder stellt sich bei wirklich genauer Kenntnis des Tieres und seiner Verhaltensweisen heraus, daß es eine wichtige arterhaltende Leistung ist, deren Selektionsdruck diese Charaktere herausgezüchtet hat. Immer wieder hat sich herausgestellt, daß etwas, was man bis dahin als „Luxusbildung“, „Ludus naturae“ usw. bezeichnete, eine durchaus sinnvolle „Konstruktion“ von Mutation und Selektion ist.

Am ehesten passen jene Ausdrücke auf die Produkte der sogenannten *intraspezifischen* Selektion. Wo ausschließlich der Wettbewerb zwischen Artgenossen, ohne Rücksicht auf Gegebenheiten der außerartlichen Umwelt, eine scharfe Zuchtwahl treibt, kann es leicht geschehen, daß die Selektion durchaus *Unzweckmäßiges*, der Arterhaltung Abträgliches erzeugt. Die geschäftliche Konkurrenz im modernen Wirtschaftsleben produziert Erscheinungen, die den Einzelmenschen mit arteriellem Hochdruck, genuiner Schrumpfniere und Nervenzusammenbruch bedrohen. Der ganzen westlichen Zivilisation aber drohen die von VANCE PACKARD so treffend analysierten und anschaulich geschilderten Gefahren, die nicht nur die Gesamtheit der Nationalökonomie der betroffenen Völker, sondern erst recht die Kultur und sogar das Weiterbestehen der Menschheit in Frage stellen. In ähnliche Sackgassen haben sich manche Tierarten verrannt. Bei den Hirschen hat ein den meisten Mitgliedern der Gruppe eigenes „Duell-Reglement“ zur Ausbildung von Geweihen geführt, die zu nichts anderem gut sind, als zum Rivalenkampf, und die vom Standpunkte des Stoffwechsels und der sonstigen Ökonomie der Arterhaltung nur schädlich sind. Ähnliches kann durch sexuelle Zuchtwahl im engeren Sinne verursacht werden, wie z. B. die extreme Ausbildung von Balzorganen bei manchen Fasanen und Paradiesvögeln. Ein Hirsch ohne Geweih, ein Argusfasan ohne Balzfedern würde zwar wahrscheinlich länger leben, als einer, der auf diese Attribute verzichtet, aber er würde keine Nachkommen hinterlassen.

Daß die großen Konstrukteure der Evolution gelegentlich in Sackgassen geraten, ist durchaus zu erwarten, denn ihre Methode ist die einer reinen Induktion, das heißt eines Vorgehens, das der Deduktion völlig entbehrt. Sie sind daher für die Zukunft völlig blind, zumal sie ja nur aus dem Erfolg, nicht aber aus dem Mißerfolg Information erhalten. Daß es keinen Sinn hat, eine bestimmte Mutation, etwa die des Albinismus, hervorzubringen, „lernen“ sie nie und fahren unbeirrt darin fort. Die zukunftsblinde Methode des Artenwandels bringt es auch mit sich, daß der Bauplan eines Lebewesens niemals demjenigen eines menschlichen Erzeugnisses gleicht, das ein vorausschauend planender Konstrukteur als Ganzes entwirft und in einem Zuge verwirklicht. Strukturen und Funktionen eines Organismus enthalten stets

eine sehr große Zahl von Merkmalen, die durchaus nicht aus ihrer gegenwärtigen arterhaltenden Leistung, sondern nur aus der Vorgeschichte zu erklären sind.

Als Gleichnis hierfür kann uns die Behausung eines Ansiedlers in einem wilden Lande dienen. Er baut sich zuerst ein kleines Blockhaus, in dem er wohnt, schläft, kocht, seine Kleider näht usw. Mit Zunahme seines Wohlstandes und seiner Familie macht er Anbauten, der ursprüngliche Hauptraum wird zum Nebenraum, endlich vielleicht zur Rumpelkammer. Vieles an diesem Hause wird seine Funktion völlig ändern, vieles völlig Unzweckmäßige wird weiter beibehalten werden müssen, gerade weil der Mann dauernd in jenem Gebäude wohnen muß und seiner nicht lange genug entbehren kann, um einen grundlegenden Um- und Neubau vorzunehmen. Daß sich Analoges im stammesgeschichtlichen Werden der Lebewesen vollzieht, ist ein Glück für den Forscher, der es ergründen will. Wenn die großen Konstrukteure nicht so konservativ an den einmal geschaffenen Konstruktions-Einzelheiten festhielten, wüßten wir kaum etwas über den Weg, den sie gegangen sind. Wenn sie nicht im Aufbau der Vorderextremität der Tetrapoden unentwegt die Bauelemente von Humerus, Radius, Ulna usw. beibehalten hätten, und zwar unbeeinflusst davon, ob die Funktion des ganzen Organs im Laufen besteht wie bei einer Antilope, im Fliegen wie bei einem Flugsaurier, einem Vogel, oder einer Fledermaus, im Graben wie beim Maulwurf, oder im Schwimmen, wie bei einem Ichthyosaurier oder einem Wal, so würden wir ja eines wichtigen Hinweises auf die Stammesverwandtschaft dieser Tiere entbehren. Wo Organe der genannten Funktionen unabhängig voneinander von nicht verwandten Tierstämmen entwickelt wurden, wie z. B. das Bein eines Laufkäfers, der Flügel eines Schmetterlings, die Grabschaufel einer Maulwurfsgrille oder die Flosse eines Fisches, dort zeigt sich deutlich, „daß es auch anders geht“, d. h. daß die oben erwähnten Bauelemente ihre Form und gegenseitige Lagebeziehung nur der Vorgeschichte und nicht der Funktion verdanken. Selbstverständlich kann gleiche Funktion auch den Organen sehr verschiedener Tierstämme Ähnlichkeiten anzüchten, die mit Stammesverwandtschaft nichts zu tun haben. Diesen Vorgang nennt man meist konvergente Anpassung oder kurz Konvergenz, die so entstehenden ähnlichen Merkmale „analog“ — im Gegensatz zu den „homologen“, die ihre Ähnlichkeit der gemeinsamen Abstammung ihrer Träger von gleichen Ahnenformen verdanken. Bei der Rekonstruktion eines Stammbaumes, wie etwa desjenigen der Wirbeltiere in unserem Diagramm, darf man selbstverständlich nur homologe Merkmale verwenden, ihre Richtigkeit steht und fällt mit der Verlässlichkeit unserer Unterscheidung zwischen auf Homologie und Konvergenz beruhenden Ähnlichkeiten. Die Kriterien, an denen man Homologie erkennt, hat REMANE mit großem Scharfsinn untersucht, auf dessen Darstellungen verwiesen sei.

Nur ein bestimmtes, besonders wichtiges dieser Kriterien möchte ich hier diskutieren, weil dies an Hand des Gesagten in Kürze möglich ist. Schon aus der Verbreitung der Merkmale lassen sich Anhaltspunkte dafür gewinnen, welche Ähnlichkeiten auf Homologie und welche auf Konvergenz beruhen. Wenn die vielen verschiedenen in unserem Diagramm dargestellten Tiere trotz der weltweiten Verschiedenheit ihrer Anpassung *alle* die basalen Merkmale des Chordatenstammes wenigstens in gewissen Stadien ihrer Embryonalentwicklung aufweisen, ist die Wahrscheinlichkeit zu vernachlässigen, daß auch nur eine dieser Ähnlichkeiten anders als durch echte Homologie zustandekomme. Wenn dagegen ein Merkmal sich in seiner Verteilung durchaus eigenwillig verhält und diesem und jenem Vertreter der verschiedensten durch eine Überzahl anderer Merkmale zusammengehaltenen Gruppen zukommt, liegt die Sache umgekehrt. Das Merkmal der Extremitätenlosigkeit

z. B. ist innerhalb der Gruppe der Cyclostomen sicher ursprünglich und homolog, unter den Gnathostomen dagegen würde es sich, in unser Diagramm eingetragen, wie eine Liane von Ast zu Ast schlingen. Es kennzeichnet Fische aus mindestens sieben, miteinander nicht näher verwandten Gruppen, deren jede außer durch jene flossenlosen noch durch eine große Mehrzahl von Formen vertreten ist, die sehr wohl paarige Flossen besitzen. Unter den Urodelen sind einige wenige Molche und die Gruppe der Blindwühlen extremitätenlos, unter den Reptilien einige Eidechsen, wie unsere Blindschleiche, und ferner bekanntermaßen die Schlangen. Wollte man nun etwa die Extremitätenlosigkeit der Schlangen für homolog mit derjenigen der Cyclostomata erklären, so wäre man zu der Annahme gezwungen, daß die unzähligen Merkmale, an denen man die Schlangen als Reptilien und speziell als Schuppenkriechtiere (Squamata) erkennt, durch Konvergenz oder aber durch Zufall in dieser Weise entstanden seien. Die erste Annahme ist selbstverständlich unsinnig, die zufällige Übereinstimmung von Merkmalen aber hat die Wahrscheinlichkeit von 2^{n-1} . Wir wissen also mit Sicherheit, daß das Fehlen von Extremitäten

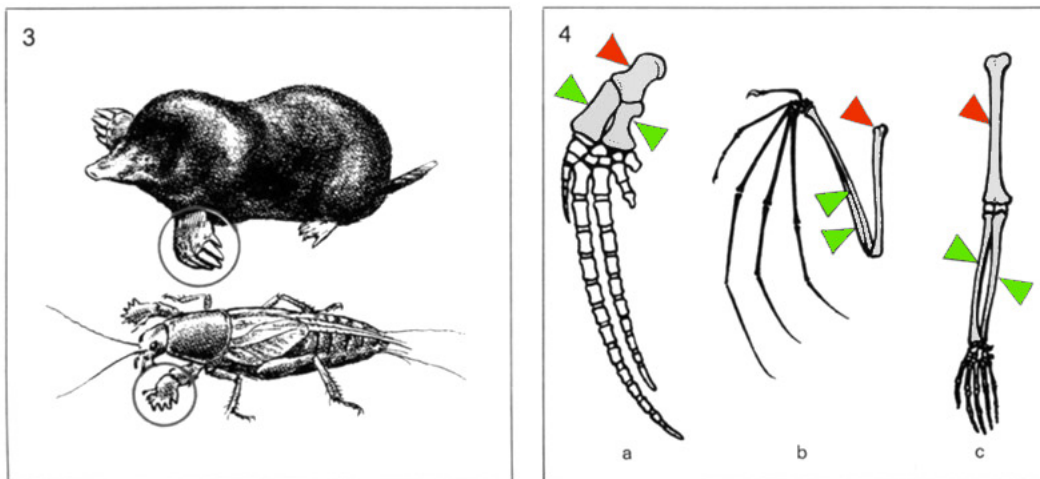


Abb. 3: „Analogie“ Maulwurf — Maulwurfsgrille

Abb. 4: „Homologie“ der Vorder-Extremitäten a) Flosse (Walfisch), b) Flügel (Fliegender Hund), c) Arm (Mensch) Orange: Humerus / Grün: Ulna und Radius

bei jenen sieben Gruppen von meist als „Aale“ bezeichneten Fischen, bei den Aalmolchen, den Blindwühlen, den Blindschleichen und den Schlangen sicher sekundär durch konvergente Anpassung zustandekam, und wir wüßten dies selbst dann, wenn uns noch gar nicht aufgefallen wäre, daß alle diese Wesen einen sehr langen, über große Strecken gleichdicken Körper besitzen und sich schlängelnd durch Schlamm, weiche Erde, dichtes Pflanzengewirr bewegen. Unter den fossilen Cyclostomen dagegen finden sich Arten von anderer, spindelförmiger und selbst ziemlich kurzer Körperform, die ganz andere Anpassungstypen darstellen und dennoch der paarigen Flossen entbehren, was bei ihnen ein sicher urtümliches, der Flossenlosigkeit der heutigen Rundmäuler homologes Merkmal ist.

Das Auszählen der verbindenden Merkmale und der von ihnen verbundenen Formen ermöglicht selbstverständlich nur dann eine sichere Entscheidung der Frage Homologie oder Analogie, wenn viele Tierformen durch viele Merkmale miteinander verbunden sind. Aus diesem Grunde ist unsere Rekonstruktion der *großen* Verzweigungen des Lebens-Stammbaumes, etwa der in unserem

Diagramm wiedergegebenen, mit einer Wahrscheinlichkeit richtig, die durchaus der historischen Sicherheit gleichkommt. Es ist völlig sicher, daß die Ähnlichkeiten zwischen Hai, Ichthyosaurus und Zahnwal Konvergenzen sind, da sich der erste durch buchstäblich Tausende von Merkmalen als Fisch, der zweite als Reptil und der dritte als Säugetier ausweist. Je weiter wir im Stammbaum aufwärts, in seine dünneren Verzweigungen vordringen, desto weniger Merkmale und desto weniger Tierarten stehen unserer Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Verfügung. Die Folge davon ist, daß Konvergenzen um so schwerer und um so weniger sicher von Homologien unterscheidbar sind, je näher die Zweige des Stammbaums beieinanderliegen, von denen sie ausgehen. Wenn etwa die Gruppen der Möwen und Watvögel (*Larolimicolae*), der Taucher (*Podicipidae*), der Sonnenrallen (*Heliornithidae*) und der Entenvögel (*Anatidae*) eine nahezu gleiche Ausbildung eines Schwimmfußes „erfunden“ haben, so reicht das Studium der Merkmalverteilung eben noch aus, um uns dies als Konvergenz erkennen zu lassen — selbst wenn wir die Gleichheit der Leistung und ihre wohlbekannten Folgen nicht berücksichtigen. Wenn wir aber ein Beispiel wählen, in dem die Konvergenz nicht von verschiedenen Ordnungen, wie im obigen Beispiel, sondern von Familien einer einzigen Ordnung bzw. Unterordnung ausgeht, geraten wir schon in Schwierigkeiten. Drei Familien der Falkenvögel, *Falconidae*, nämlich die Bussarde, *Buteonini*, die Habichte, *Accipitrini*, und die Milane oder Weihen, *Milvini*, haben unabhängig voneinander sehr große Formen ausgebildet, offensichtlich in Anpassung an das Jagen verhältnismäßig großer Beutetiere. Diese Formen werden auch heute noch von vielen Systematikern als die sogenannten Adler, *Aquilini*, in eine Familie zusammengefaßt, obwohl sie einander nur aus jenen Gründen ähnlich sind, aus denen die von verschiedenen Autofirmen hergestellten Kleinbusse untereinander ähnlicher sind als jeder von ihnen dem Personen- oder Sportwagen seiner eigenen Marke. Die konstruktiven Veränderungen, die sich aus der absoluten Größe, den Gesetzen des allometrischen Wachstums, den Anforderungen der Aerodynamik, der Notwendigkeit, wehrhafte Beute schnell zu töten, und anderem mehr ergeben, machen die „Adler“ untereinander sehr ähnlich, insbesondere was die Körper-Proportionen betrifft, die ihr äußeres Bild bestimmen. Zählt man diese Merkmale und stellt sie den Ähnlichkeiten gegenüber, die den Steinadler mit den Bussarden, den Habichtsadler und die Harpyie mit den Habichten, und die Seeadler mit den Milanen oder Weihen verbinden, so ergibt sich keine klare Entscheidung.

Was hier noch weiterhelfen kann, ist das Auffinden jener Merkmale, die *ganz sicher nichts mit der Ähnlichkeit von Funktionen* bei den zu untersuchenden Tierformen zu tun haben. Wenn wir eine Automobilmarke erkennen wollen, ohne auf den Markenstempel zu sehen, machen wir es ja genau so. Die längsverlaufenden Zierleisten, die bis vor kurzem das Heck des DKW kennzeichneten, waren z. B. das letzte Merkmal, das die Auto-Union vom guten alten Horchwagen ererbt hatte.

In analoger Weise bilden Kleinigkeiten, die für die Funktion gleichgültig sind, für den Erforscher der jüngeren Stammesgeschichte die wichtigste aller Wissensquellen. Der Entomologe, der Äderchen am Flügel einer winzigen Wespe in allen ihren Einzelheiten studiert, der Krustazeenforscher, der die Borsten am 22ten Beinpaar eines Blattfußkrebsses auszählt, und der Verhaltensforscher, der an allen nur erreichbaren Entenarten eine bestimmte Balzbewegung filmt, sind keineswegs Verrückte, die sich monomanisch mit Unwichtigem beschäftigen. Die Klärung *der jüngsten Schritte* der Stammesgeschichte ist zwar die schwierigste, aber auch die bei weitem interessanteste und wichtigste Aufgabe der Evolutionsforschung, weil sie die Voraussetzung schafft für die Synthese zwischen der rein historischen Wissenschaft vom organischen Werden und jenen experimentellen Zweigen der biologischen Forschung, die nach seinen Ursachen fragen und denen schließlich das letzte Wort bei der Verifikation aller Hypothesen zukommt. Viele Wissenschaften müssen zu dieser Synthese beitragen, aber sie ist keineswegs Zukunftsmusik, sondern heute in vollem Gange. Die Genetiker haben Hypothesen DARWINS verifiziert, von denen man sich jetzt fragt, woher ihm dieses Wissen kam. Mutationen treten tatsächlich mit der zu fordernden Häufigkeit auf, Selektion hat tatsächlich die von ihm behauptete Wirkung. Oekologie und Populationsdynamik haben gezeigt, wie die Vielzahl verschiedener Selektions-Drucke jede Lebensform zu ganz bestimmten Kompromißbildungen zwingt, kein einziges Merkmal ist in seiner Form durch eine einzige Forderung der Arterhaltung bestimmt. Die Tiergeographie hat erwiesen, daß die geographische Isolierung einer Population genau jenen Einfluß auf den Artenwandel hat, der nach DARWINSchen Hypothesen vorauszusetzen ist. Ihre Anwendung auf dem Gebiet der Erforschung des tierischen und menschlichen Verhaltens hat so manches verständlich gemacht, was bei anderer Fragestellung unerklärlich blieb, und hat so zur Entstehung eines neuen Wissenszweiges, der vergleichenden Verhaltensforschung oder Ethologie geführt, deren VIII. Internationaler Kongreß eben im Haag tagte. In der Geschichte menschlichen Wissensfortschrittes hat sich noch nie die von einem einzigen Manne aufgestellte Lehre unter dem Kreuzfeuer von Tausenden unabhängiger und von den verschiedensten Richtungen her angestellter Proben so restlos als wahr erwiesen wie die Abstammungslehre CHARLES DARWINS. Mehr als je gilt von ihr heute, was OTTO ZUR STRASSEN vor mehr als vierzig Jahren in seiner Einführung zum „Neuen Brehm“ über sie schrieb: „Alles uns jetzt Bekannte fügt sich ihr zwanglos ein, nichts spricht gegen sie.“