Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 6 (1951)
Heft: 6

Artikel: Der Aufstieg der Lebewesen : Darwin und unsere Zeit
Autor: Bertalanffy, Ludwig von
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654118

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Aufstieg der Lebewesen

Darwin und unsere Zeit

Von Univ.-Prof. Dr. Ludwig von Bertalanffy, Ottawa (Kanada)

DK 575.4

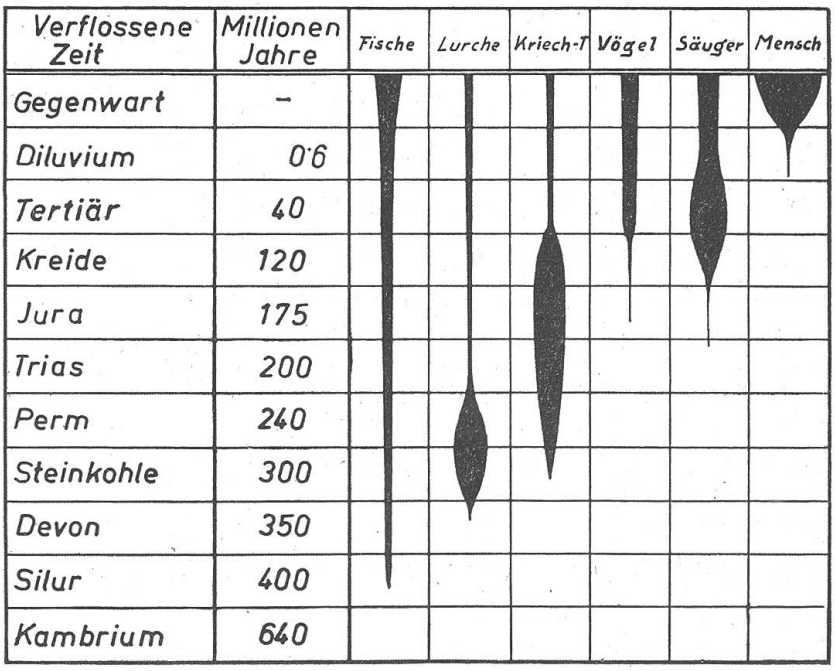
Im Jahre 1859 erschien Darwins „Entstehung der Arten". Dieses Datum markiert den Beginn nicht nur der modernen Biologie, sondern, seit der Begründung der Physik im 16. Jahrhundert, eine zweite große Wende der abendländischen Geistesgeschichte. Die darin entwickelte Lehre, der „Darwinismus", erweiterte sich alsbald zu einem allgemeinen Weltbild, das in alle brennenden Fragen der Zeit, soziale, politische, philosophische, religiöse, tiefgreifend einschnitt; im ganzen genommen und unter Absehung von zeitbedingten Unvollkommenheiten bedeutete sie eine der mächtigsten Faktoren des Fortschritts und des modernen Geistes.

Worauf beruhte die einzigartige Wirkung einer Untersuchung, die an sich zunächst rein fachwissenschaftlich war? Darin, daß Darwin das Tor zu einer ungeheuren Weltperspektive aufstieß und an Stelle des Wunders natürliche Erklärungen setzte. Frühere Jahrhunderte glaubten, die biblische Schöpfungsgeschichte nach ihrem Wortlaut nehmend, daß seit der Erschaffung der Erde einige 5000 Jahre vergangen seien; sie glaubten ferner, daß die Arten der Tiere und Pflanzen, wie wir sie auf der Erde vorfinden, das Ergebnis einzelner Schöpfungsakte seien, wie dies der Begründer der Systematik, Linné, in einem klassischen Satze aussprach: „Wir zählen so viele Arten, als am Anfang das unendliche Wesen geschaffen hat." Darwin aber lehrte uns, das Leben auf unserem Planeten als einen ungeheuren Strom aufzufassen, der von fernen Urzeiten bis zu uns zieht und worin in natürlicher Weise aus einfacheren immer höhere Lebensformen hervorgingen, bis endlich als letztes Glied dieser Generationen- und Artenkette der Mensch auftrat, der rückschauend das ungeheure Wandelgemälde der Geschichte der Organismenwelt überblickt.

Der Aufstieg der Lebenswelt

Es ist freilich erst ein Ergebnis der letzten Jahre, daß wir die absolute Länge der Zeiten der Erdgeschichte anzugeben vermögen. Der wichtigste Weg ist die Radioaktivität der Gesteine. In langen Zeiträumen zerfällt Uran zu dem heute allbekannten Radium und dieses endlich zu Blei. Der Gehalt der Ablagerungen der einzelnen Erdperioden an diesen Elementen gibt daher eine „Weltenuhr" ab, an der die verflossene Zeit abgelesen werden kann. Für jüngere Erdperioden, die freilich auch noch lange genug zurückliegen, verwendet man als Chronometer langdauernde Schwankungen der Sonnenstrahlung; sie lassen sich berechnen und Perioden schwächerer Strahlung bezeichnen die wiederholten großen Eiszeiten, als die Gletscher Skandinaviens bis an die Alpen vordrangen und ganz Mitteleuropa unter einem ungeheuren Eisschild begruben, während Perioden stärkerer Strahlung zum Auftreten von Zwischeneiszeiten und auch zu der wärmeren Periode, in der wir heute leben, führten.

Die Erdgeschichte zeigt uns das ungeheure Bild des Auftretens immer neuer und schritt-



Der Aufstieg der Wirbeltiere in den geologischen Epochen mit Angabe der seither verflossenen Zeiten. Die Dicke der Figuren deutet die Mächtigkeit und Differenzierung der einzelnen Wirbeltierstämme in den verschiedenen geologischen Zeitaltern an

weise immer höherer Pflanzen- und Tierwelten. Die frühesten uns bekannten Lebensreste gehen auf mehr als zwei Milliarden Jahre zurück. Es sind spärliche Überbleibsel ausschließlich niederer wirbelloser Tiere, wie Schwämme, Korallen, Würmer und Krebse. Die ersten, sehr primitiven Fische finden wir im sogenannten Silur, das etwa 450 Millionen Jahre zurückliegt. Das Leben entsprang aus dem Meere; der Übergang der Tierwelt zum Lande erfolgte in der Steinkohlenzeit, als vor etwa 300 Millionen Jahren jene mächtigen Wälder von Schachtelhalmen und anderen urtümlichen Pflanzen grünten, deren Reste uns heute als Kohle Wärme und Energie spenden. Damals traten die ersten Lurche, aber auch gewaltige, die heutigen an Größe weit übertreffende Insekten auf. Viel später erst, in der Triaszeit, vor ungefähr 200 Millionen Jahren, erschienen die ersten, noch kleinen und primitiven Säugetiere, dem Schnabeltier nahestehend, das sich in Australien bis heute als „lebendes Fossil" erhalten hat. Noch später traten die ersten Vögel auf. Jenes „Mittelalter der Erde" war beherrscht durch die Entfaltung des Stammes der Kriechtiere, von der unsere heutigen Eidechsen, Schlangen, Schildkröten, Krokodile nur mehr einen recht armseligen Rest bilden. Damals beherrschten die Kriechtiere als „Saurier" in ungeheurer Formenfülle die Erde. Sie lieferten mit dem bis zu 26 Meter langen Brontosaurus und anderen Formen die größten Landtiere aller Zeiten, beherrschten als delphinähnliche Ichthyosaurier, als sonderbare Plesiosaurier das Meer und zeugten im Pteranodon mit 8 Meter Spannweite den größten tierischen Aeroplan der Erdgeschichte. Eine neue Epoche, die vor etwa 60 Millionen Jahren beginnende Neuzeit der Erde, fegte die Welt der Saurier hinweg. Beherrschend wurden nun die Säugetiere, die bald alle Lebensbereiche als Nage-, Raub-, Huftiere, Wale, Fledermäuse, Affen eroberten. Und endlich erscheint vor etwa 500.000 Jahren der Mensch in seinen frühesten Resten. Denken wir uns den Zeitraum von drei Viertel Milliarden Jahren, seitdem einigermaßen vollständige Tierwelten erhalten sind, zu einem Zeitraum von 24 Stunden zusammengerafft, dann würde die Zeit seit dem frühesten Auftreten des Menschen gerade die letzte Minute des großen Schöpfungstages ausmachen; und die 5000 Jahre, die wir etwas großsprecherisch „Geschichte" schlechthin nennen, bedeuten weniger als $^1/_{1000}$ Sekunde vor Mitternacht.

Zeigt so die Lebenswelt in der Folge der Zeiten einen großen Aufstieg zu immer höheren Formen, so finden wir im kleinen vollständige Ahnenreihen. Ein Beispiel ist die des Pferdes, die geschlossen von frühen, etwas fuchsgroßen Formen, die noch fünf Zehen besaßen, unter allmählicher Steigerung der Körpergröße über spätere, dreizehige Formen bis zum modernen Pferde führt, bei dem als „Einhufer" nur mehr die mittlere Zehe als Lauforgan entwickelt ist. Nicht minder finden wir Zwischenformen, die heute getrennte Tierstämme verbinden, wie etwa den Urvogel Archaeopteryx; er besaß Vogelflügel, aber einen langen Eidechsenschwanz und Zähne an seinen Kiefern.

Zu dieser Betrachtung der Geschichte kommt die der Lebenswelt im einzelnen. Blicken wir in die Natur, so tritt uns das Leben in einer verwirrenden Vielheit von Pflanzen- und Tierformen gegenüber. Aber es ist nicht ein Chaos, das wir vor uns haben; vielmehr zeigen alle Lebewesen Verwandtschaftsbeziehungen, so daß wir sie nach dem Grad ihrer Ähnlichkeit in einem natürlichen System zu Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen und Stämmen zusammenfassen. In diesen Beziehungen spricht sich eine Einheit des Bauplanes aus. Der Fuß eines Molches, der Flügel eines Vogels, der Huf eines Pferdes, die Hand eines Menschen beispielsweise sind sowohl äußerlich wie auch in ihrer Funktion als Geh-, Flug-, Lauf-, Greifwerkzeuge sehr verschieden. In den Skeletten dieser Gliedmaßen aber finden wir überall genau entsprechende Knochenstücke, wenn sie auch im einzelnen sehr verschieden ausgebildet, ja zurückgebildet sein mögen. Wir können diese Verwandtschaftsbeziehungen und Übereinstimmungen nicht anders deuten, als daß die verschiedenen Formen einen gemeinschaftlichen Vorfahren besaßen, von dem sie den gemeinsamen Bauplan erbten. Gleiches bezeugen die sogenannten rudimentären Organe. Wale und Riesenschlangen haben keine Hinterbeine, aber Reste des Beckens, woran solche sonst aufgehängt sind; der Mensch hat einen Blinddarm, der bei anderen Säugetieren ein nützliches Verdauungsorgan ist, sich bei ihm aber nur gelegentlich durch Blinddarmentzündung unangenehm bemerkbar macht. Auch für solche keine Funktion mehr ausübenden, rudimentären Organe haben wir keine andere Erklärung, als daß sie von Ahnen her mitgeschleppt werden, bei denen sie noch funktionelle Bedeutung hatten. Besonders anschaulich zeigt das gleiche die Keimentwicklung, die Ahnenstadien teilweise wiederholt. So hat der menschliche Embryo in gewissen Entwicklungsstadien Kiemenspalten

wie ein Fisch — nur erklärbar als Reminiszenz an fischähnliche Vorfahren.

Auf seiner Forschungsreise mit dem Schiff „Beagle" wurde Darwin stark beeindruckt durch die eigenartige Tierwelt landferner Inseln. Auf den Galapagosinseln mitten im Stillen Ozean etwa finden sich zahlreiche Eidechsen- und Insektenarten, die sonst nirgendswo auf der Erde vorkommen. Auch dies ist ein Beweis der natürlichen Entwicklung der Lebenswelt; auf solchen abgeschlossenen Landteilen schlug die Tierwelt besondere Entwicklungswege ein, die zu sonst nirgends vorkommenden Formen führten.

So wird die Lehre von der natürlichen Entwicklung durch eine ungeheure Fülle von Tatsachen bewiesen. Welches sind ihre Ursachen? Es war Darwins zweite große Leistung, daß er eine Erklärung dafür aufstellte.

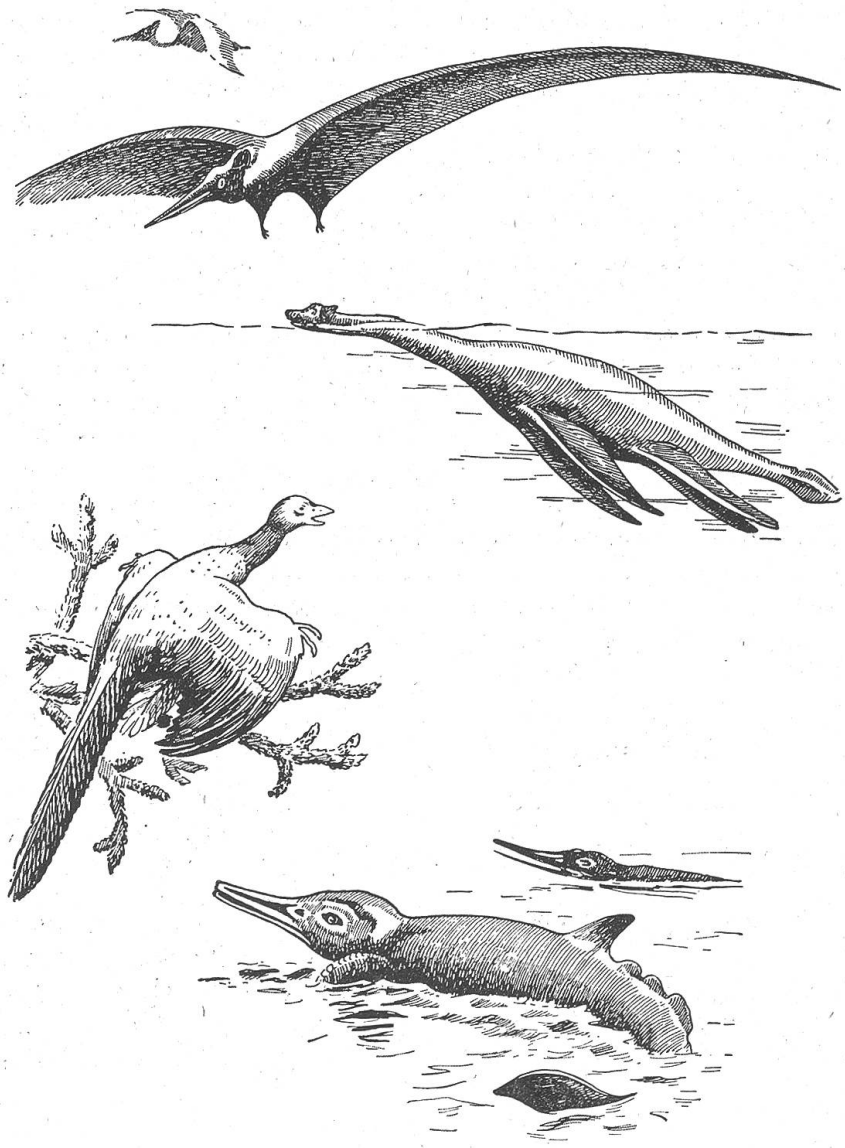
Darwins Lehre in der Biologie von heute

Schon vor Darwin hatte der Franzose Lamarck die natürliche Entwicklung der Lebenswelt, freilich in weniger präziser Weise als jener, gelehrt und dafür eine Erklärung versucht. Lamarck nahm an, daß sich die Entwicklung durch Anpassung der Lebewesen an ihre Umwelt vollziehe, die auf die Nachkommen vererbt würde. Wenn z. B. die Giraffe einen langen Hals hat, so kommt dies, wie er meinte, daher, daß ihre Vorfahren in der graslosen Wüste immer wieder nach dem Laub der Bäume den Hals ausrenkten, der so im Laufe der Generationen immer länger wurde. Dieser „Lamarckismus" ist heute aufgegeben; es ist bisher nie gelungen, eine Vererbung von Anpassungen nachzuweisen.

Wohl können erbliche Änderungen, sogenannte Mutationen, durch bestimmte Einwirkungen, so besonders durch Röntgen- und Radiumstrahlen, im Experiment künstlich hervorgerufen werden. Aber in diesem Falle wirken die Strahlen direkt auf die Keime, nicht zuerst auf den elterlichen Organismus, und die durch sie bedingten Erbänderungen stellen keine Anpassungen an die äußere Einwirkung dar.

Die von Darwin aufgestellte Lehre hingegen ist nach vielen Kämpfen heute wieder zu allgemeiner Anerkennung gelangt. Darwin ging von den Erfahrungen des Züchters aus. Etwa die Rassen des Hundes sind so außerordentlich verschieden wie Windhund, Dackel, Bernhardiner und Mops.

Wie kam diese Formenfülle zustande? Indem der Züchter wegen äußerer Eigenschaften gefällige oder, bei eigentlichen Nutztieren und -pflanzen, durch Ertrag, Widerstands- oder Leistungsfähigkeit u. dgl. nützliche Abweichungen auswählte und in künstlicher Auslese oder Selektion weiterzüchtete und zunehmend verbesserte. Das gleiche Verfahren schlägt nach Darwin die Natur bei der Entstehung der Arten ein. Bei allen Lebewesen findet eine mehr oder weniger große, gelegentlich ungeheure Überproduktion von Nachkommen statt, die bald zur Übervölkerung aller Lebens-



Aus der Welt der Saurier. Im Meer schwimmend (unten) Fischsaurier (Ichthyosaurier) und (oben) ein Plesiosaurus, in der Luft Flugsaurier (Pteranodon), sitzend der Urvogel (Archaeopteryx)

bereiche führen würde, wenn nicht die größte Zahl dem Daseinskampf zum Opfer fiele. Andrerseits treten im Leben der Art immer wieder kleine zufällige Abänderungen auf. Sie sind schädlich, indifferent oder nützlich. Sind sie schädlich, dann werden sie durch natürliche Auslese im Kampf ums Dasein ausgemerzt; sind sie nützlich, dann sind sie in ihm begünstigt, erhalten sich und steigern sich im Laufe der Generationen.

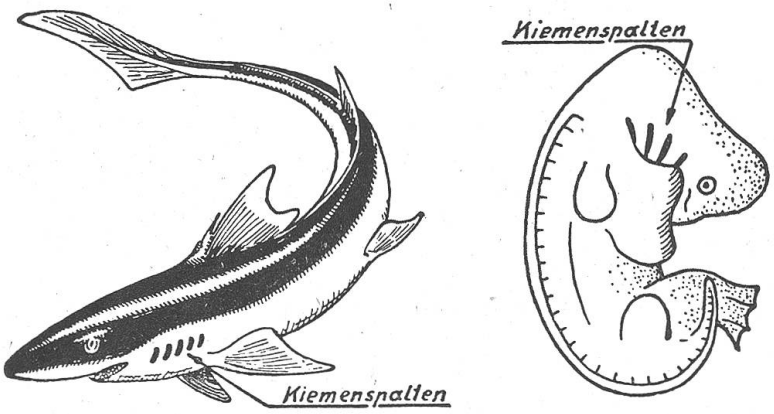
In der Tat vermochte die moderne Forschung die Voraussetzungen von Darwins Lehre der natürlichen Auslese vollkommen zu bestätigen. Es sind dies drei. Die erste ist das Auftreten zufälliger erblicher Abänderungen. Wir nennen diese heute „Mutationen" und solche können bei jeder daraufhin genügend untersuchten Art gefunden werden. So konnte man beim Lieblingstier der Vererbungsforschung, der Obstfliege Drosophila, über 500 verschiedene Mutationen bzw. durch solche gekennzeichnete Erbrassen erforschen, die sich z. B. durch ihre Körperfarbe — grau, schwarz, gelb —, Farbe und Gestalt der Augen — vom normalen Dunkelrot über viele Zwischenstufen bis Weiß, von normalen über schmale, bandförmige Augen zu gänzlichem Augenverlust —, verschiedenartig verkümmerte Flügel usw. unterscheiden. Solche Mutationen sind nicht etwa ein Produkt künstlicher Bedingungen im Laboratorium, sondern kommen, freilich in kleinen Prozentsätzen, stets auch in der Natur vor. Gleiches gilt für beliebige andere Arten.

Der zweite wesentliche Faktor ist die Selektion. Tatsächlich stellt man, Darwins Voraussetzung entsprechend, fest, daß den einzelnen Mutationen verschiedene Lebensfähigkeit und Fruchtbarkeit zukommt; es gibt auch solche, die ohne sichtbare Besonderheiten nur die Lebensfähigkeit verändern. Züchtet man also beispielsweise verschiedenartige Fliegenrassen in Gemeinschaft, so wird allmählich die weniger lebenskräftige durch die lebensfähigere Rasse verdrängt, im allgemeinen die Mutation durch die Normalform. Wird aber die Zucht unter geänderten Bedingungen, z. B. bei tiefer oder hoher Temperatur, durchgeführt, so kann sich eventuell eine Mutation als siegreich erweisen und die Ursprungsrasse verdrängen. Man vermochte die Auslese auch mathematisch zu analysieren. Nimmt man z. B. einen Selektionswert von nur $^1/_{100}$ an, was besagt, daß gegenüber 1000 Jungtieren der Stammform nur 999 der mutierten Form zugrunde gehen, so bedarf es nur einiger Hunderte von Generationen, damit eine ursprünglich nur in einer Häufigkeit 1 : 1000 aufgetretene Mutation die ursprüngliche Form fast vollständig verdrängt.

Der dritte von der Selektionstheorie anzunehmende Faktor ist endlich die Isolation: erbverschieden gewordene Stämme müssen getrennt werden, damit nicht neuerliche Vermischung auftritt, sondern in den Untergruppen die Entwicklung immer mehr auseinanderläuft, also die Rassen zu Arten und voneinander noch weiter entfernten Formen werden. Auch Mechanismen der Isolation kennen wir in sehr verschiedener Form, wie etwa jahreszeitlich verschiedene Fortpflanzungsperioden der Tierrassen, verschiedene Lebensweise, Verschiedenheiten der Geschlechtsorgane und Fortpflanzungsinstinkte und dergleichen.

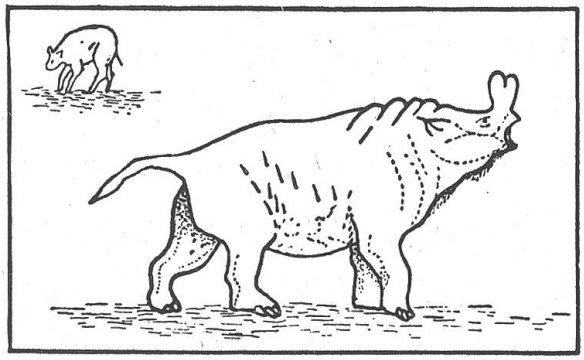
Gestützt auf das Experiment und die moderne Vererbungsforschung, ist Darwins Selektionslehre auf diese Weise heute wieder zur herrschenden Theorie der Entwicklung geworden. Es unterliegt wenig Zweifel, daß sich die Rassen- und Artbildung in dieser Weise abspielt, und Entsprechendes gilt auch für weitergehende Formwandlungen.

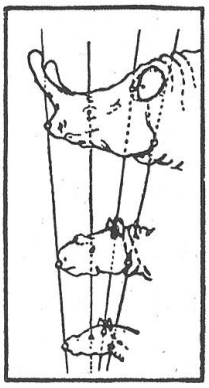
Da sind beispielsweise die berühmten „schützenden Ähnlichkeiten". Die Stabheuschrecke ahmt ein Ästchen nach, der Blattschmetterling sieht einem dürren Blatt, sogar mit Blattadern und Minengängen von Insekten, zum Verwechseln gleich; in den Tropen gibt es Ringe von schützenden Ähnlichkeiten, sozusagen als G. m. b. H., indem eine übelschmeckende und von den Vögeln verschmähte Schmetterlingsart von einer ganzen Anzahl anderer, verwandtschaftlich fernstehender Arten täuschend nachgeahmt wird. Die



Wiederholung stammesgeschichtlicher Entwicklungsstufen. Links ein Haifisch mit Kiemenspalten, rechts ein menschlicher Embryo, der in gewissen Entwicklungsstufen gleichfalls Kiemenspalten aufweist

Erklärung liegt nahe, daß diese Ähnlichkeiten durch Selektion entstanden sind, indem sie ihrem Träger einen Vorteil verschafften und so bis zu jener täuschenden Übereinstimmung herausgezüchtet wurden.





Ein Beispiel für Gesetze der Stammesentwicklung. Die ausgestorbene Huftierfamilie der Titanotherien entwickelte sich in etwa 1,200.000 Jahren der Tertiärzeit von kleinen hornlosen zu gewaltigen gehörnten Formen. Mit steigender Körpergröße kam es zu immer mächtigerer Hornbildung. Diese Entwicklung verlief nach einem genau angebbaren mathematischen Gesetz

Die grundlegende Frage ist freilich, ob Darwins Lehre eine völlige Lösung des Rätsels der Stammesentwicklung bedeutet. Das wichtigste Problem ist hier der „zufällige" Charakter der Mutationen. Wir hörten, daß die Erbänderungen nicht von vornherein den Charakter einer Anpassung tragen; damit ist aber nicht gesagt, daß sie gänzlich gesetzlos seien. Beispielsweise finden sich bei vielen verschiedenen Arten einander entsprechende Mutationsreihen. Ein anschauliches Beispiel sind etwa die Albino- oder Angorarassen, wie sie als weiße Mäuse, Ratten, Kaninchen, Angorahasen und -katzen allgemein bekannt sind. Solche und ähnliche Beispiele führen zu dem Schluß, daß vielfach einander entsprechende Erbanlagen bei verwandtschaftlich oft recht weit entfernten Formen vorhanden sind und daß sie nicht völlig beliebig, sondern nach bestimmten Gesetzen in paralleler Weise mutieren. Durch die Struktur der Gen-Moleküle vorgezeichnete Möglichkeiten ihrer mutativen Änderung sind wahrscheinlich die Grundlage dafür, daß die Entwicklung der Arten von Gesetzmäßigkeiten beherrscht erscheint, die wir in günstigen Fällen in Form mathematischer Gesetze aussprechen können. Vielleicht gelten Erwägungen solcher Art für die erwähnte Entwicklungsreihe der Pferde mit ihrer Zunahme der Körpergröße und Abnahme der Zehenzahl, aber auch für jene Entwicklungslinie, die wohl als die wichtigste überhaupt bezeichnet werden kann: nämlich die zunehmende Vergrößerung des Gehirns in der Reihe der Säugetiere bis zum Menschen, die diesem seine dominierende Stellung in der Natur verschafft.

Darwins Leistung bedeutet einen Grundstein der modernen Biologie, womit freilich zugleich gesagt ist, daß die Forschung auf ihr weiterbauen muß. Denn auch Darwin war ein Kind seines Zeitalters. So sicher er nicht dafür verantwortlich ist, wenn der „Kampf ums Dasein" im brutalsten Sinn zum Schlagwort gemacht wurde, so ist doch zweifellos die Auffassung, die Entwicklung sei nur Ergebnis der Zufälle des Lebenskampfes, ein biologischer Ausdruck jener ökonomischen Ideologie, welche im fessellosen Konkurrenzkampf der Individuen den einzigen Motor des Fortschritts erblickte. Die Auffassung, daß die Entwicklung aus dem Kampf der Gegensätze mit innerer Logik und nach faßbaren Gesetzen zu immer höheren Stufen fortschreite, wird besser dem Weltbilde der Gegenwart und Zukunft entsprechen.

(Aus dem soeben — zum 50. Geburtstag des bekannten Biologen, der jetzt als Universitätsprofessor in Ottawa (Kanada) wirkt — erschienenen Buch „Auf den Pfaden des Lebens".)

KURZBERICHT

Eine künstliche Muskelfaser?

DK 591.175.6.083

Dem Forscher Teru Hayashi gelang es kürzlich, erstmalig eine Faser von Muskeleiweiß (Actomyosin) außerhalb des lebenden Muskels arbeiten zu lassen. Eine von ihm künstlich erzeugte Actomyosinfaser konnte das Hundertfache ihres Eigengewichtes heben. Das künstliche Muskeleiweiß, das Actomyosin, wird aus Kaninchenmuskelextrakt gewonnen. Schon vor Jahren gelang es dem Nobelpreisträger Albert Szent-Györgyi, durch Auspressen aus einer Injektionsnadel daraus einen Faden zu erzeugen, der an der Luft erhärtete. Dieser Faden konnte wohl dazu veranlaßt werden, sich zusammenzuziehen, aber er vermochte keine Arbeit zu leisten.

Hayashi formte diese künstliche Muskelfaser auf eine andere Weise; er erzeugte ein dünnes Häutchen von Muskeleiweiß auf Wasser und preßte es hierauf in einen Strang. Wird diese Faser in eine Lösung von Adenosintriphosphat eingetaucht, so zieht sie sich wie eine Faser des lebenden Organismus zusammen. Die Hayashi-Faser verkürzte sich innerhalb von 15 Minuten, mit dem Hundertfachen ihres Eigengewichtes belastet, um 15 bis 20 Prozent.