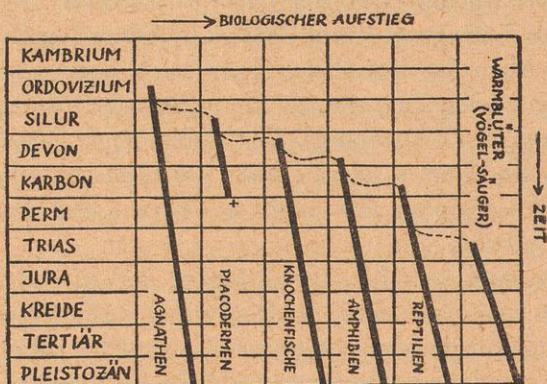


Der „Biologische Aufstieg“

PAUL OVERHAGE SJ

Die Wissenschaft von den vorzeitlichen versteinerten Lebewesen, die Paläontologie, hat in den letzten Jahrzehnten einen unbeschreiblichen Reichtum an fossilen Organismen dem Schoß der Erde entreißen können. Die durch diese Materialfülle ermöglichte Forschungsarbeit vermochte so das ungeheure Phänomen des allmählichen, stufenweisen Aufstiegs der lebendigen Gestalten im Verlauf der Erdzeitalter eindrucksvoll herauszuarbeiten und durch zahllose Fossilien dokumentarisch und anschaulich zu belegen. Die Organismengeschichte zeigt zweifellos einen Fortschritt, eine Vervollkommnung, eine Höherentwicklung oder einen „Biologischen Aufstieg“ von einfach organisierten Lebewesen zu hoch differenzierten Formen. Takhtajan nennt diesen gewaltigen Prozeß „Allgemeine Progression“. Andere Forscher sprechen von „Aristogenese“ (Osborn), „Aromorphose“ (Sewertzoff), „Biogenetischem Aufstieg“ (Quiring), „Typogenese“ (Schindewolf) oder „Anagenese“ (Rensch).

Die aus frühen Erdperioden überlieferten Organismen erscheinen gegenüber den heutigen als altertümlich, primitiv und niedrig. Ein Säugetier repräsentiert einen fortschrittlicheren Typ als ein Reptil oder ein Fisch, und ein Reptil der ausgehenden Kreidezeit eine weiterentwickelte Form als die ersten Vertreter dieser Gruppe aus dem Karbon oder die Amphibien des



Der „Biologische Aufstieg“ der Wirbeltiere, wie er sich in den aufeinander aufbauenden und im Verlauf der geologischen Perioden aufeinander folgenden Organisationsstufen der Agnathen, Placodermen, Knochenfische, Amphibien, Reptilien, Säuger bzw. Vögel manifestiert. Zugleich vollzieht sich auf dem jeweils erreichten Organisationsniveau innerhalb der einzelnen Baupläne von ihrem ersten Auftreten ab eine „Anpassungsvervollkommenung“ (Ausspezialisierung), was durch das langsame Aufsteigen der Linien angedeutet wird. + ausgestorbene Gruppe. Nach Huxley (1958), jedoch abgeändert und ergänzt.

Devon. Man braucht sich nur die zeitliche Folge vorherrschender (dominanter) Baupläne im Verlauf der Organismengeschichte zu vergegenwärtigen, die in ihrer Organisation aufeinander aufbauen, um das Phänomen der Aufwärtsentwicklung deutlich zu erkennen. Die Wasserwirbeltiere erleben vom Stadium der kieferlosen Panzerfische (Agnathen) über das der Placodermen zu dem der echten Fische und diese wieder über die Organisationsstufen der Chondrostei, Holostei und Teleostei, die Landwirbeltiere von den Amphibien über die Reptilien zu den Säugern bzw. Vögeln einen „Biologischen Aufstieg“ (vgl. Abb.). Auch in der Pflanzenwelt findet sich eine solche Aufeinanderfolge dominanter, jeweils höherrangiger Baupläne, so daß man nach ihnen ganze Zeitepochen benennen konnte: „Algen-Zeit“, „Psilophyten-Zeit“, „Pteridophyten-Zeit“ (Zeit der Farne), „Gymnospermen-Zeit“ (Zeit der Nadelhölzer) und „Angiospermen-Zeit“ (Zeit der Blütenpflanzen), die heute noch andauert. „Der aufeinanderfolgende Wechsel solcher herrschender Gruppen ist ein überzeugender Beweis für die Realität des Fortschritts in der organischen Welt“ (Takhtajan).

Der „Biologische Aufstieg“ oder die Anagenese ist allerdings keine allgemeine Erscheinung in der Evolution des Lebendigen, von der sämtliche organischen Gruppen und Deszendenzlinien ausnahmslos erfaßt wurden. Die heutige Lebewelt bestünde sonst in all ihren Verzweigungen nur aus höchstorganisierten Formen ohne altertümliche Vertreter und Merkmale. Zahlreiche Tier- und Pflanzengruppen vervollkommneten sich nämlich nur innerhalb ihres Bauplans, nicht aber über ihn hinaus in Richtung auf ein höherrangiges Strukturniveau. Wieder andere, wie die „Lebenden Fossilien“ oder die „Unsterblichen Typen“, also die extrem langsam oder gar nicht sich entwickelnden Formen, blieben durch geologische Zeiträume hindurch praktisch unverändert. Der Armfüßer „Lingula“ und der Krebs „Triops cancriformis“ z. B. hielten ihre gattungsmäßige bzw. spezifische Ausprägung seit dem Ordovizium („Lingula“) bzw. seit der Unteren Trias („Triops“) bis in die Gegenwart selbst in feinsten Einzelheiten bei. Wieder andere Organismengruppen erfuhren eine Rückbildung ihrer Organisation oder sogar eine Degeneration. Noch andere sind ausgestorben und erloschen. Da aber aus den meisten organischen Gruppen, die irgendwann in der Vorzeit in Blüte standen, der eine oder andere, auch recht altertümliche Vertreter bis heute überlebte, zeigt auch die heutige Tier- und Pflanzenwelt, unabhängig vom fossilen Befund, eine durchgreifende hierarchische Gliederung, wie sie vor allem im Natürlichen System der Pflanzen und Tiere zum Ausdruck kommt, und bezeugt damit ebenfalls den aufsteigenden, zeitlich-urhistorischen Stufenbau des Lebendigen.

UNBEKANNTES WERDEN DER GROSSBAUPLÄNE

Den „Biologischen Aufstieg“ der Organismen in seiner Eigenart und seinen wesentlichen Merkmalen zu charakterisieren, bereitet Schwierigkeiten.

Sie ergeben sich teilweise daraus, daß die historischen Anagenesestufen der Wirbellosen Tiere und der Wirbeltiere auf entscheidende Strecken hin unbekannt sind. Zahlreiche Stämme und Klassen der Wirbellosen treten nämlich schon in der ältesten, noch Fossilien führenden Formation, im Unteren Kambrium, nebeneinander in hochentwickelten Formen auf. Das Präkambrium ist praktisch aber fossilieer. Dadurch bleiben uns nicht nur die stammesgeschichtlichen Zusammenhänge der Wirbellosen unbekannt, sondern auch ihr „Biologischer Aufstieg“ zu der organisatorischen Höhe, mit der sich die ersten Vertreter im Kambrium in ihren Grundbauplänen bereits vorstellen. Beim Stamm der Wirbeltiere werden zwar die aufeinanderfolgenden Anagenesestufen vom Ordovizium ab im zeitlichen Erscheinen der Organisationspläne der Agnathen, Placodermen, echten Fische, Amphibien, Reptilien, Säuger, bzw. Vögel in der Fossilüberlieferung offenbar (vgl. Abb.), jedoch bleibt das Wichtigste und Interessanteste, nämlich die Entstehung des Wirbeltierbauplans selbst, unbekannt. Es fanden sich nämlich in den kambrischen Schichten bisher weder urtümliche Vertreter der Wirbeltiere noch Formen, an die man die ordovizischen Gruppen der kieferlosen Panzerfische mit ihren tiefgreifenden organisatorischen Verschiedenheiten (5 Ordnungen mit 18 Familien und 80 Gattungen!) einleuchtend und befriedigend anknüpfen könnte. Wir kennen also auch bei den Wirbeltieren eigentlich nur die weitere Ausgestaltung eines schon vorhandenen Großbauplanes, der ungeheure Möglichkeiten in sich trug, nicht aber dessen „Biologischen Aufstieg“ oder das Werden des Wirbeltiertypus selbst.

Die zahlreichen Versuche, das Werden der Großbaupläne der Wirbellosen und Wirbeltiere, die ja bei ihrem ersten Auftreten im Kambrium bzw. Ordovizium ihren eigentlichen „Biologischen Aufstieg“ schon hinter sich haben, zu erklären und zu beschreiben, können sich deshalb nur auf vergleichende Untersuchungen an heutigen Tieren stützen. Gewiß ist der geschichtliche Vorgang der stufenweise aufsteigenden Evolution, wie wir schon erwähnten, in der gradweis abgestuften Mannigfaltigkeit der rezenten Tierwelt gleichsam auf die Ebene der Gegenwart projiziert, aber eine sichere Rekonstruktion ist wegen der fehlenden paläontologischen Basis nicht möglich. Der Hypothesenbildung steht ein zu weites Feld offen. Gregory zählt allein sieben verschiedene Hypothesen auf, die den Ursprung der Wirbeltiere klären möchten, und fügt selbst eine achte, „eclectic theory“, hinzu. Berrill stellt in seinem Buch „The origin of Vertebrates“ vor allem die Aszidien und ihre Larvenform in den Mittelpunkt seiner Ableitung. Aber auch er muß zugeben: „Unglücklicherweise besteht wenig Hoffnung, daß der morphologische Beweis durch die Entdeckung wirklicher fossiler Tiere, die nach dem Worte von D. M. S. Watson unserem Vorgehen eine ‚intellectual respectability‘ geben könnten, eine Bestätigung erhalten wird.“ Wir haben also keine exakte, durch Fossilfunde belegte Kenntnis des eigentlichen „Biologischen Aufstiegs“ der Großbaupläne des Organismenreiches.

ANPASSUNGSVERVOLLKOMMUNGEN

Eine weitere Schwierigkeit für das Auffinden wesentlicher Kennzeichen des „Biologischen Aufstiegs“ ergibt sich aus der Tatsache, daß sich organische Vervollkommnungen nicht nur über eine Organisationsstufe hinaus, sondern auch und vor allem *innerhalb* eines Bauplans vollziehen. Ist einmal eine neue Organisationsstufe erreicht und haben sich in der „explosiven“ Phase nach einem „mode cryptogène“ (Guyénot) die verschiedenen Organisationstypen (Ordnungen, Familien) gebildet, dann erfahren die neu entstandenen Gruppen und Deszendenzlinien eine Weiter- und Ausentwicklung, eine Einpassung in immer enger umgrenzte Lebensweisen, besonders durch entsprechende Spezialisierungen zur Meisterung bestimmter Umweltgegebenheiten. Die meisten dieser Prozesse stellen Vervollkommnungen dar. Sie rüsten nämlich den Organismus für bestimmte Aufgaben und Funktionen vollständiger aus, auch wenn die organische Konstruktion zugleich zunehmend einseitig festgelegt wird, so daß die Plastizität und das Umstellungsvermögen des Organismus eine Einschränkung erfahren. Zu weit vorangetrieben, können sie bei starken und abrupten Umweltänderungen zur Gefahr für eine Organismengruppe werden und zum Aussterben führen. Diese Vervollkommnungen erweisen sich also als Ausspezialisierungen auf der erreichten Organisationsstufe, die trotz der zunehmenden Differenzierung in ihrer grundlegenden Struktur unverändert erhalten bleibt. Es sind *Anpassungsvervollkommnungen* innerhalb der Möglichkeiten des gegebenen Bauplans, von Takhtajan „Spezielle Progressionen“ im Gegensatz zu den „Allgemeinen Progressionen“ genannt. Ihre Verbreitung ist derart allgemein, daß sich bei organisatorisch verschiedenrangigen Bauplänen vielfach die gleichen konvergenten Anpassungsbildungen finden. So sind z. B. bei den Reptilien und Säugern in gleicher Weise laufende, springende, kletternde, wühlende, grabende, fliegende und schwimmende Formen als Pflanzen-, Insekten- und Fleischfresser mit den entsprechenden anatomischen Konstruktionen verwirklicht. Ebenso haben die Beuteltiere, eine niederrangige Säugetiergruppe, gleiche Anpassungsdifferenzierungen wie die höheren (plazentalen) Säuger ausgebildet. Man spricht vom Beutewolf, Beutelfuchs, Beutelhörnchen, der Beutелratte, dem Beutelmaulwurf usw.

Anpassungsvervollkommnungen innerhalb eines gegebenen Bauplans und Vervollkommnungen über ein Strukturniveau hinaus, die den eigentlichen „Biologischen Aufstieg“ kennzeichnen, sind in der lebenden Wirklichkeit derart innig miteinander verflochten, daß sie sich nicht sauber scheiden und in ihren charakteristischen Merkmalen exakt beschreiben lassen. Das kann aus der Natur der Sache heraus nicht anders sein. Jeder Angehörige eines organischen Bauplans, gleichgültig von welcher Ranghöhe, muß nämlich an eine Umwelt angepaßt sein, wenn er existieren soll. Er ist also notwendig irgendwie spezialisiert, wenn auch in verschiedenem Grad, je nachdem er am Anfang eines neu erscheinenden Organisationstyps, z. B. in nächster

Nähe der „explosiven“ Phase, oder erst später erscheint, nach dem seine Ausformung weithin vollzogen ist. Es gibt deshalb keine Organismen mit reinen Bauplanmerkmalen, die nach keiner Richtung hin eine Anpassungsvervollkommenung, sondern nur Merkmale des „Biologischen Aufstiegs“ an sich trügen. Darum läßt sich auch nicht mit Sicherheit beurteilen, ob eine komplizierte Struktur oder eine physiologische Differenzierung eine anagenetische Vervollkommenung darstellt, die zur Grundlage oder zu einem Element für den Aufbau eines neuen, höherrangigen Organisationsniveaus werden kann. Nur rückschauend, z. B. vom heutigen, hochentwickelten placentalen Säugertyp aus auf die Organisation der vorzeitlichen Reptilien, Amphibien und Fische, lassen sich manche Bildungen, z. B. die Warmblütigkeit, als von anagenetischer Bedeutung erkennen. Nur sie können Kriterien des „Biologischen Aufstiegs“ sein.

ZUNEHMENDE DIFFERENZIERUNG UND INTEGRATION

Es lassen sich mehrere Kriterien herausstellen, die wesentliche Elemente des „Biologischen Aufstiegs“ offenlegen. Da ist zunächst die *zunehmende Differenzierung*. Gewiß ist schon die Zelle „ein Triumph der Vielfalt, die sich in einem Raum-Minimum organisch zusammendrängt“ (Teilhard de Chardin). Die Evolution ist aber über diese urtümliche Differenzierung in erstaunlichem Maß hinausgegangen. Die Vielzelligkeit und das Auftreten von Geweben und Organen, z. B. die Bildung und strukturelle Weiterbildung des Herzens, des Darmtrakts, der Lunge, der Ohrorgane, der Plazenta und ihrer Anhangsgebilde, des Gehirns usw., die physiologischen Verbesserungen z. B. im Wärmehaushalt und im nervösen System und die dadurch gesteigerte Genauigkeit und Schnelligkeit seiner Abläufe, wie wir sie bei den Wirbeltieren auf den verschiedenen Organisationsstufen beobachten, legen davon Zeugnis ab. Diese Differenzierungen wurden zur Grundlage für den Aufbau eines erhöhten Organisationsniveaus. Sie traten bei der Evolution der Wirbeltiere nicht alle auf einmal und auch nicht sofort voll entwickelt auf. Jede der aufeinanderfolgenden Wirbeltierorganisationen übernahm die schon entwickelte Struktur und baute sie weiter aus, bis schließlich bei den höheren Säugern ein gewisser organisatorischer Höhepunkt erreicht war. Bei den Pflanzen weist Takhtajan auf die Entstehung des Geschlechtsprozesses, die Ausbildung der Vielzelligkeit, das Werden der Telomorganisation der höheren Pflanzen und die korrelativ damit verbundene Entstehung von Sporangien, das Erscheinen von Organen der Photosynthese und der Blätter, die zu einer Intensivierung der Photosynthese und Atmung führten, auf Veränderungen im Befruchtungsvorgang und anderes hin.

Wittenberger hat auf den physiologischen Aspekt der Höherentwicklung aufmerksam gemacht, der vor allem in einer Steigerung der Geschwindigkeit der physiologischen Abläufe im Organismus zum Ausdruck kommt. So vollzieht sich die Reizfortpflanzung durch die Nervenfasern bei höheren

Tieren schneller als bei niederen; der einzelne nervöse Impuls wird in seiner Dauer immer kürzer und damit die Aufeinanderfolge der Impulse fortschreitend beschleunigt. Die physiologische Evolution der Netzhaut wie überhaupt der gesamten Apparatur der Lichtaufnahme führt auf diese Weise zu einer Verkürzung der Zeitelemente. Der Sehanalysator wird dadurch fähig, auf kürzere Reize zu antworten und schnell aufeinanderfolgende Reize zu unterscheiden. Das Ergebnis ist eine bessere *zeitliche* Analyse der Umwelt. Gleichzeitig werden nach Wittenberger die Endelemente des photorezeptiven Gewebes, die Rezeptivzellen, im Verlauf der Phylogenese immer kleiner und damit auf der Oberflächeneinheit der Netzhaut immer zahlreicher. Durch die auf diese Weise erreichte Verkleinerung des minimalen Sehwinkels und Steigerung der Sehschärfe wird fortschreitend genaueres Sehen und damit eine bessere *räumliche* Analyse der Umwelt ermöglicht. „Die Vervollkommnung des Rezeptors hat zu einer besseren dimensional (räumlichen und zeitlichen) Analyse der Umwelt geführt“ (Wittenberger). Auch die neben der „dimensionalen“ Genauigkeit bestehende „quantitative“ Genauigkeit, die die Intensität der Umwelteinwirkung erfaßt und auf dem Differenzierungsgrad des biochemischen Substrates der Funktionen, also auf der „Feinheit“ der Reaktionen in den Zellen basiert, hat sich im Verlauf der Phylogenese verbessert¹. Es gibt eine Evolutionsgeschichte des Protoplasmas. Diese Phänomene der physiologischen Evolution laufen natürlich mit denen der morphologischen durch Steigerung des Komplexitätsgrades der Strukturen parallel.

Zunehmende Differenzierung brächte aber allein noch keine Höherentwicklung zustande. Die neu gebildeten Gewebe und Organe, die ja nicht nur gestaltlich, strukturell und physiologisch, sondern auch nach Lebenswichtigkeit und Lagerung im Körper äußerst verschieden sind, müssen durch *zunehmende Integration* zu einer morphologisch-physiologischen Einheit und damit zu einem lebensfähigen Ganzen verbunden werden, und zwar um so durchgreifender, je unterschiedlicher, ja gegensätzlicher ihre Leistungen sind. Man kann deshalb sagen: je reicher sich die Differenzierung entwickelt, um so durchgreifender wird zugleich die „Subordination der Teile“ (Goethe), die „Innigkeit der Wechselbeziehungen“ (v. Bertalanffy), die „Staffelung und Überordnung“ (Jaeckel), die „Zentralisation“ (Franz), die „Zusammen-

¹ In Zusammenhang damit haben sich nach Wittenberger auch die „relativen Maßeinheiten“ gewandelt. Für die Sinnesfunktionen, für die sie bisher allein ermittelt wurden, ist diese Einheit der „Moment“, d. h. die kürzeste Zeitdauer, die ein Lebewesen unterscheiden kann. Jede Art hat ihre „eigene Zeit“, ihren „Moment“, mit dem sie die Zeit mißt, so daß die Zeit für die verschiedenen Arten mit unterschiedlicher Geschwindigkeit abläuft und damit neben der absoluten auch eine relative Dimension besitzt. Beim Menschen beträgt nach Wittenberger der „Moment“ ungefähr 55 Millisekunden, bei der Weinbergschnecke dagegen 250 Millisekunden. Ein beliebiges Umweltphänomen, das z. B. eine Sekunde andauert, hat für den Menschen eine relative (subjektive) Dauer von 18 Momenten, für die Schnecke jedoch nur von 4 Momenten. Die Zeit ist deshalb für die Schnecke ärmer als für den Menschen. Sie rezipiert nämlich nur 4, der Mensch dagegen 18 Eindrücke im gleichen Zeitabschnitt. Über den ebenfalls in relativen Einheiten meßbaren „eigenen Raum“ liegen noch zu wenige Untersuchungen vor.

gesetztheit und Zentriertheit“ (Teilhard de Chardin) oder die „Synorganisation“, d. h. die „Zusammenordnung verschiedener Teile des Organismus zu einem funktionellen Ganzen“ (Remane). Heuts spricht von einer „Steigerung der biologischen Raumdichte“ oder der „Zunahme des Grades materieller Heterogenität in der Raumeinheit“. Diese zunehmende harmonische Integration oder „Vielheit in der Einheit“ (Huxley) gehört wesentlich zu den Kennzeichen des „Biologischen Aufstiegs“. Die lebende Materie hat offensichtlich, wie Teilhard de Chardin sagt, die Eigenschaft, „ein System zu bilden, in dem nach aller Erfahrung die erreichten Formen im Sinne ständig steigender zentro-komplexer Werte aufeinanderfolgen“.

ZUNEHMENDE UMWELTUNABHÄNGIGKEIT

Mit zunehmender Differenzierung und Integration auf der morphologisch-physiologischen Ebene ist gewöhnlich eine Änderung der Beziehungen zwischen Organismus und Umwelt verbunden. Es kommt zu einer *zunehmenden Umweltunabhängigkeit* der Organismengruppen. Dieser Erscheinung liegt wohl die Tatsache zugrunde, daß die zunehmende Vielheit in der Einheit meist eine vielseitigere Anpassung ermöglicht, so daß die Organismen auf die verschiedensten Arten und Weisen der Umwelt begegnen und sich auf deren Einflüsse einstellen können. Häufig ist damit zugleich auch eine Umwelterweiterung verbunden, eine Zunahme ihrer ökologischen Möglichkeiten der Entfaltung und Verbreitung in alle möglichen Lebensräume und Klimate. Wir beobachten ja in der Organismengeschichte einen Trend, jeden verfügbaren Raum, der nur irgendwelche Lebensmöglichkeiten bietet, mit Lebewesen zu besetzen, selbst wenn dazu eigenartige anatomische Konstruktionen zur Meisterung mancher extremer Umwelten entwickelt werden müssen. Hier stoßen wir wieder auf ein wichtiges Element des „Biologischen Aufstiegs“. Allerdings muß man jede Organisationsstufe, z. B. die der Wirbeltiere, als ganze, d. h. mit allen Abwandlungen und Organisationstypen und speziellen Einpassungen, nehmen, die auf ihr hervorgebracht worden sind. Dann haben die höheren (plazentalen) Säuger im Vergleich mit den Fischen, Amphibien und Reptilien tatsächlich alle Erdräume, die Erdoberfläche, das Erdinnere, die Meere, die Flüsse und die Luft, aber auch alle klimatischen Zonen von den Tropen bis in die Arktis hinein erobert, während die Reptilien auf klimatisch bevorzugte Regionen beschränkt, die Amphibien an die Nähe des Wassers gebunden und die Fische völlig aufs Wasser angewiesen sind.

Dieser Befund geht zu einem guten Teil auf die gesteigerte Regulationsfähigkeit, d. h. auf die immer besser werdende Beherrschung des Wärmehaushaltes zurück. Dadurch sind die Vögel und Säuger in der Lage, eine für die physiologischen Abläufe optimale Temperatur ihrer „inneren Umwelt“ (Huxley) annähernd konstant zu halten, so daß sie von Temperaturschwankungen und klimatischen Einflüssen unabhängig werden. Der Temperatur-

regulation liegt ein äußerst komplizierter Mechanismus zugrunde, der durch eine ganze Reihe von Einzelreaktionen chemischer, physikalischer und nervöser Art wirksam wird. Hierher gehören Glykogenabbau und -aufbau, angeregt durch nervös gesteuerte Hormonmengen, Winterschlaf, Schweißdrüsensekretion, Hecheln, Kapillarerweiterung, Steigerung der inneren Sekretion, Vermehrung oder Verminderung der roten Blutkörperchen zum Ausgleich des Sauerstoffgehaltes der Luft, komplizierte Instinkte für das Aufsuchen von Höhlen oder für periodische Wanderungen, jahreszeitlicher Wechsel der Haar- und Federdichte und in der Menge des subkutanen Fetts usw. Eine solche hochkomplizierte Temperaturregulation erlaubt eine „Erweiterung der ökologischen Möglichkeiten“ (Beurlen), die zu einer „steigenden Emanzipation von der Umgebung“ (Kuhn-Schnyder) führt. Für Beurlen ist die fortschreitende Umwelterweiterung und Umweltabhängigkeit ein wesentliches Kennzeichen des „Biologischen Aufstiegs“². Auch nach Kipp sind nur die Prozesse, die zu einer „Verselbständigung des Organismus gegenüber der Umwelt“ führen, als Höherentwicklung zu bewerten.

Auch bei der Aufeinanderfolge der pflanzlichen Organisationsstufen läßt sich in gewissem Sinn eine zunehmende Umwelterweiterung und Umweltunabhängigkeit beobachten. Die niedrigsten Vertreter der Pflanzenwelt sind in ihrem Standort noch sehr eingeeengt, da der Gametophyt (die Geschlechtspflanze) und die von ihm erzeugten, gegen Austrocknung sehr empfindlichen Sexualzellen stark an Feuchtigkeit gebunden sind. Dadurch ist auch der Sporophyt trotz seiner eigenen Resistenz gegen Trockenheit und der seiner Sporen in seiner Verbreitung eingeschränkt. In dem Maß nun, wie die Gametophytengeneration im Verlauf der Organismengeschichte rückgebildet wird, so sehr, daß schließlich die Geschlechtspflanze nebst den Geschlechtszellen in der Spore verbleibt und die Spore im Substrat des Sporophyten, der sie ernährt und mit Wasser versorgt, wird die Unabhängigkeit von der Umwelt gesteigert und die Gebundenheit an feuchte Standorte gelöst. Jetzt kann der Sporophyt auch trockene, ja auf Grund weiterer besonderer Spezialisierungen sogar extrem trockene Standorte besiedeln, wie z. B. die Kakteen, Säuleneuphorbien und andere mehr. Die Pflanzenwelt hat so in ihren höchsten Vertretern eine größere Umweltunabhängigkeit erreicht.

Umwelterweiterung und Steigerung der Umweltunabhängigkeit sind jedoch nicht in jedem Fall Kennzeichen eines „Biologischen Aufstiegs“. Viele Vervollkommnungen durch Differenzierung und Integration, die die Umweltunabhängigkeit fördern, spielen sich nämlich innerhalb des Bauplans auf dem gleichen Organisationsniveau ab. So ist z.B. das Gehirn aller alt-

² Beurlen weist besonders auf die Umwelterweiterung hin, die sich beim Stamm der Wirbeltiere über die verschiedenrangigen Organisationsstufen hinweg vollzogen hat. „Durch den Dotterreichtum der Reptilieneier, die eine Metamorphose im Ei möglich macht“, so sagt er, „wird gewissermaßen die Wasserumgebung der Amphibien in die Reptilienorganisation eingegliedert, und so erreichen die Reptilien die Unabhängigkeit von der Wassernähe. Durch die Warmblütigkeit und das Lebendiggebären bei den Säugetieren wird gewissermaßen die Sonnenwärme bei den Säugetieren in die Organisation einbezogen und damit die Abhängigkeit der Reptilien vom Klima überwunden.“

tertiären Säuger noch durchaus reptilhaft, während der Großteil der heutigen Säuger ein „modernes“ Gehirn mit mächtig ausgebautem und gefurchtem Vorderhirn besitzt. Es hat sich eine Cerebralisation vollzogen, wie die von Wirz errechneten Indizes des Großhirnmantel heutiger Säuger deutlich machen: Insektenfresser 0.76—2.75, Nagetiere 4.3—5.1, Kleinraubtiere 12.3 bis 12.9, Großraubtiere 18.3—19.1, Huftiere 17.8—24.0. Auch innerhalb der Primaten zeigt sich eine ansteigende Cerebralisation: Lemur 13.5, Meerkatze 33.9, Pavian 47.9, Schimpanse 49.0, Mensch 170.0. Bei den Pferdeartigen hat „Eohippus“ aus dem Eozän noch ein ausgesprochen reptilhaftes Gehirn. Von da ab beginnt aber die Evolution zu einem „modernen“ Gehirn, das mit „Pliohippus“ aus dem Pliozän erreicht ist.

Bei anderen Tiergruppen kommt die auf einem bestimmten Organisationsniveau erreichte Umwelterweiterung und Umweltunabhängigkeit durch hinzutretende einseitige Spezialisierungen und enge Einpassungen in bestimmte Lebensräume nicht zur Auswirkung oder geht praktisch wieder verloren. So haben die Wale durch extreme Spezialisierungen für das Wasserleben alle Möglichkeiten zur Umweltunabhängigkeit, die auf ihrer Organisationsstufe als echte Säuger gegeben sind, nicht ausgenutzt und die monotone und gebundene Lebensform der Fische, die einer niedrigeren Organisationsstufe angehören, übernommen. Auch die durch die Hirnentwicklung — die Wale kommen in ihrem Cerebralisationsindex nahe an den des Menschen heran! — eröffneten reichen Möglichkeiten für eine ausgedehntere Erfassung der Umwelt sind dadurch bedeutend eingeschränkt. Ähnliche Beobachtungen lassen sich auch bei andern Organismengruppen machen. „Was die aufeinanderfolgenden Stufen des Wirbeltierstammes an Unabhängigkeit gegenüber den Außenbedingungen erreichten, wurde auf jeder der Stufen durch die Umwelteinpassung von zahllosen Wesen mehr oder weniger wieder aufgegeben und damit der Bereich der Innenwelt zugunsten der Anpassung an äußere Daseinsbedingungen wieder eingeengt“ (Kipp). Man muß deshalb auch hier, will man die auf einem Organisationsniveau erreichte Umwelterweiterung und Umweltunabhängigkeit beurteilen, die Bauplanstufe, z. B. der Säuger oder Reptilien, als ganze nehmen, d. h. mit allen auf ihr hervorgebrachten Organisationstypen und Formen, und zwar nicht nach dem durchschnittlichen, sondern nach dem höchsten Stand der von ihnen erreichten Leistungsfähigkeit.

ZUNEHMENDE INDIVIDUELLE AUTONOMIE

Die höchsten Grade der Leistungsfähigkeit sind durch eine *Zunahme der individuellen Autonomie* des Organismus gekennzeichnet. Auch sie ist weit hin ein Ergebnis der fortschreitenden Differenzierung und Integration, vor allem der sich steigernden Komplikation des Nervensystems und des Gehirns und der vollkommeneren Ausbildung der Sinnesorgane. Das dadurch bewirkte enge Zusammenrücken und zahlenmäßige Anwachsen der Endstationen sensorischer Reize und Antriebe, vor allem die Einschaltung reiner

Assoziationszentren, ermöglichen Reizantwortungen, „die nicht mehr nach einem starren, ererbten Schema ablaufen, sondern sich den tausendfältigen Umweltsituationen jeweils in geeigneter Weise anpassen können“ (Rensch). Es kommt über die Ausbildung komplizierter, genetisch fundierter Instinkte hinaus zu einer wachsenden Verwertung von aufgespeicherten Erfahrungen zur Meisterung der Umwelt, meist verbunden mit einer gesteigerten Formbarkeit, Beweglichkeit oder Wendigkeit des Verhaltens, also zu einer verbesserten „Regulation des Verhaltens“ (Rensch). Zugleich wird die Umwelt durch genaueres Erfassen von Raum und Zeit auf Grund der gesteigerten Differenzierung des biochemischen Substrates und der verkürzten „relativen Maßeinheiten“ (vgl. Anm. 1) „für die Lebewesen reicher“ (Wittenberger). All dies erhöht den Selbstständigkeitsgrad oder die „Individualität“ des Einzelorganismus. Er steht den äußeren Bedingungen eigenständiger und eigenwilliger gegenüber. Es hat eine „zunehmende Individualisierung“ (Wacholder), ein „progress in individualisation“ (Simpson) oder eine „Vervollkommnung des Individualeins“ (Kipp) stattgefunden, die nach Kipp eines der bezeichnendsten Phänomene der Stammesgeschichte darstellt. Sie erhöht als solche jedoch nicht den Wirkungsgrad der *Arterhaltung*. Diese ist erfahrungsgemäß auf jeder Organisationsstufe gewährleistet. Nicht der Erhaltung der Generationenfolge, sondern den *Einzelgliedern* der Art, den *Individuen*, kommt die erhöhte Selbständigkeit zugute.

Quiring hat die Formulierung gebraucht: „Der stammesgeschichtliche Aufstieg der Lebensformen ist erkennbar an zunehmender Freiheit und Beweglichkeit (Wendigkeit) der Umwelt gegenüber.“ Dieser Satz enthält den sehr umstrittenen Terminus „Freiheit“, den aber auch Günther verwendet, wenn er „individuelle Autonomie“ beschreibt als „im wesentlichen die zunehmende Freiheit des Individuums von Umweltgefährdung und seine zunehmende Freiheit in der Wahl der Verhaltensmöglichkeiten“. Die „Freiheit in der Wahl der Verhaltensmöglichkeiten“ oder die „Wahlfreiheit“, die etwas ganz anderes als „Freiheit von Umweltgefährdung“ besagt, ist in unserem Fall das Entscheidende. Echte Freiheit in der Wahl der Verhaltensmöglichkeiten, die auf „denkendem Betrachten der Situation“, d. h. auf der „Fähigkeit zu unanschaulicher Seins- und Beziehungseinsicht“ (Narr) beruht, besitzt nur der Mensch. Echte Autonomie findet sich deshalb auch nur bei ihm. Jedoch haben, wie Rensch sagt, bei manchen Tintenfischen und Insekten, vor allem aber bei vielen Säugern und Vögeln, die Zentralnervensysteme einen so fortgeschrittenen Ausbau und Komplikationsgrad erreicht, daß dadurch eine verstärkte Verwertung von Residuen früherer Erregungen, also von sinnlichen Gedächtnisleistungen möglich ist. Es hat sich eine gewisse Lockerung der erblich fixierten Instinkte zugunsten eines Reagierens auf Grund von „Erfahrungen“ vollzogen. Es findet deshalb bei manchen Tiergruppen in komplizierten Situationen vor der definitiven motorischen Innervierung als Antwort auf die Reizsituation eine Erprobung im rein intracerebralen Ablauf, eine Reihe von Experimenten oder ein „Spiel der Motive“;

wie der Psychologe sagen würde, statt. Man kann das in einem gewissen Sinn ein Auswählen der Handlungsmöglichkeiten, eine Art „sinnlichen Schätzungsvermögens“ oder „sinnlicher Urteilkraft“ nennen, die ein „einsichtiges“ oder „intelligentes“ Handeln ermöglicht³.

Von Bertalanffy sieht in dieser „fortschreitenden Autonomisierung des Organismus gegenüber der Außenwelt“ den „tiefsten Wesenszug der Höherentwicklung“. Je höher ein Organismus stehe, desto mehr mache er sich von den äußeren Verhältnissen unabhängig, was insbesondere durch die Schaffung eines „inneren Milieus“ geschehe. „Entsprechend der immer reicheren Ausbildung der Sinnesorgane und nervösen Funktionen“, so formuliert Müller seine Auffassung, „wächst ein nach innen hinein gestalteter und in der Leibesgegebenheit immer selbständiger werdender Bezirk hervor, an den alles seelische Leben geknüpft ist und der immer mehr zum Träger der einheitlichen Individualität wird.“ Das Seelische ist stärker entfaltet, und die Lebensvorgänge werden mehr und mehr aus dem „inneren Milieu“ heraus geregelt. Tatsächlich hat sich im Verlauf der Evolution der Organismen auf der Grundlage sich steigernder Differenzierung, besonders des Nervensystems, und fortschreitender Integrierung in zahlreichen Stammreihen sowohl eine Zunahme der Umweltunabhängigkeit und Umwelterweiterung als auch und vor allem ein sich steigerndes Dominieren der Innenwelt gegenüber der Außenwelt vollzogen. Die höheren Organismen, wie die Säuger und Vögel, sind gegenüber den Reptilien, Amphibien und Fischen durch gesteigerte Qualitäten des Psychischen und damit durch erhöhte Innerlichkeit gekennzeichnet. Sie leben aus einem vertieften „Innern“ heraus.

Auch Teilhard de Chardin hat diesen Befund gesehen und in der ihm eigenen anschaulichen Sprache, die aber nicht mißverstanden werden darf, dargelegt. Es findet innerhalb der uns seit dem Kambrium überschaubaren Organismengeschichte tatsächlich, wie wir ausgeführt haben, eine Vertiefung des Innern, eine Entfaltung des Seelischen, eine, wie Teilhard de Chardin sagt, „Psychogenese“ oder „eine von Morphologie verschleierte Bewußtseinsbewegung“ statt. Sie wird an der Komplizierung des Nervensystems, besonders des Gehirns, sichtbar, z. B. an den aufsteigenden Cerebralisationsstufen. Für den Naturwissenschaftler, besonders für den Paläontologen, an dessen vorzeitlichen, fossil überlieferten organischen Objekten das Seelische oder die Verhaltensweisen nicht erhalten sind, kann deshalb das Gehirn bis zu einem gewissen Grad als „Zeichen und Maß des Bewußtseins“, wie Teilhard de Chardin sich ausdrückt, gelten. „Unter den zahllosen Abwandlungen, in denen sich das komplexer werdende Leben zerteilt“, so schildert er in seiner Art den in der Organismengeschichte zu beobachtenden Befund, „hebt sich die Differenzierung der Nervensubstanz als eine bezeichnende

³ Über die psychischen Möglichkeiten und die „praktische Intelligenz“ der Tiere siehe P. Overhage-K. Rahner, *Das Problem der Hominisation. Über den biologischen Ursprung des Menschen* (Quaestiones disputatae, H. 12/13, Freiburg 1961, Herder, 399 S.), besonders die Abschnitte „Verhaltensforschung“ (142–154) und „Voraussetzungen geistigen Verhaltens“ (306–324).

Umformung ab...“ „Welches auch der aus einem beliebigen Büschel (von Organismengruppen) gewählte Strahl sei, so können wir, wenn er nur lang genug ist, fast immer beobachten, daß er mit der Zeit zu Formen mit immer mehr Hirn‘ gelangt.“ „Von außen gesehen zeigt die Naturgeschichte der lebendigen Wesen, sofern sie in ihrer Totalität betrachtet wird, und jeder Zweig von Anfang bis Ende, die stufenweise Ausbildung eines unermeßlichen Systems von Nerven; von innen aus gesehen entspricht dem etwas Seelisches ... An der Oberfläche die Fibern und Ganglien. In der Tiefe das Bewußtsein, das von Fleisch und Knochen umkleidet ist.“ In dieser Zunahme der „complexité-conscience“ sieht deshalb Teilhard de Chardin ein wichtiges Kennzeichen des „Biologischen Aufstiegs“.

Die Geschichte der Organismen ist zweifellos, wie es wohl deutlich geworden ist, durch einen „Biologischen Aufstieg“ gekennzeichnet. Zwar kennen wir nicht das anagenetische Werden der Großbaupläne der Wirbellosen und und Wirbeltiere, weil sie unvermittelt schon in den frühen Schichten des Kambrium bzw. Ordovizium auf hoher Organisationsstufe erscheinen. Aber in der Aufeinanderfolge jeweils höherrangiger, aufeinander aufbauender Strukturpläne, besonders im Verlauf der Stammesgeschichte der Wirbeltiere (vgl. Abb.), wird der „Biologische Aufstieg“ offenbar. Die hauptsächlichsten Merkmale, die ihn charakterisieren und die wir im Vorausgehenden herauszuarbeiten versuchten, lassen sich in zwei Gruppen gliedern. Die eine umfaßt die Kriterien der zunehmenden morphologisch-physiologischen Differenzierung und der harmonischen Integration und stellt damit die Einheit in der Vielheit, also die *Ganzheit* der Organismen in den Vordergrund. Die andere Gruppe, nämlich zunehmende Umweltunabhängigkeit und sich steigernde individuelle Autonomie, wie sie sich vor allem in der Zunahme der Innerlichkeit, des Psychischen und des Bewußtseins äußert, betont die *Subsistenz* der Organismen, d. h. ihr größeres oder geringeres Losgelöstsein, ihr Auf-sich-selbst-Gestelltsein oder ihre individuelle Selbständigkeit. Da nun „Ganzheit“ und „Subsistenz“ entscheidende Elemente einer biologischen Definition des Individuums sind (Jeuken), läßt sich sagen: Der „Biologische Aufstieg“ eines Organismus ist um so höher, je stärker seine Ganzheit und Subsistenz, also sein Individuumsein, verwirklicht ist. Die höchste Stufe nimmt der Mensch ein. Er ist wegen seines Ichbewußtseins, d. h. wegen seiner Geistigkeit und Freiheit, nicht nur Individuum, sondern auch Person.