MÜNCHENER
UNIVERSITÄTSREDEN
NEUE FOLGE HEFT 42

Vorzeit und Leben

von

RICHARD DEHM

MAX HUEBER VERLAG
MÜNCHEN

Münchener Universitätsreden

Neue Folge

Heft 1: Michael Schmaus, **Beharrung und Fortschritt im Christentum**
Groß 8°. Mit einem Bild des Verfassers, 24 Seiten, geh. DM 1,50

Heft 2: Bruno Huber, **Das Prinzip der Mannigfaltigkeit in der belebten Natur**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM —,70

Heft 3: Hugo Grau, **Gedanken über die gegenwärtige Sicht der Anatomie am Beispiel des Nervensystems**
Groß 8°. Mit 4 Abbildungen, 20 Seiten, geh. DM 1,20

Heft 4: Hans Nawiasky, **Max von Seydel**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 5: Theodor Maunz, **Toleranz und Parität im deutschen Staatsrecht**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 6: Aloys Wenzl, **Immanuel Kants bleibende Bedeutung**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM —,80

Heft 7: Karl von Frisch, **Symbolik im Reich der Tiere**
Groß 8°. 14 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 8: Alfred Marchionini, **Die moderne Klinik innerhalb der universitas litterarum**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 9: Emil K. Frey, **Chirurgie, Forschung und Leben**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 10: **Rede des Rektors Prof. Dr. Alfred Marchionini**
Ehrenpromotion von Prof. Dr. Pasteur Vallery-Radot und
Rede des Herrn Professors Dr. Pasteur Vallery-Radot, Paris
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 11: Erich Valentin, **Mozart in seiner und unserer Zeit**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 12: Melchior Westhues, **Über den Schmerz der Tiere**
Groß 8°. 16 Seiten — vergriffen

RICHARD DEHM

Vorzeit und Leben

Festrede gehalten bei der Jahresfeier der
Universität München am 26. November 1966

MAX HUEBER VERLAG MÜNCHEN

Hueber-Nr. 9042
1. Auflage 1967
© 1967 by Max Hueber Verlag, München
Druck: Akademische Buchdruckerei F. Straub, München
Printed in Germany

INHALT

I. Geologische Zeiten 5
II. Fossilien als Dokumente der Evolution 6
III. Bedeutsame Schritte der Evolution 7
1. Der Schritt vom Wasser auf das feste Land 8
2. Der Übergang zum Warmblütler 9
3. Der Urvogel 12
4. Blütenpflanzen — Insekten — Säugetiere und Mensch 12
IV. Über Ursachen der Evolution 14
1. Äußere Faktoren ? 14
2. Innere Faktoren, Anlaufzeit, Aufblühzeit 15
V. Zur Deutung der Evolution 18
Schriften-Hinweise 19

Hohe Festversammlung!

Über „Vorzeit und Leben" zu sprechen, bedeutet in der gegenwärtigen wissenschaftlichen Situation eine erfreuliche Aufgabe. Die geologischen Wissenschaften haben in den letzten eineinhalb Jahrhunderten ein reich gegliedertes Bild der vorzeitlichen Geschichte unserer Erde erstehen lassen. Die Gesteinsformationen liefern unmißverständlich die Spuren erdgeschichtlicher Ereignisse: Gebirge haben sich aus langgestreckten Meeresbecken erhoben und sind wieder abgetragen worden; das Meer hat Festländer überflutet und später wieder freigegeben; die Kontinente haben sich in ihrer Lage gegeneinander verschoben; Eiszeiten wechselten mit Warmzeiten ab. Diese Ereignisse können in ihrer zeitlichen Reihenfolge nach Erdzeitaltern und Formationen von der Erdfrühzeit, dem Präkambrium, bis zur Gegenwart verfolgt werden.

I. GEOLOGISCHE ZEITEN

Es muß sich dabei um gewaltige Zeiträume handeln; daß wir einen Anhalt über ihre Dauer, nach Jahren gerechnet, besitzen, verdankt die Geologie der Chemie und Physik, die bei radioaktiven Elementen aus der Menge der beim Zerfall entstehenden stabilen Endprodukte auf das Alter der Gesteine schließen können. Das Ergebnis übersteigt unsere Vorstellung und unsere Vergleichsmaßstäbe: Hunderttausende und Millionen von Jahren sind es. Daß man mit solchen Zeiträumen tatsächlich rechnen muß, kann man sich leicht klar machen: Die zehn Jahrtausende, die unserer Gegenwart unmittelbar vorausgegangen sind, lassen sich an Hand von historischen und prähistorischen Funden lückenlos überschauen: in dieser Zeit haben sich die jagdbaren Wildtiere, die man ja aus ägyptischen und babylonischen Bildwerken und aus Knochenfunden gut kennt, wie Löwe, Gepard, Elefant, Giraffe, Antilopen und Hirsche, Enten und Reiher, verschiedene Fischarten, überhaupt alle wild lebenden Tiere und Pflanzen, soweit man Kenntnis von ihnen hat, nicht im geringsten verändert. Zehntausend Jahre bedeuten also für eine merkbare Veränderung nichts. Zeiträume, während der sich Tier- und Pflanzenwelt so verändert haben, wie wir es aus den erdgeschichtlichen Formationen immer wieder, wohl mehr als hundertmal nacheinander kennen, müssen um eine oder zwei Größenordnungen höher liegen; und damit greifen wir bereits nach dem Maßstab der Jahrhunderttausende und der Jahrmillionen.

Legen wir einem Vergleich die Worte aus dem 90. Psalm, Vers 4 zugrunde: „Denn tausend Jahre sind vor DIR wie der Tag, der gestern vergangen ist"! Die Dauer eines Menschenlebens würde in diesem Maßstab, wenn es hoch kommt, zwei Stunden währen, eine Zeittabelle folgendermaßen aussehen:

Anfang der Menschheit vor 1 Million Jahren:
heute vor 3 „Jahren", d. h. „im Jahre 1963"

Anfang der Erdneuzeit, des Känozoikums, vor 70 Millionen Jahren:
heute vor „200 Jahren", d. h. „im Jahre 1766"

Anfang des Erdmittelalters, des Mesozoikums, vor 220 Millionen Jahren:
heute vor 600 „Jahren", d. h. „im Jahre 1366"

Anfang des Erdaltertums, des Paläozoikums, vor 600 Millionen Jahren:
heute vor 1666 „Jahren", d. h. „im Jahre 300".

II. FOSSILIEN ALS DOKUMENTE DER EVOLUTION

Aber nicht die Anzahl der Jahre macht die Geschichte aus, weder die menschliche noch die der Erde, sondern ihr Erfülltsein von Geschehnissen. Kein Geschehen auf der Erde, keine Gebirgsbildung von den Alpen bis zum Himalaya, keine Meeresüberschwemmungen, keine Vulkanausbrüche und kein Meteoreinschlag, wird an Bedeutung übertroffen von der Entfaltung des Lebens, von seinen einfachsten Formen in einzelligen Wesen bis zu den höchst entwickelten Pflanzen und Tieren, bis zum Menschen. Schon einige Naturforscher des griechischen Altertums, wie Xenophanes und Herodot, haben versteinerte Seemuscheln in der Hand gehalten, die sie auf dem Festland gefunden hatten, und sie als ehemalige Lebewesen erkannt. Seit dem Ende des Mittelalters fließt der Quell naturwissenschaftlicher Erkenntnis immer reicher. In den letzten 150 Jahren haben wir aus Felswänden und Talschluchten, aus Steinbrüchen und Sandgruben, aus Bergwerken und Tiefbohrungen eine überreiche Kenntnis des längst vergangenen Lebens, der zu Stein gewordenen Pflanzen und Tiere der Vorzeit, erhalten. Sie sind von großer Bedeutung für die Wirtschaft. Prof. KUHN-SCHNYDER in Zürich sagte dazu: „In jedem Tropfen Petrol steckt paläontologische Arbeit". In dieser Stunde sind sie für uns die Dokumente, die uns augenscheinlich und handgreiflich einzelne Kapitel aus der Geschichte des Lebens überliefern.

Meine Damen und Herren! Wenn Sie es mir erlauben, darf ich Ihnen zwei solcher Dokumente in die Hand geben:

1. Einen südbayerischen Fund aus der Sandgrube von Massenhausen bei Freising, den Backenzahn eines ausgestorbenen Elefanten-Verwandten *Mastodon;* das Tier war im besten Jünglingsalter, der Backenzahn eben erst ein wenig abgenützt; der Schmelz der Zahnkrone ist noch wie frisch, nur ein wenig durch eingedrungene

Minerallösungen gedunkelt. Mit diesem Zahn halten Sie etwa 10 Millionen Jahre in der Hand.

2. Einen nordbayerischen Fund aus den Jura-Plattenkalk-Steinbrüchen von Zandt bei Denkendorf, den wir, wie schon manchen anderen dem Hause Wittelsbach verdanken: es ist ein besonders schön erhaltener kleiner Schnabelfisch, *Aspidorhynchus;* sein Alter beläuft sich auf mehr als das Zehnfache des Elefantenzahns, auf 140 Millionen Jahre.

III. BEDEUTSAME SCHRITTE DER EVOLUTION

Lassen Sie uns nun eintreten in die Erdgeschichte und die Evolution des Lebens in ihren bedeutsamen Schritten verfolgen!

So reiche Funde auch aus allen Kontinenten beschrieben worden sind, eine lückenlose Kenntnis des vorweltlichen Lebens vermitteln sie uns nicht. Zwar können die festen Knochen und Zähne von Wirbeltieren, die Schalen von Muscheln und Schnecken nach dem Tod versteinern und zunächst erhalten bleiben; aber später können sie unkenntlich werden, wenn das sie enthaltende Gestein bei Gebirgsbildungen von der Erdoberfläche in tiefere Teile der Erdkruste gezogen wird und dort unter hohe Temperatur und hohen Druck gerät; dieses Schicksal haben gerade die ältesten Gesteine ausnahmslos erfahren. An Erhaltung von Weichteilen aus früheren Erdzeitaltern ist daher überhaupt nicht zu denken. Da aber die ersten Anfänge und die frühen Phasen pflanzlichen und tierischen Lebens sicherlich nur aus Weichteilen bestanden haben, ist das Geheimnis der ersten Entstehung irdischen Lebens unwiederbringlich verloren.

Die frühesten Funde gut erkennbarer Lebewesen bringen uns in eine nicht geringe Verlegenheit. Trotz ihres hohen Alters von 550 bis 600 Millionen Jahren sind sie nämlich durchaus nicht primitiv, sondern setzen eine lange, lange Vorgeschichte voraus. Sie gehören unter anderem zu krebsartigen Formen, den Trilobiten, aus dem Kreis der Gliedertiere; ihr fester Panzer sieht wie der einer Assel aus; die kleinsten sind einige Millimeter lang, die größten mehrere Dezimeter. Der Rückenpanzer besteht aus einem Kopfschild, aus Körpersegmenten und aus dem Schwanzschild; in manchen Gesteinen bedecken diese Panzer zu Tausenden und Abertausenden die Schichtflächen. Sie stehen in ihrer Anpassung an das Leben im Flachmeer heutigen krebsartigen Tieren in nichts nach; an hochdifferenzierten Organen besitzen sie z. B. wohlausgebildete Facettenaugen. Mit ihnen zusammen kommen in den gleichen Schichten die Schalen, Panzer und Spuren weiterer Meerestiere vor. Aus diesen ältesten Zeiten tierischer Dokumentation kennt man noch keine sicheren Reste, die man auf Landpflanzen oder Landtiere beziehen könnte. Das Leben hat nach allem, was wir wissen, seine ersten Gestalten nicht

auf dem Land, sondern im Wasser gebildet, vermutlich in den Flachmeeren, in die das Sonnenlicht eindringen kann. Im Meere haben sich in den folgenden Formationen immer wieder einzelne Tierstämme zu großer Blüte entfaltet. Viele von ihnen, aus der Verwandtschaft der Schwämme, der Korallen, der Würmer, verschiedener Schalentiere, sind nach einer Blütezeit ausgestorben. Würde man nicht ihre fossil gewordenen Panzer und Kalkgerüste kennen, wären sie überhaupt spurlos untergegangen.

1. Der Schritt vom Wasser auf das feste Land

In flachen und küstennahen Meeresteilen, vielleicht nahe an Flußmündungen, wo sich Süßwasser mit Salzwasser mischte und Bereiche recht wechselnder Lebensbedingungen entstanden, muß die eine oder andere Pflanzen- und Tierart die Fähigkeit erworben haben, in weniger salzhaltigem Wasser zu gedeihen und flußaufwärts in Gewässer des Festlandes einzudringen. Damit war der entscheidende Schritt des Lebens aus dem Wasser auf das Land vorbereitet.

Aus der Devonzeit vor 350—400 Millionen Jahren kennen wir zum erstenmal reichlichere Pflanzenreste, die manchmal ganze Gesteinsbänke erfüllen. Um mit Prof. MÄGDEFRAU in Tübingen zu sprechen: „Es war der beginnende Eroberungszug der Gefäßpflanzen auf das Festland, ermöglicht durch zwei histologische und zwei biochemische Erfindungen der Pflanzen, nämlich des Leitbündels und der Spaltöffnung, des Lignins und des Cutins." Leitbündel fördern bei Landpflanzen den Saftstrom, Spaltöffnungen bieten Schutz vor Verdunstung. Lignin und Cutin sind die Hartsubstanzen, die bei Hölzern dem Stamme die Festigkeit bzw. Schutz vor Austrocknung verleihen. In dieser Zeit haben sich die Sporenpflanzen aus der Verwandtschaft unserer heutigen Bärlappgewächse, Schachtelhalme und Farne in mehreren Gattungen und Arten entfaltet. Einige von ihnen erreichten im Oberdevon Baumwachstum bis zu 10 m Höhe und lieferten die ersten abbauwürdigen Kohlelager. Die folgende Zeit, die der Karbonformation, brachte den üppigsten Pflanzenwuchs überhaupt während der ganzen Erdgeschichte; das feste Land trägt nunmehr, mindestens in den günstigen Klimazonen, eine zusammenhängende Pflanzendecke.

Für die Tiere muß es sehr viel schwieriger gewesen sein, sich von dem Wasserleben auf das Landleben umzustellen. Das Gewicht des Körpers wird nicht mehr vom Auftrieb des Wassers getragen, sondern die Gliedmaßen müssen zur primären Funktion der Fortbewegung auch die sekundäre Aufgabe als Lastträger übernehmen; die Körperoberfläche ist nicht mehr durch das Wasser geschützt, sondern wird direkt der Hitze und Kälte, dem Wind und der Austrocknung ausgesetzt. Die Kiemen müssen durch Lungen ersetzt werden. Es ist reizvoll zu sehen, wie trotz dieser Hemmnisse die ersten tierischen Lebewesen auf dem Land erscheinen, als zur Devonzeit mit der Vegetationsdecke auch die Hauptvoraussetzungen für eine Besiedlung des Landes, nämlich ausreichende Nahrung und Deckung, gegeben waren. Einige wenige Insekten- und Spinnenreste sind die zwar unscheinbaren,

aber untrüglichen Zeichen, daß mindestens im Stamm der Gliedertiere der für die Zukunft so entscheidende Schritt vollzogen worden war. Mit dem Insektenleben auf dem Land war aber auch die Voraussetzung gegeben, daß für höhere Tiere der neue Lebensraum, außerhalb des Wassers, attraktiv wurde.

Unserer paläontologischen Wissenschaft schlug eine besonders glückliche Stunde, als vor 30 Jahren dänische Geologen auf Sandsteinplatten aus der Zeit des Oberdevons Knochenreste eines über einen Meter langen Wirbeltieres entdeckten. Wir wollen bei den Fundstücken dieses Tieres, das den Namen *Ichthyostega* erhalten hat, etwas verweilen. Sein Schädel ist gleich dem eines vorzeitlichen Salamander-Verwandten gebaut, sehr flach und aus vielen Einzelknochen zusammengesetzt; aber an einer Stelle am Hinterrand unterscheidet er sich von einem normalen Amphibschädel; es sitzt ein kleiner, überzähliger Knochen daran, den man nicht anders als den verkümmerten Kiemendeckelknochen der Fische deuten muß. Beim Ichthyostega-Schädel allerdings ist dieser Knochen so klein, daß er eine Schutzfunktion nicht mehr hätte ausüben können. Ichthyostega hat demnach keine Kiemen mehr besessen und muß mit Lungen geatmet haben. Weitere Fundstücke an der gleichen Stelle haben den dänischen Geologen Teile des Skelettes geliefert, die der schwedische Paläontologe JARVIK untersuchen konnte; das Hinterbein war so gestaltet wie bei allen vierfüßigen Landtieren: es besaß einen kräftigen Oberschenkelknochen, zwei Unterschenkelknochen und am Ende fünf Zehen. Auf der gleichen Gesteinsplatte liegt im Zusammenhang mit dem Hinterbein und Becken auch der Schwanz. Er wird von 30 Wirbeln gebildet; zusätzlich aber sieht man an den Wirbelfortsätzen nach oben ganz deutliche Flossenstrahlen ansitzen. Auch der Schwanz hat also mit der Andeutung einer Flosse noch eine Erinnerung an das ehemalige Fischdasein der Amphibien bewahrt.

Diese Fundstücke, die die Wandlung eines Wirbeltierstammes in einen anderen anzeigen, sind unmittelbare Dokumente für die so entscheidende Stufe in der Evolution des Lebens, für den schwierigen Schritt vom Wasser auf das feste Land.

Dieser neue Lebensraum mit Tief- und Hochländern, mit Ebenen und Gebirgen in allen Klimazonen eröffnet pflanzlichem und tierischem Leben eine Vielfalt von Möglichkeiten wie nie zuvor. Die folgende Zeit der Formationen Trias, Jura und Kreide, die 150 Millionen Jahre umfaßt, bringt moderne Samenpflanzen mit Nadelgewächsen, Ginkgobäumen, Zykaspalmen und anderen zur Herrschaft; das Zeitalter der Saurier ist angebrochen; sie wachsen sich zu den bekannten Riesengestalten der Brontosaurier, Tyrannosaurier und ihrer ganzen überdimensionierten und bizarren Sippschaft aus, vor allem in Gebieten tropischen und subtropischen Klimas.

2. Der Übergang zum Warmblütler

Daneben hat ein Zweig sehr ursprünglicher Reptilien, der nur ganz an seinen Wurzeln mit den Sauriern zusammenhängt, eine eigene Richtung eingeschlagen, und zwar auf den Südkontinenten, vor allem in Südafrika. Die dortige Karroo-Formation, eine mehrere tausend Meter mächtige Serie von Land- und Süßwasser-

ablagerungen, hat uns in Schädeln, manchmal auch in vollständigen Skeletten eine Geschichte eigener Art von Landwirbeltieren überliefert. Südafrika war vor der Triaszeit Zentrum einer südpolaren Vereisung gewesen; dann hatte sich das Klima zwar gebessert, aber die Jahresringe an erhalten gebliebenen Baumstämmen aus jener Zeit verraten deutlich, daß ein periodisch schwankendes, und zwar gemäßigtes Klima mit warmen Sommern und kühlen Wintern angenommen werden muß. Die Südkontinente beherbergten in jenen Zeiten die ihnen eigentümliche *Glossopteris*-Flora, Pflanzen, in denen man wegen der Aderung ihrer Blätter Farnverwandte vermutete, bis sich erst in den letzten Jahren aus den Untersuchungen von Mrs. PLUMSTEAD in Südafrika herausstellte, daß zu diesen Blättern in Wirklichkeit Fruktifikationen gehören, die ganz nach Art der Samen von Blütenpflanzen gebildet sind, nämlich wie Beeren und Nüsse und vermutlich auch wie fleischige Früchte. Außerdem haben die Glossopterideen im Herbst ihr Laub geworfen. Schließlich entdeckte Mrs. PLUMSTEAD an vielen *Glossopteris*-Blättern die Spuren von Insektenfraß, die ersten solchen Spuren überhaupt. Daraus geht hervor, daß die Insekten, die ursprünglich ausschließlich räuberisch lebten, ein fortschrittliches, laubfressendes Stadium erreicht haben. Das aber bedeutet, daß der Tisch gedeckt ist mit schmackhaften Samen und mit vielleicht nicht weniger schmackhaften Insektenlarven.

Die Gäste sind auch schon da: Es sind die genannten eigentümlichen Reptilien der Karroo-Formation. Ihre Eigenschaften, die sie vor den übrigen Reptilien auszeichnen und die sie den Warmblütlern, den Säugetieren, nahestellen, können fast durchwegs als eine Leistungssteigerung aufgefaßt werden. Es verlohnt sich, einige der neuen Ergebnisse aufzuführen. Am auffallendsten ist ihr Gebiß. Echte Reptilien, wie Krokodile, Eidechsen und Schlangen, besitzen einfache, einspitzige Zähne, mit denen sie die Beute ergreifen. Viele der säugetierähnlichen Reptilien Südafrikas verfügen über ein differenziertes Gebiß mit Schneidezähnen, Eckzahn und Backenzähnen, ähnlich den Säugetieren; so haben einige von ihnen vielhöckerige, mit Quer- und Schrägleisten versehene Zähne, beinahe wie die heutigen Hirsche und Antilopen, müssen also vollendete Pflanzenfresser gewesen sein. Andere tragen Zähne nach Wolfsart zum Zerschneiden von Fleisch und Zerknacken von Knochen. Die Nahrung wurde offenbar nicht einfach als Ganzes geschluckt, sondern mit Hilfe der Backenzähne zerkleinert; dabei wurde sie eine Zeitlang im Mund behalten und zweifellos gleichzeitig auch durchspeichelt und damit chemisch vorverdaut. Dies aber bedeutet wieder raschere Ausnutzung der Nahrung, eine Intensivierung der Lebensvorgänge. Ja, bei den ausgezeichnetsten Pflanzenfressern dieser Gruppe kommt es wie bei einem Pferdegebiß zu einer weiten Lücke zwischen den vorderen Zähnen und den Backenzähnen und damit zu einer räumlichen Trennung der beiden so verschiedenen Funktionen der Nahrungsaufnahme und ihrer Zerkleinerung.

Noch instruktiver mögen folgende Beobachtungen sein. Von einigen dieser Karroo-Reptilien kennt man juvenile Zähne, die nach ihrer Größe und ihrem Bau

Milchzähnen von Säugetieren entsprechen, wie meine Lehrer und Amtsvorgänger Prof. Broili und Prof. Schröder an einem juvenilen Kieferstück im Besitz der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie gezeigt haben. Es handelt sich um Folgendes: Bei Reptilien können die einspitzigen Zähne oftmals und meist während des ganzen Lebens ersetzt werden; dieser Vorteil geht verloren, wenn das Gebiß nach Art der Säuger nur einmal gewechselt wird. Aber der Verlust des oftmaligen Zahnwechsels ist eine unbedingte Voraussetzung für das Heranwachsen von komplizierten, hochkronigen und schmelzfaltigen Backenzähnen, die allein lange Dauerbenutzung erlauben wie bei den heutigen Pferden, Rindern, Elefanten u. a. Soweit kommt es freilich zur Zeit der Karroo-Formation noch nicht. Beim einmaligen Zahnwechsel der Säugetiere denkt man natürlich an ihren einmaligen Nahrungswechsel von der Milch zur Dauernahrung; die Milchzähne haben einen dünneren Schmelz als die Dauerzähne, und sind bei weitem weniger beanspruchbar; bei einigen Karroo-Reptilien muß es also, wenn nicht schon zum Säugen, so doch bereits zu einer Art von Brutpflege mit sorgsamer Futterwahl durch die Elterntiere, mit Vorkauen oder dergl. gekommen sein.

Noch einen Schritt weiter führen Beobachtungen an einigen Schädelknochen. So wurden an der Oberfläche der Kieferknochen und der Nasenbeine Öffnungen für Blutgefäße und Nerven gefunden, wie sie Reptilien mit ihrer verhornten Haut fehlen, für Säugetiere aber im Bereich der Schnauze mit beweglicher und besonders empfindlicher Lippe, auch mit Sinneshaaren, charakteristisch sind. In der Nasenhöhle wurden gefaltete Ethmoturbinal-Knochen nachgewiesen, wie sie bei Säugern die Atemluft erwärmen, feucht halten und reinigen. Alle diese Hinweise auf raschere Ausnutzung der Nahrung, eine nicht reptilhafte Hautbedeckung und auf das Warm- und Feuchthalten der Atemluft führen zur Vorstellung, daß die Karroo-Reptilien warmblütig waren und ein Haarkleid trugen. Auch im Bau der Gliedmaßen verraten sie Fortschrittlichkeit: die Schenkelknochen sind gestreckt, zu ausdauerndem Lauf verlängert oder in den Gelenken verbreitert und damit zu kräftigen Graborganen umgestaltet.

Zusammengenommen bedeuten all diese Veränderungen eine Intensivierung der Lebensvorgänge, eine gesteigerte Aktivität. Schwierigere Aufgaben können bewältigt und härtere Lebensbedingungen ertragen werden, so wie sie zur Zeit der Karroo-Formation auf den Südkontinenten, insbesondere in Südafrika, nach einer Vereisungsperiode geherrscht haben.

War zur Devonzeit das Festland erobert worden und hatte zur Karbonzeit in den tropischen Klimazonen das Pflanzenleben seine üppigste Entfaltung genommen, so wurde in der Trias ein durch die Glossopteriden neu erschlossener, kühlerer Lebensraum der gemäßigten Zone von Landwirbeltieren besetzt; mit der Bewältigung des harten Lebensstils hat sich zugleich die Wandlung vom Reptil zum Säugetier vollzogen; aus Ablagerungen der späten Triaszeit kennen wir die ersten sicheren, aber noch ganz unscheinbaren Gebißreste von kleinen, primitiven Säugetieren in der Größe unserer Spitzmäuse. Zum erstenmal in der Erdgeschichte

vermag man in der geschilderten Evolution pflanzlichen und tierischen Lebens in Südafrika auch das Zusammenspiel und Ineinanderwirken von Pflanzen, Insekten und Landwirbeltieren zu ahnen.

3. Der Urvogel

Meine Damen und Herren! Ich glaube mich mit Ihnen darin einig zu wissen, daß es eine wirkliche Bereicherung des Verständnisses unserer Welt bedeutet, die in den Gesteinen überlieferten Dokumente vorzeitlichen Lebens zum Sprechen zu bringen und aus ihnen ein Bild der Evolution zu gewinnen. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn ausreichende Funde vorliegen, die unsere Fragen beantworten. Bei den erdgebundenen Reptilien und Säugetieren der Karroo-Formation ist die Voraussetzung reichlich erfüllt. Bei anderen Problemen, die uns nicht weniger interessieren, müssen wir uns oft bescheiden und können nur den Glücksfall um so höher preisen, wenn uns trotzdem einige Kenntnis zuteil wird. Ein solcher war der Paläontologie vor wenig mehr als 100 Jahren beschieden, als Steinbrucharbeiter in den Solnhofener Plattenkalken Mittelfrankens den Urvogel *Archaeopteryx* fanden. Das Unwahrscheinliche war geschehen, ein Vogel von Hühnergröße war mit seinen dünnen Knochen und mit dem Abdruck der Federn fossil erhalten geblieben, eingebettet im feinkörnigen Kalkschlick einer Lagune vor 140 Millionen Jahren. Der lange, aus 20 Wirbeln bestehende Schwanz und die Zähne im Kiefer könnten für ein Eidechsen-ähnliches Reptil sprechen, aber unverkennbar entscheidet das Federkleid für Flugfähigkeit und Warmblütigkeit und damit für die Zugehörigkeit zu den Vögeln. Durch den *Archaeopteryx* fällt schlagartig Licht auf die Frühgeschichte der Vögel; man hätte sich keine passendere Übergangsform zwischen Reptilien und Vögeln ausdenken können. Drei Exemplare kennt man, das erste ist in das Britische Museum in London gelangt, das zweite in das Berliner Museum in der Invalidenstraße in Ostberlin; das dritte wurde vor zehn Jahren entdeckt und befindet sich in Privathand.

4. Blütenpflanzen — Insekten — Säugetiere und Mensch

Je weiter die Entwicklung fortschreitet, desto vielfältiger werden Gestalten und Lebensweisen im Pflanzen- und Tierreich, besonders in der Erdneuzeit, in den letzten 60 Jahrmillionen. So vollzieht sich das Wechselspiel von Insekten und höheren Blütenpflanzen in ungleich größerem Maß als vorher: Die Spende von Honig und Blütenstaub an die Insekten wird von ihnen durch Bestäubung der Blüten, durch Verbreiten der Samen, durch Bekämpfen der Schädlinge vergolten. Ein überreiches Maß von Tier- und Pflanzenfunden steht uns zur Verfügung, wahre Schatzkammern fossilen Lebens haben sich erschließen lassen. Eine von ihnen ist der Bernstein Ostpreußens, die reichste Fundstelle für fossile Insekten überhaupt; das leichtflüssige Harz der Bernsteinbäume bereitete vielen Tausenden von Mücken, Fliegen, Termiten, Ameisen und anderen ein rasches Ende. Die Borsten an den Beinen, die Fühler am Kopf, die Augen sind deutlich erkennbar erhalten geblieben. Bei den besonders zahlreich gefundenen Ameisen kann man

geflügelte Männchen, geflügelte Weibchen und ungeflügelte Arbeiterinnen, manchmal noch bei ihrer Tätigkeit, beim Füttern der Brut erkennen; also auch Arbeitsteilung und Staatenbildung waren schon erreicht.

Zur gleichen Zeit werden die Säugetiere zum herrschenden Tierstamm auf den Festländern. Auf alle Kontinente breiten sie sich aus und bevölkern dank ihrer Warmblütigkeit, dank ihrer scharfen Sinne, dank ihres raschen Laufens und Springens usw. das Land von den Niederungen bis zu den Berggraten und in allen Klimazonen von der tropischen bis zur polaren; die allermeisten spezialisieren sich dabei auf eine bestimmte Hauptnahrung, auf bestimmte Fortbewegungsart usw., was jeweils zu speziellen Ausbildungen der Gliedmaßen, des Schädels, des Gebisses führt. Ein einziger Stamm unter den Säugetieren, die Primaten, verfällt dieser Spezialisierung nicht. Sie besitzen einfache Höckerzähne; bei ihrer kletternden Lebensweise bewahren sie die ursprüngliche Fünfzahl der Finger und Zehen und einen sehr ursprünglich gebauten Schultergürtel mit Schlüsselbein.

Durch ein Merkmal heben sie sich aber bereits im Alttertiär heraus: Die Wölbung ihres Schädeldachs und das Gehirnvolumen nehmen stärker zu als bei irgend einer anderen Säugetierordnung. An Gliedmaßenknochen aus dem jüngeren Tertiär wird bereits erkennbar, daß diesen Wesen der aufrechte Gang möglich wurde und aus Ablagerungen, die der späten Tertiärzeit angehören oder noch etwas jünger sind, werden Funde genannt, bei denen, besonders bei solchen aus Süd- und Ostafrika, die Frage nach dem Vorwiegen der äffischen oder der menschlichen zugunsten der menschlichen beantwortet wird. Von da an blüht dieser letzte neue Zweig am Stamm der Wirbeltiere, das geistbegabte Wesen, der Mensch in allen seinen Gestalten, vom Urmenschen aus der Steinzeit bis zu den gegenwärtigen Rassen. Er darf eine Welt sein eigen nennen, die, wie keine zuvor und undenkbar für paläozoische und mesozoische Zeiten, in den verschiedensten Landschaften ihren Glanz erhält vom Blühen und Fruchten der höheren Blütenpflanzen, in den Laubwäldern, Gebüschen und Wiesen, vom Flugspiel und Gesang der Vögel darüber; eine Welt, die in ihrer biologischen und ökologischen Vielfalt reicher ist als jede vor ihr. Er vermag als erster und einziger dies in seinem Bewußtsein zu erfassen und ist befähigt, sich in Werken seiner Hand und seines Geistes mitzuteilen, zugleich aber hin- und hergeworfen zwischen größtem Machtanspruch und selbstverleugnender Hingabe, höchstem Glück und tiefster Schuld. Unser Weg durch die Erdgeschichte und die Evolution endet beim Menschen, bei uns selbst.

IV. ÜBER URSACHEN DER EVOLUTION

Ganz unausweichlich stellt sich die Frage nach den wirkenden Ursachen einer solchen Evolution vom Niederen zum Höheren. Die Bemühungen um Antworten auf diese Frage sind das Kernstück moderner biologischer Forschung in allen ihren Zweigen. Solche Fragen wurden an dieser Stelle in Festvorträgen schon mehrmals berührt, als unsere hochverehrten Kollegen Prof. BUTENANDT 1958 über „Das Leben als Gegenstand chemischer Forschung" und Prof. LYNEN im vergangenen Jahr „Über chemische Baupläne des Lebendigen" sprachen. Einer einzelnen Disziplin, insbesondere wenn sie, wie die Paläontologie, mit ihren Objekten, so instruktiv sie sonst sein mögen, nicht experimentieren kann, sind für Antworten auf die direkte Ursachenfrage enge Grenzen gezogen. Aber innerhalb dieser Grenzen kann eine Aussage versucht werden.

1. Äußere Faktoren?

Der Beginn des Lebens muß in den Milliarden Jahren vor den ersten ansprechbaren Versteinerungen postuliert werden und bleibt dem Geologen und Paläontologen verschlossen. Für die späteren Zeiten wäre man angesichts der Fülle der Ereignisse während der Erdzeitalter, der Gebirgsentstehung und Abtragung, der Meeresüberflutungen und Trockenlegungen, der Kontinent- und Klimazonen-Verschiebungen usw. geneigt, solchen, zum Teil ja erdweit verbreiteten geologischen Wirkungen auch einen Einfluß auf die Evolution der Organismen zuzuschreiben. Wenn ein Meeresbecken durch eine Schwelle allmählich vom offenen Ozean abgeschnitten wird, und der Salzgehalt infolge Verdunstung ansteigt oder infolge von Süßwasserzuflüssen absinkt, können die Voraussetzungen für die Entfaltung neuer Formen des pflanzlichen und tierischen Lebens an dieser Stelle gegeben sein. Aber auch unter günstigen Vorbedingungen dürfte die nachträgliche Aufklärung der ja sehr komplexen biologischen Vorgänge und ihrer Ursachen schwierig und mehrdeutig sein. Selbst sehr auffallende Tatsachen entziehen sich oft einer raschen Klärung.

Doch ist im allgemeinen kein Zusammenhang zwischen Entfaltung einzelner Tier- und Pflanzenordnungen und äußeren Ereignissen zu erkennen. Bei den Meerestieren fallen für die Muscheln die Höhepunkte ihrer Entfaltung nicht zusammen mit denen der Tintenfische und diese nicht mit denen der Gliedertiere usw. Nicht anders ist es bei den Landlebewesen. Ja, einige Stämme zeigen sich überhaupt unberührt und dauern durch lange Jahrmillionen; es gibt Meerestiere, die nahezu unverändert aus dem Paläozoikum auf uns gekommen sind. Als hätte sich während mehrerer Hundertjahrmillionen überhaupt nichts ereignet, so muten uns die Muschel *Nucula,* die Schnecke *Capulus,* das Krebschen *Estheria* und andere an. Solche Dauerformen sind uns nicht unwillkommen, denn sie machen uns unmißverständlich klar, daß es so phantastische Ereignisse, wie Mondeinstürze, Welteiseinbrüche und ähnliche „Katastrophen" nie gegeben hat. Da sich aus der

Erdgeschichte einige Zeiten durch besonders starke Veränderungen in der Pflanzen- und Tierwelt herausheben und es schwer fällt, eine gemeinsame irdische Ursache für solche Vorgänge zu erkennen, ist die Diskussion über Kräfte weiter reichender Natur, insbesondere über vermehrte kosmische Strahlung zu gewissen Zeiten, weiterhin in Gang.

2. Innere Faktoren, Anlaufzeit, Aufblühzeit

Wenn man die Frage nach den wirkenden Ursachen für die Evolution umkehrt und auf die Ursachen des Aussterbens richtet, vermag die Paläontologie einige Beiträge zu leisten. Keiner der großen Tierstämme, deren Emporblühen und Aussterben anhand von fossilen Dokumenten verfolgt werden können, wird vom Niedergang plötzlich, unvorhersehbar betroffen; die Höhepunkte jeder Entfaltung heben sich heraus: hohe Zahl der Arten, Gattungen und Familien läßt die Formenfülle erkennen, Massenvorkommen führen oftmals zur organogenen Gesteinsbildung, weite geographische Verbreitung zeigt ökologische Differenzierung. Aber während eines solchen Höhepunktes kündigt sich zugleich der Niedergang an.

Unter den Landtieren ist die Geschichte der Saurier des Mesozoikums besonders eindrucksvoll. Man kennt sie gut aus dem westlichen Nordamerika und aus dem südlichen Ostafrika. Zu ihnen gehören die Dinosaurier-Riesen mit 30 Metern Länge ebenso wie zierliche Zwergsaurier von der Größe eines Huhnes, gleich einem kleinen Springsaurier aus den Solnhofener Plattenkalken, Zeitgenossen des Urvogels. Harmlose Pflanzenfresser mit einem Reibeisengebiß aus Hunderten dichtstehender kleiner Zähnchen sind überliefert, ebenso gefährliche Raubtiere mit mehreren Dutzend scharfer Fangzähne im Maul. Die Dinosaurier lassen die gewagtesten Spezialisierungen erkennen. Im Verhältnis zur Körpergröße ist das Gehirn geradezu winzig, wird aber in der Gegend der Lendenwirbel und des Kreuzbeins durch eine Verdickung des Rückenmarks, die das Gehirn an Volumen übertrifft, in der Beherrschung der gewaltigen Hinterbeine unterstützt.

Eine besondere Blüte brachten die Reptilien in den Flugsauriern hervor; der 4. Finger ist auf das Zwanzigfache der übrigen Finger verlängert; wir kennen sie hier in Bayern besonders gut, denn ihre Hauptlagerstätte sind wieder die Solnhofener Plattenkalke in Mittelfranken. Ihre Größe reicht vom Sperling bis zur Krähe. Was die Solnhofener Funde so unvergleichlich auszeichnet, ist die besonders schöne Erhaltung; wie beim Urvogel die Abdrücke der Federn im feinkörnigen Kalkschlick bewahrt wurden, so bei den Flugsauriern die Abdrücke der der Flughaut, die sich von der Spitze des verlängerten Fingers zum Oberarm und zum Körper spannte. Während der folgenden Kreideformation entwickeln sich die Flugsaurier in Nordamerika zu Riesen mit über 7 Meter Flügelspannweite, mit der sie auch die heutigen Kondore Südamerikas übertreffen. Keiner der Saurier überlebt das Ende der Kreideformation. Trotz ihres Gestaltenreichtums sind sie ausgestorben. Es ist nicht so, daß sie etwa von anderen verdrängt wurden, die dann ihren Platz einnahmen; denn Riesengestalten, wie sie den Dinosauriern

hätten gefährlich werden können, bringen die ihnen folgenden Säugetiere erst viel später hervor. Auch bei den Sauriern erhält man den gleichen Eindruck wie etwa beim Aussterben der Ammoniten: Im Anfang der Entfaltung galten strenge Formgesetze, die Größe des Körpers blieb mäßig, auch in bezug auf seine einzelnen Teile, Vorder- und Hintergliedmaßen waren wenig verschieden, der Schädel und das Gebiß zeigten keine besonderen Spezialisierungen. In der Spätzeit aber lockerten sich die Bindungen; der Gesamtkörper wie einzelne Teile gerieten übermäßig groß; Spezialisierungen an den Gliedmaßen, am Schädel und am Gebiß mehrten sich. Im späten Mesozoikum hatte der Stamm der Saurier dieses Stadium erreicht. Es ist daher gar nicht notwendig, eine besondere Ursache für das alsbaldige Aussterben zu suchen. Denn einseitig spezialisierte Lebewesen, die auf eine ganz bestimmte Lebensweise unter engen, für sie selbst vielleicht sehr günstigen Bedingungen eingestellt sind, können sich bei Veränderungen nicht mehr umstellen. So kann ein Gipfel der Entfaltung zugleich höchste Gefährdung des Stammes bedeuten. Nur verhältnismäßig unscheinbare, an den geschilderten übertriebenen Spezialisierungen nicht beteiligte Formen überdauern die kritische Zeit. Die Saurier sind verschwunden; als ihre nächsten Verwandten haben sich bis heute nur die Schildkröten, die Krokodile, Eidechsen und Schlangen und die altertümliche Brückenechse in Neuseeland erhalten.

Wir brauchen aber gar nicht in die Zeit der Ammoniten und Saurier zurückzugehen, um solchem Niedergang und Aussterben zu begegnen. Auch unter den Säugetieren, die ja zu den begünstigten der höheren Wirbeltiere gehören, spielen sich ähnliche Vorgänge ab. Ein vorstehender Eckzahn ist für ein Raubtier beim Schlagen der Beute ein äußerst nützliches Instrument; was aber wird geschehen, wenn sich dieser Eckzahn zu einer scharfen, dünnen, dolchartigen Schneide verlängert, wie es bei den Säbelzahntigern während des Tertiärs geschieht. In dem Skelett eines Elefanten-Verwandten, das vor dem Krieg bei Memmingen ausgegraben worden war, steckte ein abgebrochener Eckzahn eines Säbelzahntigers; offenbar war das Tier beim Fraß etwas unvorsichtig ans Werk gegangen und hatte dabei einen Eckzahn eingebüßt. Nicht anders ist für ein Reh oder einen Hirsch ein Geweih von einem gewissen Ausmaß im Kampf der männlichen Tiere oder in der Abwehr von Raubtieren sicherlich nützlich; werden aber, wie bei den Riesenhirschen, die Geweihe übergroß und klaftern sie bis zu 4 Metern, dann nötigen sie ihre Träger aus dem schützenden Wald heraus in die Steppe; das bedeutet, auf lange Zeit gesehen, eine Gefährdung. Hat die Entwicklung eine Veränderung eingeschlagen, so läuft sie weiter; von einem Selbstregulativ des Organismus oder der Art allein ist nichts zu bemerken.

Welche Folgerungen können aus dem bisher Dargestellten gezogen werden? Der uneinheitliche Verlauf der Evolutionsreihen und ihrer Höhepunkte bei den verschiedenen Stämmen des Tierreiches macht es unwahrscheinlich, daß äußere Faktoren auf die Evolution einen direkten entscheidenden Einfluß nehmen. Vielmehr zeigt das so unterschiedliche Verhalten der einzelnen Stämme unter gleichen Vor-

aussetzungen und zur gleichen Zeit an, daß innere Faktoren, die in der unterschiedlichen Struktur der Stämme begründet liegen, das Evolutionsgeschehen mitsteuern.

Die Entfaltung der Pflanzen und Tiere erscheint nicht als ein gleichmäßiger Strom, sondern gliedert sich in Vorgänge, die einander stufenweise folgen. Wo man es überblicken kann, beginnt die Entfaltung mit einer oft formationslangen Anlaufzeit, während der sich unscheinbare, nicht spezialisierte Formen in geringer Zahl und spärlicher Verbreitung meist nur wenig verändern. Bei den Reptilien dauert diese Anlaufzeit vom Karbon bis zum Perm, bei den Vögeln durch Jura und Kreide. Neue Entfaltungen gehen nur von nicht spezialisierten Formen aus; Rückschläge bereits spezialisierter Formen in vorherige Stadien sind — vielleicht bei wenigen, diskutierbaren Ausnahmen — nicht vorgekommen. Geradezu als Gesetze sind diese beiden Erfahrungen formuliert worden. Der nordamerikanische Wirbeltier-Paläontologe Cope hat bereits in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sein „Gesetz des Unspezialisierten" ausgesprochen, der belgische Paläontologe Dollo im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts sein Gesetz von der Nichtumkehrbarkeit der Entwicklung.

Dann folgt eine Zeit des Aufblühens, die nicht selten nur verhältnismäßig kurz dauert; sie kann, wie wir es bei devonischen Landpflanzen und bei den säugerähnlichen Reptilien gesehen haben, mit dem Eröffnen und Besetzen neuer Lebensräume einhergehen. Ernst Haeckel hat sie 1866 schon erfaßt und als Epacme bezeichnet. Immer wieder haben Paläontologen diese entscheidende Phase studiert und sie jeweils unter verschiedenen Namen auch etwas verschieden gesehen, von der Metakinese von Otto Jaeckel 1902 über die Virenzperiode Rudolf Wedekind's 1920 bis zur Typogenese von Otto Schindewolf 1950, um nur einige aufzuführen.

Als Ganzes zeigt sich in jedem Stamm die Aufblühphase als eine Höherentwicklung, als Anagenese, wie sie Rensch bezeichnet. Höherentwicklung ist ein zutiefst menschlicher Gedanke, den bereits Anaximander im 6. Jahrhundert v. Chr. ausgesprochen hat, als er aus dem Urschlamm zunächst fischartige Wesen, dann Landtiere und schließlich den Menschen entstanden dachte. In der Aufblühphase steckt als eine mögliche Folge der Spezialisierung zugleich der Keim für einen darauf folgenden Niedergang, oft bis zum Aussterben. Spezialisierung auf bestimmte Lebensweisen kann bedeuten, daß die Nutzung später gebotener Möglichkeiten verscherzt ist. Hätten sich zum Beispiel im Stamm der Säugetiere neben allen anderen auch die höheren Primaten schon im Tertiär spezialisiert, so hätte ihre Weiterentwicklung wohl auch im tropischen Urwald wie in einer Sackgasse geendet und nicht zum Menschen geführt.

V. ZUR DEUTUNG DER EVOLUTION

Vergleichen wir schließlich das Bild der Evolution, wie wir es aus dem fossilen Material gewonnen haben, mit dem Ergebnis der experimentellen biologischen Wissenschaften, Zoologie, Botanik, Genetik, Biochemie! Der Grundgedanke von CHARLES DARWIN, daß sich die Arten durch Auslese im Kampf ums Dasein verändern, ist heute unbestritten. Wenn DARWIN noch die individuellen Varianten der einzelnen Art als die Objekte der auslesenden Faktoren, entsprechend dem damaligen Kenntnisstand, sah, treten an deren Stelle heute die erblichen Mutanten, die sprunghaft veränderten Individuen in einer sonst genetisch einheitlichen Population. Die Biochemie gewährt bereits einen tiefen Einblick in die Struktur des Erbgutes und in den Mechanismus ihrer Veränderungen. Die Evolution des Lebens ergibt sich danach als Mikroevolution aus der Summierung zufälliger Mutationen und aus ihrer Auslese unter den äußeren Bedingungen. Der Widerhall aus dem Kreis der Paläontologen auf die Mikroevolution ist nicht einheitlich. Neben voller Zustimmung findet sich der Einwand, daß für Änderungen, wie sie das fossile Fundgut zeigt, selbst die Jahrmillionen der Erdgeschichte nicht ausreichen würden, und daß man vielmehr, wie es SCHINDEWOLF tut, an Großmutationen und an eine Art von Makroevolution denken müsse. Im gegenwärtigen Stand läßt sich die Frage nicht entscheiden.

Die Erklärung der Entfaltung des Lebens ausschließlich mit Hilfe von Mutationen und Auslese, zwei, soweit wir es wissen, zufallsbedingten Faktoren, weckt ein Unbehagen, das sich steigert, je mehr in den Einzelheiten die Vielfalt der Lebensvorgänge, die Großartigkeit der Entwicklung und die differenzierten Leistungen der Organismen sichtbar werden. Entschiedener Widerspruch hat sich gegen die mechanistische (mit RENSCH besser gegen die kausalistische) Deutung der Evolution erhoben und zu einer vitalistischen Auffassung geführt, die dem Lebendigen einen eigenen Vervollkommnungstrieb zuschreibt, der mit chemisch-physikalischen Methoden nicht erfaßbar sei.

Die kausalistische Deutung der Evolution, wie sie am treffendsten Bernhard RENSCH vertritt, zeigt einen, man kann sagen, lückenlosen Weg vom unbelebten Molekül bis zum Menschen auf. Dem gegenüber steht die unbegreifliche und unleugbare Harmonie, die durch eine jahrmillionenlange Geschichte das Leben zur heutigen Blüte gleichermaßen erstehen ließ, wie sie aus einer befruchteten Eizelle nicht irgendein Wesen, sondern das unverwechselbare Kind seiner Eltern hervorgehen läßt. Beide Aussagen können sich nicht ausschließen; sie liegen auf verschiedener Ebene. Ein Gemälde ist die Summe seiner Pinselstriche, sicherlich, wie hätte es anders entstehen können; gleichzeitig aber und in einer höheren Wirklichkeit bedeutet es Wesen und Wollen der Künstlerpersönlichkeit. Der Frage nach der Bedeutung der Evolution können wir uns nicht entziehen, die wir als Menschen in ihr an bevorzugter Stelle als ihre Krönung stehen. Jeder einzelne trägt in sich die ganze jahrmillionenlange Geschichte seiner Herkunft; sie vereinigt sich in ihm wie in einem Strahlenkegel und wirkt durch ihn in die Zukunft.

BRINK, A. S., 1957: Speculations on some advanced mammalian characteristics in the higher mammal-like reptiles. — Palaeont Afric., **4**, 77—96. Johannesburg

BROILI, F. & J. SCHRÖDER, 1935: Beobachtungen an Wirbeltieren der Karrooformation. VII. Ein neuer Bauriamorphe aus der Cynognathus-Zone. — Sitz. Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Abt., 115—180. München

— 1936: Beobachtungen an Wirbeltieren der Karrooformation. XIX. Ein neuer Fund von Tritylodon Owen. — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss Abt., 187—228.

BUTENANDT, A., 1958: Das Leben als Gegenstand chemischer Forschung. — Münch. Universitätsreden, NF. **23**, 10—26. München (Max Hueber)

DEHM, R., 1963: Das Ursachen- und Zeitproblem in der Stammesgeschichte. — Naturw. Rundschau, **16**, 127—134. Stuttgart

— 1965: Klima und Wirbeltier-Entfaltung in Südafrika während Perm und Trias. — Senck. leth. **46 a** (Weiler-Festschrift), 35—44. Frankfurt am Main

GOTHAN, W. & H.WEYLAND, 1964: Lehrbuch der Paläobotanik. — 2. Aufl. 1—594. Berlin (Akademie-Verlag)

HEBERER, G., 1954—1959: Die Evolution der Organismen. Ergebnisse und Probleme der Abstammungslehre. — 1—1326. Stuttgart (Fischer)

JARVIK, E., 1952: On the Fish-like Tail in the Ichthyostegid Stegocephalians. — Meddel. om Gronland, **114**, Nr. 12, 1—90 Kopenhagen

KÜHN, OTHMAR, 1961: Die Paläontologie im Weltbilde der Gegenwart. Inaugurationsrede. — 1—9. Wien (Universität)

KUHN-SCHNYDER, E., 1953: Geschichte der Wirbeltiere. — 1—156, Basel (G. Schwabe)

— 1964: Das Leben im Strom der Zeit. — In: H. Barth, K. Daumer u. a., Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert, 213—246. Bern und München (Francke)

KULP, J. L., 1960: The Geological Time Scale. — Internat. Geol. Congress Report Twenty-First Session Norden 1960. Part III. Pre-Quaternary absolute age determination. 18—27. Copenhagen

LYNEN, F., 1965: Über chemische Baupläne des Lebendigen. — Münch. Universitätsreden, NF. **23**, 10—26. München (Max Hueber)

MÄGDEFRAU, K., 1956: Paläobiologie der Pflanzen. — 3. Aufl., 1—443. Jena (Fischer)

MAYR, E., 1963: Animal Species and Evolution. — 1—797. Cambridge, Mass. (Belknap Press)

PLUMSTEAD, E. P., 1956: Bisexual fructifications borne on Glossopteris leaves from South Africa. — Palaeontographica, (B) **100**, 1—25. Stuttgart

— 1963: The influence of Plants and Environment on the Developing Animal Life of Karroo Times. — South Afr. J. Sc., **59**, 147—152. Johannesburg

RENSCH, B., 1954: Neuere Probleme der Abstammungslehre. — 2. Aufl., 1—436. Stuttgart (F. Enke)

Säve-Söderbergh, G., 1932: Preliminary Note on Devonian Stegocephalians from East Greenland. — Meddel. om Gronland, 94, 1—81. Kopenhagen

Schindewolf, O. H., 1950: Grundfragen der Paläontologie. — 1—505. Stuttgart (Schweizerbart)

— 1963: Neokatastrophismus? — Z. deutsch. geol. Ges., 114 (1962), 430—445. Hannover

Simpson, G. G., 1944: Tempo and Mode in Evolution. — 1—237. New York (Columbia University Press)

Van Valen, L., 1960: Therapsids as mammals. — Evolution, 14, 304—313. New York

Zimmermann, W., 1949: Geschichte der Pflanzen. — 1—111. Stuttgart (Thieme)

Heft 13: Feier des 150. Geburtstages von Adalbert Stifter
Hermann Kunisch, **Mensch und Wirklichkeit bei Adalbert Stifter**
Groß 8°. 16 Seiten — vergriffen

Heft 14: Nikolaus Monzel, **Was ist christliche Gesellschaftslehre?**
Groß 8°. 24 Seiten. geh. DM 1,50

Heft 15: **Die Schweizer Gastvorlesungen**
vom 7. bis 9. Mai 1956 in der Universität München
Groß 8°. 36 Seiten, geh. DM 2,50

Heft 16: Romano Guardini, **Das Licht bei Dante**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 17: **Ansprache des Rektors Melchior Westhues beim 484. Stiftungsfest der Ludwig-Maximilians-Universität**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 18: Friedrich Klingner, **Würde der Dichtkunst**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM 1,—

Heft 19: Werner Leibbrand, Paul Matussek, Romano Guardini, **Sigmund Freud**
Gedenkfeier zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages
Groß 8°. 40 Seiten, geh. DM 2,50

Heft 20: Rudolf Pfeiffer, **Von der Liebe zu den Griechen**
Groß 8°. 24 Seiten, geh. DM 1,50

Heft 21: Egon Wiberg, **Vom Stein der Weisen**
Groß 8°. 20 Seiten, geh. DM 1,50

Heft 22: Alfred Marchionini, **Selbstaufopferung im Dienste der praktischen und wissenschaftlichen Heilkunde**
Groß 8°. 28 Seiten, geh. DM 2,—

Heft 23: Adolf Butenandt, **Das Leben als Gegenstand chemischer Forschung**
Groß 8°. 28 Seiten, geh. DM 2,—

Heft 24: Joseph Pascher, **Die christliche Eucharistiefeier als dramatische Darstellung des geschichtlichen Abendmahles**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,40

Heft 25: Friedrich Lütge, **Geschichte, Wirtschaft, Wirtschaftsgeschichte**
Groß 8°. 20 Seiten, geh. DM 1,60

Heft 26: Eugen Ulmer, **Wege zu Europäischer Rechtseinheit**
Groß 8°. 16 Seiten — vergriffen

Heft 27: Johannes Theodorakopoulos, **Philosophie und Religion**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,50

Heft 28: Thrasybulos Georgiades, **Sakral und Profan in der Musik**
Groß 8°. 12 Seiten, vergriffen

Heft 29: Julius Speer, **Wald und Forstwirtschaft in der Industriegesellschaft**
Groß 8°. 16 Seiten — vergriffen

Heft 30: Jacques Albert Cuttat, **Die geistige Bedeutung Asiens und des Abendlandes füreinander**
Groß 8°. 36 Seiten, geh. DM 2,80

Heft 31: Wolfgang Clemen, **Das Wesen der Dichtung in der Sicht moderner englischer und amerikanischer Dichter**
Groß 8°. 20 Seiten, geh. DM 1,60

Heft 32: Hans Liebmann, **Biologisches Denken als Voraussetzung einer modernen Wasserwirtschaft**
Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM 1,20

Heft 33: Hugo Kuhn, **Rittertum und Mystik**
Groß 8°. 14 Seiten, geh. DM 1,60

Heft 34: Walter Rollwagen, **Das Elektron der Physiker**
Groß 8°. 13 Seiten, geh. DM 1,60

Heft 35: Karl Engisch, **Wahrheit und Richtigkeit im juristischen Denken**
Groß 8°. 24 Seiten, geh. DM 2,—

Heft 36: Gerhard Weber, **Kinderheilkunde als Sonderfach der klinischen Medizin**
Groß 8°. 16 Seiten, geh. DM 1,80

Heft 37: Georg Schwaiger, **Ignaz von Döllinger**
Groß 8°. 18 Seiten, geh. DM 2,—

Heft 38: Michael Schmaus, **Das Paradies**
Groß 8°. 30 Seiten, geh. DM 2,80

Heft 39: Ludwig Kotter, **Vom Recht des Tieres**
Groß 8°. 14 Seiten, geh. DM 1,80

Heft 40: Feodor Lynen, **Über chemische Baupläne des Lebendigen**
Groß 8°. 20 Seiten, geh. DM 2,—

Heft 41: Wolfgang Stegmüller, **Einheit und Problematik der wissenschaftlichen Welterkenntnis**
Groß 8°. 22 Seiten, geh. DM 2,40

MAX HUEBER VERLAG MÜNCHEN