

Stufen in der ganzen Kirche weiterwirken. Es gibt in Indien fast 22 000 Schwestern, für deren Bildung viel mehr geschehen müßte. Wir haben die Katechisten, deren Vorbereitung besondere Sorge verlangt; wir haben wachsende Gruppen von Laien, die für tiefere theologische Bildung sehr aufgeschlossen sind; wir finden bei der Arbeiterjugend das dringende Bedürfnis einer intensiveren religiösen Bildung und Formung. Auf all diesen Stufen handelt es sich um die gleiche Aufgabe: nicht nur ein bestimmtes Quantum religiöser Kenntnisse zu vermitteln, sondern sie einzuführen in das lebendige Verständnis der Kirche und der christlichen Botschaft für Indien.

Das Ende des „Stammbaums“

Paul Overhage SJ

Der klassische „Stammbaum“ der Organismen, der Pflanzen und Tiere, wie er in den älteren Lehrbüchern abgebildet ist, befindet sich zur Zeit in einer tiefgreifenden, seine Grundlagen erfassenden Umwandlung. Der einheitliche „Stamm“, der sich immer höher entwickeln und dabei seitwärts aufsteigende „Äste“ austreiben sollte, löst sich immer stärker in eine Reihe kleinerer, selbständiger paralleler „Stämme“ auf, die allem Anschein nach schon in den ältesten, noch Fossilien enthaltenden Schichten des Kambrium und Ordovizium wohl ausgeprägt und strukturell verschieden nebeneinanderstehen. Jede einzelne Stammgruppe erfährt dann anschließend ihre eigene Evolution, in deren Verlauf aber die schon bei den ältesten, fossil überlieferten Vertretern vorliegende anatomische Grundkonstruktion erstaunlich konservativ bis zu den jüngsten Abkömmlingen beibehalten wird.

Dieser Befund zahlreicher, wohl unterschiedener, selbständiger, sich nebeneinander entwickelnder Organismengruppen war schon von den Wirbellosen Tieren bekannt, die im Kambrium bzw. Ordovizium in ihren charakteristischen Stammlien in Erscheinung treten. Er wurde in den letzten Jahren durch subtile, vergleichend anatomische Untersuchungen, besonders der schwedischen paläontologischen Schule, auch bei den Wirbeltieren nachgewiesen und scheint in gleicher Weise auch bei der Pflanzenwelt verwirklicht zu sein, wie aus den beiden Abbildungen 1 und 2 hervorgeht. Ob und wo und wie diese unabhängig nebeneinanderstehenden Stämme des Organismenreiches in vorkambrischen Zeiten zusammentreffen, welche Zeit-

räume sie zur Evolution ihres hochentwickelten Organisationsmusters benötigen, mit dem sie in der Fossilüberlieferung zum ersten Mal erscheinen, und wie dieses im einzelnen verwirklicht wurde, ist unbekannt, weil aus dem vorkambrischen Erdzeitalter, das von weitaus längerer Dauer war als sämtliche nachfolgenden Perioden zusammengenommen, keine versteinerten Reste von Lebewesen überliefert sind. Aus dem „Stammbaum“ der Organismen wird also in den für uns überschaubaren geologischen Epochen in gleichem Maß, wie sich die Fossilfunde und die vergleichend anatomischen Untersuchungen mehren, immer stärker ein „Stammschrauch“ mit einzelnen getrennten „Stämmen“, deren Wurzelgrund unbekannt ist.

DIE PFLANZENWELT

Den „Stammbaum“ der Pflanzen betrachtete man als eine Aufeinanderfolge jeweils höherrangiger Gruppen, von denen jedesmal die spätere irgendwie in der voraufgegangenen wurzeln sollte. So kam man zu der Abfolge: Algen – Psilophyten – Pteridospermen (Farnartige) – Gymnospermen (Nacktsamer) – Angiospermen (Anthophyten oder Blütenpflanzen). Diese Gruppen lösten sich im Verlauf der Erdzeitalter im großen und ganzen in ihrer Vorherrschaft ab, was die Richtigkeit dieser „Stammbaum“-Konstruktion zu bestätigen schien. Tatsächlich kannte man bisher vom ältesten Kambrium bis zum Ende des Ordoviziums nur fossile Reste von algenartigen Gewächsen. Im Gotlandium erschien dann die Psilophyten-Flora, die uns vor allem aus devonischen Kieselbänken von Rhynia in Schottland in reicher Differenzierung und teilweise außergewöhnlich guter Erhaltung überliefert ist. Die Psilophyten sind einfache, sporenbildende Landpflanzen mit echten Gefäßen, aber ohne echte Wurzeln und Blätter. Von ihnen leitete man die gesamte spätere, höherentwickelte Flora ab.

Bisher galt die „Baragwanthia-Flora“ aus dem Gotlandium Australiens, deren Vertreter man zu den Lepidophyten, bisweilen auch zu den Psilophyten stellte, als die älteste Flora unterschiedlicher Gefäßpflanzen. Jedoch sind die Psilophyten nicht mehr die ältesten. Man hat nämlich Funde von Sporen in kambrischen Ablagerungen gemacht, wie Remy (1955), Leclercq (1956), Andrews (1959) und Axelrod (1959) berichteten. Diese Sporen, unter denen bis 60 Gattungen unterschieden werden konnten und deren so frühes Auftreten sich nicht durch Verunreinigungen erklären lässt, sind nach Axelrod kutinisiert, stammen also von Landpflanzen. Mit ihnen zusammen wurden außerdem noch hinreichend gut erhaltene Reste von Holzgeweben mit Treppen- und Siebtracheen gefunden, die auf moos- und farnartige Pflanzen hinweisen. Andrews hat die von Krishtoforich beschriebenen, dem ost-sibirischen Kambrium entnommenen Reste von Gefäß- und Landpflanzen überprüft. Ihr Alter sei durch einen typischen Trilobitenhorizont gesichert. Es handelt sich um „*Aldanophyton antiquissimum*“, eine Pflanze, die zu den Bärlappgewächsen (Lycopodiales) Beziehungen zeigt und eine komplexere Struktur als die Psilo-

phyten aufweist. Sie ist in Schößlingen von 8,5 cm Länge und 1,3 cm Breite mit Mikrophyllen von 9 mm fossil überliefert. Ihre genaue systematische Stellung lässt sich aber wegen des Fehlens von Sporangien nicht ermitteln. Auf jeden Fall kann man jetzt nicht mehr von einer „reinen Algenzeit“ vor dem Gotlandium noch von den Psilophyten als „ersten Landpflanzen“ sprechen.

Diese neuen Befunde weisen darauf hin, daß auch die Pflanzenwelt des Kambriums, wie George (1960) sagt, schon durch eine nach Alter und Größe ähnliche Mannigfaltigkeit wie die Tierwelt gekennzeichnet gewesen ist. Axelrod postuliert deswegen eine komplexe Stammsgeschichte der Gefäßpflanzen schon seit präkambrischen Zeiten. Die Psilophyten haben nach ihm schon im Kambrium existiert. Ihre strukturell so unterschiedlichen Vertreter des Gotlandium und Devon seien nicht der Wurzelgrund der höheren Gefäßpflanzen, sondern Angehörige einer alten, bis ins Devon überlebenden Gruppe, die sich außerordentlich langsam (bradytelisch) entwickelte und aus „nichtverwandten Pflanzen von verschiedenen primitiven (psilophytischen) Stadien der Evolution“ zusammensetzte. Damit mehre sich das Beweismaterial, wie Axelrod sagt, daß die höheren Pflanzen mehrstämmig (polyphyletisch) in der Algenflora wurzeln, d. h. daß ihre Stämme unabhängig voneinander aus verschiedenen Algengruppen hervorgegangen sind. Diese Entdeckung eines polyphyletischen Aufsteigens der einzelnen Pflanzenstämme, die in zunehmendem Maß auch bei den späteren Pflanzengruppen und ebenso, wie wir noch sehen werden, auch bei den Wirbeltieren (Abb. 2) gemacht wird, ändert die bisherigen Vorstellungen über den „Stammbaum“ der Pflanzen tiefgreifend ab und gibt diesem ein andersartiges Gepräge (Abb. 1).

Die Verwurzelung der großen Pflanzenstämme und ihrer Hauptgruppen oder der „phylogenetische Ort“, von dem die verschiedenen, als selbständige Deszendenzlinien erkannten Organismenfolgen jeweils ihren Ausgang nahmen, ist unbekannt. Alle sich parallel nebeneinander entwickelnden größeren Formgruppen im Rang von Stämmen, Klassen, Ordnungen und weithin auch Familien steigen aus einem „leeren Raum des Ursprungs“ auf, über den wir an anderer Stelle¹ gesprochen haben. Ihre stammsgeschichtlichen Beziehungen zueinander und zu voraufgehenden Gruppen eines anderen, niedrigeren Organisationsstadiums lassen sich wegen des Fehlens fossiler Belege nicht eindeutig erkennen und erhärten. Abbildung 1 bringt diesen Befund deutlich zum Ausdruck. Alle Stämme der Pflanzenwelt (Psilophyta, Lepidophyta, Arthrophyta, Pteridophyta, Coniferophyta, Pteridospermophyta, Gnetophyta, Cycadophyta, Anthophyta) und ihre Hauptgruppen, in die sie sich gliedern, lassen sich deshalb nur hypothetisch – ausgedrückt durch die unterbrochenen Linien – mit älteren Formgruppen in Verbindung bringen. Irgendwo und irgendwie und irgendwann sind sie im Präkambrium oder in den Tiefen des Paläophytikums entstanden, aber man weiß nicht, wo und wie und wann.

¹ P. OVERHAGE SJ: *Der „leere Raum des Ursprungs“*, in dieser Zschr. 169 (1961/62), 339–351.

DIE WIRBELLOSEN TIERE

Deutlicher offenbaren sich die eben geschilderten Phänomene bei der fossilen Tierwelt, weil diese insgesamt besser überliefert ist. Auch der „Stammbaum“ der Tiere weist an seiner Basis eine empfindliche und auffällige Lücke auf, so daß wir seinen Ursprung nicht kennen. Noch nicht einmal über die Gründe für das Zustandekommen dieser so einschneidenden und durchgreifenden Faunenwende Präkambrium-Kambrium läßt sich etwas Verbindliches sagen. Die Geschichte der Tierwelt setzt im Kambrium völlig abrupt mit einer ungeheuren Fülle und Mannigfaltigkeit hochentwickelter, in zahlreiche Stämme und Klassen gegliederter Organismen ein. In den kambrischen Schichten lagern – um nur die Hauptgruppen zu nennen, zu denen im Ordovizium weitere hinzutreten – Reste mikroskopisch kleiner Lebewesen (Foraminiferen, Radiolarien), Vertreter der Schwämme und Nesseltiere, ähnlich den späteren echten Korallen, der Armkiemer und Kopffüßler. Es finden sich Weichtiere, unter ihnen schon die ersten Muscheln, verschiedene Formen der seeigelartigen Stachelhäuter und der Gliedertiere, die ein spinnen- oder krebsartiges Aussehen haben, vor allem Trilobiten in außerordentlicher Fülle und reichster Abwandlung. Dazu gesellen sich noch wurmartige (Anneliden) und einige andere Formen (Chaetognathen, Tunicaten). Es ist das die Welt der „Wirbellosen Tiere“, die schon hierarchisch (in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) gegliedert ist und ihre Formenfertigkeit in den nachfolgenden Perioden, besonders des Ordoviziums und Gotlandiums, noch erheblich steigert.

Es besteht keine Möglichkeit, diese Überfülle verschiedenartiger Gestalten innerhalb der ältesten, fossilführenden Schicht des Kambriums aufeinander zurückzuführen oder auch nur zu entscheiden, welche unter ihnen die primitivsten sind. Diese Formenmannigfaltigkeit von nicht belegten, rein gedanklich konstruierten Formen der vorkambrischen Zeit herzuleiten, bleibt hypothetisch und unbefriedigend. Gewiß versucht man immer wieder, sich auf Grund eines Vergleichs fossiler und jetztlebender Wirbelloser Tiere und ihrer organisatorischen Ähnlichkeiten eine Vorstellung der unbekannten Ahnen zu bilden und z. B. die Gliedertiere wegen ihrer Segmentierung und ihres Strickleiternervensystems etwa an die Ringelwürmer anzuschließen, aber derartige Aussagen, die dazu noch von der Grundeinstellung des Forschers beeinflußt werden, überschreiten jede Erfahrungsgrundlage und entziehen sich einer Nachprüfung am fossilen Material, weil eben das Präkambrium praktisch fossilleer ist. Deshalb lassen sich auch keine einigermaßen gesicherte Angaben über die Art und Dauer der vorkambrischen Evolution machen. Wohl nimmt man mit Recht an, daß die kambrische Fauna polyphyletisch in der vorkambrischen Organismenwelt wurzelt. Die Stämme der Wirbellosen Tiere stehen schon vom Unteren Kambrium ab ihrer anatomischen Grundkonstruktion

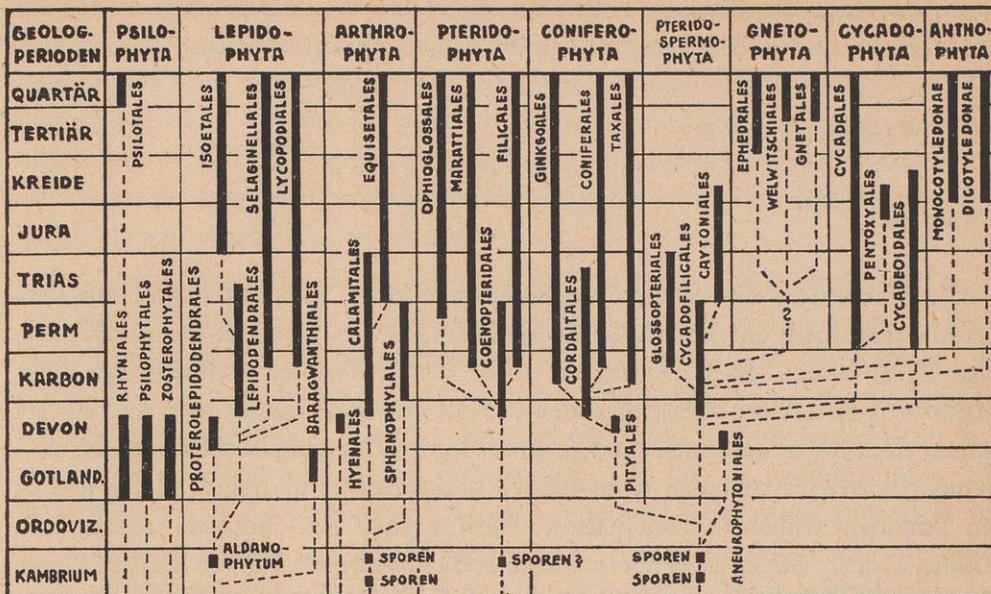


Abb. 1: Stammbaumsgeschichtliche Entfaltung der höheren Pflanzen. Erläuterung im Text. In Anlehnung an AXELROD 1959.

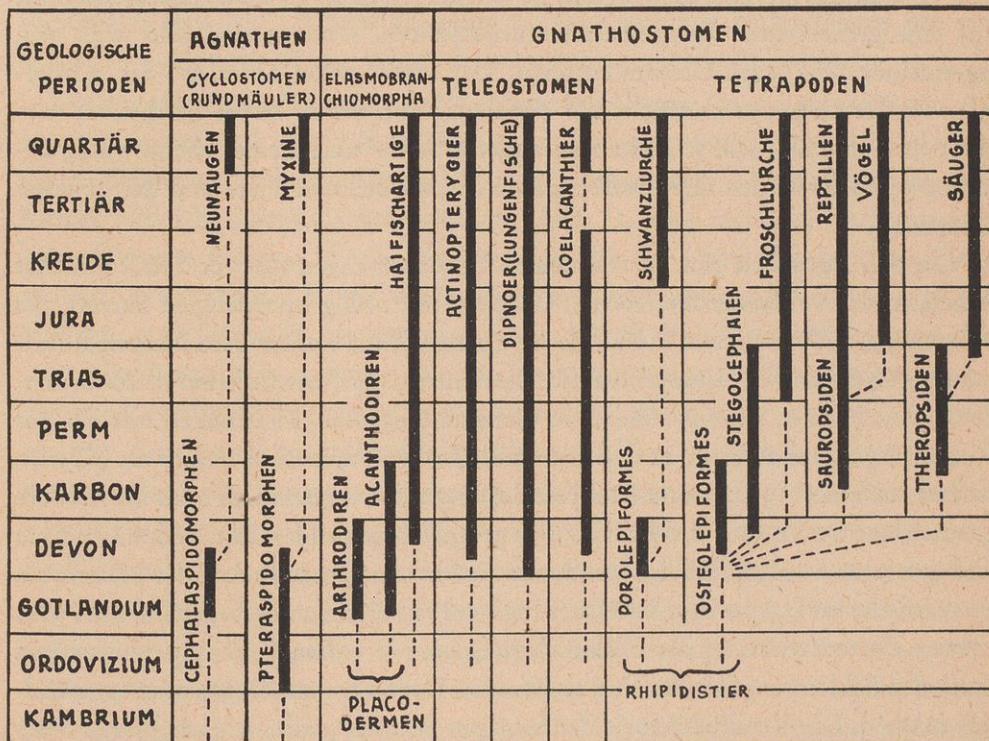


Abb. 2: Stammbaumsgeschichtliche Entfaltung der Wirbeltiere. Erläuterung im Text. In Anlehnung an JARVIK 1960.

nach wohl ausgeprägt nebeneinander, ein Phänomen, das nach neueren Auffassungen auch bei den großen Gruppen der Wirbeltiere verwirklicht ist.

DIE WIRBELTIERE:

Fische

Die Wirbeltiere sind in hochorganisierten Formen zum ersten Mal aus dem Ordovizium fossil überliefert. Gewiß sind ihre ältesten Vertreter nur durch dürftige Reste belegt, doch gleichen sie wohl den kieferlosen Panzerfischen oder *Agnathen*, die aus der nächstfolgenden Periode des Gotlandiums reich und gut erhalten sind. Sie tragen einen starren, entweder nahtlos-einheitlichen oder aus einzelnen Platten bestehenden Kopf-Brust-Knochenpanzer und sind relativ kleine, im Schlamm wühlende fischähnliche Formen ohne Extremitäten, Kiefer und Zähne, aber im Besitz eines überraschend hochentwickelten Nervensystems. Unter ihrer relativ einheitlichen und einförmigen äußeren Körpergestalt bergen sich tiefgreifende Strukturverschiedenheiten, so daß sich zwei selbständige Gruppen herausheben: die *Cephalaspidomorphen* und die *Pteraspidomorphen*, die man z. Zt. in 5 Ordnungen mit 18 Familien und 80 Gattungen gliedert. Beide lassen sich nicht auf eine gemeinsame Ausgangsform zurückführen, sondern sind sehr weit von irgendeiner denkbaren Urform entfernt. Der „Biologische Aufstieg“ der Wirbeltiere zu der Organisationshöhe, auf der sie sich bei ihrem ersten Erscheinen vorstellen, ist deshalb, wie wir schon an anderer Stelle² ausführten, ebensowenig bekannt wie das Werden der Großbaupläne der Wirbellosen Tiere und der höheren Pflanzen.

Von den Agnathen gibt es, wie neuere Untersuchungen (Jarvik 1960) erhärtet haben, noch zwei heute überlebende Gruppen mit völlig knorpeligem Skelett, die Neunaugen („*Petromyzon*“) und die Myxinen, die man unter dem Namen Rundmäuler (*Cyclostomen*) zusammenfaßt. Die anatomische Konstruktion dieser schmarotzenden Formen stimmt nämlich in den grundlegenden Merkmalen mit der der fossilen Agnathen überein, so daß Jarvik die frühen Panzerfische sogar als „*Cyclostomes cuirassés*“ (gepanzerte Rundmäuler) bezeichnet, wenn sich auch ihre äußere Erscheinung im Verlauf der Erdzeitalter gründlich gewandelt hat. Es konnte dazu nachgewiesen werden, daß das knöcherne Außen- und Innenskelett der kieferlosen Panzerfische im Devon zum Teil fortschreitend in Rückbildung begriffen war. Eine weitere Fortentwicklung der Entknöcherung bis zur vollen Verknorpelung würde dann das Fehlen von fossilen Vertretern vom Devon bis zur Gegenwart verständlich machen. Die Verschiedenheit der heutigen Formen macht es nach Jarvik möglich, die Neunaugen mit primitiven Cephalaspidomorphen und die Myxinen mit

² P. OVERHAGE SJ: „Biologischer Aufstieg“, in dieser Zschr. 170 (1962), 418.

den Pteraspidomorphen in stammesgeschichtliche Verbindung zu bringen. Danach sind die heutigen Rundmäuler eine diphyletische Gruppe. Beide Deszendenzreihen, jede natürlich mit einer Fülle paralleler Reihen und unterschiedlich geprägten Formen, gehen nach Jarvik wohl getrennt voneinander bis ins Kambrium hinunter und bilden so die beiden ersten unabhängigen Stämme innerhalb der Wirbeltiere, die keiner der späteren Fischgruppen mit gelenktem Unterkiefer (Gnathostomen) den Ursprung gegeben haben (Abb. 2).

Im Gotlandium treten neben den Agnathen auch schon die *Placodermen* in Erscheinung, werden aber erst im Devon dominant. Auch sie kann man als Panzerfische bezeichnen, jedoch mit gelenktem Unterkiefer, vielfach mit Zähnen und ersten flossenartigen Bildungen, die ein aktives Schwimmen und eine räuberische Lebensweise ermöglichen. Auch bei ihnen ist ein Trend in Richtung auf eine Reduzierung des Knochenskelettes festzustellen. Die beiden Hauptgruppen, die Arthrodiren (mit Antiarchen) und Acanthodiren sind nach Jarvik so eng und bis in Einzelheiten hinein mit den Haifischartigen (*Elasmobranchier*) oder Knorpelfischen verwandt, daß man sie mit diesen zum Stamm der *Elasmobranchiomorphen* vereinigen kann. Jarvik nennt deshalb die Placodermen auch „*Sélaciens cuirassés*“ (gepanzerte Haifischartige). Sie sind die ältesten bekannten Gnathostomen und bilden den dritten unabhängigen Stamm innerhalb der Wirbeltiere, der nach Jarvik mindestens seit dem Ordovizium seine Eigenentwicklung eingeschlagen hat und keine Verbindungen zu den echten Knochenfischen vermittelt (Abb. 2).

Die Knochenfische (Teleostomen) werden vom Oberen Devon ab dominant und bestehen nach Jarvik aus fünf, wahrscheinlich schon seit dem Ordovizium selbständigen Gruppen: *Actinopterygier*, *Dipnoer*, *Coelacanthier*, *Rhipidistia-Porolepiformes* und *Rhipidistia-Osteolepiformes* (Abb. 2). Eine mächtige Entfaltung erlebte die erste Gruppe, die *Actinopterygier*, die die Masse der heutigen Fische stellen. Sie vollzog sich in drei Wellen über drei Organisationsstufen (Chondrostei, Holostei und Teleostei) hinweg, die jeweils polyphyletisch erreicht wurden. Auf jedem Strukturniveau ereignete sich eine Formenradiation in parallelen Reihen mit verschiedenartigsten Vertretern und zugleich ein „Biologischer Aufstieg“ im kleinen auf der Grundlage erhöhter Beweglichkeit. Die *Dipnoer* (Lungenfische), die zweite selbständige Gruppe, von der nur zwei Gattungen („*Ceratodus*“ und „*Protopterus*“) überleben, blieben dagegen ein im Grunde konservativer oder sogar steriler Stamm. Sie sind nach Jarvik ihrer inneren Architektur nach von der dritten Gruppe, den *Coelacanthiern*, scharf geschieden, die seit der Oberen Kreide als ausgestorben galten, bis man vor einigen Jahren bei den Komoren zwei Exemplare („*Latimeria*“, „*Malania*“) aus dem tiefen Meer heraufholen konnte. Auch sie stellen insgesamt eine konservative, aber schon früh spezialisierte Formeneinheit dar. Die vierte und fünfte Gruppe bilden die *Porolepiformes* und *Osteolepiformes*, zusammen wohl auch *Rhipidistier* genannt. Beiden kommt eine außergewöhnliche

Bedeutung zu. Aus ihnen gingen nämlich nach moderner Auffassung die Tetrapoden hervor. Wo diese fünf parallel nebeneinander sich entwickelnden Fischgruppen in den Tiefen des Paläozoikums wurzeln, wo sie sich vereinigen, ist unbekannt. Nach Jarvik sind weder die Placodermen noch die Agnathen die Vorfahren gewesen. Jede von ihnen besitzt vom Augenblick ihres Auftretens in der Fossilüberlieferung ab ihre typischen Bauplansmerkmale, die ihre Evolution bestimmen. Gleiches gilt von den anderen, vorher besprochenen Gruppen der Cephalaspidomorphen, Pteraspidomorphen und Elasmobranchiomorphen. Diese acht Gruppen stehen gleichwertig nebeneinander (Abb. 2).

Die Tetrapoden

Die *Rhipidistier* sind die einzigen unter den Knochenfischen, bei denen die Nasenhöhle durch Kanäle mit der Mundhöhle verbunden ist. Sie sind deshalb „die einzigen Fische mit Choanen und können infolgedessen allein als wahrscheinliche Vorfahren der Tetrapoden aufgefaßt werden“ (Jarvik 1960). Eingehende vergleichend anatomische Untersuchungen machten deutlich, daß der Bau der Schnauzengegend und die Struktur anderer anatomischer Merkmale bei der einen Formengruppe der Rhipidistier, den *Porolepiformes*, wesentliche Formähnlichkeiten mit den Schwanzlurchen (Urodelen), bei der anderen, den *Osteolepiformes*, dagegen mit den Froschlurchen (Anuren) und den übrigen Tetrapoden aufwies, und zwar in erstaunlich zahlreichen Einzelmerkmalen. Nach Jarvik sind deshalb die Schwanzlurche die Nachkommen der Porolepiformes, während die Froschlurche stammesgeschichtlich von den Osteolepiformes abzuleiten sind, d. h. die heutigen Amphibien haben ebenso wie die Rundmäuler (Cyclostomen) einen diphyletischen Ursprung. In beiden Deszendenzreihen: Porolepiformes → Schwanzlurche bzw. Osteolepiformes → Froschlurche, fand dazu nach Ausweis der Fossilfunde ein Trend in Richtung auf Rückbildung des Knochenskelettes in ähnlicher Weise wie von den Agnathen zu den Rundmäulern statt.

Die Evolution von Vertretern der Osteolepiformes zu den Froschlurchen hin verlief nach Jarvik aber nicht über urtümliche Stegocephalen. Beide Formengruppen stünden vielmehr selbständige nebeneinander und wurzelten getrennt in den Osteolepiformes, die Stegocephalen wahrscheinlich sogar in mehreren Stammlinien. Die ältesten Stegocephalen, besonders „Ichthyostega“ aus dem Oberen Devon, nähern sich in ihrer Formausprägung stark den Osteolepiformes, besonders „Eustenopteron“. Jedoch vermögen beide Vertreter den Übergang vom Fischstadium zum vierfüßigen Landtier nicht zu belegen, weil die Stadien der Entwicklung des Schulter- und Beckengürtels, der Vorder- und Hinterbeine mit kompliziert gebauten, mehrfach gelenkten fünfstrahligen Endgliedern in ihrer Aufeinanderfolge fossil nicht überliefert sind. „Eustenopteron“ ist noch ein Fisch mit vielen Tetrapoden-

merkmalen, und „Ichthyostega“ schon ein echter, altertümlicher Tetrapode, zwar mit vielen Fischmerkmalen, aber mit amphibienartig ausgebildeten Extremitäten, auch wenn sie kürzer und in ihrem Bau primitiver als bei späteren Landformen sind.

Jarvik läßt aus den Osteolepiformes auch die beiden Hauptgruppen der übrigen Tetrapoden, die *Sauropsiden* und *Theropsiden*, hervorgehen, und zwar unabhängig sowohl voneinander als auch von den Stegocephalen und Froschlurchen. Diese beiden Hauptstämme unterscheiden sich nämlich nach ihm schon von ihrem ersten Auftreten in der Fossilüberlieferung an in so wichtigen Organisationsmerkmalen, daß es unmöglich sei, die Theropsiden von frühen Formen der Sauropsiden, etwa von den Cotylosauriern abzuleiten, wie es bisher üblich war, und diese wiederum von den einseitig ausgebildeten Stegocephalen. Es gibt keine Reptilform, die nachweislich weder theromorph noch sauromorph geprägt war. Nach dieser Hypothese haben wir mehrere selbständige Tetrapodenstämme, die von unterschiedlich geprägten Vertretern der Osteolepiformes ihren Ausgang nahmen: Froschlurche, zwei oder mehrere Gruppen von Stegocephalen, Sauropsiden, die in den Vögeln ihren organisatorischen Höhepunkt erreichen, und die Theropsiden, deren Evolution zu den Säugern führte (vgl. Abb. 2). Bei diesem polyphyletischen Ursprung hat sich der Übergang vom Fisch- zum Landtierstadium mehrmals vollzogen.

Sauropsiden und Theropsiden

Die ungeheure Entfaltung der Sauropsiden und Theropsiden in zahllosen Deszendenzreihen und immer reicher werdender Formenmannigfaltigkeit, die in immer neuen Wellen und Radiationen voranschreitet, läßt sich in ihren Hauptlinien und wichtigsten Formgruppen dem Schema der Abb. 3 entnehmen. Der Großablauf der *Sauropsiden*-Evolution ist zwar zu übersehen, aber ihr wirklicher Ursprung bleibt vorläufig, auch nach der von Jarvik vorgelegten neuen Deutung, hypothetisch, ebenso das Entstehen ihrer vielen Untergruppen. Überall nämlich, wo sich im Schema (Abb. 3) größere Seitenzweige ausgliedern, stoßen wir auf den „leeren Raum des Ursprungs“, so daß an diesen kritischen Übergangsstellen die phylogenetischen Beziehungen im Ungewissen bleiben, z. B. im Bereich der Eosuchia, aus denen sich, wie man annimmt, große Reptilenzweige entwickelten: die Rhynchocephalen mit der heute noch überlebenden Brückenechse, die Eidechsen und Schlangen (Squamata) und vor allem die Archosaurier. Die erstaunliche Fülle unterschiedlicher Gruppen mit kleinen und riesigen Formen, bisweilen von abenteuerlicher Gestalt, in der sich die Archosaurier repräsentieren und die uns in den vorzeitlichen Dinosauriern (Saurischia, Ornithischia), Krokodiliern, Flugechsen (Pterosaurier) entgegentreten, hat aus dem Mesozoikum (Trias, Jura, Kreide) das „Zeitalter der Reptilien“ gemacht.

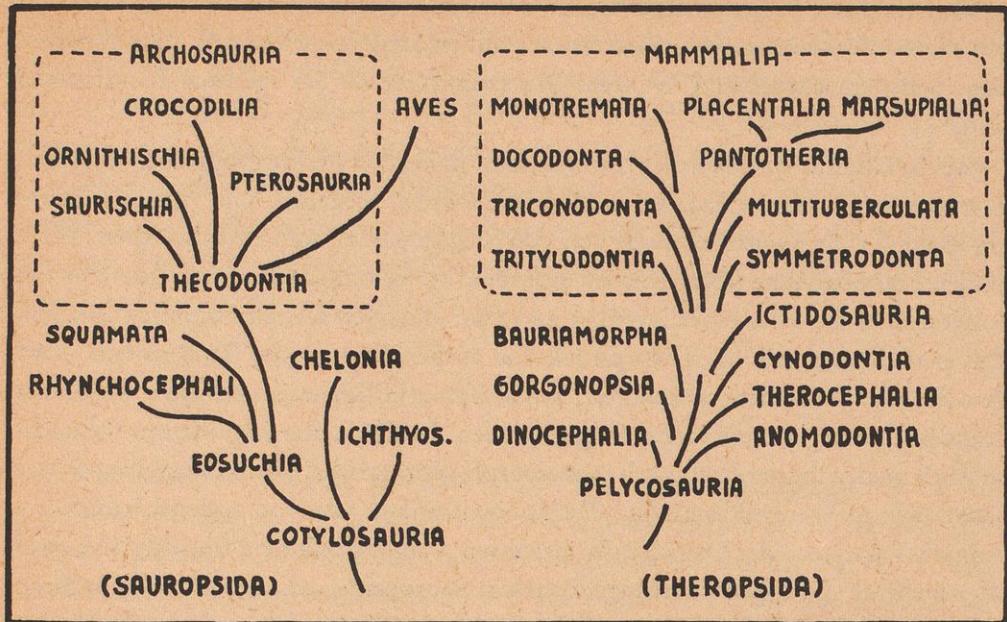


Abb. 3: Stammesgeschichtliche Entfaltung der Sauropsiden und Therapsiden. Nach Angaben von REMANE (1959), v. HUENE (1956, 1960), KERMACK und MUSSET (1959), SIMPSON (1959).

Dieser Radiation entsprangen auch die Vögel (Aves). Auch ihr Ursprung liegt im Dunkel, weil fossile Dokumente, die das Werden der Vogelgestalt im einzelnen belegen, nicht vorhanden sind. „Archaeopteryx“, diese eigenartige Mischform mit Reptilien- und Vogelmerkmalen aus dem Jura, steuert zwar zu unserm Wissen über diesen Übergang Wichtiges bei, aber auch er vermag die Lücke nicht zu schließen, sondern wirft nur neue Probleme auf.

Die *Therapsiden* treten in altertümlichen Formen (Pelycosauria) zum ersten Mal im Oberen Karbon in Erscheinung. Zahlreiche Formengruppen hat dieser Stamm entwickelt, wie Abb. 3 zeigt. Sie steigen alle aus einem „leeren Raum des Ursprungs“ auf. Die säugerhaften Saurier (Pelycosauria, Dinocephalia, Anomodontia, Gorgonopsia, Therocephalia, Bauriamorpha, Cynodontia, Ictidosauria) werden von den saurierhaften Säugern der Obersten Trias und des Juras (Multituberculata, Tritylodonta, Docodonta, Triconodonta, Symmetrodonta, Pantotheria) und diese wieder von den Beuteltieren (Marsupialia) und den höheren plazentalen Säugern (Placentalia) des Alttertiärs abgelöst. Die frühen oder mesozoischen Säger wurzeln nach neueren Auffassungen polyphyletisch in den säugerhaften Sauriern. Auch am Grund ihrer Formenradiation findet sich der „leere Raum des Ursprungs“. Wir stoßen wieder auf ihn bei der Formvermannigfaltung der alttertiären Säger in eine Fülle von Organisationstypen, von denen die meisten bis heute überleben. Die stammesgeschichtliche Verbindung geht durch diese „leeren“ Räume hin-

durch. Wir wissen aber nicht, wie und über welche Formen. Trotzdem sind die Grundlinien, entlang derer sich die Evolution der Theropsiden vollzog, wohl deutlich zu erkennen und hinreichend gesichert. Danach hat sich die Evolution der höheren Säuger nicht so vollzogen, wie man früher angenommen hatte, daß nämlich „die eierlegenden Schnabeltiere (Monotremata), eine Zwischengruppe zwischen Reptilien und Säugetieren bildend, die Stammform der Beuteltiere (Marsupialia) sind, aus denen dann schließlich als letzte und höchstentwickelte die plazentalen Säugetiere (Placentalia) hervorgegangen sind; vielmehr treten diese drei Hauptgruppen der Säugetiere (Mammalia) als Gruppen, allerdings sehr verschieden hoher Organisation, als drei verschiedene Ausprägungen des Säugertypus von Anfang an nebeneinander auf“ (Beurlen). Wir wissen aber nicht, wo sie sich im Bereich der säugerhaften Saurier zusammenfinden.

E V O L U T I O N D E R W I R B E L T I E R E

Die neue Auffassung vom Ablauf der Evolution der Wirbeltiere und von den überraschenden stammesgeschichtlichen Beziehungen, die zwischen ihnen bestehen, wurden durch eine ganze Reihe neuer und wertvoller Funde früher fossiler Wirbeltiere und durch deren Auswertung mit Hilfe verfeinerter Untersuchungsmethoden und vor allem vergleichend anatomischer Analysen der letzten Jahre ermöglicht. Jarvik (1960) und Lehman (1957) betonen deshalb sehr stark die hohe, ja ausschlaggebende Bedeutung der vergleichenden Anatomie zur Erschließung struktureller Zusammenhänge. „Bei der Erforschung der niederen fossilen Wirbeltiere belehrte uns wiederholte Erfahrung, daß man sichere Schlußfolgerungen bezüglich der Verwandtschaft nur dann ziehen kann, wenn man sich auf die vergleichende Anatomie stützt.“

Auf Grund der neuen Ergebnisse ordnet sich nun auch der „Stammbaum“ der Wirbeltiere in das Bild ein, das schon von den Wirbellosen Tieren her bekannt war und sich auch bei der Pflanzenwelt zu verwirklichen scheint. Die Hauptstämme der Wirbeltiere lassen sich nicht mehr innerhalb des uns überschaubaren, durch Fossilien erschlossenen Zeitraumes (Ordovizium – Gegenwart) voneinander ableiten oder auf eine gemeinsame, belegte Wurzel zurückführen. Sie stehen vielmehr seit ihrem ersten Auftreten im Ordovizium/Gotlandium bzw. Devon *selbständige* und *gleichwertig*, in ihrer anatomischen Konstruktion klar ausgeprägt und scharf voneinander geschieden, nebeneinander, so daß ihre Trennung noch weit früher in der Organisationsgeschichte, nach Jarvik wahrscheinlich schon seit dem frühen Kambrium stattgefunden haben muß³. Jarvik unterscheidet, wie das Schema der Abb. 2

³ Schon 1932 schrieb E. Hennig: „Auffällig tief unten setzen . . . die Sprossen des Stammbaumes an. Das erweist sich nun auch sonst als eine nicht ausnahmsfreie, doch tiefgreifende Regel. Ja, der eingehendere Versuch, eine Gabelstelle zu fixieren, hat noch fast stets zu immer wiederholter Verwunderung tiefer und tiefer hinabgeführt. Eine auf Steinmann zurückgehende Lehrmeinung hat aus diesen Erfahrungen den Schluß gezogen, die Abzweigungen fielen gar nicht in die uns paläontologisch zugängliche Erdgeschichte . . .“. Hennig prägte das Wort vom „Stammstrauch“ in „Anpassung des hergebrachten (Stammbaum-)Schemas an die Erfahrungen der Paläontologie.“

zeigt, insgesamt acht anatomische Organisationspläne: 1. Cephalaspidomorphen, 2. Pteraspidomorphen (beide zusammen = Agnathen), 3. Elasmobranchiomorphen (Placodermen und Haifischartige), 4. Actinopterygier, 5. Dipnoer, 6. Coelacanthier, 7. Porolepiformes und 8. Osteolepiformes (beide zusammen = Rhipidistier). Vermittelnde Zwischenformen sind nicht bekannt. Jeder dieser Hauptstämme vollzog unabhängig von den anderen seine eigene Evolution, bei der aber die für ihn wesentlichen Merkmale konservativ beibehalten, ja in manchen Gruppen seit ihrem ersten Auftreten in der Fossilüberlieferung kaum modifiziert wurde. Die zu beobachtenden Abwandlungen vollzogen sich in paralleler Weise, aber in jeder der Hauptgruppen, je nach ihren „potentialités évolutives“ (Jarvik), in verschiedener Intensität und unterschiedlichem Ausmaß. Den Ablauf der Evolution im Innern jedes dieser Hauptstämme zu entschlüsseln, ist eine Forschungsaufgabe der Zukunft⁴.

„STAMMBAUM“ DER ORGANISMEN ALS JEWELSBILD

Vom „Stammbaum“ der Wirbeltiere im früheren „klassischen“ Sinne, der von den Vertretern der fossil überlieferten kieferlosen Panzerfische (Agnathen) über die Gruppen der Placodermen, Knochenfische, Amphibien und Reptilien und durch sie hindurch bis zu den Säugern bzw. Vögeln emporwuchs, bleibt nicht mehr viel übrig. Gleiches ist vom „Stammbaum“ der Pflanzen zu sagen, der in den Psilotophyten wurzeln und sich über die Farnartigen (Pteridophyten), Nacktsamer (Gymnospermen) zu den Blütenpflanzen (Antophyten) entwickeln sollte. Zahlreiche systematische Klassen des Tier- und Pflanzenreiches bilden jetzt wegen ihres polyphyletischen Ursprungs – phylogenetisch gesehen – keine Einheit mehr. Aus dem „Stammbaum“ ist ein „Stammstrauch“ geworden, und zwar, wie Abbildung 1 und 2 zeigen, in einem weit größeren Ausmaß, als man wohl erwartet hatte. Die verschiedenen selbständigen Stämme der Wirbeltiere und Pflanzen streben aus unbekanntem Wurzelgrund in eigener, unabhängiger Evolution nach oben. Damit erfüllt sich eine Voraussage Steinmanns (1907, S. 12). „Je mehr ... die paläontologische Forschung tatsächliche Zusammenhänge aufdeckt“, so sagte er, „um so deutlicher zeigt sich, daß die phylogenetischen Einheiten vielfach nicht mit den systematischen zusammenfallen, daß man vielmehr unter diesen häufig nur gleiche oder ähnliche Entwicklungs- oder Organisationsstufen zusammengefaßt hat, die von verschiedenen Stammreihen unabhängig erreicht worden sind.“ Faßt man in diesem Sinne die „Klassen“ der Systematik, z. B. der Wirbeltiere (Agnathen,

⁴ Schon jetzt lassen sich aber nach Jarvik drei Trends herausstellen, durch die die Evolution der Wirbeltiere in allen ihren Hauptstämmen gekennzeichnet ist: 1. eine Abwandlung und Verfeinerung bzw. Reduktion des Skelettes, 2. eine Transformation des Bewegungsapparates und 3. eine Umbildung der Mundorgane und Kiemen. Sie haben bewirkt, daß sich der äußere Habitus der Tiere erheblich änderte, wie die ungeheure Formenmannigfaltigkeit, z. B. innerhalb der Tetrapoden, deutlich macht. Trotzdem bleibt bei allen die anatomische Grundkonstruktion der fischförmigen Porolepiformes bzw. Osteolepiformes erhalten.

Fische, Amphibien, Reptilien, Säuger), als Organisationsstufen oder Entwicklungsstadien auf, dann kommt auch dem alten Schema noch ein gewisser Aussagewert zu. Der Stamm der Osteolepiformes z. B. hat alle diese Stufen durchlaufen, andere Stämme dagegen nur teilweise, da sie von einem bestimmten Zeitpunkt ab auf dem erreichten Niveau, etwa auf dem der Placodermen oder Amphibien, verharren. Auch Jarvik nimmt wohl an, wie es nach dem von ihm gebotenen Schema (1960, S. 97, Fig. 30) scheint, daß z. B. bei den Vorfahren der Porolepiformes oder Osteolepiformes einmal Organisationsstadien nach Art der Agnathen bzw. Placodermen verwirklicht gewesen sind, wenn auch mit eigenständigen Merkmalskombinationen, die aber mangels fossiler Belege nicht nachgewiesen werden können.

Trotz den neuen Ergebnissen sind wir aber noch weit davon entfernt, auch nur für eine einzige Hauptgruppe der Wirbeltiere oder der Pflanzen ein befriedigendes „Gabelungsschema“ gesicherter phylogenetischer Zusammenhänge aufstellen zu können, die zwar nur indirekt durch den Schluß von Form- auf Blutsverwandtschaft erschlossen werden, aber fossil überlieferte, dem anatomischen Vergleich zugängliche Lebewesen zur Grundlage haben. Der Nachweis eines Auseinanderhvorgehens von Organismengruppen wird ja durch die Tatsache so außerordentlich erschwert oder sogar unmöglich gemacht, daß die kontinuierliche Folge, auch bei sonst gut belegten Reihen, gerade an den „Schlüssepunkten“, durch „Brüche“ gestört ist. Neuartige, umgewandelte Formgruppen und Organisationstypen steigen stets aus einem „leeren Raum des Ursprungs“ auf, so daß ihre Herkunft hypothetisch oder spekulativ bleibt. Ein „Stammbaum“ der gesamten Organismenwelt erscheint überhaupt als eine unlösbare Aufgabe. Lehman zieht es aus diesem Grunde vor, an die Stelle einer rekonstruierten Phylogenie „eine anatomische Geschichte des Lebens“ zu setzen. „Wir glauben nicht mehr, nicht einmal mehr im allgemeinen, fehlende Kettenglieder, missing links, aufzufinden, die in der Mitte zwischen der Mehrzahl der Gruppen stehen . . . Es ist tatsächlich wenig Aussicht, die wirklichen Anfänge eines Phylums (Organismengruppe) zu entdecken.“

Wenn nun auch ein Großteil der stammesgeschichtlichen Konstruktionen bloße Hypothesen darstellt, die auf das logische Verfahren der unvollkommenen Induktion zurückgehen, und nur, wie Heberer sagt, „auf Grund der Homologienforschung Wahrscheinlichkeitsaussagen über die phylogenetischen Zusammenhänge“ machen können, so haben sie trotzdem ihren Wert und ihre Bedeutung. „Die Phylogenetik kommt ohne eine stammbaummäßige (im modernen Sinne!) Veranschaulichung der von ihr festgestellten oder vermuteten realhistorischen Zusammenhänge nicht aus“ (ebd.). Ihre „Stammbaum“-Darstellungen vermitteln ein Bild der Organismenentwicklung, das den gegenwärtigen Stand unserer wissenschaftlichen Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen anschaulich zum Ausdruck bringt und schon erstaunlich umfassend ist. Aber dieses Bild ist und bleibt stets nur ein „Jeweilsbild“ (Heberer), das deswegen noch lange nicht vollendet und in seinen

Einzelheiten gesichert ist. Es wird durch neue Funde und Befunde jederzeit Abänderungen, Umstellungen, Erweiterungen und Berichtigungen erfahren, wie das so stark verwandelte Bild des „Stammbaums“ der Wirbeltiere und der höheren Pflanzen nur allzu deutlich macht. Es kann aber kein Zweifel darüber bestehen, daß das Tagebuch der Erdgeschichte, von dem die Paläontologie im Verlauf eines Jahrhunderts zahlreiche Seiten aufschlagen und entziffern konnte, das Phänomen einer Organismengeschichte enthält, die von einer Evolution gezeichnet ist⁵.

Utopischer Reformwille in der Kirche heute

Hans Wulf SJ

In der medizinischen Wissenschaft und Praxis ist das, was man eine Schocktherapie nennt, ein bekannter Sachverhalt. Man versteht darunter ein bestimmtes, geradezu gewaltsames Heilverfahren in der Behandlung psychosomatischer Krankheiten. Eine ähnliche „Therapie“ haben unlängst drei österreichische Katholiken in einem Buch: „Kirche und Zukunft“¹ den katholischen Christen unserer Zeit zugemutet. Sie wollten ihnen offenbar einen Schock versetzen. Ob er helfend und heilend sein kann, das haben wir zu untersuchen. Es geht den Verfassern um eine Reform der konkreten Gestalt der Kirche, um eine christliche Bewältigung und Überwindung der negativen Momente ihrer Vergangenheit. Es geht zuerst und zuletzt um einen beschwörenden Aufruf zur „Brüderlichkeit, in der Kirche, in der *einen Menschheit*“ (8). Was ist der Grund für diese Proklamation? Die Verfasser meinen: „Seit der Gegenreformation haben Katholiken (und andere Christen) einen permanenten Kalten Krieg geführt und ihre innerkirchlichen und außerkirchlichen Gegner als Teufelsknechte, Satansdiener und so weiter verurteilt und nicht ganz selten bis in den Tod hinein bekämpft. Das Christentum im allgemeinen, der Katholizismus im besonderen drohen an ihren unbewältigten Vergangenheiten zu erstickt“ (8). Die-

⁵ Literaturangaben: N. N. ANDREWS: *Evolutionary trends in early vascular plants*, Cold Spring Harbor Symposium of Quant. Biology 24 (1959), 217–234. – D. AXELROD: *Evolution of the psilophyte paleoflora*, Evolution 13 (1959), 264–265. – T. N. GEORGE: *Fossils in evolutionary perspective*, Science progress 48 (1960), 1–30. – E. HENNIG: *Wesen und Wege der Paläontologie*, (Berlin 1932). – E. JARVIK: *Théories de l'évolution des Vertébrés* (Paris 1960). – S. LECLERCQ: *Evidence of vascular plants in the Cambrian*, Evolution 10 (1956), 109–114. – J.-P. LEHMAN: *L'évolution de la Paléontologie*, Bull. Mus. Hist. Nat. 29 (1957), 363–376. – A. REMANE: *Die Geschichte der Tiere*, in: G. HEBERER (Hrsg.): *Die Evolution der Organismen* (Stuttgart 1959), 340–422. – W. REMY: *Ist die Auf-findung höherer Pflanzen aus dem Kambrium und Präkambrium wahrscheinlich?*, Forsch. Fortschr. 29 (1956), 193–198. – G. STEINMANN: *Einführung in die Paläontologie* (Leipzig 1907). – P. OVERHAGE: *Die Evolution des Lebendigen*. Das Phänomen (Freiburg 1963), besonders das Kapitel „Stammbaum“ der Organismen (erscheint im Herbst).

¹ DAIM-HEER-KNOLL, *Kirche und Zukunft*, Wien: Europa Verlag 1963.