

Der Mensch und das Weltall

1. Werdendes Weltbild

Am Anfang der Menschheitsgeschichte steht der große Gottesegen: „Wachset und mehret euch, füllet die Erde und macht sie euch untertan!“ (Gn 1, 28) Man kann sich aber nur das unterwerfen, dessen Wesen und Eigenschaften man kennt. Fände ein Eingeborener Zentralafrikas, der noch nie ein Auto gesehen hat, im Busch einen verlassenen Mercedes, so könnte er sich seiner nicht bedienen, weil er von dem ihm völlig unbekannten Ding geistig nicht Besitz ergriffen hat. Der Unterwerfung muß die Erkenntnis vorausgehen. Der Auftrag Gottes „Macht euch die Erde untertan!“ kommt also dem Befehle gleich: strebt nach Erkenntnis der Welt! Der Mensch ist wesenhaft auf die Erkenntnis der Welt hingeordnet. Er „ist zu einem Fortschreiten im Erkennen und in der Meisterung der Erde veranlagt und bestimmt“ (Philipp Dessauer). Dieser Forschungsdrang ist die eigentliche Triebfeder der für eine oberflächliche Überlegung sinnlos scheinenden „Eroberung des Weltalls“. Der menschliche Geist ist berufen, die Wahrheit zu suchen. Mit jeder neuen Erkenntnis aber brechen hundert neue Rätsel auf. Der Mensch wird suchen und suchen, bis er es lernt, nicht mehr zu fragen, sondern in demütigem Staunen sich vor der Weisheit zu beugen, die sich hinter den geschaffenen Dingen verbirgt. Alle vorurteilslos und verantwortungsvoll gedeutete Erkenntnis, ob gewonnen aus der Erforschung der Natur unserer Erdenwelt oder aus der Beobachtung des gestirnten Himmels, führt notwendig hin zu Gott.

Das schrittweise Wachsen der *Welterkenntnis* gehört zu den faszinierenden Phänomenen der Menschheitsgeschichte. Im Anbeginn gaben sich die Menschen, auf Gnade und Ungnade den Mächten der Natur ausgeliefert, zufrieden mit der mythischen Deutung der Welt. Die mythische Weltschau wurde durch die naiv realistische abgelöst, die die ionischen Naturphilosophen verkündeten. Sie stellten erstmalig die Frage nach dem Urstoff. Für *Thales von Milet* (um 640 v. Chr.) war das Wasser der Weltstoff. *Anaximenes* (588–524) sah in der Luft das Grundprinzip aller Dinge. Am tiefsten dachte *Anaximander* (610–547), der die Erscheinungsformen der Welt aus dem unanschaulichen Apeiron entstanden wähnte. Dieses Apeiron, etwas den Sinnen Unzugängliches, ist das Urgegebene, das Seinsprinzip schlechtweg, das alle Qualitäten als Möglichkeit in sich trägt. Es ist grenzenlos, ewig und unvergänglich. Es birgt unendliche Kraft und Wirkgewalt in sich. Als Arché alles Seins und Geschehens ist es das die Welt gestaltende Göttliche. Dieses göttliche Apeiron ruhte als das Eine und Einzige, ewig Seiende in sich selbst und bei sich selbst. Ein Teil des Apeiron begann sich nach außen zu entfalten und Gestalt anzunehmen. Es stellte sich als Endliches dem Ungewordenen als Antithese entgegen. Aber alle Weltwerdung in das Endliche hinein war Abfall und Schuld. Darum mußte das Gewordene sich ständig verwandeln, neue Gestalt annehmen und wieder vergehen, bis es in das Ewige zurückkehrte, von dem es ausgegangen ist. Seufzt nicht in diesen Gedanken Anaximanders die jahrtausendalte Traurigkeit der unerlösten Kreatur?

Die Ionier hielten die Erde für eine Scheibe, die auf dem Weltozean schwamm (Thales), oder die frei in der Mitte der Himmelssphäre schwebte (Anaximander). Sonne, Mond und Gestirne kreisten um sie. Einer der ersten, die die Kugelgestalt der Erde und der übrigen Himmelskörper erkannten, war *Pythagoras*. Nach seiner Lehre bewegten sich Erde, Sonne, Mond und Sterne sowie die damals bekannten fünf Planeten um ein Zentralfeuer, das man jedoch nicht sehen konnte, weil es der unbewohnten Hemisphäre der Erdkugel zugekehrt war.

Die seltsamen Wege der Planeten am Himmelsgewölbe mit ihrer Rückläufigkeit, ihren Schleifen und Spitzen gaben den Denkern der Vorzeit brennende Rätsel auf. Um die scheinbaren Bewegungen der Wandelsterne zu erklären, dachte man sich diese an ungeheuren Kristallsphären befestigt, die sich gegeneinander drehten (Eudoxos von Knidos, 408–355). *Aristoteles* (384–322) konstruierte ein Weltgebäude mit 47 solcher Kristallkugeln. Wohl gab es auch damals geniale Köpfe, die das monströse Weltmodell des großen Stageiriten als untragbar empfanden. *Aristarch von Samos* (300–230) zerschlug den Knoten, indem er die Sonne in die Weltmitte rückte und Erde und Planeten um sie kreisen ließ. Sein abstraktes Weltbild kam jedoch gegen die unmittelbare Evidenz des Augenscheines nicht auf. *Apollonios von Perga* (um 262 v. Chr.!) führte zur Beschreibung der merkwürdigen

Bahnen der Planeten Epizykel und exzentrische Kreise ein. Danach sollten die Wandelsterne sich auf Kreisen bewegen, deren masselose Mittelpunkte wieder Kreise durchliefen, die Deferenten genannt wurden.

Der gelehrte Alexandriner *Claudius Ptolemäus* vereinigte die Epizykeltheorie mit der Sphärenvorstellung und baute ein geozentrisches Weltgebäude von grandioser Kompliziertheit, das die Scholastik übernommen und ergänzt hat; nach der scholastischen Weltschau ruhte die Erde in der Mitte des Universums. Um sie wölbten sich die Sphären des Mondes, der inneren Planeten Merkur und Venus, der Sonne und der äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn. Alle diese Weltsphären umspannte die Kristallkugel der Fixsterne. Jenseits der Fixsternsphäre befand sich das „*Primum mobile*“, der zehnte Himmel. Über allem ruhte das göttliche Wesen, von dem die bewegende Kraft auf unvorstellbare Weise auf das *Primum mobile* und auf alle tieferen Sphären überströmte. Die Wesenheiten, von denen die bewegende Kraft übernommen und weitergeleitet wurde, nannte Ptolemäus „Beweger“. Der erste Beweger, der unbewegt über der Schöpfung ruht, ist Gott. So verwirkelt die Himmelsmechanik des Alexandriners auch war, so gestattete sie doch eine für die damalige Zeit ziemlich genaue Darstellung der Bewegung der Himmelskörper. In seiner Geschlossenheit beherrschte das Weltbild des Ptolemäus durch eineinhalb Jahrtausende das Denken des Abendlandes. Allmählich aber begann es zu dämmern.

Durch die Übersetzung der Werke des *Archimedes* wurden auch die Ideen des Aristarch dem Spätmittelalter bekannt, nach dessen Lehre die Sonne im Mittelpunkt der Welt stand, und der Wechsel von Tag und Nacht mit der täglichen Bewegung der Gestirne durch die Eigendrehung der Erde um ihre Achse hervorgerufen wurde. Bedeutende Gelehrte, so Nikolaus von Kues, Peuerbach und Regiomontanus, bekannten sich, wie ihre Aufzeichnungen beweisen, zum Weltsystem des Aristarch. Bis schließlich der Frauenburger Domherr *Nikolaus Kopernikus* das heliozentrische Weltbild durch seine jahrelangen Beobachtungen und Berechnungen mathematisch unterbaute und in seinem Lebenswerk „*De revolutionibus orbium coelestium libri VI*“ proklamierte¹. Das Werk des Kopernikus fand geteilte Aufnahme. Während evangelische Gelehrte und Theologen, vor allem Luther selbst, das kopernikanische Weltbild entschieden ablehnten, wurde es von katholischen Wissenschaftlern und von hervorragenden Männern der Kirche wohlwollend begrüßt².

Im großen und ganzen aber fanden die Gedanken des Frauenburger Domherrn nicht die Beachtung, die sie verdient hätten. Sie standen im Schatten des ptolemäischen Systems, bis sie durch *Galileo Galilei* (1564–1642) ins Rampenlicht des öffentlichen Interesses gerückt wurden. Um der Unbesonnenheit seines streitbaren Verfechters willen kam das Werk des Kopernikus auf den Index (1616), aus dem es erst 1819 gestrichen wurde. Der Siegeszug des heliozentrischen Weltbildes war nicht mehr aufzuhalten. Die Indizierung des Buches „*Dialogo sopra i duo massimi sistemi del mondo*“, in dem Galilei die Lehre des Kopernikus, allerdings durch falsche Argumente, zu stützen und zu beweisen suchte, hatte zur Folge, daß sich die Gelehrten in Deutschland und Frankreich mit dem Weltsystem des Frauenburger Domherrn nunmehr eingehend befaßten. Dann kam der Mann, der auszog, die Harmonie des Alls zu entdecken, die er in den Zahlenverhältnissen zwischen den Sonnenabständen und den Bahngeschwindigkeiten der Wandelsterne zu finden hoffte, der tiefgläubige protestantische Landschaftsmathematiker *Johannes Kepler* (1571–1630), der das heliozentrische System des Kopernikus von allen ihm noch anhaftenden Mängeln befreite und durch seine berühmten Gesetze (1618) die neuzeitliche Himmelsmechanik begründete³. Die mathematische Deutung der Keplerschen Himmelsmechanik und die Erkenntnis von der allgemeinen Massenzugung brachte jedoch erst der Physiker *Isaak Newton* (1643–1727). Kepler und Newton haben mitgebaut am Fundament des grandiosen Geistesdomes der modernen Welt-erkenntnis. Immer deutlicher hob sich das neuzeitliche Weltbild vom Hintergrund des überkommenen ab, auf dem der Staub fast zweier Jahrtausende lag⁴.

¹ Es war ein erschütternder Zufall, daß das erste vollständige Exemplar seines Hauptwerkes am 24. Mai 1543 gerade in dem Augenblick in Frauenburg eintraf, als sich der greise Autor zum Sterben richtete.

² Genannt seien nur Kardinal Nikolaus Schönberg, Bischof Thiedemann Giese und Papst Paul III., dem Kopernikus sein Werk gewidmet hatte.

³ Interessant ist, daß Kepler anfänglich an der überkommenen Vorstellung von einer Art Planetengeister, die die Bewegung der Wandelsterne lenken und kontrollieren, festgehalten hat. Später änderte er aber seine Meinung zugunsten magnetischer Kräfte, die von der Sonne ausgehen und die Wandelsterne antreiben.

⁴ Das 1672 in Amsterdam erschienene Werk *Otto von Guerikes*, „*Experimenta nova*“, räumte mit der Vorstellung von der Kristallsphäre der Fixsterne auf und schrieb den Gestirnen verschiedene und unermeßlich große Abstände von der im Mittelpunkt des Solarsystems schwebenden Sonne zu. Die nächsten Sterne seien Sirius und Wega. Der Durchmesser des Sirius betrage 88, der der Sonne 115 Erddurchmesser (in Wirklichkeit 109).

Hatte schon *Giordano Bruno* (1600 in Rom als Ketzer verbrannt) behauptet, daß das Weltall unendlich groß sei und daß die Gestirne Schwesternsphären seien unserer Sonne, so erkannte bereits *Thomas Wright* in der Milchstraße einen unermesslich fernen Ring aus Sternen. Die Erfindung des Fernrohres hatte die Tore aufgestoßen zur Erfassung grenzenloser Räume. Der Fortschritt in der Erkenntnis der Welt ging Hand in Hand mit der Herstellung immer genauerer astronomischer Meßinstrumente und mit der Entdeckung der Spektralanalyse. Generationen von bedeutenden Forschern haben seither unermüdlich am Ausbau des Weltbildes gearbeitet. Neue Erkenntnisse lösten unbewiesene Theorien ab und ersetzten sie durch gesichertes Wissen. Aber die Forschung ist noch lange nicht bis zu den Grenzmarken des Möglichen vorgestoßen, wie es *Oswald Spengler* in seinem Werk „Untergang des Abendlandes“ prophezeit hat. Im Gegenteil, mit jeder neuen Erkenntnis werden hundert neue Rätsel geboren, so daß das, was wir nicht wissen, einem unerschöpflichen Meere gleicht, und den Weisen unserer Tage bleibt es vorbehalten, demütig zu bekennen: Ich weiß, daß ich nichts weiß.

2. Woher kommt unser Wissen von den Sternen?

Der Wiener Astronom *Karl von Littrow* verbrachte seinen Sommerurlaub in Oberösterreich. Als er eines Abends von einer Wanderung heimkehrte, fragte ihn ein Bäuerlein nach dem Namen eines hellen Sternes. Willig gab der Gelehrte die erbetene Auskunft und fügte an seine Worte einen kurzen Privatvortrag über die Entfernung, Beschaffenheit und die Photosphärentemperatur jenes Gestirnes. Der Mann hörte geduldig zu und meinte schließlich mit verschmitztem Lächeln: „Herr Professor, woher wissen S' dös alles? Sind S' leicht schon dort oben g'wesen?“ Es gibt einen Eilboten, der in jeder Sekunde 300.000 km zurücklegt und uns Kunde bringt selbst von den fernsten Sternen, und dieser Kurier ist das *Licht*. Das Licht ist eine Energieform, die als Schwingung oder in Gestalt von Lichtkorpuskeln, den Photonen, in Erscheinung tritt. Es entsteht in den Atomen.

Die *Atome* sind die kleinsten Bausteine der chemischen Grundstoffe, in die diese zerlegt werden können, ohne daß die ihnen spezifisch zukommenden Eigenschaften verlorengehen. Dabei hat jedes Element die seiner Wesensart entsprechend gebauten Atome. Das Sauerstoff-Atom zeigt z. B. ein anderes Gefüge als das Eisen-Atom. Die Atome sind mehr oder weniger kompliziert strukturierte Systeme voll höchster Dynamik. Alle Atome enthalten einen Kern, dessen Bausteine — wenigstens in unserer irdischen Welt — elektrisch positive Protonen und ladungsfreie Neutronen sind. Der einfachste Kern, der nur aus einem Proton besteht, ist der Kern des Wasserstoff-Atomes. Die Protonen und Neutronen sind nach *Heisenberg* nicht als verschiedene Elementarteilchen anzusehen, sondern als zwei verschiedene Zustände ein und derselben Wesenheit, die Nukleon genannt wird. Die Atomkerne können nur dadurch existieren, daß ihre Protonen und Neutronen unter ständigem Ladungsaustausch pausenlos ineinander übergehen.

Um die Kerne spannen sich Potenzialflächen, in denen die „Hüllenelektronen“ (= kleinste negativ geladene Partikelchen, „pure Elektrizität“) schwingen. Die Hüllenelektronen sind Träger streng abgestufter (gequantelter) Energien. Die kernnahen Elektronen der Hülle bilden Stufen niederer Energie, die weiter vom Kern entfernten hingegen sind energiereicher. Die Energiestufen der Atomhülle gehen also nicht stetig ineinander über. Es kann nun geschehen, daß ein Hüllenelektron durch Energiezufluhr, z. B. durch Erwärmung, auf eine höhere Stufe gehoben (angeregt) wird, in der es kurze Zeit schwingt, um nach 10^{-8} (hundertmillionstel) Sekunden wieder auf sein altes Energieniveau zurückzuspringen (Quantensprung). Bei diesem Quantensprung strahlt es Energie in Form eines Photons ab. Der Energiegehalt des emittierten Lichtkörperchens, das erst während des Quantenüberganges entsteht, entspricht der Energiedifferenz vom höheren auf das Grundniveau. Die abgestrahlte Energie empfinden wir als monochromatisches Licht (rot, blau, grün etc.).

Die angeregten Atome jedes chemischen Grundstoffes entsenden ein ganz bestimmtes Licht, das, im Spektralapparat zerlegt, ein für jedes einzelne Element typisches *Emissionsspektrum* liefert, das aus getrennten Emissionslinien von charakteristischer gegenseitiger Lage, Farbe und Zahl besteht. So zum Beispiel weist das Spektrum glühender Natriumämpfe intensiv gelbe, das der Kaliumämpfe dunkelrote, hellblaue und violette Linien auf. Vom Emissionsspektrum zu unterscheiden ist das *Absorptionsspektrum*, das zustande

kommt, wenn das Licht eines glühenden Körpers, z. B. eines Sternes, kühtere Gasschichten, etwa die Sternatmosphäre, durchdringen muß. Das kühle Gas der Sternatmosphäre löscht aus dem Licht der heißen Sternoberfläche die ihm zugehörigen Linien aus. Dann durchfurchen Dunkellinien, die für jede Sternspektralklasse typisch sind, das in den Spektralfarben leuchtende Band.

Da die Absorptionslinien die gleiche Lage im Bezug auf das Gesamtspektrum haben wie die verdunkelten Emissionslinien der glühenden Elemente, kann man aus dem Spektrum eines Gestirnes herauslesen, was für Grundstoffe sich in der Atmosphäre des Sternes finden, von dem das Spektrum stammt. Ja noch mehr: Die Sternspektren geben auch Aufschluß über die Anregungsbedingungen (Druck und Temperatur), denen das Licht unterliegt. Aus der Aufspaltung gewisser Linien vermag man auf Existenz und Stärke magnetischer Felder zu schließen. Damit ist aber die Erkenntnis noch keineswegs erschöpft, die das Licht dem Himmelsforscher von der Natur ferner Welten bringt. Nähert sich ein Stern der Erde, so verschieben sich die Linien seines Spektrums in Bezug auf das Vergleichsspektrum einer ruhenden Lichtquelle gegen den violetten Spektralbereich. Entfernt sich hingegen das leuchtende Objekt, so tritt eine Verschiebung der Linien gegen das rote Ende ein. Aus dem Maß der Verschiebung läßt sich die Radialgeschwindigkeit berechnen, mit der sich der Himmelskörper nähert oder entfernt. Man bezeichnet dieses Phänomen als *Doppler-Effekt*.

Unser Wissen von den Sternen schöpfen wir aus dem von ihnen ausgestrahlten und im Spektralapparat zerlegten Licht. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde noch eine andere Erkenntnisquelle für die Erforschung ferner und fernster Räume erschlossen: die *Radioastronomie*. Die Sterne und die interstellare Materie (kosmischer Staub und Gase) senden auch Wellen aus, die nicht mehr dem sichtbaren Spektralbereich angehören (Radiostrahlen), deren Wellenlänge zwischen einem Zentimeter und zwanzig Metern liegt. Die wichtigste Welle ist die 21-cm-Welle. Sie wird vom interstellaren Wasserstoff emittiert. Aufgefangen werden die von den himmlischen Sendern stammenden Schwingungen in riesigen Dipolsystemen. Die Empfangsantennen können auch die Form gigantischer Parabolspiegel haben. Das Radioteleskop von Jodrell Bank bei Manchester umfaßt 76 m im Durchmesser. Die aufgefangene Strahlungsenergie wird gebündelt und einem Registriergerät zugeführt.

3. Das Universum nach den jüngsten Forschungsergebnissen

Ehe wir auf das eigentliche Thema eingehen, müssen wir uns mit dem *Maßsystem der Himmelskunde* befassen. Im irdischen Bereich messen wir große Strecken nach Kilometern⁵. Sobald man aber das Solarsystem verläßt und in den Weltraum hinaus vorstößt, kommt man mit Kilometern als Maßeinheit nicht mehr aus, da die Zahlen viel zu umfangreich würden. Zur Vermessung des Weltalls verwenden die Astronomen als Längeneinheit das „*Lichtjahr*“ (Lj). Dieses ist die Strecke, die das Licht während eines Jahres zurücklegt. Nun breitet sich das Licht im leeren Raum mit einer Geschwindigkeit von 300.000 km je Sekunde aus. Das Jahr hat aber rund 31 Millionen Sekunden. Somit legt das Licht im Verlauf eines Jahres 9,5 Billionen Kilometer zurück. Und diese Strecke heißt ein Lichtjahr. Das Lichtjahr ist also kein Zeitmaß, sondern eine Längeneinheit⁶! Neben dem Lichtjahr wird in der Himmelskunde noch eine zweite, größere Längeneinheit verwendet: das *Parsec*. Es ist das Maß jener Entfernung, aus welcher der Halbmesser der Erdbahn unter einem Winkel von einer Bogensekunde erscheinen würde; es umfaßt 3,262 Lichtjahre.

Die Entfernungen der Sterne, die zur Nachbarschaft der Sonne gehören, vermag man trigonometrisch zu bestimmen. Zufolge der Bewegung der Erde um die Sonne erleidet nämlich jeder Stern eine gewisse Verschiebung am Himmelsgewölbe, aus der man den Winkel bestimmen kann, unter dem der Erdbahnradius auf jenem Stern, dessen Sonnenabstand man errechnen will, erscheinen würde. Man nennt diesen Winkel *Parallaxe*. Hat man einmal diese „trigonometrische“ Parallaxe ermittelt, so ist es nicht mehr schwer, den Abstand des Sternes von der Sonne zu finden. Liegen jedoch zwischen Sonne und Stern so gewaltige Zwischenräume, daß sich die Parallaxe ob ihrer Kleinheit nicht mehr messen läßt, dann muß der Astrophysiker zu einem anderen Verfahren seine Zuflucht nehmen. Aus dem Spektrum der

⁵ Der Äquatorradius der Erde z. B. umfaßt 6378 km, der Halbmesser der Erdbahn hat eine Länge von rund 150 Millionen km, das Sonnensystem bis zur Bahn des Planeten Pluto erstreckt sich über ein Gebiet von 5910 Millionen km Radius.

⁶ Neuneinhalb Billionen km! Eine Billion ist eine Zahl mit 12 Nullen. Legte man eine Billion Menschenhaare von je 0,1 mm Dicke enge angeschlossen nebeneinander, so ergäbe das einen Gürtel von 100.000 km Länge, der sich ungefähr zweieinhalbmal um die Erde legen ließe.

Sterne kann man nämlich auch auf deren absolute Helligkeit schließen, die, durch eine logarithmische Gleichung mit der leicht meßbaren scheinbaren Helligkeit verknüpft, die Entfernung des Gestirnes ergibt.

Die Sterne, die in klaren Nächten am samtschwarzen Grund des Himmels glänzen, alle glühende Gasbälle gleich unserem Zentralgestirn, nur hinausgerückt in unvorstellbare Fernen — gähnt doch zwischen unserer Sonne und dem ihr am nächsten stehenden Stern Proxima Centauri ein Abgrund von nahezu 41 Billionen Kilometer (= 4,3 Lj) — gehören einem gigantischen Supersystem an, der *Milchstraße* oder *Galaxis*. Die Milchstraße umspannt als matt leuchtendes Band das Himmelsgewölbe wie ein Kranz aus gefrorenem Licht. An einigen Stellen, etwa in den Sternbildern des Cepheus, des Schwanes oder des Schiffes (Puppis), liegen dunkle Gebiete. Sie zeigen das Vorhandensein kosmischer Dunkelwolken an, die das Licht der jenseits von ihnen stehenden Gestirne absorbieren und aus mächtigen Staub- und Gasmassen bestehen. Der interstellare Staub enthält Teilchen von rund einem Tausendstel Millimeter Durchmesser. In den Gaswolken wurde mit Hilfe der Absorptionslinien Natrium, Kalzium, Titan und Wasserstoff festgestellt. Diese Dunkelwolken erstrecken sich oft über dreißig und mehr Lichtjahre⁷. Zum Milchstraßensystem gehören auch die „*Kugelhaufen*“, kugelförmige Ansammlungen von etwa 10.000 und mehr (je Haufen) dicht beieinander stehenden, alten Sternen, die am Schöpfungsmorgen vor mehr als sechs Milliarden Jahren entstanden sind. Sie erfüllen einen sphärischen Raum von ungefähr 83.000 Lj. Halbmesser, in dessen Äquatorebene die Weltinsel der Milchstraße sich breitet.

Angesehene Gelehrte und Forscher haben unermüdlich daran gearbeitet, mit immer mehr verfeinerten Instrumenten Gestalt und Ausmaße unserer Weltinsel zu erforschen. Wir wissen heute, daß sich die Milchstraße in ihrer Äquatorebene über einen Durchmesser von 100.000 Lj erstreckt. Senkrecht zur Mittelebene mißt ihre Dicke 3300 Lj. Ihr heller Kern besitzt einen Durchmesser von 17.000 Lj. Unsere Sonne ist vom Mittelpunkt des galaktischen Systems 27.000 Lj entfernt und schwebt 46 Lj in nördlicher Richtung über der Zentralebene. Sie kreist um das Massenzentrum der gigantischen Sterninsel mit einer Tangentialgeschwindigkeit von 217 km in der Sekunde und vollendet ihren Umlauf in 234 Millionen Jahren. Die Gesamtmasse der Galaxis, einschließlich aller Sterne, Staub- und Gaswolken, wird auf 200 Milliarden Sonnenmassen geschätzt. Mehr als 100 Milliarden Gestirne haben in der Milchstraße ihre Heimat. Das ganze System rotiert um eine durch das Massenzentrum gehende und auf der Zentralebene normal stehende Achse. Die Galaxis rotiert jedoch nicht wie eine starre Scheibe; jeder Stern bewegt sich mit der seinem Zentralabstand und dem dort herrschenden Gravitationsfeld entsprechenden Geschwindigkeit. Seltsamerweise nimmt das System der Kugelhaufen, das die Weltinsel umhüllt, an der Rotation fast nicht teil.

Ist diese unermeßlich große Galaxis schon das *Universum*? Wenn man sich durch den Polarstern und durch den hellsten Stern der ein W bildenden fünf Gestirne der Cassiopeia eine Gerade gelegt denkt und sie nach Süden verfolgt, stößt man auf einen verwaschenen Nebelfleck, der dem Sternbild der Andromeda angehört. Dieser Lichtfleck ist der berühmte *Andromeda-Nebel*. In lichtstarken Teleskopen erscheint er dem geübten Beobachter von dunklen Kanälen durchfurcht, die man zunächst nicht zu deuten vermochte. Noch im Jahre 1875 stellte der amerikanische Forscher Trouvelot in einer Zeichnung, die er am 26zölligen Refraktor der Washingtoner Sternwarte angefertigt hatte, den Nebel mit zwei parallelen dunklen Spuren dar. Erst als 1888 dem Engländer Roberts ein ausgezeichnetes Lichtbild des rätselhaften Objektes gelungen war, erkannte man, daß der Nebel Spiralstruktur aufwies. Man hielt diesen Lichtfleck zunächst wegen seiner Spiralgestalt für ein in Entstehung begriffenen Sternsystem. Um 1925 vermochte der Amerikaner Hubble mittels des Mammutinstrumentes der Mount-Wilson-Sternwarte den Nebel teilweise in Sterne aufzulösen und dadurch den Beweis zu erbringen, daß dieses Himmelsobjekt eine Schwesterwelt unserer Milchstraße sei, von gleicher majestätischer Mächtigkeit wie sie.

Nunmehr wurden mit Hilfe der photographischen Kamera *außergalaktische Welten* am laufenden Band entdeckt. Die in den fremden Galaxien leuchtenden Veränderlichen von Art der Delta-Cephei- und RR-Lyrae-Sterne erlaubten es, die Entfernung der Spiralnebel abzuschätzen. Der Andromeda-Nebel (er führt im Nebelkatalog die Bezeichnung M 31) ist von unserem Sonnensystem bei zwei Millionen Lichtjahren entfernt und gehört zu den unserer Galaxis nahe benachbarten Nebelwelten⁸. Die Nebelwelten zeigen offensichtlich die

⁷ Könnten wir uns mit einem Raumschiff über die Milchstraße erheben, so böte sich uns ein seltsamer Anblick: Aus einem hellen Kern, den viele Millionen alter Gestirne aufbauen, würchen spiralförmig gewundene flache Arme hervor, die von jungen Sternen, leuchtenden Gaswolken und Staub gebildet sind.

⁸ Andere „nahe“ Sterninseln liegen im Sternbild des Triangulum (M 33), in der Ursa major (M 81), im Sternbild der Jungfrau (NGC 4594) und im Sculptor (NGC 253). Auch die unregelmäßig gestalteten Magelhaenschen Wolken des südlichen Himmels sind Nachbarwelten unserer Milchstraße.

Tendenz, Gruppen zu bilden, sogenannte „Nebelhaufen“. Die Anzahl der Nebel, die in einem Haufen vereinigt sind, ist sehr verschieden. Sie schwankt zwischen 16 in der „Lokalen Gruppe“, der unsere Galaxis angegliedert ist, und 2500 im Virgo-Haufen.

Die gewaltigen Teleskope der großen neuzeitlichen Sternwarten gaben den Astronomen die Möglichkeit, unermeßliche Tiefen des Raumes zu erschließen. Und je tiefer das Auge des Forschers in die Abgründe des Alls eindringt, desto mehr Nebelwelten leuchten ihm auf. Man schätzt heute ihre Zahl innerhalb des der Forschung zugänglichen Raumes auf etwa zehn Milliarden. Und immer noch ist kein Ende abzusehen. Da drängt sich die Frage auf: Ist das Universum unendlich und ewig? Hier setzen die seltsamen Beobachtungen Hubbles ein. Er untersuchte die Spektren der Nebelsysteme. Diese Untersuchungen gehören sozusagen zu den Routinefragen, die der Astronom an neu entdeckte Himmelsobjekte richtet. Und da fand er etwas sehr Merkwürdiges: Die Spektren fast aller extragalaktischen Nebel zeigten eine mehr oder weniger starke Rotverschiebung. Die Nebelwelten bewegen sich also in radialer Richtung von uns fort, sie fliehen in den Raum hinaus. Als Hubble die aus der Rotverschiebung errechneten Fluchtgeschwindigkeiten in ein Diagramm einzeichnete, das die Abhängigkeit der Radialgeschwindigkeiten von der Entfernung der Nebel aufzeigte, fand er die bemerkenswerte Tatsache, daß die Fluchtgeschwindigkeiten mit einer gewissen Streuung linear von den Entfernungen der Galaxien abhingen. Ein Weltennebel, der zweimal so weit von unserer Milchstraße entfernt ist als ein anderer, wird nahezu zweimal so schnell in den Raum hinaus entfliehen als dieser⁹.

Erwähnenswert ist, daß man vor einigen Jahren mit Hilfe von Radioteleskopen Objekte entdeckt hat, die sogenannten „Quasars“ (= Abkürzung für „quasi stellar radiation objekts“), die sich als außerordentlich intensive Sender bemerkbar machen. Da Radioteleskope eine wesentlich geringere Trennschärfe als die optischen Instrumente haben, war es schwierig, diese „Radiosterne“ optisch aufzufinden. Die Entdeckung der Quasars brachte für die Astrophysiker eine Sensation: Die rätselhaften Objekte wiesen eine extrem starke Verschiebung der Spektrallinien nach dem roten Bereich auf, was, als Doppler-Effekt gedeutet, auf ungeheure Entfernungen und außerordentliche Fluchtgeschwindigkeiten schließen ließ¹⁰. Die Quasars müßten sich also bereits hart an der Grenze des erfahrbaren Weltalls befinden. Diese Grenze liegt bei einem Radius von 13 Milliarden Lichtjahren. Nebelsysteme, die diese Grenze überschreiten würden, wenn das überhaupt möglich wäre, verschwänden für irdische Beobachter, da sie sich mit Überlichtgeschwindigkeit entfernen und das von ihnen emittierte Licht, ins infrarote Gebiet verschoben, von unseren Augen nicht mehr wahrgenommen werden könnte.

Wie ist nun diese Nebelflucht zu verstehen? Die Antwort der Kosmologen lautet kurz und präzise: Das Weltall dehnt sich aus; es wächst und wird größer.

⁹ Die Nebelgruppe im Sternbild der Jungfrau flieht mit einer Geschwindigkeit von 1200 km/sec. Dieser Nebelhaufen ist von uns 42.000.000 Lj. entfernt. Der Nebelhaufen im Löwen entweicht mit einer Radialgeschwindigkeit von ca. 20.000 km/sec, das ist das 16,7fache von der Fluchtgeschwindigkeit des Virgohaufens. Seine Entfernung beträgt mehr als 700 Millionen Lj. Das ist das 16,7fache vom Abstand des Nebelhaufens im Sternbild der Jungfrau. Ein weiteres Beispiel: Im Sternbild Coma Berenices befindet sich ein Nebelhaufen, der etwa 100 Nebel enthält und 326 Millionen Lj. von unserer Galaxis entfernt ist und mit 7400 km/sec entflieht. Im Sternbild der Hydra liegt ein Nebelsystem, von dem uns mehr als zweieinhalb Milliarden Lichtjahre trennen, dessen Entweichungsgeschwindigkeit zu 61.000 km/sec errechnet wurde. Sonnenabstand und Fluchtgeschwindigkeit des Hydra-Haufens sind somit rund achtmal so groß als die Radialgeschwindigkeit und die Entfernung der Nebelgruppe im Sternbild der Haarlocke Berenices.

¹⁰ So fand man am quasstellaren Objekt 3C9 im Sternbild der Fische eine Entweichungsgeschwindigkeit von 250.000 km/sec. Unter Zugrundelegung einer Hubble-Konstante von $23,10^{-6}$ km/sec je Lichtjahr ergäbe diese Radialgeschwindigkeit eine Entfernung von rund 10,9 Milliarden Lj.

Aus der Erscheinung, daß sich die Nebelwelten radial von uns fortbewegen, könnte man bei oberflächlichem Denken folgern, daß unsere Milchstraße und mit ihr unser Sonnensystem irgendwie vor den anderen Galaxien ausgezeichnet ist und sich im Mittelpunkt des Universums befände. Die Kosmologen zerstören alle Illusionen dieser Art, in dem sie erklären: Das Phänomen der Nebelflucht müßte von den Beobachtern auf den Planeten jedes beliebigen Sternes in jeder beliebigen Galaxis in genau gleicher Weise konstatiert werden wie auf unserer Erde.

Um diese Behauptung einzusehen, wollen wir uns einer Modellvorstellung bedienen: denken wir uns einen aufblasbaren Gummiballon, auf dessen Haut etwa mit roter Farbe Punkte gemalt sind. Wenn wir diesen Ballon aufblasen, werden die Punkte, deren jeder eine Nebelwelt versinnbildlichen möge, mit wachsendem Radius auseinander rücken. Sie werden vor einander fliehen. Das, was sich in unserem Denkmodell auf der Oberfläche der Gummikugel abspielt, vollzieht sich tatsächlich im Raum. Hier stoßen wir bereits auf ein schwieriges Problem der Kosmologie, nämlich auf die Frage nach der Struktur des Raumes, den die Materie der Welt erfüllt.

Allen Beobachtungstatsachen gerecht wird nur das *Weltbild der allgemeinen Relativitätstheorie*. Die Beobachtungsergebnisse lassen vermuten, daß die Welt nicht seit ewigen Zeiten bestehen kann, sondern einen Anfang genommen hat, der höchstens fünfzehn Milliarden Jahre zurückliegt. Das ergibt sich schon aus der trivialen Überlegung, daß die Materie des expandierenden Universums zum Zeitpunkt Null einen kleinsten Raum eingenommen haben muß. Das zweite Postulat der Lehre von der Welt lautet: der von Materie erfüllte Raum ist grenzenlos und endlich. Diese Aussage, die weder bewiesen noch widerlegt werden kann, aber das Stigma großer Wahrscheinlichkeit trägt, scheint dem Kontradiktionsprinzip zu widersprechen. Die Begriffe: endlich und grenzenlos können jedoch sehr wohl dem gleichen Subjekt zugeordnet werden. Als Beispiel sei angeführt eine in sich geschlossene Kurve, etwa ein Kreis. Der Kreis ist endlich und unbegrenzt. Man vermag seine Peripherie zu durchlaufen, so oft man will, und wird nie an eine Grenze kommen. Man kann ihn aber auch in eine, allerdings irrationale, Zahl einfangen: $u = 2r\pi$. Ähnliches gilt von der Oberfläche der Kugel. Wir brauchen jetzt nur noch den Gedankenschritt ins Unanschauliche zu wagen und obige Überlegung auf den Raum zu übertragen. Dann erarbeiten wir uns den Begriff des in sich geschlossenen, unbegrenzten und endlichen *Riemannschen Raumes*, mit dem die Relativitätstheorie operiert. Der in sich zurück gekrümmte Raum ist grenzenlos wie die Umfahrungslinie des Kreises und wie die Oberfläche der Kugel. In welcher Richtung immer man ihn mit Lichtgeschwindigkeit in geradem Flug durchmessen wollte, man käme nach Äonen und abermals Äonen stets zum Ausgangspunkt zurück. Der Riemannsche Raum ist auch endlich, läßt er sich doch durch eine Zahl darstellen.

Die Welt als Ganzes hat einmal angefangen zu sein. Alle Materie des gesamten Universums war im Anfang in der Gestalt eines Protosternes auf kleinstem Raum zusammengedrängt und begann nach einer Explosion, die jeder Beschreibung spottet, zu expandieren¹¹. Was war, ehe der Protostern expandierte? Auch dieser Protostern mußte einen Anfang genommen haben. Er konnte nicht von Ewigkeit her präexistiert haben, da er, im höchsten Grad instabil, zur Explosion neigte. Über seinen Anfang breitet sich das Dunkel der Unerforschlichkeit, hinter dem der gläubige Mensch das Walten der geheimnisvollen Schöpferhände Gottes zu erahnen vermag.

¹¹ Ihr physikalischer Zustand war derartig, „daß man fast zögert“, die Zahlen auszusprechen, die ihn charakterisieren: 10^{-44} Sekunden nach Beginn der Expansion betrug die Dichte der Materie 10^{94} Gramm pro 1 cm^3 (d. i. eine Zahl mit 94 Nullen rechts vom Einser). Ihre Temperatur wurde zu 10^{33} Grad Kelvin errechnet. (Die Temperaturskala nach Kelvin hat die gleiche Einteilung wie die Celsiusskala, beginnt jedoch mit dem absoluten Nullpunkt bei $-273,15^\circ \text{ C}$.) Die Nukleonen hatten eine Anfangsenergie von 10^{20} Elektronenvolt, das heißt mit der Energie eines einzigen Protons, eines Partikelchens von $2,4 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$ ($= 24 \text{ Billionstel cm}$) Durchmesser und von einer Ruhemasse $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-24}$ ($= 1,67 \text{ Quadrillionstel}$) Gramm könnte man einen 1,6 kg schweren Stein einen Meter hoch heben.

4. Gibt es auf anderen Sternen menschenähnliche Wesen?

An den Anfang dieses Abschnittes sei die These der Biologie gestellt, daß der Mensch das Ergebnis einer langen, durch viele Jahrmillionen währenden Evolution ist. Nach *Teilhard de Chardin* war die Entfaltung des Lebens auf Erden wesenhaft dem einen Ziel untergeordnet, den Menschen als Träger des Selbstbewußtseins hervorzubringen.

Zunächst: „Was ist Leben?“ So einfach die Frage lautet, so schwer ist sie zu beantworten. Wir können zwar trachten, Merkmale zu finden, die ein Lebewesen vom Unlebten unterscheiden: die Körper der Lebewesen sind z. B. größtenteils aus Kohlehydraten, Nukleinsäuren und Aminosäuren aufgebaut. Den Lebewesen ist ferner der Stoffwechsel eigenständlich. Die aufgenommene organische Nahrung wird in körpereigene Baustoffe umgewandelt. Dadurch sind Wachstum und Fortbestand des Individuums gewährleistet. Man bezeichnet diese Verwandlung fremder Stoffe in körpereigene als Assimilation. Mit ihr geht Hand in Hand die Dissimilation, die darin besteht, daß körpereigene oder als Nahrung aufgenommene Stoffe in einfachere Verbindungen abgebaut werden, wobei Energie frei wird. Die Lebewesen schöpfen die für ihre Bewegung nötige Energie aus diesem, vom Organismus gesteuerten Stoffzerfall.

Die lebentragende Substanz ist das *Protoplasma*. Es steht in ständigem Stoffaustausch mit seiner Umwelt. Aufbau und Abbau halten einander dabei fließend das Gleichgewicht (Fließgleichgewicht). Das Protoplasma ist ein Eiweiß-Lipoid-Komplex, eine dynamische Synthese von höheren Kohlenstoffverbindungen. Das Seltsame daran ist, daß jedes Lebewesen sein ihm arteigenes Protoplasma bildet. Nur dem Protoplasma eignet das Phänomen der Selbstvermehrung (Autoreduplikation, Autokatalyse). Ein weiteres Merkmal des Lebens ist die Irritabilität, d. h. die Fähigkeit, auf äußere oder innere Reize im Sinne der Selbsterhaltung zu reagieren. Eine die Lebewesen in besonderer Weise kennzeichnende Eigentümlichkeit ist ihre Gestalt, die von innen heraus dargestellt wird. Hierher gehört auch das Vermögen einfacher Lebewesen, verlorene Körperteile zu erneuern (Regeneration).

Die oben angeführten Merkmale sind aus der großen Fülle des die Lebewesen vom Unlebten Unterscheidenden herausgegriffen. Gelänge es auch, einen vollständigen Begriff, einen *conceptus comprehensivus* zu bilden, der alle Eigenschaften des Lebens umfaßte, das eigentliche Geheimnis des Lebendigen wäre damit nicht enthüllt.

Das Phänomen der Selbstdarstellung der Einzelindividuen durch von innen heraus wirkende Kräfte läßt erahnen, daß das Leben mehr ist als nur eine Form von Kohlenstoffverbindungen oder eine Erscheinung des Fließgleichgewichtes. Hinter den Lebensvorgängen steht ein irrationaler Faktor, mag man ihn mit Driesch *Entelechie* oder *Ordnungsprinzip* oder *Determinator* oder wie immer nennen. Von diesem Faktor dürfen wir voraussetzen, daß er übermateriell und eine für sich existierende Substanz sei, daß er in Erscheinung tritt, sobald die Vorbedingungen für das Werden des Lebens gegeben sind. Jede Betrachtung des Lebens, die ausschließlich den funktionellen Ablauf der Lebensvorgänge zum Gegenstand hat, ist unweigerlich zur Unfruchtbarkeit verurteilt, weil sie Wesentliches übersieht. Allerdings beginnen hier bereits philosophische Überlegungen, die weder bewiesen noch widerlegt werden können, für deren Richtigkeit jedoch vieles spricht. Und nun wagen wir es, eine zweite, ebensowenig beweisbare, aber auch nicht zu widerlegende These aufzustellen: Als übermaterielle Entitäten haben die Entelechien schon vor der Bildung der Materie präexistiert. Das Leben auf der Erde begann in jenem Zeitpunkt, in dem die Materie, wesenhaft darauf abgestimmt, Lebensträger zu sein, bereit war, Leben zu empfangen. Das gilt nicht allein für unsere Erde, es muß ebenso für fremde Welten vorausgesetzt werden. Und wenn es heute der experimentierenden Biologie gelänge, in der Retorte niedere Lebensformen zu erzeugen, so sagte das nur aus, daß die Forscher die Vorbedingungen für die Synthese Entelechie-Materie gefunden hätten. Ein triviales Analogon zum eben Gesagten wäre folgendes: legt man auf eine heiße Herdplatte ein Stück Papier, so wird dieses Papierblatt in dem Augenblick ganz von selbst aufflammen, in dem die Herdplatte die entsprechende Temperatur erreicht hat.

Die Frage nach dem Leben auf fremden Sternen ist zunächst ein *Problem der Astronomie*. Das an Materie gebundene Leben setzt Planeten voraus, auf denen es gedeihen kann und eine Heimstatt hat. Planeten, die um Wärme spendende Sonnen

kreisen. Wie müssen diese Sterne beschaffen sein, die Muttersonnen Leben bergender Welten sind?

Fürs erste müssen alle Riesen und Überriesen ausscheiden. Ebenso die Gestirne der Spektralklassen O, B und A und mit ihnen fast alle Sternhaufen, da sie viel zu jung sind, zählen sie doch kaum einige Millionen Jahre. Sonne und Erde jedoch bestehen bereits an die vier oder fünf Milliarden Jahre, und es dauerte mindestens drei Milliarden Jahre, ehe sich das primitivste Leben auf der Erde regte. Nicht in Frage kommen als Muttersonnen Doppel- und Mehrfachsterne aus Gründen der Himmelsmechanik, ferner die zahlreichen Zwergsterne des Spektraltypes M, sowie Pulsationsveränderliche von der Art der Delta-Cephei- oder RR-Lyrae-Sterne aus physikalischen Gründen. Die Aufgabe, lebenserhaltende Sonnen zu sein, vermöchten nur die Hauptreihensterne der Klassen F₅ bis K₅ zu erfüllen.

Wenden wir uns den Wandelsternen zu. Was für Eigenschaften müßten sie aufweisen, um eine der Bildung höherer Lebewesen offene Biosphäre zu entfalten? Sie müßten Weltkörper sein, auf deren Oberfläche eine der irdischen ähnliche Schwerkraft herrscht. Sie müßten ein Magnetfeld besitzen zum Schutz gegen die aus dem Weltraum und von ihrem Zentralgestirn kommenden tödlichen Korpuskularstrahlen. Die eingestrahlte Energie dürfte das für die Erhaltung des Lebens erforderliche Maß weder unter- noch überschreiten. Auch müßte die Atmosphäre des betreffenden Planeten die gleiche Zusammensetzung zeigen wie die, in der wir atmen. Die Verteilung von Wasser und Land müßte der irdischen ähnlich sein. Bereits „kleine Änderungen in der Gesamtstruktur oder in einem Teil der Umweltstrukturen übten nahezu mit Sicherheit dauernde und weitreichende Wirkungen auf eine spätere Evolution aus.“ (Simpson, Kosmische Aspekte der organischen Evolution)

Faßt man alles zusammen, was vorausgesetzt werden muß, wenn ein Planet Heimat lebender Wesen sein soll, so bleiben von den hundert Milliarden Sternen unserer Galaxis höchstens 100.000 Gestirne übrig, auf denen sich Leben, ähnlich dem irdischen, entfaltet haben könnte. Gleiche Überlegungen gelten für die zehn Milliarden Weltinseln, die das Universum bevölkern. Somit birgt das Weltall nach neuesten Schätzungen an die tausend Billionen (10^{15}) Sonnen, die möglicherweise von Planeten umkreist werden, welche Brutstätte des Lebens sind. Nach Shapley gibt es nur hundert Millionen solcher Sterne, während Hoyle, weit über das Ziel hinausschießend, von Trillionen bewohnter Welten spricht.

Wir haben oben die kosmischen Bedingungen kurz umrissen, die erfüllt sein müssen, soll sich Leben im allgemeinen auf einem Stern entwickeln. Im folgenden wollen wir überlegen, welche Wege zu höheren Lebensformen, insbesondere zum Menschen führen.

Das Leben hat eine nur ihm zukommende Eigenschaft: es vermag sich nach aufwärts zu entwickeln. Es steht im Zeichen der Evolution. Die Evolution ist umweltbedingt. Umwelt im weiteren Sinn ist das gesamte Weltall, ist die Erde als Wirt organischen Lebens, sind die Planeten fremder Sonnen für das sich auf ihnen entfaltende Leben, mit dem auf ihnen wirksamen Schwerefeld, mit ihrer Temperatur, mit der Zusammensetzung ihrer Atmosphäre, ihren Magnetfeldern u. a. m. So könnten sich z. B. auf einem Wandelstern, dessen Schwerbeschleunigung um vieles größer ist als die der Erde oder dessen Atmosphäre zu dicht oder zu dünn ist, keine Flugtiere entwickeln. Es scheint äußerst unwahrscheinlich zu sein, daß sich im gesamten Weltall die gleichen kosmischen Grundbedingungen wiederfinden wie auf der Erde (Temperatur und Strahlungsintensität des Zentralgestirnes, Masse, Abstand des betreffenden Planeten von seiner Sonne, Neigung seiner Rotationsachse gegen die Ebene seiner Bahn und noch vieles andere mehr).

Nehmen wir an, es habe sich auf einem fremden Stern erstes Leben gebildet. Dann gäbe es eine unbegrenzte Zahl von Möglichkeiten der Evolution. Die möglichen Mutationen, die erbliche Anlagen bedingen, sind unübersehbar. Auf der tiefsten Stufe des Lebens schon kann die Strukturänderung innerhalb eines das Gen aufbauenden Moleküls eine Mutation auslösen, die jede weitere Entwicklung bestimmt. Die möglichen Kombinationen in der Neuordnung der verschiedenen Gene tragen das Ihre zum fast unendlichen Formenreichtum bei. Die mögliche Zahl von Genkombinationen übertrifft jede Vorstellung. Dazu kommt, daß im Bereich des Lebendigen gleiche Ursachen verschiedene Wirkungen hervorzubringen vermögen, wie das Phänomen der Stammbaumauflösung zeigt. Man kennt z. B. auf unserer Erde über eine Million von Insektenarten, die sich alle aus einer einzigen Spezies des

Mittelpaläozoikums entwickelt haben. Existierten im unvorstellbar großen Universum tatsächlich viele Millionen erdähnlicher Planeten, so ist es äußerst fraglich, ob bei der unermeßlichen Zahl von Freiheitsgraden die Evolution der Lebewesen auf diesen fremden Sternen den gleichen Weg genommen habe wie auf der Erde. Die Evolution des Lebens ist eng verknüpft mit dem Ablauf der Geschichte der Gestirne, die dem Leben eine Heimat bieten. Dieser Faktor darf nicht übersehen werden. Soll ein fremder Planet gleiche Lebensformen wie die Erde hervorbringen, müste auch seine Geschichte vom Augenblick seiner Entstehung an ähnlich wie auf der Erde abgelaufen sein.

Wir wiederholen: Der Mensch ist das Ergebnis einer langen Evolution¹².

Die Natur ist offensichtlich darauf bedacht, eintönige Wiederholungen zu vermeiden. Sie schwelgt in einer grandiosen Fülle von immer neuen Formen. Wir dürfen mit gutem Grund annehmen, daß im ganzen Universum nur eine Menschenerde und ein Menschengeschlecht existieren.

Unsere bisherigen Überlegungen und deren Ergebnis haben sich nur auf irdische Lebensformen bezogen. Das soll aber durchaus nicht besagen, daß es nicht ebensogut völlig andere Lebensentwürfe irgendwo im weiten Weltall geben könne, für die wir auf unserer Erde kein Analogon fänden, etwa Vernunftwesen, die uns Menschen geistig überragen, deren Geister Gedankenströme voll erhabener Weisheit und Kraft in das Weltall strahlen, die Körper besitzen ähnlich verklärten Leibern. Vielleicht! Wir wissen es nicht, wir ahnen es nur. Alles Ahnen ist jedoch ungebogenes Wissen, dessen Wurzeln hinabtauchen in das geheimnisvolle Reich des Unbewußten, das nach C. G. Jung allen Menschen und Zeiten gemeinsam ist. Man hat versucht, Funkverbindungen mit fremden Sternen herzustellen unter der Voraussetzung, daß die Bewohner ferner Welten der Erde in Bezug auf die Entwicklung ihrer Technik ebenbürtig, wenn nicht überlegen sind. Im Staate Virginia wurde am radioastronomischen Observatorium von Green Bank eine Antenne für den Empfang außerirdischer Signale errichtet (Unternehmen Ozma). Man hat mit diesem Radioteleskop die Sterne ε Eridani und τ Ceti angepeilt, allerdings ohne Erfolg.

Vielleicht wird die Menschheit im Laufe einer Höherentwicklung in ein Stadium treten, in dem sie auf telepathischem Weg mit den Bewohnern fremder Sterne Verbindung zu finden vermag. Ob so etwas überhaupt möglich ist? Der amerikanische Forscher J. B. Rhine, Vorstand des parapsychologischen Institutes an der Duke-Universität, hat auf breiter Basis wissenschaftlich streng kontrollierbare Experimente angestellt, die bewiesen, daß in der Seele eines jeden Menschen, ob Mann oder Frau oder Kind, die Fähigkeit zur „außersinnlichen Wahrnehmung“ schlummert. Unter den Begriff der außersinnlichen Wahrnehmung subsummiert Rhine die rein geistige Übertragung seelischer Inhalte, also von Gedanken, Empfindungen, Gefühlen und Vorstellungen, und zwar ohne Zwischenschaltung der normalen Sinneswerkzeuge. Man bezeichnet diese Fähigkeit als *Telepathie*. Zur außersinnlichen Wahrnehmung gehört auch das Hellsehen, das heißt die paranormale Schau von Ereignissen, die dem Perzipienten nicht gegenwärtig sind und sich im Augenblick der Wahrnehmung irgendwo in der Ferne abspielen oder die noch ungeschehen im dunklen Schoß der Zukunft ruhen. Das Seltsame, den Gesetzen der Physik Hohnsprechende an diesen Phänomenen ist der Umstand, daß Raum und Zeit bei ihnen keine Rolle zu spielen scheinen. Der Forscher Carlo Marchesi hat gezeigt, daß telepathische Übertragungen über mehr als 6000 km mit

¹² „Die Aussichten, daß etwas Menschenähnliches oder einer anderen irdischen Spezies Ähnliches, abgesehen vielleicht vom Primitivsten, noch irgendwo im gesamten Weltall lebt, sind meines Erachtens dieselben, wie daß irgendein anderer Planet genau die gleiche Geschichte gehabt hat wie die Erde und ihre Bewohner. Das gilt für jeden wesentlichen Teilausschnitt eines Zeitraumes von zwei Milliarden Jahren und mehr. Meiner Meinung nach sind derartige Chancen tatsächlich für die rund hundert Millionen Planeten von Shapleys Minimum wie sogar für Hoyles weniger vernünftige Milliarden von Milliarden gleich Null. Es ist daher ernstlich zu bezweifeln, daß es menschenähnliche Wesen gibt, die darauf warten, uns irgendwo im erreichbaren Weltall zu begrüßen.“ (George G. Simpson, a. a. O.) Zum gleichen Ergebnis wie Simpson kommt Franz Baur (Bad Homburg), der einen mathematisch exakt durchgerechneten Wahrscheinlichkeitskalkül bezüglich der möglichen Mutationen und Übergänge aufgestellt hat. Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, daß im

Universum noch ein zweiter Planet mit Menschen besiedelt ist, $\frac{1}{2 \cdot 10^{15964}}$, also praktisch gleich Null. (Naturwissenschaftliche Rundschau, Heft 4, 1969, S. 167.)

gleicher Klarheit vom Perzipienten empfangen werden wie in unmittelbarer Nachbarschaft des sendenden Experimentators. Die Kräfte der Seele sind nicht an Raum und Zeit gebunden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß es Gestirne gibt, die auf sensible Menschen einen geheimnisvollen Einfluß auszuüben vermögen¹³.

5. Theologische Aspekte

Es gibt im unermesslichen Weltall nur eine Menschenerde und ein Menschengeschlecht. Diese Feststellung scheint unglaublich zu sein. Unter den tausend Billionen Gestirnen, die um die Planeten kreisen, soll unsere Sonne der einzige Stern sein, der einer von Menschen bewohnten Erde Wärme spendet? Dieser Gedanke mutet in höchstem Maße unwahrscheinlich an. Doch müssen wir uns der nüchternen Überlegung beugen.

Was ist die Erde? Ein Staubkorn in den Abgründen des Alls. Denken wir uns die Sonne dargestellt durch eine Orange von 10 cm Durchmesser, dann müßte die Erde ein Sandkorn von 0,8 mm Größe sein, das sich in einer Entfernung von 10 Meter um unser Sonnenmodell bewegte. Und dennoch ward das winzige Sandkorn Erde aus allen Gestirnen herausgehoben, denn auf ihm hat Gott Menschengestalt angenommen, um das Menschengeschlecht zum Vater heimzuführen. Von Vernunftwesen auf anderen Sternen wissen wir nichts. Vielleicht haben sie die Paradiesesreinheit ihres Schöpfungsmorgens unbefleckt bewahrt und der Erlösung nicht bedurft¹⁴!

Noch etwas zeichnet die Menschenerde aus vor den Wandelsternen der anderen Sonnen. Sie ist der Kriegsschauplatz, auf dem der Kampf der Geister ausgetragen wird. „Der große Drache, die alte Schlange, der Teufel oder Satan heißt, der Verführer der ganzen Welt,

¹³ Ein Beispiel hierfür ist der bedeckungsveränderliche Stern Algol im Perseus (β Persei), über den Lambert Binder unter dem Titel „Das Geheimnis des Sternes Algol“ eine Abhandlung in der Zeitschrift „Mensch und Schicksal“ publiziert hat, oder der Doppelstern Capella (α Aurigae), einer von den hellsten Sternen des nördlichen Himmels. Dieser merkwürdige Doppelstern fasziniert sensible Personen, wie Herbert Fritzsche in seiner Studie „Der Fixstern Capella und seine Paraphänomenik“ bekannt. Peryt Shou berichtet, daß er sich bei kontemplativer Betrachtung dieses Gestirnes immer mit starkem sinnlichem Affekt zu ihm hingezogen fühlte wie zu einer Frau. Auch August Strindberg empfand solchen von der Capella ausstrahlenden Einfluß (vgl. „Bekenntnisse an eine Schauspielerin“ von Harriet Bosse, Berlin 1941). Aufsehen erregte seinerzeit der Fall Klinkerfues. Der berühmte Astronom und Direktor der Universitätssternwarte in Göttingen Wilhelm Klinkerfues war Zeit seines Lebens so besessen von der Liebe zum Stern Capella, daß er seine Laufbahn als Geometer aufgab, um sich ganz der Astronomie widmen zu können. Diese rätselhafte Sternerotik steigerte sich bei ihm bis zum Exzeß: er feierte mystische Hochzeit mit seiner unerreichbaren Geliebten, indem er sich im Alter von 57 Jahren am 28. Jänner 1884 im Observatorium der Göttinger Sternwarte an dem zum Stern Capella gerichteten Refraktor erschoß.

Nach Bende Bendsen (vgl. „Tagebuch einer lebensmagnetischen Behandlung der Witwe A. M. Petersen zu Arroeskjöping“) überträfen die Sterne an lebensmagnetischer Wirkung alle anderen Heilmethoden. Es sei jedoch bei derartigen Versuchen mit Übermittlung der Sterneinflüsse größte Vorsicht geboten: die Sterneinwirkungen könnten „Krisen hervorrufen, die sich bis zu schweren Geistesstörungen zu steigern vermögen“. Der oben erwähnte Forscher Peryt Shou hat in etwa dreißig Aufsätzen zu beweisen versucht, daß das menschliche Bewußtsein vom Fixsternhimmel her, in dem er den Quellgrund aller Ideen sieht, zu uralter Schau erweckt werden kann. Im Lichte der obigen Darlegungen scheint die Astrologie als Kunde vom Einfluß der Gestirne nicht ganz absurd zu sein, vielleicht sogar einen Funken Berechtigung zu haben, allerdings in anderem Sinn, als die „klassische“ Sterndeuterkunst es lehrt.

¹⁴ Der englische Schriftsteller Clive Staples Lewis schildert in seinem bekannten Roman „Out of the Silent Planet“ (Jenseits des schweigenden Sterns) eine fremde Welt, die er „Malakandra“ nennt. Die Vernunftwesen auf Malakandra, völlig anders geartet als die Menschen der Erde, haben ihre Urunschuld nie verloren. Ein gewaltiger Engelsfürst (Oyarsa) regiert dieses glückliche Sterngeschlecht, das in der jubelnden Symphonie des Weltalls mitwirkt und in ständigem Gedankenaustausch mit den Bewohnern der Schwesterwelten steht. Der einzige Stern, dessen Lobpreis aus dem gewaltigen und herrlichen Chor der Schöpfung ausfällt, ist die Erde, deren Engelsfürst von Gott abgefallen ist. Darum heißt sie der „schweigende Planet“.

ward gestürzt und auf die Erde hinabgestoßen, und seine Engel wurden mit ihm gestürzt“ (Apk 12, 9). „Wir haben nicht wider Fleisch und Blut zu kämpfen, sondern wider die Herrschaften und Mächte, wider die Weltherrscher dieser Finsternis, wider die Geister der Bosheit in den Himmelshöhen“ (Eph 6, 12). Satan und sein Anhang übten ihre Herrschaft über die Menschenerde aus. Jesus bezeichnet ihn daher als den Herrn, als den „Fürsten dieser Welt“ (Jo 12, 31; 14, 30). Satan pocht geradezu auf seine Herrschergewalt über die Erde. Als er den Heiland versuchte, „führte er ihn höher hinauf und zeigte ihm in einem Augenblick alle Reiche der Erde“. (Die Exegeten deuten diese Vision als teuflische Fata Morgana.) Und der Teufel sprach zu ihm: „Dir will ich all diese Macht und ihre Herrlichkeit geben, denn mir ist sie überantwortet, und ich gebe sie, wem ich will. Wenn du also mir huldigst, soll alles dein sein“ (Lk 4, 5–6; Mt 4, 8–9).

Der freiwillige Opfertod Jesu ist der Wendepunkt in der Geschichte der Erde: Durch den Kreuzestod des Erlösers wurde die unumschränkte Macht Satans über die Menschenwelt gebrochen. „Jetzt wird der Fürst dieser Welt hinausgestoßen werden“ (Jo 12, 31). Der Scheintriumph Satans bedeutet in Wirklichkeit seine entscheidende Niederlage. Ans Kreuz geschlagen und erhöht, hat Jesus alles an sich gezogen. Das Kreuz ist zum Feldzeichen seines Reiches geworden. Noch ist der Kampf nicht beendet und die gewaltige Auseinandersetzung mit den widergötlichen Mächten steht noch bevor. Der Endkampf wird auf der Menschenerde ausgetragen werden. „Der Satan wird losgebunden werden und ausgehen und die Völker in den vier Weltgegenden verführen, den Gog und Magog, und sie zum Kampf sammeln. Ihre Zahl ist wie der Sand des Meeres, und sie zogen herauf über die weite Erde und umringten das Heerlager der Heiligen und die geliebte Stadt“ (Apk 20, 7–8)¹⁵. Nach dem endgültigen Sturz der abgefallenen Engel wird Gott als Rex tremenda majestatis erscheinen, um die Welt zu richten: „Ich sah einen Thron, groß und blendend, und den, der darauf saß. Vor seinem Angesicht flohen die Erde und der Himmel, und keine Stätte wurde mehr für sie gefunden. Und ich sah die Toten, die Großen und die Kleinen, vor dem Throne stehen, und Bücher wurden aufgerollt. Und noch ein Buch wurde geöffnet, das da ist das Buch des Lebens; und die Toten wurden gerichtet gemäß dem, was in den Büchern geschrieben stand, nach ihren Werken. Und das Meer gab die Toten heraus, die in ihm ruhten, auch der Tod und die Unterwelt gaben die Toten heraus, die in ihnen waren, und sie wurden gerichtet, jeder einzelne nach seinen Werken“ (Apk 20, 11 ff.). Wahrhaft grandios ist die Gerichtsvision des Sehers von Patmos: Auf einem erhabenen Thron, blendend weiß im Widerschein der göttlichen Herrlichkeit sitzt der Richter, „angetan mit Macht und Hoheit, ganz in Licht gehüllt wie in einen Mantel“ (Ps 103 bzw. 104). Dieser majestätische Richter ist Gottes Sohn, dem alle Macht verliehen ward im Himmel und auf Erden (Mt 24, 30).

Mit dem Weltgericht findet die Weltgeschichte ihren feierlichen Abschluß. Die Menschenerde aber flieht vor dem Angesicht des Richtergottes. Auf ihr hat sich Leben entfaltet, dessen Endziel der Mensch war. Nun die Geschichte des Menschengeschlechtes erfüllt ist, neigt sich auch die Aufgabe der Menschenerde dem Ende zu, „sie schwindet dahin“. „Der Tag des Herrn wird kommen wie ein Dieb. Es werden die Himmel vergahn mit Donnergetöse, die Elemente werden in Glut zerschmelzen, und die Erde wird mit den Werken (der Menschen) in einem Meer von Flammen untergehn.“ (2 Petr 3, 10)¹⁶.

Seltsam scheint es, daß die Welt auch nach der griechischen und germanischen Mythologie durch Feuer zu Grunde gehen wird. Diese Götter- und Weltendämmerung durch ein alles verzehrendes Feuer heißt in der altnordischen Götterlehre Ragnarök. In den Mythen dürfen wir jedoch die Einkleidung uralten Wissens sehen. Es entzieht sich unserer Erkenntnis, wie die Endkatastrophe geschehen wird. Gleichwohl gibt uns die Astronomie ernste Hinweise auf das ἐκπυρωθήσεται. Am 22. Februar 1901 leuchtete im Sternbild des Perseus plötzlich innerhalb weniger Stunden unter den sphärischen Koordinaten 3^h26^m und +43° 36' ein „neuer“ Stern nulter Größe auf (die bekannte Nova Persei). Am gleichen Himmels-

¹⁵ In der Apokalypse des hl. Johannes stehen Gog und Magog als Symbole für die gottwidrigen Mächte der Endzeit. Gog war der allgemeine Name der Großfürsten von Mesched und Tubal im Lande Magog, das im äußersten Norden lag (vgl. Ez 38). Die Feinde Gottes werden in ungeheurer Überzahl wie eine Sturmflut hereinbrechen und das Gottesreich auf Erden bedrängen und bedrohen, so daß sein Untergang nach menschlichem Ermessen unabwendbar scheinen wird. In der höchsten Not jedoch wird Gott eingreifen und die Widersacher seiner Heiligen vernichten. Der Satan und sein Anhang werden für ewige Zeiten gefesselt werden.

¹⁶ Leseart nach dem Codex Alexandrinus: *κατακαίσεται*, nach dem Codex Sinaiticus: *ἐκπυρωθήσεται*.

ort stand bisher ein schwaches Sternlein 13. Größe¹⁷. Innerhalb kurzer Zeit war die Helligkeit der Praenova (Stern vor dem Helligkeitsanstieg) um 13 Größenklassen gewachsen; das entsprach einer Steigerung der Strahlungsintensität auf das Hundertfünftausendfache. Was war mit jenem Stern im Perseus geschehen? Die Astrophysiker antworten nüchtern „Der Stern wurde von einem Nova-Ausbruch heimgesucht.“ Das heißt, er ist explodiert. Sein Radius nahm mit rasender Geschwindigkeit (ca. 3800 km/sec) an Ausmaß zu. Im Augenblick des Helligkeitsmaximums umfaßte er das Hundertfache seiner ursprünglichen Größe, alle Planeten mit flammender Lohe umhüllend, die sich innerhalb des Ausdehnungsbereiches seiner Oberfläche befanden.

Die Astronomen beobachten alljährlich im Durchschnitt an die 25 Novakatastrophen in unserem Milchstraßensystem. Auch unsere Sonne kann eines Tages explodieren. Dann würde eintreten, was die Hl. Schrift vorhervorkündet: ἡ γῆ καὶ τὰ ἐν αὐτῇ ἔογε ἐκπυρωθήσεται. Wann das geschehen wird? „Von jenem Tag aber und von jener Stunde hat niemand Kenntnis, auch die Engel des Himmels nicht, nur der Vater allein“ (Mt 24, 36).

6. Die „Eroberung“ des Weltalls

Im modernen Schrifttum stößt man oft auf das stolze Wort: „Eroberung“ des Weltalls. Wie ist es mit dieser Eroberung bestellt? In den utopischen Romanen landen Raumschiffe der Menschen auf fernen Gestirnen. Die Fahrt zu fremden Welten setzt Raumschiffe voraus, welche die unvorstellbar weiten Abgründe durchmessen können, die zwischen den Sternen gähnen. Wir wollen einmal nüchtern überlegen, welche Möglichkeiten die Technik unserer Tage in dieser Hinsicht zu bieten vermag. Für den Antrieb von Raumschiffen kommt nur das **Raketenprinzip** in Frage.

Raketenprinzip: denken wir uns einen allseitig geschlossenen, nach seiner Längsrichtung fahrbar gelagerten Kessel, der mit hochkomprimiertem Gas gefüllt ist. Der Innendruck im Kessel betrage 40 Atm. Auf jedem Quadratzentimeter der Kesselwandung lastet dann ein Druck von 40 kp (= Kilopond)¹⁸. Solange der Kessel allseitig geschlossen bleibt, hält sich der Druck im Innern das Gleichgewicht. Sobald man jedoch in einem der Kesselböden eine Öffnung freigibt, durch die das Gas ausströmen kann, stellt sich auf dem gegenüberliegenden Boden ein Überdruck ein: der Kessel wird sich in der Richtung des Überdruckes bewegen, also entgegengesetzt der Ausströmungsrichtung des Gases. Besäße die kreisförmig angenommene Öffnung einen Durchmesser von 20 cm, so entstünde auf dem Gegenboden

bei 40 Atm Innendruck für kurze Zeit ein Schub von $\frac{400 \cdot 3,14 \cdot 40}{4} = 12560$ kp. Ähnliches geschieht bei den Raketen¹⁹.

Soll ein Körper die Erde in radialer Richtung verlassen, so muß er auf eine Geschwindigkeit $v = 11,2$ km/sec beschleunigt werden. Bei einer mittleren Ausströmungsgeschwindigkeit der Treibgase von $s = 2,5$ km/sec nimmt das Massenverhältnis den Wert 90 an (unter der Voraussetzung, daß lediglich die Fluchtgeschwindigkeit von 11,2 km/sec erreicht werden soll). Der Wert 90 für das Massenverhältnis sagt aus, daß das Startgewicht des Raumschiffes das Neunzigfache seiner Nutzlast sein muß. Hat ein Flugkörper einmal die Fluchtgeschwindigkeit von 11,2 km/sec angenommen, so bedarf er keiner Antriebskraft mehr. Sich selbst überlassen, wird er zum Himmelskörper und überwindet das Schwerefeld der Erde. Die Aufgabe eines Sternenschiffes erschöpft sich jedoch nicht allein darin, daß es dem

¹⁷ Die Sterne werden hinsichtlich ihrer Helligkeit in Größenklassen eingeteilt. Höhere Zahlen (15, 14, 13 . . .) bezeichnen schwach leuchtende Sterne, niedere oder negative Zahlen kennzeichnen helle Gestirne. Der Vollmond strahlt mit der Helligkeit – 12,55, die Sonne mit – 26,72.

¹⁸ Die neuere Physik hat als Maßbezeichnung für die Kräfte die Begriffe Pond (p) und Kilopond (kp) eingeführt. p entspricht dem Grammgewicht, kp dem Kilogrammgewicht.

¹⁹ In den Verbrennungskammern der Raketentriebwerke wird durch Verbrennen energiereicher Hypergole, z. B. eines Gemisches von rauchender Salpetersäure und flüssigem Wasserstoff, hoher Druck (bis zu 70 Atm) erzeugt. Die Verbrennungsgase verlassen mit Überschallgeschwindigkeit (etwa 2500 m/sec) durch geeignet geformte Düsen den Raketenmotor. Der nicht ausgeglichene Druck bewirkt eine Schubkraft, die dem Sternenschiff seine Fluggeschwindigkeit erteilt. Nach der Theorie des Raketentriebwerkes hängt die dem Raumschiff durch den Schub induzierte Geschwindigkeit v von der Ausströmungsgeschwindigkeit s der Verbrennungsgase und vom sogenannten Massenverhältnis $M_s : M_n$ ab, worin M_s die Startmasse (= Nutzlast + Brennstoff) und M_n die Masse der Nutzlast allein ist.

Die diesbezügliche Formel lautet: $v = \sqrt{\frac{M_s}{M_n} \cdot \ln \frac{M_s}{M_n}}$; v ist die Endgeschwindigkeit des Raumschiffes nach Brennschluß, d. h. nach Abschaltung des Triebwerkes.

Gravitationsbereich der Erde entrinnt. Es ist in erster Linie dazu bestimmt, Menschen nach einem anderen Stern zu tragen. Während des Fluges werden Bahnkorrekturen unerlässlich sein. In der Nähe des Ziels fordert das Einschwenken in eine Umlaufbahn die Reduktion der Reisegeschwindigkeit. Und alle diese Manöver muß das Triebwerk leisten, und das Triebwerk benötigt Brennstoff und wieder Brennstoff. Der enorme Treibstoffverbrauch bedingte ein irrsinniges Massenverhältnis. Eine einstufige Rakete, die eine Fahrt Erde-Mond-Erde mit einer Landung auf dem Erdtrabanten vollführen sollte, müßte das

Massenverhältnis $\frac{M_s}{M_n} = 3000$ aufweisen. Veranschlagt man das Gewicht des Mondschiffes mit Besatzung, Lebensmittel, leeren Brennstoftanks, Triebwerk und was noch alles zur Ausrüstung gehört mit 200 Tonnen, so würde eine Brennstoffmenge von 600.000 t erforderlich sein.

Um das ungeheuerliche Massenverhältnis zu umgehen, baut man mehrstufige Raketenschiffe. Die Idee der mehrteiligen Raumschiffe geht auf den russischen Ingenieur Ziolkowski zurück. Jede Stufe, d. h. jede Teilrakete, erteilt dem Raumschiff eine gewisse Geschwindigkeit und wird, sobald sie ausgebrannt ist, automatisch abgestoßen. Auf diese Weise kann das Mitschleppen von toten Lasten vermieden werden. Die durch die einzelnen Stufen erzeugten Geschwindigkeiten addieren sich; die Endgeschwindigkeit ist schließlich die Summe aller Teilgeschwindigkeiten. Die Unterteilung der Trägerraketen gestattet es, die Dimensionierung der Raumschiffe innerhalb erträglicher Grenzen zu halten. Nichtsdestoweniger ist die Trägerrakete, welche die Aufgabe hatte, die Apollo-Kapsel zum Mond zu befördern, ein Monstrum einzig in ihrer Art²⁰. Mit dem Bau der Saturn-Raumrakete dürfte so ziemlich das Extrem erreicht worden sein. Die naturgegebenen Grenzen für die Gestaltung eines Raumkreuzers werden bestimmt durch das Material des Triebwerkes, das im Maximum eine Temperatur von 4000° C verträgt. Dieser Wert begrenzt die Strömungsgeschwindigkeit s nach oben, die wesentlich vom Wärmezustand der Treibgase abhängt. An dieser Grenze scheitert das Bemühen der Konstrukteure, das Massenverhältnis zu reduzieren. Es scheint darum nicht verwunderlich, daß die Raketentechniker nach einer anderen Antriebsart Ausschau hielten.

Der Ionenantrieb: Könnte man die heißen Verbrennungsgase durch schwere, rasch bewegte subatomare Teilchen ersetzen, so fielen mit einem Schlag alle Probleme weg, welche hohe Temperaturen an die Konstrukteure stellten. Diese Überlegung führte zur Idee des Ionenantriebes²¹. Aber das Ionentriebwerk ist bis heute noch nicht geboren worden. Es besteht wenig Hoffnung auf eine praktische Verwirklichung der Idee eines Triebwerkes dieser Art. Der thermische Antrieb der Raumfahrzeuge durch ausströmende heiße Gase bietet gegenwärtig die einzige Möglichkeit, jenen die nötige Geschwindigkeit zu applizieren. Diese Antriebsart gestattet jedoch nur Reisen innerhalb des Sonnensystems. Ein kurzer Fahrplan für kosmische „Ausflüge“ möge das Gesagte demonstrieren:

²⁰ Mit 111 m Höhe erreichte sie die Größe eines stattlichen Domes. Ihr Startgewicht (M_s) war 2700 t. Die Schubkraft ihrer fünf Triebwerke in der untersten Stufe betrug während des Startes 3400 t. Dabei entwickelte sie eine Leistung von fast dreißig Millionen Pferdestärken, das entspricht der Leistung von 300 großen Ozeandampfern oder von 20.000 Schnellzuglokomotiven.

²¹ Caesiumdampf ($\frac{133}{55} \text{Cs}$) wird gegen eine glühende Platinplatte geblasen, an der die Caesiumatome eines Hüllenelektrons beraubt und positiv ionisiert werden. Die positiven Ionen passieren ein negativ geladenes Gitter, erfahren im elektrostatischen Feld des Gitters eine sehr hohe Beschleunigung und verlassen das Triebwerk mit einer Geschwindigkeit von 80000 m/sec, wobei sie jedoch nur einen Schub von 50 kp bewirken (der Schub des Triebwerkes der Saturn-Rakete betrug 3,4 Millionen Kilopond!). Allerdings wäre der Verbrauch an Caesium verschwindend gering: je Sekunde würden 6 g dieses Elementes verdampft werden. Für den Aufbau der Spannungsfelder bedürfte man einer Spannung von 5000 Volt und einer Leistung von 23000 Kilowatt, was einen Atomreaktor von 215 Tonnen Gewicht voraussetzte. Veranschlagt man den Caesiumvorrat auf 360 t, die Nutzlast (Rakete, Besatzung, alles Lebensnotwendige etc.) auf 125 t, so hätte das Raumschiff ein Gewicht von 700 t. Der schwache Schub von 50 kp erteilte dann dem Raumfahrzeug eine Beschleunigung von $0,0007143 \text{ m/sec}^2$, das heißt die Geschwindigkeit des Raumschiffes nähme in jeder Sekunde um 0,7 mm zu. Es dauerte ein volles Jahr, bis das Raumschiff auf eine Reisegeschwindigkeit von etwa 20 km/sec käme. Aus eigener Kraft könnte sich das Ionenstrahlschiff nicht von der Erde abheben. Servoraketen müßten es aus dem Bereich der Sonnenschwerkraft hinaustragen. Auch zur Steuerung und für die allfälligen Bremsmanöver müßte es Hilfsraketen mitführen, die mit Hyperolen betrieben werden.

Reiseziel	Reisezeit für den Anflug
Merkur	105 Tage
Venus	146 Tage
Mars	259 Tage
Jupiter	997 Tage
Saturn	2.208 Tage
Uranus	5.854 Tage
Neptun	11.175 Tage
Pluto	16.574 Tage

Nach dieser Zusammenstellung stünden als Reiseziele für die Weltraumfahrt nur die beiden inneren Planeten Merkur und Venus und höchstens noch Mars zur Debatte. Von diesen drei Wandelsternen scheiden Merkur und Venus aus, da sie wegen ihrer meteorologischen Oberflächenverhältnisse von den Raumfahrern nicht betreten werden könnten²².

Was wissen wir vom Mars? Er umkreist in einer mittleren Entfernung von 228 Millionen Kilometer in 687 Tagen das Zentralgestirn. Mit einem Durchmesser von 6800 km ist er ungefähr halb so groß wie die Erde. Seine Achse hat gegen die Ebene seiner Bahn eine Neigung von 65°. Der „Rote Planet“ kennt also wie die Erde einen Wechsel der Jahreszeiten. Im Teleskop vermag der geübte Beobachter auf dem Scheibchen des Planeten mancherlei Details wahrzunehmen. Auf der südlichen Hemisphäre hebt sich ein weißer, aus Reif oder Schnee gebildeter Fleck vom rötlichen Hintergrund ab, die Polkappe. Sie überdeckt etwa sieben Prozent der Marsoberfläche, schwindet jedoch, je weiter sich der Marsfrühling dem Sommer nähert. Im Herbst des „roten Sternes“ beginnen lichte Nebel den Pol zu verhüllen. Neben der Polkappe weist der Planet auch dunklere Regionen auf, die während des 24^{3/4} Stunden dauernden Marstages am betrachtenden Auge vorüberziehen und je nach den Jahreszeiten Farbe und Gestalt ändern. Diese Änderung wird bedingt durch das Nachdunkeln der Dunkelgebiete im Marsfrühjahr. Das Satterwerden der Farben nimmt von den Polargegenden seinen Ausgang und schreitet gegen den Äquator hin fort. Es scheint so, als steigere sich die Feuchtigkeit des Marsbodens. Die zwischen den dunkleren Regionen liegenden hellen Gebiete werden von dunklen Streifen durchfurcht, welche die Dunkelzonen miteinander verbinden. Ihr Entdecker, der Mailänder Astronom Schiaparelli nannte sie „canali“ (1877). Was die canali eigentlich sind, weiß man noch nicht. Man hielt sie für optische Täuschungen, bis es gelang, einige schärfer ausgeprägte Gebilde photographisch festzuhalten. Der Entdecker des Planeten Pluto, der Forscher Tombaugh, vermutet in ihnen Sprünge in der Oberfläche des roten Planeten. Die dunklen Gegenenden könnten Landstriche sein, die mit primitiven Pflanzen besiedelt sind. Dafür spricht die Überlegung, daß sie längst vom gelben Wüstensand zugedeckt worden wären, wenn gewaltige Sandstürme über sie hinwegbrausen, besäßen sie nicht die Kraft, sich immer wieder zu regenerieren. Die Fähigkeit zur Regeneration aber ist ein Zeichen vorhandenen Lebens.

Am 28. November 1964 schossen die Amerikaner die Weltraumsonde „Mariner 4“ ab, deren Ziel der Planet Mars war. Mariner 4 erreichte den roten Stern am 14. Juli 1965 und näherte sich ihm bis auf etwa 9000 km. Während die Sonde am Mars vorbeizog, funkte sie Bilder seiner Oberfläche zur Erde. Die Informationen, die Mariner 4 lieferte, brachten eine bittere Enttäuschung für alle Enthusiasten. Jene Regionen, die

²² Auf der Oberfläche der Venus herrscht eine Temperatur von 230 bis 428 ° Celsius sowie ein Luftdruck von 15 bis 20 Atmosphären, was dem Druck in einer Meerestiefe von 150 bis 200 Metern auf der Erde entspräche. Des weiteren ist die Zusammensetzung der Venusatmosphäre anders als die der irdischen Lufthülle. Während die Erdluft hauptsächlich aus 0,033 Prozent Kohlendioxyd, 78 Prozent Stickstoff und 21 Prozent Sauerstoff besteht, enthält die Atmosphäre der Venus 90 bis 95 Prozent Kohlendioxyd, 1,6 Prozent Wasserdampf, weniger als 7 Prozent Stickstoff und nur 0,4 Prozent Sauerstoff. Merkur weist auf seiner ewig der Sonne zugewandten Hemisphäre Temperaturen von 200 bis 400 ° Celsius auf, die Temperatur seiner Nachtseite hingegen liegt nahe dem absoluten Nullpunkt (– 273 ° Celsius). Als Ziel für eine Entdeckungsfahrt bleibt also nur der Planet Mars übrig.

die Sonde überflog, erwiesen sich als weithin mit Kratern bedeckt, die der Mars-oberfläche ein mondähnliches Aussehen verleihen. Die zur Erde gefunkten Meßwerte ergaben, daß die Atmosphäre des äußeren Nachbarplaneten viel dünner ist, als man wünschte. Alles in allem dürfte der Mars ein lebensfeindlicher Stern sein, über dessen trostlose Oberfläche wilde Sandstürme hinwegfegen, die man sogar von der Erde aus beobachten kann. Höhere, den irdischen verwandte Lebensformen auf dem roten Bruderstern der Erde zu erwarten, wäre gewiß ein grober Irrtum.

Wie steht es mit Reisen zu fremden Sonnensystemen? Der unserem Zentralgestirn unmittelbar benachbarte Fixstern ist der Stern Proxima Centauri. Zwischen ihm und der Sonne gähnt ein Abgrund von 4,3 Lichtjahren oder 40,85 Billionen km. Unter der Annahme, daß das Raumschiff mit einer Geschwindigkeit $v = 19$ km/sec unser Solarsystem verläßt, müßte es 68.000 Jahre unterwegs sein, ehe es den Nachbarstern erreicht. Nun, 68.000 Jahre sind eine gar lange Zeit. Nicht einmal ein Raumfahrer, dem das Alter des Mathusala (969 Jahre) beschieden wäre, vermöchte es, die Landung seines Raumschiffes auf einem Planeten des nächsten Sternes zu erleben. Die ungeheurenen Entfernung von Stern zu Stern könnten nur von Strahlschiffen überwunden werden, die mit Licht- und Überlichtgeschwindigkeit durch das Weltall stürmten. Um aber einen Körper auf Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen, bedürfte es einer unendlich großen Energie, die uns niemals zur Verfügung stehen wird, auch wenn es gelänge, die in den Atomen schlummernden Wirkgewalten voll auszunützen²³. Wir dürfen also das stolze Wort „Eroberung des Weltalls“ getrost aus dem Lexikon der Astronautik streichen.

Quellennachweis: Brik, Mysterium Atom — Mysterium Leben, Morus-Verlag, Berlin 1966; Galilei und sein Prozeß, Morus-Verlag, 1963; Rätselvolles Weltall, Arena-Verlag, Würzburg 1963. Haßelwander, Sitzungsberichte der philosophisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen, 74. Band, 1943. Laskowski, Der Weg zum Menschen, Verlag Walter de Gruyter, Berlin 1968. Mayers Handbuch über das Weltall, Bibliographisches Institut, Mannheim 1960. J. B. Rhine, Die Reichweite des menschlichen Geistes, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart. Otto Struve, Astronomie, Walter de Gruyter, Berlin 1967. Vogt, Die Struktur des Kosmos als Ganzes, Morus-Verlag, 1961.

Zeitschriften: Kosmos, 3. Heft, 1969. Naturwissenschaftliche Rundschau, 10. Heft 1968 und 4. Heft 1969. „Neue Wissenschaft“, Zeitschrift für Parapsychologie, Heft 2/3 1954. Wissenschaftliche Nachrichten, Heft 20 1969. „Die Sterne rücken näher“, Enzyklopädie der Weltraumfahrt, C.-Bertelsmann-Verlag, Gütersloh 1968.

²³ Das Gesagte folgt aus der relativistischen Gleichung für die kinetische Energie. $E = \frac{m_0 \cdot v^2}{2\sqrt{1 - q^2}}$
In dieser Formel bedeuten: m_0 die Ruhemasse des Körpers, v seine Translationsgeschwindigkeit und q den Quotienten $\frac{v}{c}$, worin c die Lichtgeschwindigkeit ist. Für $v = c$ wird $q = 1$ und der Radikand unter der Wurzel der Energiegleichung und mithin die Wurzel selbst werden zu Null. Da's heißt, könnte man v bis zur Geschwindigkeit des Lichtes steigern, so lautete die Gleichung für die aufzuwende Energie: $E = \frac{m_0 \cdot c^2}{0}$. Eine endliche Zahl, durch null dividiert, ergibt aber einen unendlich großen Wert.