

heit uns eine neue Seinsstufe: göttliches Leben soll die ganze Menschheit, ja alle Seinsstufen durchpulsen, wie das Leben des Weinstocks alle lebendigen Reben, bis unsere Teilnahme am göttlichen Leben in der Verklärung offenbar wird.

Die Bewohnbarkeit ferner Welten

Von D. Wattenberg

Mit der Vervollkommnung der optischen Hilfsmittel, der endgültigen Erkenntnis der Wesensgleichheit aller Körper im Sternenall und der Entdeckung, daß auch die physikalischen Entwicklungsprozesse im Welt-raum nach den auf der Erde herrschenden Gesetzmäßigkeiten verlaufen, drängte gleichzeitig die Frage nach einer Klärung, inwieweit die für die unbelebte Welt als gültig befundenen Gesichtspunkte auch für das Leben als solches Bedeutung haben, und wie sich auf den übrigen der Erde gleichartigen Himmelskörpern ein etwa bestehender Lebensrhythmus abwickeln würde.

Dem Astronomen ist das hier zu betrachtende Problem immer wieder vorgetragen worden, obwohl ihm die Beantwortung dieser Frage vielfach ein großes Unbehagen bereitete, sah er doch seine Bestimmung nicht in der Lösung dieser für den allgemeinen Erkenntnisprozeß unwichtigen Aufgabe, sondern lediglich in der Erhellung der großen und gewaltigen kosmischen Zusammenhänge, vor denen diese an sich naive, aber dennoch innerlich berechtigte Frage vollkommen zurücktritt. Da bisher nur wenig darüber gesagt werden konnte, die Forderung nach Lichtung dieses Rätsels aber gerade in unsern Tagen mit besonderem Nachdruck erhoben wird, soll eine kritische Stellungnahme versucht werden.

Mit den uns bisher zu Gebote stehenden Fernrohren war und ist auch in Zukunft keinerlei Klarheit darüber zu gewinnen, ob auf andern Sternen organisches Leben ein Dasein führt, bzw. ob die optisch wahrgenommenen Einzelheiten ihre Entstehung menschenähnlichen Wesen verdanken. Somit sind wir naturwissenschaftlich auf Rückschlüsse angewiesen, die sich aus den uns bekannten Lebensformen auf die astronomisch oder physikalisch ermittelten Zustände der Himmelskörper ziehen lassen. Die Fixsterne scheiden hierbei von vornherein aus, bestehen doch an ihren durchweg gasigen Oberflächen so gewaltige Drucke, Spannungen und Temperaturen (5000—40 000° C), daß die uns auf der Erde bekannten Lebensäußerungen unmöglich werden. Lediglich die Planeten, die ja mit unserer Erde als Wandelsterne eine große Familie der Allmutter Sonne bilden, lassen die Fortführung dieser Diskussionen überhaupt zu¹.

¹ Aus naheliegenden Gründen mag sich hier die Frage erheben, ob neben der Sonne auch andere Sterne von Planeten umkreist werden. Im Zusammenhang mit seinen sehr beachtlichen Untersuchungen über den Entwicklungsgang der Sterne macht neuerdings Professor A. Eddington in Cambridge darauf aufmerksam, daß wahrscheinlich unsere Sonne der einzige Stern des Milchstraßensystems ist, der ein Planetensystem besitzt. Theoretische Gründe scheinen dafür zu sprechen, daß die Bildung eines Planetensystems als ein durchaus seltenes Ereignis aufzufassen ist.

Um aber zu sicheren Schlüssen gelangen zu können, müssen wir erst einmal den Ablauf des Lebens auf der Erde näher ins Auge fassen, um dann von hier aus die so gewonnenen Erkenntnisse auf die Schwesterwelten zu übertragen.

Die wechselvollen Lebensäußerungen in den verschiedenen Zonen der Erde lassen äußerlich schon eine bestimmte Regel im Lebenslauf erkennen. Wir wissen aber, daß das Leben in der Hauptsache an einen lebenden Stoff, das Protoplasma, gebunden ist. Diese lebende Substanz baut sich in ihren Grundstoffen aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und zum Teil noch aus Schwefel, Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen auf und besteht deshalb aus Elementen, die der unbelebten Welt bzw. der Erde entnommen sind. Man faßt diese mit Wasser stark durchtränkten Mittel allgemein unter dem Begriff „Eiweißkörper“ zusammen. In der Mehrzahl besteht ein lebender Organismus (der des Menschen z. B. zu 75 %) aus Wasser. Das Vorkommen von Wasser, Eiweiß und Mineralien ist chemisch gesehen demnach für das organische Leben die Vorbedingung. Hinzu kommt schließlich noch als lebenerhaltender Faktor das Vorhandensein von Nahrung und geeigneten Atmungsmöglichkeiten sowie eine begrenzte Temperatur der Umwelt. Aber dieses alles zusammengefaßt ergibt dennoch kein Lebewesen. Obwohl der Chemiker heute in der Lage ist, zahllose anorganische Verbindungen herzustellen und die Verhältnisse der Grundstoffe zueinander genau zusammenzufügen, so ist doch die künstliche Schöpfung eines Lebensvorganges oder gar eines Lebewesens im Laboratorium noch keinem Menschen gelungen. Hier ist die Grenze der menschlichen Erkenntnis. Eine aus der Ewigkeit quellende und in die Ewigkeit weisende Quelle des Lebens läßt sich nicht in mathematische Formeln fassen und schwebt stets in majestätischer göttlicher Größe und Erhabenheit über allen Gesetzen der Materie, die wir erforschen können.

Zur Erhaltung des Lebens ist die Wärme eine der notwendigsten Grundbedingungen. Sie muß für große Zeiträume gleich bleiben, um dem Leben einen sicheren Bestand zu garantieren. Die Wärmequelle der Erde liegt in der Sonne beschlossen, die trotz ihrer großen Entfernung von 150 000 000 Kilometer durch ihre Strahlung unsere Erde bewohnbar erhält. Die mittlere Jahrestemperatur der Erdoberfläche beträgt $+ 14^{\circ} \text{C}$. Durch diesen Mittelwert werden aber ganz enorme Grenzgrößen vollständig verdeckt, treffen wir doch während der kältesten Monate in den Polargebieten Temperaturen bis $- 70^{\circ}$ (Nordsibirien) und in den Tropen extreme Sommertemperaturen bis $+ 58^{\circ}$ (Sahara, Australien, Kalifornien) an. Allgemein kann man aber sagen, daß der Organismus eines höher entwickelten Lebewesens vornehmlich Temperaturen zwischen 0° und $+ 40^{\circ} \text{C}$ gefahrenlos erträgt. Die Eigentemperaturen lassen dagegen weit geringere Spielräume zu, wissen wir doch, daß eine Steigerung der Bluttemperatur des Menschen um 2° oder 3° schon Lebensgefahr und ein Anstieg um 5° in der Regel den Tod im Gefolge hat. Andererseits hält der Mensch auch für wenige Augenblicke Trockentemperaturen von $- 70^{\circ}$ und $+ 100^{\circ}$ aus, während die Säugetiere und Vögel der Arktis z. B. ständig Lufttemperaturen ertragen, die bis zu 80° unter ihrer Körperwärme liegen. Und schließlich

ist noch daran zu erinnern, daß man Bakterien und Pilzsporen tagelang in flüssiger Luft bei -190° lebensfähig halten konnte. Die im Moos lebenden Bär- und Rädertierchen blieben sogar in flüssigem Helium bei -269° am Leben. Nach oben zu liegt die Grenztemperatur in der Regel unter dem Siedepunkt des Wassers. In heißen Quellen kennt man aber Algen, die unter Temperaturen von $+93^{\circ}$ noch ein Dauerleben führen, während manche Pilzsporen sogar bei $+120^{\circ}$ noch ein latentes Leben fristen können.

Diese vielgestaltigen Lebensäußerungen werden aber erst durch das Licht und die Wärme der Sonne möglich. Wenn die Sonne plötzlich verschwände, so träte auf der Erde eine Temperatursenkung bis -50° ein. Eine weitere Folge wäre ein allmähliches Entweichen der Atmosphäre in den Weltraum, wodurch allem Leben die Voraussetzung entzogen würde. Andererseits müßte aber das Sonnenlicht in ganz kurzer Zeit jeden Organismus zum Absterben bringen, wenn nicht die Lufthülle die lebenszerstörenden kurzwelligen Strahlen der Sonne abschwächte. Das den Organismen zugeführte Sonnenlicht ist also stark filtriert. Diese weise Einrichtung führt uns zu einer andern bedeutungsvollen Seite des Lebensproblems: die Atmosphäre eines Planeten muß in einem bestimmten Verhältnis der einzelnen Bestandteile zueinander aufgebaut sein, wenn das Leben überhaupt gedeihen soll.

Die Erdatmosphäre setzt sich in ihren unteren Schichten hauptsächlich aus Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak und Argon zusammen. Auf Stickstoff entfallen allein 78%, auf Sauerstoff 21% und auf die übrigen Gase zusammen 1%. Als ein zwischen 0% und 4% schwankender Bestandteil kommt noch Wasserdampf in Betracht. Unter den hierdurch gegebenen Verhältnissen, namentlich auch in Bezug auf den Luftdruck, vollzieht sich der Lebensprozeß, der allerdings sofort gefährliche Formen annehmen kann, wenn wir im Flugzeug oder auf hohen Bergen in atmosphärische Regionen kommen, die von der Luft in der Ebene beträchtliche Abweichungen zeigen. Diese Zone beginnt allgemein bei 3000 Meter Höhe.

Im Gasmeer der Atmosphäre liegen jedoch die lebenermöglichenden Kräfte nicht für ewig beschlossen, sondern aus den Wechselwirkungen zwischen der Tier- und Pflanzenwelt werden sie ständig neu geboren. Die Nahrung des Menschen und der Tiere besteht aus Pflanzen oder tierischen Produkten, die sich ursprünglich ebenfalls aus Pflanzennahrung ergeben haben. Diese Nährstoffe bauen sich im wesentlichen aus Kohlenstoff auf, der sich im Organismus durch den Verbrennungsprozeß in Wärme verwandelt, wozu wiederum der erforderliche Sauerstoff mit Hilfe des Atmungs Vorganges der Atmosphäre entnommen wird. Der Sauerstoff, der Atmung an sich nicht zuträglich, wird durch den Stickstoff erst genügend verdünnt. Während des organischen Verbrennungsprozesses bildet sich aus der Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff schließlich Kohlendioxyd (Kohlensäure), das durch die Atmung wieder ausgeschieden wird. Dieser Vorgang müßte bei der großen Zahl aller Lebewesen auf der Erde die Sauerstoffvorräte mehr und mehr zum Schwinden und die Kohlensäurebestände zu starkem Anschwellen bringen und damit alles Leben bald dem Erstickungstode preisgeben. Schon die Steigerung der Kohlendioxydbeimischung der

Luft von 0,0004 % auf 1 % würde den gesamten Bestand an Lebewesen vollständig vernichten, während anderseits eine Verringerung dieses Gases die Verkümmern der Pflanzenwelt und eine Senkung der durchschnittlichen Lufttemperatur um 21° nach sich zöge. Ebenso könnte sich dann nicht mehr viel Wasserdampf halten, und die Außentemperatur der Erde müßte noch weiter sinken. Diesem Schicksal wirkt aber die lebendige Welt in sinnvoller Weise entgegen. Mit Hilfe des Sonnenlichtes zerlegen nämlich die grünen Teile der Pflanzen die Kohlensäure wieder in Kohlenstoff und Sauerstoff. Der so gewonnene Kohlenstoff dient der Pflanze zum Aufbau ihrer Bestandteile, während der Sauerstoff an die Atmosphäre zurückgegeben wird. Diesen Vorgang bezeichnet man als Assimilation.

Obwohl der hier aufgewiesene Zusammenhang zwischen der pflanzlichen Assimilation und dem in der Atmosphäre vorhandenen freien Sauerstoff in letzter Zeit auch geochemisch an Beweiskraft gewonnen hat, so darf doch dabei nicht übersehen werden, daß die Atmosphäre lange vor der Existenz einer Vegetation nicht ganz sauerstofflos gewesen sein kann; denn sonst hätte ja pflanzliches Leben gar nicht gedeihen können. Die in dieser Richtung angestellten physikalischen Betrachtungen führten zu der Erwägung, daß sich der erste atmosphärische Sauerstoff zu einer Zeit, als die Oberflächentemperatur der Erde noch $+1500^{\circ}$ betrug, aus dem Zerfall der Wasserdampfmoleküle (Dissoziation) gebildet haben kann. Man könnte schließlich noch die Bildung von Sauerstoff durch photochemische Spaltung des Wasserdampfes mit Hilfe des ultravioletten Sonnenlichtes heranziehen, zumal sich diese Vorgänge auch heute noch in den höchsten Schichten vollziehen.

Diese Erkenntnis ist für die Beurteilung der Lebensmöglichkeiten auf andern Körpern des Sonnensystems von ungemeiner Bedeutung, setzt doch etwa vorgefundener atmosphärischer Sauerstoff nach obiger Darstellung pflanzliche Lebensfunktionen voraus. Im Folgenden soll nun eine Zusammenfassung unserer bemerkenswertesten Kenntnisse vom Aufbau der übrigen Welten des Sonnenreiches und von ihrem Verhältnis zu den bisher gewonnenen Einsichten in die irdischen Lebensgesetze versucht werden.

Als nächsten Weltkörper treffen wir in der Nachbarschaft der Erde den Mond, der mit 3480 Kilometer im Durchmesser nur $\frac{1}{7}$ der Erdgröße einnimmt und etwa 384 400 Kilometer von unserem Planeten entfernt ist. Im Fernrohr gibt er dem Forscher einen ganz überwältigenden Anblick seiner Oberfläche. Kraterlandschaften, zerklüftete Gebirgszüge (z. B. die 720 Kilometer langen und bis zu 5000 Meter Höhe sich erhebenden Mondalpen) und gewaltige Ebenen (Mare) wechseln miteinander ab und schaffen in gewisser Hinsicht manche Ähnlichkeiten mit der Erdoberfläche. Aber still wie der Weg des Mondes am finsternen Nachthimmel ist auch seine Welt, luftleer, ohne Wasser, Leben und Vegetation.

Der Mond sendet eigene Strahlungen nicht aus, sondern dieser an sich dunkle Weltkörper leuchtet ausschließlich in reflektiertem Sonnenlicht. Diesem Licht teilt nun die Mondoberfläche ihre Eigenschaften mit. Uns interessiert in der Hauptsache die Temperaturfrage. Der Astrophysiker

verfügt nämlich über ein Instrument — Thermozelle genannt —, das im wesentlichen aus zwei zusammengelöteten Metallen (Wismut und Platin) besteht und in der Brennebene des Fernrohrs dem Einfluß des Mond- oder Planetenlichtes ausgesetzt wird. Ein durch diese Einwirkungen sich bildender Thermostrom kann galvanometrisch gemessen und zur Schlußziehung auf die Oberflächentemperatur des betreffenden Weltkörpers verwandt werden, allerdings unter strenger Berücksichtigung der etwa durch atmosphärische Einflüsse hervorgerufenen möglichen Lichtveränderungen. Diesbezügliche Messungen zeigten für die sonnenbeschienenen Gebiete der Mondoberfläche Durchschnittstemperaturen von $+90^{\circ}$, die senkrecht unter dem Einfall der Sonnenstrahlen sogar auf $+118^{\circ}$ stiegen, d. h. um 18° über den Siedepunkt des Wassers. An der sich scharf markierenden Lichtgrenze der Phase sinkt die Temperatur aber plötzlich auf -153° . Während einer totalen Mondfinsternis im Juni 1927 konnten amerikanische Astronomen am Mount-Wilson-Observatorium die Beobachtung machen, daß während des Fortschreitens des Erdschattens auf der Mondoberfläche innerhalb weniger Minuten die Temperatur von $+90^{\circ}$ auf -102° , also um 192° , sank. Diese Feststellungen schließen Lebensäußerungen vollständig aus. Zudem besteht die Mondoberfläche aus einer vulkanischer Asche gleichenden Masse, die an sich schon Vegetationsmöglichkeiten nicht befürworten dürfte.

Ebenso lebensfeindlichen Boden betreten wir auf dem der Sonne am nächsten stehenden Planeten Merkur. Er hat einen äquatorialen Durchmesser von 4700 Kilometer und ist etwa 58 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Seine Masse beträgt nur 0,06 der Erdmasse, wogegen seine Dichtigkeit den Wert von 1,1 (Erde 1,0) erreicht. Er ist demnach kaum größer als der Mond, und erst 16 Körper seiner Größe ergeben eine Erdkugel. In 88 Tagen umläuft der Planet die Sonne. Jahre und Tage haben hier gleiche Dauer; denn die Rotation um die eigene Achse ist mit der Umlaufszeit um die Sonne identisch. Während der Mond 13% des auffallenden Sonnenlichtes reflektiert, strahlt der Merkur 14% zurück. Diese nahezu gleichen Werte lassen den Schluß auf ähnliche Oberflächenstrukturen beider Körper sehr wohl zu. Der Planet hat ebenfalls keine atmosphärische Hülle. Wie beim Monde, reicht auch hier wahrscheinlich die Gravitationskraft nicht aus, die Gasmoleküle einer etwaigen Lufthülle an dem Entweichen in den Weltraum zu hindern, so daß sich dieselben Oberflächenmodellierungen entwickelt haben könnten. Diese Vermutung erfährt dadurch eine gewisse Sicherung, daß die Reflexion des Sonnenlichtes an der Merkuroberfläche auffallend gut mit dem von vulkanischer Asche zurückgestrahlten Licht übereinstimmt. Die Planetenoberfläche wird daher nach aller Wahrscheinlichkeit einen typisch vulkanischen und mondähnlichen Charakter tragen.

Thermoelektrische Messungen zeigten an der zur Sonne gerichteten Seite des Planeten Merkur eine Temperatur bis zu $+417^{\circ}$, ein Hitzegrad, der weit über dem Schmelzpunkt des Bleies liegt und deshalb jegliche Lebensfunktion verbietet. Auf der von der Sonne abgewandten Halbkugel des Planeten dagegen sinkt die Temperatur auf den absoluten Nullpunkt

(-273°), woraus sich innerhalb eines Merkurjahres Schwankungen von 690° ergeben, die alle weiteren Fragen über das Lebensproblem automatisch zum Stillstand bringen.

Günstiger schien sich anfangs die Venus zu verhalten, die in einer mittleren Entfernung von 108 Millionen Kilometer in 225 Tagen die Sonne umkreist. Der Planet ist nur wenig kleiner als die Erde und hat einen Durchmesser von 12 300 Kilometer (Erde: 12 756 Kilometer). Die Dichte beträgt 0,91 der Erddichte, so daß also ein durchaus idealer irdischer Zustand gegeben sein könnte. Diese Folgerung wurde weiterhin dadurch zur Gewißheit erhoben, daß die hohe Rückstrahlungsfähigkeit des Planeten mit 58 % des auftreffenden Sonnenlichtes das Dasein eines das Planetenantlitz verhüllenden Wolkenmeeres anzeigt. Da uns die Venus im Fernrohr dem Monde ähnelnde Phasen zuwendet, konnten hieran Abschattierungen wahrgenommen werden, die als Dämmerungserscheinungen gedeutet und insofern einer atmosphärischen Ursache zugeschrieben wurden. Die wahrscheinliche Höhe der Planetenatmosphäre ließ sich auf 80—100 Kilometer berechnen.

Die Temperatur auf der Venus schwankt nach neueren Messungen zwischen 0°C auf der Nacht- und $+60^{\circ}\text{C}$ auf der Tagseite. Die wirkliche Oberflächentemperatur wird vielleicht siedendem Wasser gleichen. Im allgemeinen müßten hier also hochgradig tropische Verhältnisse vorherrschend sein, was auch durchaus begreiflich wäre, zumal der Planet Venus mit der Erde und dem noch zu besprechenden Mars in derselben Entwicklungsphase zu stehen scheint und darum in mancherlei Hinsichten eine Anpassung an die irdischen Verhältnisse zu erwarten wäre.

Doch über die physikalische Struktur der Venusoberfläche war mit Hilfe der Spektroskopie merkwürdigerweise keine Klarheit zu gewinnen. Gelegentliche Versuche zeigten trotzdem, daß die Venusatmosphäre weder Sauerstoff noch Wasserdampf enthält. Diese Frage wurde aber erst im Sommer 1927 durch den amerikanischen Astronomen F. E. Roß entschieden, als es gelang, an der Mount-Wilson-Sternwarte mit Hilfe von Farbfiltern photographische Aufnahmen der Venus durchzuführen. Naturgemäß war das Bild der Venus bei Benützung eines beliebigen Filters von der vorhergehenden Aufnahme stets verschieden. Die stärksten Kontraste und Fleckenbildungen auf der Planetenscheibe traten jedoch auf den mit ultraviolett Filtern gewonnenen Aufnahmen hervor. Dieses Verfahren lieferte endgültige Gewißheit darüber, daß die Venusatmosphäre nicht aus Wasserdampf bestehen kann. Es sei beispielsweise daran erinnert, daß es während des Weltkrieges gelungen ist, durch rote Farbfilter die von einem Nebelmeer verhüllte Erdoberfläche zu photographieren, während blaue und violette Filter dabei vollständig versagten. Aus den auf die Venus bezüglichen Aufnahmen mit Rotfiltern folgt aber, daß alle auf der Venus photographisch erkennbaren Flecken Erscheinungen der höchsten atmosphärischen Schichten dieses Planeten sind, die von roten oder infraroten Strahlen bis zu ihrem Grunde nicht durchdrungen werden können.

Auf Grund eingehender Diskussionen der bisherigen Beobachtungsergebnisse und unter Hinzufügung neuer theoretischer Gesichtspunkte

konnte kürzlich Professor Schoenberg in Breslau den Aufbau der Venusatmosphäre dahin festlegen, daß nach Ausweis der vorhandenen Dichte sowie der Temperatur und Helligkeit des Planeten die unteren atmosphärischen Schichten in der Hauptsache aus Kohlendioxyd bestehen, während in größeren Höhen geringe Mengen Wasserstoff als wahrscheinlich anzunehmen sind. Von Sauerstoff allerdings fand sich keine Spur. Etwa vorhandenes Wasser muß daher in hydratisierten Mineralien zu festen Zuständen gebunden sein. Die sich hieraus ergebende Schlußfolgerung hinsichtlich des Kohlensäurereichtums, des Wassermangels und der Temperaturhöhe macht den Planeten Venus zu einem für Lebensvorgänge ungeeigneten Weltkörper. Aus dem hohen Kohlensäuregehalt dieser Welt kann ohne weiteres auf das Fehlen jeglicher pflanzlichen und damit auch organischen Lebensregung geschlossen werden, wodurch auch der Sauerstoffmangel verständlich wird.

So blieb denn als letzte Hoffnung der Mars, der außerhalb der Erdbahn kreist, etwa 228 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Dieser Planet ist bedeutend kleiner als die Erde. Sein Durchmesser am Äquator beträgt 6900 Kilometer, seine Masse erreicht nur 0,11 der Erdmasse, während die Marsdichte mit 0,69 ebenfalls beträchtlich unter der Dichtigkeit der Erde liegt. Der Tag dauert auf dem Mars 24 Stunden und 37 Minuten und ein Marsjahr 687 Erdentage.

Im Fernrohr zeigt der Planet viele Einzelheiten in rötlicher, gelblicher, weißer und grauer Tönung, woraus sich schon früh eine in feinste Spezialisierungen gehende Areographie entwickeln konnte, namentlich auch deshalb, weil die zum Teil ockerfarbenen und blaugrauen Gebiete eine ziemlich feste Lage zu haben schienen. Hieraus ergab sich dann recht bald eine Scheidung der gelblichen Flächen in Landmassen und der dunkleren Gebiete in Wasser oder Meere, obwohl es gar nicht einmal erwiesen ist, inwieweit eine Aufteilung der Planetenoberfläche nach diesen Gesichtspunkten berechtigt sein kann. Wären nämlich nennenswerte Wasserbecken auf dem Mars vorhanden, so müßten sich bei der noch zu erörternden großen Durchsichtigkeit der Marsatmosphäre Spiegelungen des Sonnenlichtes an diesen Wasserflächen zeigen. Dergleichen ist aber bis heute nicht beobachtet worden.

Ins Auge fallend sind auf dem Mars besonders die weißen Polkappen, die an die Polkalotten der Erde erinnern und sich ebenso wie die irdischen Eispanzer mit der Jahreszeit ausbreiten oder zurückziehen. Gegen die Auffassung von Polareis auf dem Mars spricht aber die große Geschwindigkeit, mit der sich die weißen Polkappen oft an einem Tage bis zu 100 Kilometer zurückziehen, wenngleich auch der optische Eindruck durchaus zu Gunsten der Eistheorie spricht; denn längs der Schmelzgrenze entsteht ein dunkler Saum, der als Sammelbecken des Eiswassers angesehen werden könnte. Aber schon Pater A. Secchi hat 1858 darauf aufmerksam gemacht, daß die Polkalotten des Mars in der Hauptsache wolkiger oder nebliger Natur, allenfalls aber nur als reifähnlich zu betrachten seien, zumal dann der Einfluß der Sonnenstrahlung auf sie wesentlich empfindlicher sein muß, also das schnelle Zurückweichen der Polarzone erklärlich wäre. Diese Deutung

hat in letzter Zeit wieder viele Anhänger gefunden. In der Regel ist anzunehmen, daß die Polgebiete durch eine Verbindung zwischen Wolken und nebligem Bodenbelag hervorgerufen werden, und sie erwecken deshalb den Eindruck ausgedehnter Schneefelder.

Selbstverständlich werden nicht alle Flecken auf dem Mars wolkiger Natur sein, aber die Zulassung von Wolken überhaupt setzt das Dasein einer Atmosphäre voraus. Daß diese Hülle besteht, hat man schon vor zweieinhalb Jahrhunderten geahnt, doch ihre Zusammensetzung konnte erst kürzlich unter Verwendung feiner physikalischer Methoden einwandfrei erforscht werden. Abgesehen von gelegentlichen stärkeren Eintrübungen des Marsbildes weist die Atmosphäre des Planeten eine außerordentliche Durchsichtigkeit auf, die auf einer sehr geringen Dichte beruhen wird. Neuere Untersuchungen an der Lick-Sternwarte in Amerika geben für die „Marsluft“ eine Dichte an, die etwa dem 21. Teil der Dichte der Erdatmosphäre auf dem Meere oder einem Sechstel der Luftdichte auf dem Gipfel des Mount Everest im Himalaja gleichkommt. Andere spektroskopische Forschungen wiesen auf dem Mars Wasserstoff und Sauerstoff nach, deren quantitativen Mengen aber nur 6% bzw. 16% des Gehaltes der Erdatmosphäre entsprachen. Hiernach hätte der Mars noch weniger Sauerstoff aufzuweisen, als wir auf dem Gipfel des Mount Everest antreffen, ja, erst im vorigen Jahre zum Abschluß gekommene Untersuchungen haben diese Frage dahin entschieden, daß die Marsatmosphäre überhaupt als vollständig sauerstofflos angesehen werden muß. Wenigstens ist die in der Marshülle etwa vorhandene Anzahl der Sauerstoffatome 1000mal geringer als die der Erdluft, ein Wert also, der praktisch Null bedeutet.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß der Sauerstoffmangel auf dem Mars noch eine andere Konsequenz nach sich zieht. Auf der Erde liegt bekanntlich in 30 Kilometer Höhe die das ultraviolette Sonnenlicht absorbierende Ozonschicht. Ozon setzt Sauerstoff voraus, denn es ist ja selbst eine Modifikation des Sauerstoffs. Diese das lebenvernichtende Sonnenlicht abfangende Schicht liegt aber auf dem Mars nahe an seiner Oberfläche und wird gewiß auch auf die Lebensfrage nicht fördernd einwirken.

Die Temperaturen wechseln auf dem Mars zwischen -60°C in den Polarzonen und $+30^{\circ}\text{C}$ am Marsäquator. Die mittlere Jahrestemperatur schwankt zwischen -15° und -30° , wonach der Planet allerdings noch nicht einer Eiswüste zu gleichen braucht.

Bei den berühmt gewordenen, vor 60 Jahren von Schiaparelli entdeckten „Marskanälen“ handelt es sich um ein Netzsystem, durch das in bestimmten Fernrohren dunkle Gebiete der Marsoberfläche miteinander verbunden zu sein schienen. Man übersah aber, daß diese „Kanäle“ Breiten von 100 bis 300 Kilometer haben müßten, um uns sichtbar zu sein, und entfachte dadurch einen Begeisterungstaumel, der bis heute noch nicht ganz verebbt ist. Wir wissen jetzt mit positiver Sicherheit, daß die Kanäle auf optischer Täuschung beruhen und lediglich ein Werk der menschlichen Einbildung waren. Im ganzen dürfte mit ziemlicher Gewißheit zu sagen sein, daß auch der Mars von keinen organischen Wesen bevölkert wird, sondern öde und leer durch die Tiefen des Alls wandert.

Jenseits der Marsbahn kreisen noch die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto um die Sonne. Die Aussichten, auf ihnen günstigere Bedingungen anzutreffen, sind noch weit geringer als auf den bisher behandelten Gliedern des Sonnensystems. Die beiden Riesenplaneten Jupiter und Saturn sind der Erde mit ihren Ausmaßen ganz erheblich überlegen. Ihre Durchmesser erreichen in der Äquatorebene 142 000 bzw. 120 000 Kilometer, während ihre Massen die Erde um das 318,36- bzw. 95,22fache übertreffen. In rund 10 Stunden rotieren diese gigantischen Weltkugeln um ihre Achsen. Jupiter umläuft die Sonne in einer Entfernung von fast 778 Millionen Kilometer in etwa 12 Jahren, während Saturn, 1428 Millionen Kilometer von der Sonne abstehend, seinen Weg um das Zentralgestirn in 29,5 Jahren vollendet. Gering ist allerdings die Dichte dieser beiden Körper mit 0,25 bzw. 0,13 gegenüber der mit 1,0 angesetzten Erddichte, wodurch die Vermutung ihre Berechtigung erlangen konnte, daß dort der kosmische Entwicklungsprozeß noch nicht zum Abschluß gekommen sei. Nach allgemeiner kosmogonischer Auffassung sind aber die äußersten Planeten als die ältesten Glieder des Sonnenreiches zu betrachten, so daß die Entwicklung dort eigentlich am weitesten fortgeschritten sein müßte. Wenn der Befund an diesen Welten die Forderung nicht zu erfüllen schien, so nur deshalb, weil sich für die später ins Dasein gerufenen kleineren Planeten Mars, Erde, Venus und Merkur infolge ihrer großen Sonnennähe und der wesentlich stärkeren Beeinflussung durch die Sonne und ihre Kräfte andere Tendenzen der Entwicklung ergeben haben. Erst kürzlich konnte aus theoretischen Erwägungen Dr. R. Wildt in Göttingen darauf hinweisen, daß bei den großen Planeten die bisherigen Annahmen eines dort noch vorherrschenden Gaszustandes einer gründlichen physikalischen Nachprüfung nicht standhalten. Vielmehr gewinnt das mögliche Vorhandensein einer festen Oberfläche unter einer dichten Wolkendecke an Wahrscheinlichkeit. In diese Folgerung fügen sich die auf Jupiter und Saturn zuweilen beobachteten und selbst das Gefüge ihrer Atmosphären lange erschütternden eruptionsartigen Erscheinungen, die plötzlich den stets ins Auge fallenden dichten Wolkengürtel in Form von riesenhaften, rötlich gefärbten Fleckenbildungen durchbrechen, gut ein. Diese Vorgänge stellen eben katastrophale Durchbrüche der noch nicht zum Erlöschen gekommenen glühenden Materie durch die schon festgeronnene Planetenoberfläche dar.

Die Höhe der Atmosphäre hat man bei Jupiter auf 600 Kilometer und beim Saturn auf 1300 Kilometer berechnet. Der Hauptbestandteil dieses Gasmantels ist Wasserstoff; denn die großen Massen der beiden Planeten werden das Entweichen dieses Gases in den Weltraum unterbunden haben. Die allgemeine Wolkendichte ist jedoch viel geringer als die der irdischen Wolken. Neuere spektroskopische Untersuchungen der Göttinger Sternwarte haben ebenfalls die Anwesenheit von Ammoniak und Methan (Grubengase) in der Jupiterhülle sichergestellt und eine ähnliche Zusammensetzung der Saturnatmosphäre als möglich erwiesen. Unter Berücksichtigung der ferner festgestellten außerordentlich niedrigen Oberflächentemperatur von -165° für Jupiter und -140° für Saturn sind die vorgenannten

Stoffe zwar noch als gasförmig anzunehmen, während andere Verbindungen wie Wasser, Kohlensäure und noch leichter kondensierbare Substanzen sich bereits in festen oder flüssigen Formen vorfinden werden. Dergestalt hat man sich dann auch die Wolken vorzustellen, die eben aus Gasen, vielleicht Kohlendioxyd, bestehen, aus denen sich erst bei sehr tiefen Temperaturen Niederschläge usw. bilden.

Die Verhältnisse auf den übrigen drei Planeten gestalten sich ebenso. Der Uranus, in zwanzigfacher Erdentfernung um die Sonne kreisend, besitzt die fünfzehnfache Erdmasse. Etwa 63 Erden könnte man in die Kugel hineinfüllen. Neptun dagegen, in 30 Sonnenweiten schwebend, faßt bei siebzehnfacher Erdmasse sogar 77 Erdkugeln. Die Temperaturen dieser Körper liegen bei -200° , was schon durch die hier kaum merkbare Sonnenstrahlung verständlich wird; auf diesen Grenzposten des Sonnenreiches gleicht die Sonne selbst nur noch einem Stern. Auf jenen Planeten versinkt also jeder Tag zu einer starken Dämmerung; denn Uranus wird beispielsweise nur von dem 400. Teil und Neptun nur von dem 900. Teil der auf die Erde auftreffenden Sonnenstrahlung berührt.

Als überwiegende atmosphärische Substanz wird auf den äußersten Planeten Wasserstoff angenommen. Ihre Dichtigkeit, d. h. die Dichte des Planetenkörpers, beträgt kaum ein Viertel der Erddichte, so daß mit Rücksicht auf diese Sachlage eine nähere Prüfung der Lebensfrage gar nicht in Betracht gezogen zu werden braucht, zumal Sauerstoff gänzlich fehlt und ein fester Panzer aus Eis oder dergleichen diese Planeten umspannt.

Wir stehen am Ende unserer Betrachtungen. Es hat sich ergeben, daß unsere Erde allein geeignet ist, organische Lebewesen der Art zu tragen, wie wir sie kennen, und diese Auffassung wird heute von namhaften Astronomen mit ausdrücklichem Hinweis auf die hier dargelegten Forschungsergebnisse vertreten. Zu nennen ist hier als Verfechter dieser These namentlich der englische Astrophysiker Sir James Jeans in Cambridge. Diese Folgerung greift aber noch tiefer. Gehen wir nämlich von den uns auf der Erde bekannten Lebensbedingungen aus und fassen dabei besonders den Entwicklungsstand der Erde ins Auge, so zeigt sich, daß die Planeten Venus, Erde und Mars in der gleichen Entwicklungsphase begriffen sein mögen, daß aber geophysikalisch, geochemisch und meteorologisch sehr beträchtliche Abweichungen bestehen. Damit ist der von mehreren Forschern vertretenen Meinung, der gleiche Entwicklungsgrad bedinge gleiche Oberflächeneigenschaften, die Grundlage entzogen. Und wenn auch auf dem einen oder andern Himmelskörper erdähnliche oder hiervon kaum unterscheidbare Verhältnisse in Erscheinung träten, schließt dann diese physikalische Gleichheit auch schon gesetzmäßig das Dasein eines organischen Lebens und damit eine physiologische und psychische Übereinstimmung ein? Wir wissen es nicht, sehen jedenfalls keine naturwissenschaftlichen Gründe, es anzunehmen¹.

¹ Anmerkung der Redaktion. Dieses „ignoramus“ des Verfassers ist vom Standpunkt der reinen Naturwissenschaft aus wohl begreiflich. Indes lassen sich auf philosophisch-theologischem Wege doch ernste Wahrscheinlichkeitsgründe