

# Die Stellung des Menschen im Weltall

Autor(en): **Eddington, A.S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Neue Schweizer Rundschau**

Band (Jahr): - **(1931)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-853378>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die Stellung des Menschen im Weltall<sup>1</sup>

von A. S. Eddington

*Die Sternenwelt.* Unsere stärksten Fernrohre erfassen an tausend Millionen Sterne. Jede Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit vergrößert noch diese Anzahl, und es ist kaum möglich, ihr eine Grenze zu setzen. Nichtsdestoweniger sind Anzeichen für ein gewisses Nachlassen vorhanden, und es steht fest, daß die uns umgebende Sternverteilung sich nicht gleichförmig in die Unendlichkeit des Raumes fortsetzt. Betrachtet man den Himmel mit immer stärkeren Fernrohren und wählt diese so, daß bei jedem neuen Fernrohr der Bereich der erfaßten Sterne um eine Größenklasse wächst, so steigt anfangs die Zahl der erfaßten Sterne bei jeder Stufe auf das Dreifache. Doch nimmt dieser Faktor ab, so daß an der Grenze der Sichtbarkeit, die unsere Riesen-Teleskope erreichen, das Hinzukommen einer Größenklasse die Anzahl der gesehenen Sterne nur mit 1,8 multipliziert; auch erfolgt die Abnahme des Faktors auf den letzten Stufen außerordentlich schnell. Man gewinnt somit den Eindruck, daß wir uns einer Grenze nähern, bei der durch lichtstärkere Fernrohre keine erhebliche Zunahme der in unseren Sehbereich gelangenden Sterne mehr zu erreichen ist.

Es sind Versuche gemacht worden, die Gesamtzahl aller Sterne durch eine gewagte Extrapolation aus diesen Zahlen abzuschätzen, und man hat Gesamtsummen von drei bis dreißig Milliarden angegeben. Es liegt aber eine große Schwierigkeit darin, daß der Teil der Sternenwelt, der uns zunächst umgibt und den wir hauptsächlich beobachten, eine lokale Verdichtung oder Sternwolke darstellt, die nur einen Teil eines weit größeren Systems bildet. In bestimmten Richtungen dringen unsere Fernrohre bis zu den Grenzen dieses Systems vor, in anderen jedoch ist die Ausdehnung viel zu ungeheuer, um sie ermessen zu können. Die Milchstraße, die in dunkler Nacht einen leuchtenden Gürtel rings um den Himmel bildet, zeigt die Richtung an, in der Stern hinter Stern liegt, bis sich in den Fernen der Blick verliert. Diese große abgeplattete Sternenschicht wird Galaktisches System

<sup>1</sup>) Aus Eddingtons Werk *Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung* (*The nature of the physical world*), das demnächst im Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 356 Seiten stark erscheinen wird. Die Übersetzung dieses bedeutenden Buches eines der bekanntesten Physiker und Astronomen stammt von Maria Freifrau Rausch von Traubenberg und Hermann Dießelhorst.

genannt. Sie hat die Gestalt eines Diskus, dessen Dicke gering ist im Vergleich zu seiner Flächenausdehnung. Sie zerfällt in Teilverdichtungen, die wahrscheinlich eine Spirale bilden, gleich den Spiralnebeln, die man in großer Zahl am Himmel findet.

Das Zentrum des Milchstraßensystems liegt irgendwo in der Richtung des Sternbilds des Schützen. Es ist uns nicht nur infolge der großen Entfernung verborgen, sondern bis zu einem gewissen Grad auch durch dazwischenliegende kosmische Staubmassen, sogenannte dunkle Nebel, die das Licht der dahinterliegenden Sterne abschneiden.

Wir müssen also zwischen unserer lokalen Sternwolke und dem großen Galaktischen System unterscheiden, von dem diese einen Teil bildet. Im wesentlichen (aber nicht ausschließlich) beziehen sich die Sternzählungen nur auf die lokale Wolke, und diese ist es, die wir mit unseren stärksten Fernrohren zu erschöpfen beginnen. Sie hat ebenfalls eine abgeplattete Gestalt — und zwar ungefähr in derselben Ebene abgeplattet wie das Galaktische System selbst. Wenn wir letzteres mit einem Diskus verglichen haben, könnte man unsere lokale Sternwolke mit einem flachen Kuchen vergleichen, dessen Dicke ungefähr ein Drittel seiner seitlichen Ausdehnung beträgt. Sie ist so groß, daß ein Lichtstrahl mindestens 2000 Jahre braucht, um von einer Seite zur anderen zu gelangen. Das ist natürlich nur eine rohe Abschätzung, da sie sich auf eine Sternanhäufung von unbestimmter Gestalt bezieht, die wahrscheinlich gar nicht scharf von benachbarten Anhäufungen getrennt ist. Die Ausdehnung der gesamten Spirale ist von der Größenordnung 100 000 Lichtjahre. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß die abgeplattete Gestalt des Systems auf eine äußerst schnelle Rotation zurückzuführen ist, und tatsächlich bestehen direkte Beweise für eine starke Rotationsbewegung. Aber es ist eines der vielen ungeklärten Geheimnisse der Entwicklungsgeschichte, daß fast alle Himmelsgebilde sich in schneller Rotation befinden.

Inmitten dieser zahlreichen Bevölkerung ist die Sonne nur ein unbedeutender Einzelkörper. Sie ist ein ganz gewöhnlicher Stern von ungefähr mittlerer Lichtstärke. Wir kennen Sterne, die 10 000 mal so viel Licht ausstrahlen wie die Sonne, und wir kennen auch Sterne, die nur den 10 000sten Teil ihres Lichtes geben. Aber die Sterne mit geringerer Leuchtkraft überwiegen an Zahl bei weitem diejenigen mit höherer. In bezug auf Masse, Oberflächentemperatur und Volumen gehört die Sonne einer sehr häufig vorkommenden Klasse von Sternen an. Auch ihre Geschwindigkeit entspricht ungefähr dem Durchschnitt.

Sie weist keinerlei in die Augen springende Eigenschaft auf, wie z. B. eine Veränderlichkeit der Leuchtstärke, die bei den Astronomen besondere Aufmerksamkeit erregt. In der Gemeinde der Sterne hat die Sonne den Platz eines achtbaren Bürgers des Mittelstandes inne. Zufälligerweise liegt sie sehr nahe dem Zentrum unserer lokalen Sternwolke, aber dieser scheinbare Vorrang wird dadurch entwertet, daß die Sternwolke selber sehr exzentrisch in bezug auf das Galaktische System, ja in Wirklichkeit fast an der Grenze desselben liegt. Wir können also durchaus nicht den Anspruch erheben, der Nabel der Welt zu sein.

Die Betrachtung des Milchstraßensystems bringt uns die Nichtigkeit unserer eigenen kleinen Welt zum Bewußtsein, und doch müssen wir noch tiefer in das Tal der Demut steigen. Das Galaktische System ist einer unter Millionen von Spiralnebeln. Was man längst vermutet hatte, scheint jetzt keinem Zweifel mehr zu unterliegen, nämlich, daß jeder Spiralnebel ein « Insel-Universum » bildet, losgelöst von unserm eigenen. Sie alle sind große Sternsysteme — oder Systeme, die im Begriffe sind, sich zu Sternen zu verdichten —, alle nach demselben diskusartigen Vorbild angelegt. Einige bieten sich unserem Auge von der Schmalseite dar, so daß wir die Flachheit des Diskus abschätzen können; andere wieder kehren uns ihre Breitseite zu und zeigen uns, wie die Verdichtungen spiralförmig angeordnet sind. Viele zeigen die Wirkung dunkler Nebel, welche die Regelmäßigkeit ihrer Gestalt durchbrechen und das Licht der Sterne auslöschen. In einigen der am nächsten gelegenen Spiralnebel ist es möglich, die hellsten Sterne gesondert zu erkennen. Es wurden veränderliche Sterne und auch sogenannte Novae (neue Sterne) genau wie in unserm eigenen System beobachtet. Aus der scheinbaren Größe der Sterne, deren Charakter wir erkennen können (namentlich der Veränderlichen vom Cepheiden-Typus), sind Rückschlüsse auf die Entfernung dieser Nebel möglich. Der nächste Spiralnebel ist 850 000 Lichtjahre entfernt.

Aus dem geringen bis jetzt gesammelten Tatsachenmaterial scheint hervorzugehen, daß unser eigener Sternnebel, das Galaktische System, ganz ausnehmend groß ist. Man hat sogar die Vermutung aufgestellt, daß, wenn die übrigen Nebel « Inseln » sind, das Milchstraßensystem einen « Kontinent » darstellt. Solange jedoch nicht stärkere Beweise vorliegen, können wir uns kaum unterfangen, einen Vorrang für uns in Anspruch zu nehmen. Auf jeden Fall bedeutet jedes solche Universum eine Anhäufung von wenigstens rund 100 Millionen Sternen.

Und wieder erhebt sich die Frage: wie weit dehnt sich diese Verteilung aus? Nicht um einzelne Sterne handelt es sich jetzt, sondern um Sternwelt hinter Sternwelt, so weit das Auge reicht. Nähert sich auch diese Verteilung schließlich einem Ende? Vielleicht müssen wir unsere Einbildungskraft noch zu einem weiteren Sprung anspannen, müssen wir uns noch übergeordnete Systeme vorstellen, die sich zu den Spiralnebeln verhalten wie diese zu den Einzelsternen. Aber es gibt eine schwache Wahrscheinlichkeit, daß wir bereits auf der Höhe der Rangordnung angelangt sind, und daß das System der Spiralnebel wirklich das Weltall umfaßt. Wir haben uns bereits mit der modernen Auffassung auseinandergesetzt, daß der Raum endlich ist, — endlich obgleich unbegrenzt. In einem derartigen Raume werden die Schwingungen solchen Lichtes, das bereits einen großen Teil des Weges « rund um die Welt » zurückgelegt hat, verlangsamt, d. h. alle Spektrallinien erscheinen gegen Rot verschoben. Gewöhnlich wird (auf Grund des Doppler-Effektes) eine solche Rotverschiebung auf eine von uns weg gerichtete Bewegung des betreffenden Himmelskörpers zurückgeführt. Nun ist es eine erstaunliche Tatsache, daß die überwiegende Mehrzahl der Spiralnebel, die gemessen worden sind, große von uns weg gerichtete Geschwindigkeiten zeigen, die häufig 1000 km/sek noch übersteigen. Es gibt nur zwei ernstlich in Betracht kommende Ausnahmen, und das sind gerade die größten Spiralnebel, die uns näher liegen müssen als die meisten andern. Es dürfte schwer sein, plausible Gründe anzugeben, warum uns diese fernen Welten so schnell und so einmütig fliehen. Warum sollten sie uns wie eine Plage meiden? Aber die Erscheinung wird sogleich verständlich, wenn wir die tatsächlich beobachtete Rotverschiebung auf eine Verlangsamung der Schwingungen des von diesen Objekten ausgesandten Lichtes zurückführen, die darum eintreten muß, weil das Licht bereits einen beträchtlichen Teil des Weges rund um die Welt zurückgelegt hat. Nach dieser Theorie ergibt sich der Radius des Raumes von der Größenordnung des zwanzigfachen mittleren Abstandes der beobachteten Sternnebel, also etwa zu 100 Millionen Lichtjahren. Dies würde Raum geben für einige Millionen Spiralnebel; aber dahinter kommt nichts. Es gibt kein « dahinter », denn in einem sphärischen Raume bringt uns ein « dahinter » aus der entgegengesetzten Richtung zur Erde zurück.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Hubble hat kürzlich einen sehr viel größeren Wert ( $10^{11}$  Lichtjahre) für den Radius in Vorschlag gebracht. Aber obgleich auch er von den Spiralnebeln ausgeht, ist die Voraussetzung zu seiner Berechnung eine andere und meiner Ansicht nach

*Die Zeitskala.* Der Gang der Zeit erstreckt sich weit zurück in die Vergangenheit. Von einem Anfang können wir uns keine Vorstellung machen. Aber irgendeinmal, so nehmen wir an, füllte sich die Leere mit Materie, feiner noch verteilt, als in den allerzartesten Nebeln. Die spärlich verstreuten Atome bewegen sich in formloser Willkür.

Seht da den Thron des Chaos und das Zelt,  
Das dunkel über öder Tiefe gähnt.

Allmählich setzt die Wirkung der Gravitation ein. Einzelne Verdichtungszentren entstehen und ziehen andere Materie in ihren Bereich. Zuerst sondern sich Sternsysteme gleich dem Galaktischen voneinander ab; Teile ballen sich zu Sternwolken und Haufen, die sich wieder in einzelne Sterne teilen.

Die Entwicklung ist nicht überall gleich weit fortgeschritten. Wir beobachten Nebel und Sternhaufen in verschiedenen Entwicklungsstufen. Manche Sterne sind noch äußerst « diffus », andere haben sich schon so weit zusammengezogen wie die Sonne und eine Dichte erreicht, die größer ist als die des Wassers, andere auf noch höherer Stufe haben sich zu unvorstellbaren Dichten zusammengezogen. Aber man kann heute nicht mehr daran zweifeln, daß die Entstehung der Sterne auf einen einzigen großen Evolutionsprozeß zurückzuführen ist, der die uranfängliche Verteilung der Materie ergriff und auch jetzt noch nicht abgeschlossen ist. Man hat früher willkürlich angenommen, daß die Geburt eines Sternes ein Einzelereignis sei wie die Geburt eines Lebewesens. Von Zeit zu Zeit sollten zwei längst erloschene Sterne zusammenstoßen und sich durch die Energie des Stoßes in Dampf auflösen. Dann sollte wieder Verdichtung einsetzen und mit einem neuen leuchtenden Himmelskörper neues Leben beginnen. Wir können zwar kaum behaupten, daß dies unmöglich wäre und daß es der Sonne nicht bestimmt sei, ein zweites oder drittes Mal zu erstehen, aber es geht aus gewissen Beziehungen, die man zwischen den Sternen hat verfolgen können, klar hervor, daß die gegenwärtige Daseinsstufe der Himmelskörper ihr *erstes Dasein* bedeutet. Man hat Sternfamilien gefunden, deren Glieder sich mit gemeinsamer Eigengeschwindigkeit

---

unannehmbar. Sie beruht auf einer Theorie über den geschlossenen Raum, die Einstein früher aufgestellt hatte, die jetzt aber allgemein fallen gelassen ist. Die oben auseinandergesetzte Theorie (wir verdanken sie W. de Sitter) ist wohl äußerst spekulativ, aber sie ist der einzige Schlüssel, den wir zu den Größenverhältnissen des Raumes besitzen.

durch den Weltraum bewegen. Diese müssen einen gemeinsamen Ursprung haben und können ihre Entstehung nicht zufälligen Zusammenstößen verdanken. Eine andere überwundene Hypothese nahm an, die leuchtenden Sterne bildeten nur eine Ausnahme, und Tausende von toten Sternen kämen auf jeden, dessen Licht wir beobachten. Es gibt aber Methoden, um die Gesamtmasse der Materie im interplanetaren Raum durch ihre Gravitationswirkung auf die mittlere Geschwindigkeit der Sterne abzuschätzen, und man hat gefunden, daß die Masse der leuchtenden Himmelskörper schon fast die gesamte zulässige Masse erschöpft, so daß für dunkle Sterne nur noch ein sehr beschränkter Betrag übrigbleibt.

Biologen und Geologen datieren die Geschichte der Erde auf einige Tausend Millionen Jahre zurück. Physikalische Beweisführungen, die sich auf die Lebensdauer radioaktiver Substanzen stützen, scheinen die Schlußfolgerung notwendig zu machen, daß die älteren (archaischen) Gesteine der Erdkruste vor ungefähr 1200 Millionen Jahren entstanden sind. Die Sonne muß jedoch bereits seit noch längerer Zeit ihre Strahlen versenden, indem sie (wie wir jetzt annehmen) von ihrer eigenen Substanz zehrt, die sich nach und nach in Strahlung auflöst. Nach der theoretischen Zeitskala, die durch astronomische Beweise aufs beste gestützt scheint, muß der Beginn des Leuchtens der Sonne auf etwa fünf Billionen ( $5 \cdot 10^{12}$ ) Jahre zurückverlegt werden. Wenn man auch der Theorie, die dieses Datum liefert, nicht absolut sicher vertrauen kann, so scheint doch der Schluß vernünftig und begründet, daß das Alter der Sonne jene Zahl nicht übersteigt. Die Zukunft erscheint nicht derart begrenzt, und es ist möglich, daß die Sonne als Stern von immer schwächer werdender Leuchtkraft noch 50 bis 500 Billionen Jahre fortbestehen kann. Die Theorie der Erschließung von subatomarer Energie hat das Leben der Sterne von Millionen auf Billionen Jahre verlängert, und man könnte sich Verjüngungsprozesse vorstellen, die diese Billionen wieder in Trillionen wandeln würden. Solange wir jedoch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik nicht umgehen können, oder, was dasselbe ist, so lange wir nicht bewirken können, daß die Zeit rückwärtsläuft, rücken wir dem schließlichen Ende mit Sicherheit immer näher, und die Welt wird zum Schluß in einen Zustand gleichmäßig starrer Veränderungslosigkeit versinken.

Findet nun diese unendliche Verschwendung an Materie, an Raum, an Zeit ihre letzte Krönung im Menschen?

*Vielheit der Welten.* An dieser Stelle möchte ich eine Zusammenstellung des astronomischen Beweismaterials geben, das bis jetzt über die Bewohnbarkeit anderer Weltkörper gesammelt worden ist. Die populäre Ansicht, daß die Beantwortung dieser Frage eines der Hauptziele bei Erforschung der Himmelskörper ist, bringt den Astronomen etwas in Verlegenheit. Denn alles, was er beisteuern kann, sind nur einige fragmentarische Fingerzeige, auf die er gelegentlich bei seinen Beobachtungen gestoßen ist, die im allgemeinen auf mehr praktische und weniger hochfliegende Ziele gerichtet sind. Nichtsdestoweniger fühlt sich der menschliche Geist unwiderstehlich zu diesem Spiel mit dem Gedanken hingezogen, daß irgendwo im Weltall andere Wesen — nicht gerade Engel — sein möchten, die der Mensch als seinesgleichen — oder auch als übergeordnet ansehen könnte.

Es ist müßig, die Formen erraten zu wollen, die das Leben unter Bedingungen annehmen könnte, die völlig anders sind als auf unserem Planeten. Wenn ich die Ansicht der Paläontologen recht verstanden habe, so bedeutet die Herrschaft der Säugetiere die dritte Dynastie im Leben der Erde — den dritten Versuch der Natur, eine Lebensform hervorzubringen, die sich wechselnden Bedingungen genügend anpassen kann und geeignet ist, die Erde zu beherrschen. Kleine Veränderungen im harmonischen Verhältnis aller Umsände müssen bereits starken Einfluß auf die Möglichkeit von Leben überhaupt und auf den Typus des Organismus ausüben, der zur Vorherrschaft bestimmt ist. Vorerst müssen einige kritische Wendepunkte im Gang der Entwicklung überwunden sein, bevor Leben sich bis zur Ebene des Bewußtseins erheben kann. All dies liegt außerhalb des Forschungsgebietes eines Astronomen. Um die Diskussion einer endlosen Reihe von Mutmaßungen zu vermeiden, will ich annehmen, daß die Bedingungen für die Bewohnbarkeit eines Himmelskörpers denen auf unserer Erde nicht unähnlich sind, und daß Leben zwangsläufig in Erscheinung tritt, sobald solche Bedingungen erfüllt sind.

Nehmen wir zuerst die Planeten des Sonnensystems, von denen nur Mars und Venus in Betracht kommen. So weit unsere Kenntnis reicht, könnte die Venus sehr wohl für ein dem irdischen ähnliches Leben geeignet sein. Sie hat ungefähr dieselbe Größe wie die Erde, ist zwar der Sonne etwas näher, aber wahrscheinlich nicht wärmer und besitzt eine Atmosphäre von hinreichender Dichte. Merkwürdigerweise ist es der spektroskopischen Forschung bis jetzt nicht gelungen, irgendeinen Nachweis für das Vorhandensein von Sauerstoff in der



oberen Atmosphäre zu erbringen, und so erhebt sich ein Zweifel, ob auf diesem Planeten Sauerstoff überhaupt frei vorkommt; doch dürfen wir vorläufig noch keinen so bestimmten Schluß ziehen. Es ist vielleicht möglich, daß wir auf die Venus verpflanzt weiter leben könnten, ohne unsere Lebensgewohnheiten sehr zu verändern — außer, daß ich persönlich einen andern Beruf ergreifen müßte, denn die Venus ist kein guter Platz für Astronomen. Sie ist vollkommen in Wolken oder Nebel eingehüllt. Dies ist auch der Grund, warum man keine festen Marken auf ihrer Oberfläche finden kann, mit deren Hilfe sich feststellen ließe, wie schnell sie um ihre Achse rotiert und in welcher Richtung diese liegt. Es mag hier eine merkwürdige Theorie erwähnt werden, obgleich man sie vielleicht nicht zu ernst nehmen darf. Man hat gedacht, daß die große Höhlung, die vom Stillen Ozean ausgefüllt wird, eine Narbe sein könnte, die nach der Losreißung des Mondes von der Erde zurückgeblieben ist. Diese Höhlung hat offenbar die wichtige Funktion, überflüssiges Wasser aufzunehmen, und wenn sie ausgefüllt wäre, würden alle Kontinente überflutet werden. So könnte auf indirekte Weise das Vorhandensein trockenen Landes mit dem Vorhandensein des Mondes zusammenhängen. Die Venus aber besitzt keinen Mond, und da sie in anderer Beziehung der Erde so ähnlich scheint, könnte man vielleicht schließen, daß sie eine Welt ist, die nur aus Ozean besteht, in der also die Fische die höchstentwickelten Wesen sind. Die Aufstellung dieser merkwürdigen Hypothese führt uns jedenfalls anschaulich vor Augen, wie das Geschick organischen Lebens durch Umstände bestimmt werden kann, die auf den ersten Blick als belangloser Zufall erscheinen.

Die Sonne ist ein ganz gewöhnlicher Stern, und die Erde ein ganz gewöhnlicher Planet, aber der Mond ist kein gewöhnlicher Trabant. Kein anderer uns bekannter Satellit ist auch nur annähernd so groß im Vergleich zu seinem Planeten. Die Masse des Mondes ist etwa  $\frac{1}{80}$  der Erdmasse. Der Bruchteil scheint nur gering zu sein, ist aber abnorm groß im Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Satelliten. Das nächst höchste Verhältnis wird im System des Saturn gefunden, dessen größter Satellit Titan  $\frac{1}{4000}$  der Saturnmasse hat. Es müssen in der Entwicklungsgeschichte der Erde ganz besondere Umstände zusammengetroffen sein, die zur Lostrennung eines so ungewöhnlich großen Massenteiles geführt haben. Die Erklärung, die Sir George Darwin aufgestellt hat und die als wahrscheinlichste angenommen wird, besagt, daß eine Resonanz stattgefunden haben muß zwischen den Perioden

der Sonnengezeiten und der freien Eigenschwingung der Erdkugel. Die Gezeiten-Deformation der Erde wuchs infolgedessen zu so großer Amplitude an, daß sie in einer ungeheuren Katastrophe endete, bei der ein großer Klumpen Materie abgerissen und der Mond gebildet wurde. Andere Planeten entgingen diesem gefährlichen Zusammentreffen der Perioden, und ihre Satelliten wurden im Laufe einer normaleren Entwicklung abgetrennt. Sollte ich jemals einem Wesen aus einer anderen Welt begegnen, so würde ich wohl in den meisten Beziehungen sehr bescheiden sein, nur mit dem Mond würde ich vermutlich etwas prahlen.

Mars ist der einzige Planet, dessen feste Oberfläche wir sehen und beobachten können, und so liegt es nahe, eingehender zu untersuchen, ob organisches Leben auf ihm möglich sei. Seine geringere Größe bringt erheblich anders geartete Bedingungen mit sich, doch sind die beiden wichtigsten Erfordernisse, Wasser und Luft, wenn auch nur in geringer Menge vorhanden. Die Atmosphäre des Mars ist dünner als die unsrige, aber in ihrer Beschaffenheit vielleicht angemessen. Auch ist bewiesen, daß sie Sauerstoff enthält. Es gibt keinen Ozean; Abgrenzungen auf der Oberfläche bedeuten nicht ein Abwechseln von Wasser und Land, sondern von roter Wüste und einem dunkleren Grunde, der möglicherweise feucht und fruchtbar ist. Eine auffallende Erscheinung bilden die weißen Polkappen, die sicherlich Schneebedeckungen sind. Doch kann der Schnee nur oberflächlich liegen, da er im Sommer vollständig wegschmilzt. Von Zeit zu Zeit zeigen Photographien des Mars zweifellose Wolkenbildungen, die vorübergehend weite Gebiete der Oberfläche unsichtbar machen, doch ist klares Wetter das Häufigere. Auch wenn die Luft wolkenlos ist, bleibt sie doch leicht neblig. W. H. Wright hat dies sehr einleuchtend durch Vergleichen von Photographien bewiesen, die er mit Licht von verschiedenen Wellenlängen aufnahm. Kurzwelliges Licht wird durch Nebel stark gestreut und die gewöhnlichen Photographien sind infolgedessen unangenehm verschwommen. Die Einzelheiten der Oberfläche treten jedoch weit schärfer hervor, wenn sichtbares gelbes Licht verwendet wird. (Eine Gelbscheibe wird meistens benutzt, um visuelle Fernrohre zum Photographieren geeignet zu machen.) Infolge ihrer größeren Wellenlänge durchdringen die sichtbaren Strahlen den Nebel viel leichter.<sup>1)</sup> Noch klarer treten

---

<sup>1)</sup> Es scheint ein besonders glücklicher Umstand gewesen zu sein, daß die ersten Forscher, welche den Mars photographierten, keine für Photographie geeigneten Teleskope hatten, sondern zu diesem Zwecke erst visuelle Teleskope herrichten mußten und infolgedessen auf die Verwendung gelben Lichtes angewiesen waren, das, wie wir gesehen haben, zur Erzielung guter Resultate wesentlich ist.

die Feinheiten bei Photographien mit langwelligem, infrarotem Licht hervor.

In letzter Zeit hat die Bestimmung der Temperatur der Marsoberfläche große Beachtung erregt. Man kann sie aus direkten Messungen der Wärme bestimmen, die uns von den einzelnen Teilen der Oberfläche zugestrahlt wird. Obgleich die Ergebnisse in mancher Beziehung sehr aufschlußreich sind, so ist ihre Genauigkeit und Übereinstimmung doch nicht groß genug, um eine bestimmte Vorstellung von den klimatischen Verhältnissen zu geben. Natürlich ist ein starker Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht und zwischen den einzelnen Breiten vorhanden, doch scheint im Mittel ziemliche Kälte zu herrschen. Sogar am Äquator fällt die Temperatur bei Sonnenuntergang unter den Nullpunkt. Wenn wir den jetzigen Stand der Beobachtungen als endgültig betrachten wollten, so müßten wir einigen Zweifel hegen, ob organisches Leben derartige Bedingungen überdauern kann.

In einer der Abhandlungen Huxleys kommt der Satz vor: « Bevor das Leben nicht länger währt, und die Pflichten des Tages nicht weniger schwer auf uns lasten, kann ich mir nicht denken, daß sich weise Männer mit der Naturgeschichte des Jupiter oder Mars beschäftigen sollten. » Heutigentags scheint es nicht mehr zu stimmen, daß die Naturgeschichte des Mars so völlig außerhalb des Bereiches ernster Wissenschaft liegt. Jedenfalls zeigt die Oberfläche des Mars eine mit den Jahreszeiten erfolgende Veränderung, wie ihn die waldbekleidete Erde vermutlich einem Beschauer auf dem Mars zeigen würde. Dieser Jahreszeitenwechsel im Aussehen der Marsoberfläche ist für den aufmerksamen Beobachter sehr deutlich. Je mehr der Frühling (natürlich der Mars-Frühling) auf der einen Halbkugel fortschreitet, desto mehr breiten sich die dunklen Gebiete, die zuerst gering an Zahl und schwach sind, aus und heben sich stärker ab. Jahraus jahrein sind es dieselben Gegenden, die fast am selben Datum des Marskalenders dunkler werden. Es ist zwar möglich, daß die Erscheinung anorganisch erklärt werden muß. Die Frühlingsregen befeuchten die Oberfläche und verändern deren Färbung. Doch ist es eigentlich unwahrscheinlich, daß der Regen in genügender Menge fällt, um diese Veränderung als direkte Wirkung hervorrufen zu können. Wahrscheinlicher ist es, daß wir Zeuge des jährlichen Erwachens der Vegetation sind, das uns auf unserem eigenen Planeten so wohl vertraut ist.

Das Vorkommen von Sauerstoff in der Atmosphäre des Mars bedeutet eine weitere Stütze für die Annahme, daß pflanzliches Leben auf

diesem Planeten existiert. Freier Sauerstoff verbindet sich mit vielen Elementen, und die Gesteine der Erdkruste nehmen Sauerstoff begierig auf. Sie würden ihn im Laufe der Zeit vollkommen aus der Luft verschwinden lassen, wären nicht die Pflanzen, die ihn wieder aus dem Boden ziehen und frei machen. Wenn nun der Sauerstoff in der irdischen Atmosphäre auf diese Weise erhalten bleibt, scheint mir die Annahme vernünftig, daß auch für die Erhaltung des Sauerstoffs in der Mars-Atmosphäre das vegetabile Leben dieselbe Rolle spielt. Zieht man außerdem die Veränderungen im Aussehen der Oberfläche in Betracht, die mit den Jahreszeiten so deutlich hervortreten, so muß man sagen, daß recht starke Gründe für ein pflanzliches Leben auf dem Mars sprechen.

Wenn wir nun mit großer Wahrscheinlichkeit eine Flora auf dem Mars annehmen müssen, wie verhält es sich mit der Fauna? Hier bin ich am Ende mit den astronomischen Daten und kann keine Verantwortung für irgendwelche weiteren Schlußfolgerungen übernehmen. Es ist wahr, daß der verstorbene Professor Lowell sich dafür eingesetzt hat, daß gewisse bei der Betrachtung der Marsoberfläche sich zeigende mehr oder weniger gradlinige Markierungen ein künstliches Bewässerungssystem darstellen und Anzeichen für eine fortgeschrittene Zivilisation sind. Aber diese Theorie hat in wissenschaftlichen Kreisen nicht viel Anklang gefunden. Um ihrem Urheber Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, muß jedoch hervorgehoben werden, daß seine Arbeiten und die aus seinem Observatorium hervorgegangenen einen wundervollen Beitrag zu unserer Kenntnis vom Mars geliefert haben; aber seinen phantastischen Schlußfolgerungen werden nur wenige beistimmen können.<sup>1)</sup> Zum Schluß möchte ich noch eins hervorheben: seinem ganzen Aussehen nach ist der Mars ein Planet, der längst das Stadium seiner Jugend überschritten hat. Und es ist jedenfalls unwahrscheinlich, daß zwei Planeten, die im Alter so verschieden sind wie Mars und Erde, gleichzeitig sich im Höhepunkt ihrer biologischen Entwicklung befinden sollten.

*Die Bildung von Planetensystemen.* Sollten nun auch die Planeten unseres Sonnensystems die Bedingungen nicht erfüllen, so bleiben doch

---

<sup>1)</sup> Der Mars kann nur auf niedrigen Breiten und aus großer Höhe unter günstigen Bedingungen beobachtet werden. Daher sind Astronomen, die sich nicht in dieser vorteilhaften Lage befinden, wenig geeignet, sich aus so vielen strittigen Punkten eine feste Meinung zu bilden.

einige tausend Millionen Sterne, die wir uns gewöhnt haben, also ebensolche planetenbeherrschende Sonnen anzusehen wie die unsrige. Zu leugnen, daß auf gleicher Schöpfungsstufe dort wie bei uns das Leben blühe, scheint eine Vermessenheit zu sein, die an Gottlosigkeit grenzt. Ganz gewiß wäre die Annahme voreilig, die Natur habe nirgends im ganzen Weltall das seltsame Experiment wiederholt, zu dem sie die Erde ausersehen hat. Trotzdem aber gibt es Überlegungen, die uns davor zurückhalten, das Universum gar zu freigebig zu bevölkern.

Wenn wir die Sterne mit einem Fernrohr beobachten, sind wir überrascht, wieviele von ihnen, die dem bloßen Auge als einzelne Pünktchen erscheinen, in Wirklichkeit zwei Sterne sind, die ganz nahe beieinander liegen. Und auch, wenn das Fernrohr keine Auflösung ergibt, so enthüllt oft das Spektroskop zwei Sterne, die sich in schnellem Umlauf umeinander drehen. Von drei Sternen ist mindestens einer ein solcher Doppelstern — ein Paar selbstleuchtender Kugeln, deren jede an Größe mit der Sonne vergleichbar ist. Die in ihrer Einsamkeit erhabene Sonne ist demnach nicht das einzige Ergebnis des Entwicklungsprozesses; nicht viel weniger häufig hat die Entwicklung einen anderen Verlauf genommen und zwei nahe benachbarte Sonnen hervorgebracht. Wahrscheinlich können wir die Möglichkeit von Planeten bei Doppelsternsystemen ausschließen. Es besteht nämlich nicht nur die Schwierigkeit, den Planeten in dem komplizierten Gravitationsfeld bleibende Bahnen zuzuordnen, sondern vor allem scheint eine Ursache zu ihrer Entstehung zu fehlen. Der Stern hat seinem Drang, sich zu teilen, auf andere Weise bereits Genüge getan. Er hat sich in zwei fast gleich große Teile zerspalten, statt eine Folge von kleineren Bruchstücken abzustoßen.

Die einleuchtendste Ursache für eine Teilung ist übermäßige Rotationsbewegung. In dem Maße, wie sich die gasförmige Kugel zusammenzieht, rotiert sie schneller und schneller, bis der Augenblick kommt, wo sie nicht länger zusammenhalten kann und irgendeine Art Befreiung gefunden werden muß. Nach der Kant-Laplaceschen Nebel-Hypothese verschaffte sich die Sonne diese Befreiung, indem sie nacheinander Materieringe abwarf, die sich ihrerseits zu Planeten zusammenballten. Aber wäre nicht dieses einzige uns bekannte Beispiel eines Planetensystems, so würden wir aus den Tausenden von Doppelsternsystemen am Himmel geschlossen haben, daß die gewöhnliche Folge übermäßiger Rotationsbewegung die Aufspaltung in zwei Himmelskörper ungefähr gleichen Ranges ist.

Immerhin könnte man die Meinung aufrechterhalten, daß die Abstoßung eines Planetensystems und die Spaltung in einen Doppelstern zwei gleichwertige Lösungen des Problems der übermäßigen Rotation sind, indem der Stern je nach den besonderen Umständen die eine oder die andere Entwicklung nimmt. Wir kennen Myriaden von Doppelsternen und nur ein einziges Planetensystem; aber auf jeden Fall reichen unsere Hilfsmittel nicht aus, um andere Planetensysteme zu entdecken, auch wenn sie existierten. Wir müssen uns daher auf die theoretischen Ergebnisse des Studiums rotierender Gasmassen stützen. Diese Untersuchungen sind außerordentlich kompliziert und die Resultate mögen vielleicht nicht endgültig sein. Jedenfalls aber führen die Untersuchungen von Sir J. H. Jeans zu dem Schluß, daß eine durch Rotation hervorgerufene Aufspaltung immer ein Doppelsternsystem hervorbringt und niemals ein Planetensystem. Das Sonnensystem ist nicht das typische Entwicklungsprodukt eines Sternes; es ist auch nicht eine gewöhnliche Abart der Entwicklung, sondern es ist ein vollkommener Ausnahmefall.

Wenn wir somit die Gleichberechtigung der beiden Entwicklungsprozesse ausschließen, so scheint eine Konfiguration, die dem Sonnensystem entspricht, nur dadurch möglich, daß in einem bestimmten Stadium der Verdichtung ein ungewöhnlicher Zwischenfall stattgefunden hat. Nach Jeans bestand dieser Zwischenfall darin, daß ein anderer Stern auf seinem Wege durch den Weltenraum zufällig in engster Sonnennähe kam. Dieser Stern müßte etwas außerhalb der Neptunbahn vorbeigeflogen sein und dürfte die Sonne nur langsam überholt haben oder von ihr überholt worden sein. Durch Gezeiten-Verzerrung verursachte er ungeheure Protuberanzen auf der Sonne und bewirkte das Ausstoßen von Materiefäden, die sich bis zur Bildung von Planeten verdichteten. Dies geschah vor mehr als tausend Millionen Jahren. Der eindringende Stern hat seitdem seinen Weg weiter verfolgt und ist zwischen den anderen Sternen untergetaucht. Sein Vermächtnis aber ist zurückgeblieben in Form eines Systems von Planeten, deren einer von Menschen bewohnt wird.

Selbst in dem langen Leben eines Sternes müssen Ereignisse dieser Art äußerst selten sein. Man hat die Verteilungsdichte der Sterne im Raume mit derjenigen von zwanzig Tennisbällen verglichen, die in der Höhlung einer Kugel von der Größe der Erde umherschwärmen. Das Ereignis, das die Geburt des Sonnensystems hervorgerufen hat, entspricht somit der zufälligen Annäherung zweier dieser Bälle auf

eine Entfernung von wenigen Metern, wobei noch dazu ihre Geschwindigkeiten nahe gleich und gleichgerichtet sein müssen. Die Anhaltspunkte sind zu unbestimmt, um eine genaue Bestimmung der Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses zu ermöglichen, doch würde ich schätzungsweise sagen, daß kaum einer unter hundert Millionen Sternen einem derartigen Ereignis im richtigen Stadium und unter den notwendigen Bedingungen ausgesetzt gewesen sein mag, daß es zur Bildung eines Planetensystems kommen konnte.

Ich will nicht leugnen, daß diese Schlußfolgerungen über die Seltenheit von Planetensystemen sehr stark angezweifelt werden können, glaube aber, daß sie auf jeden Fall ganz nützlich sind, um die sehr verbreitete populäre Anschauung richtigzustellen, die in jedem Stern eine bewohnte Welt erblicken will. Wir kennen die Verschwendung der Natur. Wie viele Eicheln streut sie aus, damit ein einziger Eichbaum wachsen kann? Und muß sie ihre Sterne sorgfältiger hüten als ihre Eicheln? In der Tat, wenn die Natur kein erhabeneres Ziel kennt, als für ihr größtes Experiment, den Menschen, eine Heimstätte zu schaffen, so bleibt sie sich nur selber treu, wenn sie Millionen von Sternen austreut, damit ein einziger vielleicht ihren Zwecken dienen mag.

Unter den für organisches Wesen möglichen Wohnsitzen, deren Anzahl wir in dieser Weise von Anfang an stark eingeschränkt haben, kann zweifellos noch weiter gesichtet werden. Auf unserer Wohnungssuche werden wir es nötig finden, viele anscheinend geeignete Wohnungen auf Grund von Nebenumständen wieder auszuschließen. Kleinigkeiten können entscheidend dafür werden, ob überhaupt organische Formen entstehen, und von weiteren Zufälligkeiten wird es abhängen, ob das Leben sich zu der Höhe des unsrigen erhebt, oder auf niedrigeren Stufen stehen bleibt. Trotzdem nehme ich an, daß am Ende dieser sorgfältigen Sichtung einige wenige Erden als Rivalen übrigbleiben, die hier und da im Weltall verstreut sind.

Noch schärfer aber müssen wir auslesen, wenn wir nur nach solchem Leben fragen, das mit uns gleichzeitig ist. Die Zeit, während welcher Menschen auf der Erde gelebt haben, ist außerordentlich kurz im Vergleich zu dem Alter der Erde oder der Sonne. Zwar ist kein physikalischer Grund erkennbar, warum es nicht noch weitere zehn Billionen Jahre Menschen auf der Erde geben soll, nachdem sie einmal entstanden sind. Und dennoch — können Sie es fassen? — müssen wir annehmen, daß das Auftreten hochentwickelten Lebens nur ein sehr schmaler Ausschnitt aus der unorganischen Geschichte eines Sternes

ist, und darum werden die Rivalen der Erde im allgemeinen Sterne sein, auf denen Leben unserer Bewußtseinsstufe bereits wieder verschwunden oder noch gar nicht entstanden ist. Ich glaube nicht, daß der gesamte Schöpfungszweck auf den einen Planeten gestellt ist, auf dem wir leben; mitten in dem endlosen Ablauf der Zeit dürfen wir uns nicht einbilden, das einzige Geschlecht zu sein, das mit dem Mysterium des Bewußtseins begabt worden ist oder noch begabt werden wird. Aufrechterhalten aber möchte ich diesen Anspruch: In gegenwärtiger Zeit ist unser Geschlecht das vollkommenste; nicht *einer* aus dem Übermaß der Sterne in der Milchstraße und all den anderen Himmelswelten blickt jetzt auf ein Schauspiel herab, wie es unsere Sonne mit ihren Strahlen bescheint.