

Die Verwandtschaft der Welten von F. Linke



Naturwissenschaftliche Bibliothek

FELIX LINKE

Die Verwandtschaft der Welten

*

Naturwissenschaftliche Bibliothek
für Jugend und Volk

Herausgegeben von Konrad Höller und Dr. Georg Ulmer

Die Verwandtschaft
der Welten

und die Bewohnbarkeit
der Himmelskörper

VON

Felix Linke



Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Alle Rechte vorbehalten

Druck von
C. G. Naumann G. m. b. H.
Leipzig

*

Dorwort

Das Interesse des breiten Publikums an astronomischen Dingen erschöpft sich heutzutage eigentlich in wenigen Fragen, auf die gerade die Astronomen am liebsten die Antwort schuldig bleiben. Wer aber des öftern vor einen größeren Zuhörerkreis tritt, erfährt, daß nach jedem Vortrag solcher Art von mindestens irgend einem Hörer die Frage aufgeworfen wird, „ob wohl der Mars bewohnt“ sei. Diese Frage kann dann natürlich immer nur sehr oberflächlich behandelt werden, weil ein gründliches Eingehen darauf in jedem Falle viele Stunden erfordert. So ist also die Bewohnbarkeitsfrage das begehrteste astronomische Thema, dem nur in Zeiten, da ein großer Komet am Himmel erscheint, durch das vom „Weltuntergang“ erfolgreich Konkurrenz gemacht wird.

Es ist deshalb erwünscht, dem Bedürfnis weiter Kreise nach Beantwortung gerade dieser Fragen nachzukommen. Es wurde von mir bereits in den Jahren 1910 und 1911 erfüllt. Da beide Bücher schon nach wenigen Jahren vollständig vergriffen waren, wurde das vorliegende Büchlein bereits vor dem Kriege beabsichtigt. Es erscheint nun dem heutigen Stande der Wissenschaft angepaßt und ganz neu bearbeitet. Der Wissenschaft! sage ich. — Wer Phantasien sucht, wird vergeblich darin blättern. Es enthält vielmehr nur, was vom wissenschaftlichen Standpunkt aus zu dem Thema gesagt werden kann. Es ist also kein Unterhaltungsbuch, obwohl der Stoff an sich recht unterhaltend ist.

In der Schreibart ist es selbstverständlich möglichst der Sammlung angepaßt, in der es erscheint: es ist ganz allgemeinverständlich gehalten, setzt wenig Vorkenntnisse voraus und erläutert kurz die notwendigsten. Die Bedürfnisse der „Interessenten“ sind mir ja aus meinen zahlreichen Vorträgen her bekannt, und ich glaube ihnen gänzlich Rechnung getragen zu haben. Ich hoffe, das Büchlein wird seinen Weg machen wie das erste.

Grätzwalde bei Berlin, im August 1925

Der Verfasser

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitendes	1—14
Die Verwandtschaft der Welten und ihre Beweise	14—22
Die Spektralanalyse	15—17
Der Strahlungsdruck	17—22
Unter welchen Bedingungen existiert das Leben auf der Erde?	22—52
Die Temperaturbedingungen	23—34
Licht und Leben	34—37
Die Atmosphäre und das Leben	37—46
Das Meer und das Leben	46—48
Abschließender Überblick	48—52
Bieten andre Himmelskörper die Bedingungen für eine Bewohnbarkeit? Die wahrscheinliche Anzahl der bewohnbaren Himmelskörper	52—57
Die Bewohnbarkeit der Weltkörper	57—102
Die Fixsterne	57—58
Merkur	59—63
Venus	63—67
Der Mond	67—74
Die Erde	74—75
Mars und die Marsmonde	76—92
Die Planetoiden	92
Das Jupitersystem	92—95
Saturn und sein System	96—97
Uranus und Neptun	97—98
Die Kometen	98—100
Überblick	100—102

VIII

	Seite
Die Ausbreitung des Lebens durch den Weltraum	102—125
Die Urzeugung	123—125
Der Flug zu den Sternen und die Bewohner anderer Welten	125 — 165
Keplers „Traum vom Monde“	129—136
Bernard de Fontenelles „Dialogen über die Mehrheit der Welten“	136—141
Jules Vernes und anderer Reisen durch den Weltraum	141—143
Der Schuß von der Erde weg	143—146
Telegraphie zu andern Welten	146—148
Auf zwei Planeten	148—152
Der Stern von Afrika	153—156
Wellens Mond- und Marsmenschen	156
Ulskiskis „Weltraumfahrt“	156—157
„Die Rakete zu den Planetenräumen“	157—165



Einleitendes

Die ganze sichtbare Welt ist nicht einzig in der Natur, und wir müssen glauben, daß es noch andre Erden, andre Wesen und andre Menschen in andern Gegenden des Raumes gibt."

Das sind nicht Worte eines neueren Astronomen, sondern des Lucretius (94—55 v. Chr.), eines römischen Ritters und Naturphilosophen aus der Schule Epikurs (Atomist), die er vor über zweitausend Jahren aussprach und damit etwas sagte, was nicht etwa vereinzelt zu finden war, sondern bei einer ganzen Reihe großer Geister wiederkehrt. Soviel ist jedenfalls sicher, daß die Wurzel des Gedankens von der Bewohntheit nicht erst in der Neuzeit, sondern bereits im geschichtlichen Altertum zu suchen ist. Lucretius war nicht einmal der erste, der diesen Gedanken aussprach, sondern viele alte Völker, besonders die Inder, die Chinesen und die Araber, die ihre Göttersagen bis heute bewahrt haben, erzählen von menschlichen Wohnungen, die in den Sternen liegen. Und die Tatsache, daß man die Götter, die eigentlich doch nur idealisierte Menschen waren, in den lichten Höhen des Himmels wohnen ließ, zeigt den Gedanken von der Bewohnbarkeit des Himmels wach und lebendig. Die Kelten erzählten in ihren Bardengesängen von dem Leben auf dem Monde und in andern unbekannten Gegenden des Weltalls, sangen von der Ewigkeit der Zeit und der Unendlichkeit des Raums und ließen die Seelen zur Sonne steigen.

Ob man in der Benennung der Sternbilder mit Heldenennamen ebenfalls etwas Ähnliches suchen kann, möchte ich dahingestellt sein lassen. —

In heutiger Zeit ist die Lehre von der Vielheit der Welten in rein wissenschaftlichen Kreisen eigentlich ein wenig verpönt. Und das ist um so bemerkenswerter, als man jetzt doch zweifellos über die Sterne sehr viel besser Bescheid weiß als vor zweitausend Jahren.

Aber grade dieser Umstand ist es, der die Bewohnbarkeitsgedanken etwas verbannt hat. Dazu tritt noch die Tatsache, daß die reine Zunftwissenschaft immer zur Verzopfung neigt. Manche Vertreter der Wissenschaft treiben es so weit, zu behaupten, daß man über das, was man nicht genau wisse, überhaupt nichts sagen dürfe. Sie vergessen dabei aber, daß man schließlich überhaupt nichts in diesem Sinne „genau“ weiß, sondern daß alles Wissen, da es letzten Endes allein auf der Erfahrung beruht, nur angenähertes Wissen ist, wahrscheinlich, nie absolutes. Sie können in ihrem scharfen Sinne also überhaupt nichts lehren. Dazu trägt allerdings bei, daß solche Dinge, bei denen man wenig sichere Unterlagen hat, von Charlatanen benutzt werden, um sich in Phantastereien zu ergehen. Und da die Astronomen ihre Lehren gern durch die mathematische Betrachtungsweise stützen, dies bei den Fragen nach der Bewohnbarkeit jedoch kaum in Betracht kommt, so neigen sie dazu, solche Erörterungen überhaupt zu vermeiden.

Die alten Philosophen waren aus begreiflichen Gründen darin viel weniger bedenklich; begünstigt war das noch durch religiöse Anschauungen und Überlieferungen, wenn auch andrerseits wieder solche Anschauungen manchen wissenschaftlichen Lehren widersprachen. Bei den verschiedenen Völkern war das verschieden. In Ägypten huldigten die Philosophen der Lehre von den bewohnbaren Gestirnen; sie hielten die Planeten und den Mond für bevölkert. Bei den Griechen war es anders. Die meisten philosophischen Sekten lehrten das Bewohntsein der Gestirne, wenn auch nicht immer offen. So glaubte Thales (640—550 v. Chr.), der Gründer der ältesten griechischen philosophischen Sekte, dem die Astronomie manche wertvollen Lehren verdankt, daß die Gestirne aus derselben Masse bestehen, woraus die Erde gebildet ist. Seine Schüler sowie Leukippos (um 500 v. Chr.), Aristarchos von Samos (um 264 v. Chr.) und andre lehrten daselbe; Thales' Schüler Anaximander meinte sogar, daß von Zeit zu Zeit Himmelskörper zertrümmert würden und sich durch Neuordnung der Elemente wieder neue bildeten. Epikur (342—270 v. Chr.), auch ein Atomist, der Lehrer des schon genannten Lucretius, nahm diese Lehre auf. Anaxagoras (um 500—428 v. Chr.), auch ein Thales-

Schüler, ein ausgesprochener Kosmopolit im besten Sinne des Wortes, setzte auf den Mond sogar Wasser, Flüsse, Berge und Täler, und seine Lehre von der Bewegung der Erde und der Größe der Sonne brachte ihm beinahe die Todesstrafe ein. Andre Philosophen waren daher klüger. Sie machten es wie der große Pythagoras (540 – 500 v. Chr.), der öffentlich die Unbeweglichkeit der Erde und die Bewegung der Gestirne um sie lehrte, seinen eingeweihten Schülern aber sagte, daß die Erde ein Planet sei, und daß es mehrere solcher bewohnten Erden gebe. Die hervorragendsten Schüler des Pythagoras, also vor allem der Atomist Demokritos (geb. um 460 v. Chr.), ferner Heraklitos (um 500 v. Chr.) und viele andre bekannten sich zu ihrem Meister. Heraklitos behauptete sogar, jeder Stern sei eine kleine Welt, die festes Land, eine Atmosphäre und eine bis ins Unendliche ausgedehnte Substanz besitze. Xenophanes (6. Jahrh. v. Chr.), Parmenides (geb. 515 v. Chr.), der hauptsächlich den Ruhm der eleatischen Schule begründete, und Zeno von Elis hingen demselben Glauben nach. Petronius von Himera in Sizilien lehrte des Vorhandensein von 183 bewohnten Welten. Die merkwürdige Zahl 183 kam von seiner Anschauung, die Welt bilde ein Dreieck, dessen Seite je sechzig Welten und dessen Ecken je eine Welt bezeichnen.

Man möchte verwundert sein, daß Aristoteles nicht höhere Gedanken gehabt hat als die, denen wir durch die ganze mittelalterliche Welt hindurch als allein anerkannten begegnen. Aber auch das hatte seinen Grund. Er sagt, daß ihn die Unwandelbarkeit des Himmels hindre, andre Erden und andre Himmelskörper anzunehmen, die er bevölkern könne.

Andre Philosophen ließen diesen aristotelischen Grund nicht gelten. Metrodorus von Lampsakus fand es widersinnig, eine einzige Welt im unendlichen Weltraum anzunehmen, ebenso wie es unsinnig wäre, zu behaupten, auf einem weiten Gefilde könne nur ein einziger Kornhalm wachsen.

Diese Denkweise trifft zweifellos den Kern der Sache. Denn wenn wir zu den zahllosen kleinen Lichtpunkten aufblicken, die unser nächtliches Firmament durch ihr wunderbares Funkeln beleben und von denen wir seit bald vierhundert Jahren durch Kopernikus wissen,

daß sie Weltkörper sind gleich unsrer Sonne und gleich unserm schönen Erdenstern, so kommen wir ganz von selbst auf den Gedanken, daß wir im ganzen Universum wohl nicht die einzigen Lebewesen sind, die denkend das wunderbare Kunstwerk des Weltalls betrachten. Demokritos betrachtete die Sterne der Milchstraße als Sonnen gleich unsrer Sonne. Wilhelm Herschel sah mit seinem zwanzigfüßigen Riesenteleskop schon an die 20 Millionen Sterne. Und mit jedem neuen größern modernen Refraktor wächst ihre Zahl. Sternezeichnungen mit dem großen Lickrefraktor oder dem des Herkes-Observatoriums bei Chicago werden sicher weit über die hundert Millionen Sterne zeigen. Das ist nicht verwunderlich, denn ein Blick des photographischen Auges in die hellen Partien der Milchstraße zeigt allein mehrere Hunderttausend Sterne auf einem kleinen Fleckchen des Himmelsgewölbes.

Das ist nur, was wir sehen! Nun aber erst das, was wir nicht sehen! Denn wie unsre Erde ein winziger Nebelstern der Sonne ist, die im Weltall keine größere Rolle spielt als die andern Millionen Sterne und von vielen derselben an Größe beträchtlich übertroffen wird, so kann doch auch jeder von dieser endlosen Zahl der Fixsterne Zentralkörper eines Systems sein, wie's unser Planetensystem ist! Träumte doch schon Giordano Bruno von Planeten, die um Fixsternsonnen kreisen („Von der Unendlichkeit des Alls und der Welten“).

Männer, die diese Gedanken in sich getragen und ausgesprochen haben, gibt es eine große Zahl. Wir finden unter ihnen die berühmtesten Geisteshelden, Nikolaus von Cusa und Michel de Montaigne, der schrieb: „Wir zeichnen Gott Grenzen vor, wir halten seine Macht durch unsern Verstand belagert, wir wollen ihn dem eiteln schwachen Schimmer unsrer Einsicht dienstbar machen, ihn, der uns und unser Wissen erschaffen hat Du schaust nur die Gestalt und Ordnung der kleinen Zelle, die du bewohnst, wenn du überhaupt sie erschaust so ist es wohl nicht wahrscheinlich, daß Gott unsre Welt vereinzelt erschaffen, und daß der Stoff dieser Form in dieser Einzelheit völlig erschöpft sei.“

Unter diesen großen Geistern ist auch Galilei, der diese Meinung beinahe mit dem Leben bezahlt hätte, Tycho de Brahe, der in allen

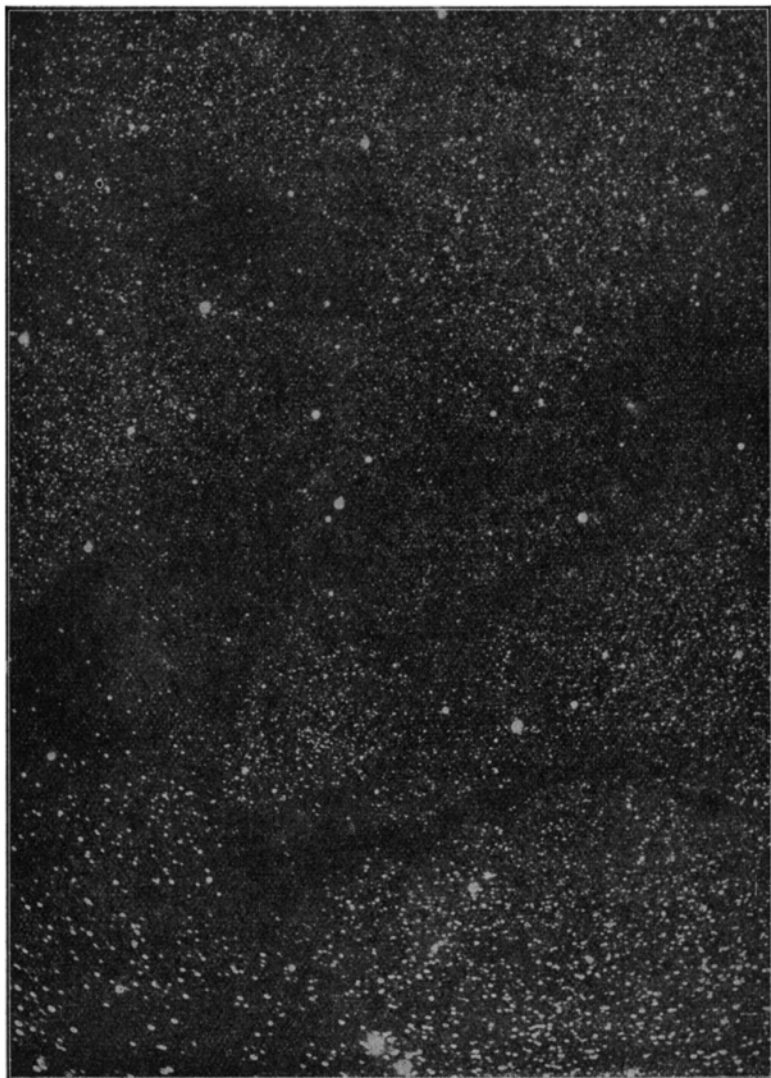


Abb. 1. Stück aus der Milchstraße.
(Nach Photographie von Professor Barnard.)

solchen Dingen nur ein wenig zag war, Descartes, Kepler, Thomas Campanella, der in seinem „Sonnenstaat“ sagte, es wäre eine Torheit zu behaupten, über unsern Erdball hinaus sei nichts vorhanden, denn weder in der sichtbaren Welt noch über diese hinaus könne es ein Nichts geben. David Fabricius behauptete im 17. Jahrhundert, er hätte mit eignen Augen Bewohner des Mondes gesehen. Auch Claude Bérigard, Otto von Guericke, Peter Gassendi, Antonio Rhea, Mästlin, Robert Burton, der Bischof Wilkins, der „über den bewohnten Mond“ und „eine neue Planetenwelt“ schrieb, sowie Nikolaus Hill, J. Howell, Patter und der berühmte Philosoph J. Locke schrieben und sprachen über die Mehrheit der Welten. Als dann die Fernrohre die neuen Entdeckungen brachten, begeisterten sich wiederum zahlreiche Träger berühmter Namen an dem Gedanken des Bewohntseins anderer Himmelskörper. Descartes, Gassendi, Pascal gehören zu ihnen. Natürlich findet sich auch damals eine Menge weniger bedeutsamer und phantastischer Literatur, z. B. von Pierre Borel und von Godwin („Der Mensch im Monde“) oder die von Dominik Gonzales, einem spanischen Abenteurer, unternommene „Reise in die Welt des Mondes“. Borel war ein Bekannter des Cyrano de Bergerac, der mit besonderm Geist und Geschick wissenschaftliche Dinge in Romanen behandelte. Er veröffentlichte die „Reise nach dem Monde“ und eine „Geschichte der Staaten und Reiche der Sonne“. Peter Merfenne verfaßte eine „Reise in die Welt des Descartes“, und Wilhelm Gilbert sprach in seinem Werke „über den Magneten und die magnetischen Körper“ von dem Bewohntsein anderer Welten, ebenso wie der Danziger Bierbrauer-Astronom Johannes Hevel in seiner „Mondbeschreibung“.

Die „Verzückte Himmelsreise“ des Paters Athanasius Kircher läßt einen Genius Kosmiel die verschiedenen Planeten besuchen, aber es findet sich dort nichts von der Meinung, die Planeten seien bewohnt. Im Gegenteil, er hält die Gestalten auf ihnen für „Engel, denen der Herr die Leitung der Welt übertragen hat, darum ergießen sie die heilsamen oder verderblichen Einflüsse dieser Gestirne auf das Haupt der Sünder“. Kircher ist Gegner der kopernikanischen Anschauung; für ihn ist allein die Erde Wohnort von Menschen.

1686 erschien das begeistert aufgenommene Buch Bernard de Fontenelles „Entretiens sur la pluralité des mondes“, zu deutsch: „Unterhaltung über die Vielheit der Welten“, das wohl als populäre Astronomie zu begrüßen war, aber als Erörterung der Bewohnbarkeitsfrage recht mäßig zu bewerten ist. Zehn Jahre später schrieb der siebenzigjährige Huggens seinen „Weltbeschauer“, der erst nach seinem Tode von seinem Bruder herausgegeben wurde. Darin gibt Huggens eine Darstellung des Planetensystems und zeigt dabei mit großem Aufwande von Gelehrsamkeit, in welcher Lage die Bewohner eines jeden Planeten sich auf der Oberfläche ihrer Welten befinden müssen. Er versucht ferner seine Meinung zu begründen, daß die Planetenmenschen sowohl in physischer wie moralischer Hinsicht uns ähneln.

Im 18. Jahrhundert huldigten zahlreiche große Geister ebenfalls der Lehre von der Vielheit der Welten: Bayle, Leibniz, Bernouilli, Thomas Burnet, Nehemias Grew, ferner Isaac Newton in seiner „Optik“, William Whiston in seiner „Theorie der Erde“, Christian Wolff in seiner „Allgemeinen Kosmologie“, William Derham in seiner „Astro-Theologie“, George Cheyne in seinen Grundlehren der Naturphilosophie, Xavier Simmart in seiner „Abbildlichen Beschreibung der neuen Beobachtungen der Sonne“ und der Theosoph Emanuel von Swedenborg in seinen „Himmlichen Geheimnissen“. Außer ihnen sind noch zu nennen Voltaire mit seinem bekannten Roman „Mikromegas“ und seinen philosophischen Fragmenten, Buffon mit seinen „Epochen der Natur“, Condillac mit seiner „Logik“, Lambert mit seinen „Kosmologischen Briefen“, Marmontel mit seinen „Inkas“, Bailly mit seiner „Geschichte der alten Astronomie“, Lavoisier mit seiner „Physiognomik“, Bernardin de Saint-Pierre in seinen „Harmonien der Natur“, Diderot und die hauptsächlichlichen Mitarbeiter an „Enzyklopädie“ ungeachtet des Spruchs d'Alemberts: „Man weiß nichts darüber“, Immanuel Kant in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“, Goethe, Krause und Schelling, sodann die Astronomen Ferguson in seiner „Astronomie nach Newtons Grundlehren“, Bode in seinen „Betrachtungen des Weltalls“, William Herschel in seinen verschiedenen Memoiren, Lalande in

seinen vier Werken über Astronomie, Laplace in seiner „Darstellung des Weltsystems“ usw. Auch Dichter wie Young, Herven, Thompson, Saint Lambert und Fontanes verherrlichten die bewohnten Welten.

Es wird interessieren, was Kant schreibt: „Ich bin der Meinung, daß es eben nicht notwendig sei, zu behaupten, alle Planeten müßten bewohnt sein, ob es gleich eine Ungereimtheit wäre, dieses in Ansehung aller oder auch nur der meisten zu leugnen. Bei dem Reichtum der Natur, da Welten und Systeme in Ansehung des Ganzen der Schöpfung nur Sonnenstäubchen sind, könnte es auch wohl öde und unbewohnte Gegenden geben Allein, man kann noch mit mehr Befriedigung vermuten, daß, wenn ein Planet gleich jetzt unbewohnt ist, er dennoch einst bewohnt werden wird, wenn die Periode seiner Bildung vollendet sein wird. Vielleicht ist unsre Erde tausend oder mehr Jahre vorhanden gewesen, ehe sie sich in der Verfassung befunden hat, Menschen, Tiere und Gewächse unterhalten zu können.“

Später äußerte L. C. Depréaux: „Jede dieser Millionen Sonnen hat, gleich unsrer Sonne, ihre besondern Planeten, und um uns her gewahren wir eine unerfaßliche Menge von Welten, belebt von Geschöpfen verschiedner Ordnungen und gleich unsrer Erde bevölkert von Bewohnern . . .“

Laplace, den man gewiß nicht einer mystischen Geistesrichtung bezichtigen kann, sagt: „Die wohlthuende Wirkung der Sonne erzeugt die Tiere und Pflanzen, die die Erde bedecken, und die Analogie führt uns zu der Annahme, daß sie auf die übrigen Planeten eine ähnliche Wirkung ausübt, denn es ist widernatürlich zu denken, die Materie, deren fruchtbare Kraft wir auf so vielfache Weise sich enthüllen sehen, sei auf einem so großen Planeten, wie Jupiter ist, unfruchtbar, da derselbe doch, gleich der Erde, seine Tage, Nächte und Jahre hat, zumal die Beobachtungen Veränderungen erkennen lassen, die sehr wirksame Kräfte voraussetzen. . . Der für die Temperatur der Erde geschaffne Mensch könnte allem Anschein nach nicht auf den andern Planeten leben. Muß es aber nicht eine unendliche Menge von Wesen geben, die je nach den verschiedenen Temperaturen der Gestirne und Welten eingerichtet sind? Wenn der bloße Unterschied der Elemente und Klimaten auf der Erde schon

eine so große Mannigfaltigkeit der Geschöpfe begründet, um wieviel mehr müssen die Geschöpfe der übrigen Planeten von denen der Erde verschieden sein!"

Und John Herschel fragt, wozu wohl die Sterne erschaffen seien, etwa bloß für die Menschen auf der Erde? „Man müßte aus dem Studium der Astronomie wenig gewonnen haben, wenn man annehmen wollte, der Mensch sei das einzige Ziel des Wirkens des Schöpfers, und wenn man in dem weiten wunderbaren Gebäude, das uns umschließt, Aufenthaltsorte für lebende Wesen andrer Art nicht zu erkennen vermöchte!"

Allerdings können wir die Frage nach der Bewohnbarkeit und dem Bewohntsein der andern Himmelskörper mit unsern jetzigen Hilfsmitteln noch nicht entscheiden; vielleicht werden wir es auf optischem Wege nie können; vielleicht aber auf anderm. Denn in der Vielartigkeit der Forschungsmethoden ist die Physik so reich, daß kaum jemand mit Fug wird behaupten dürfen, dergleichen bliebe ewig verschlossen.

In unserm Sonnensystem zählen wir jetzt allein etwa 1000 große und kleine Planeten, 25 Monde und eine ganze Schar periodischer Kometen, die auch durch das Band der allgemeinen Massenanziehung an unsre Sonne gekettet sind. Begaben wir nur einen geringen Teil der Hunderte Millionen Sonnen mit einem ähnlichen Familienanhang, so kommen wir schon zu Zahlen, die uns schwindeln machen können. Wollen wir also das Sonnensystem nicht als eine abnorme Erscheinung ansehen, so müssen wir die Existenz riesiger Zahlen von Planeten bei den Fixsternen vermuten, die unserm Anblick verschwinden.

Kunde von der Vielheit einer großen Zahl von Weltkörpern haben wir ja schon in den Beispielen der Doppel- und mehrfachen Sterne, von denen wir einwandfrei nachweisen können, daß sie physisch zusammengehören und Bahnen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt beschreiben.

Wenn wir nun einen Astronomen fragen würden, wie es mit dem Leben auf andern Weltkörpern bestellt sei, so würde er, wie schon erwähnt, wahrscheinlich sagen, daß er genaues ebensowenig darüber wüßte, wie der Frager selbst. Er würde aber immerhin eine Reihe

von Anhaltspunkten angeben können, die zur Entscheidung der Frage von großem Nutzen sein müssen, und in dieser Weise soll uns auch hier die Frage beschäftigen. Wir wollen sie nur soweit betrachten, wie ihre Erörterung innerhalb der jetzigen Wissenschaft und der Grenzen der wissenschaftlichen Möglichkeit bleibt.

Optisch sind wir aber zur Entscheidung der Frage, ob es im Weltraum noch mehr Planeten als die unsrigen gibt, nicht imstande, denn selbst in der Entfernung des uns nächsten Fixsterns würden alle Planeten unsers Sonnensystems unsern Blicken schon völlig entrückt sein, auch der Erreichbarkeit unsrer mächtigsten Teleskope, die wir je konstruieren zu können hoffen dürfen. Die Beobachtung kann uns über diesen Gegenstand also keinerlei Aufschluß geben. Und nehmen wir unsre Zuflucht zu den kosmogonischen Hypothesen, die nach unserm jetzigen Wissensstande noch die größte Wahrscheinlichkeit besitzen, so kommen wir zu dem Schlusse, daß bei der Wirksamkeit derselben Kräfte im ganzen Weltall die Entwicklung dort wie hier gehen muß, daß also überall die Sonnen Planeten zur Seite haben können und höchstwahrscheinlich auch haben.

Sollten nun alle jene sichtbaren und unsichtbaren Welten unbelebt sein? Sollten wir rings in einer unendlichen Wüste des Todes ein einsames Dasein führen? Sollte die Natur mit der Austeilung des Lebens so sparsam sein, daß sie allein dem armseelig kleinen Sterne Erde im Planetensystem eines gewissen Sterns namens Sonne Leben gespendet hätte? Es wäre wohl eine gewaltige Überhebung unsererseits, das als wahr zu unterstellen, und so drängt sich denn fast gebieterisch die Frage nach dem Bewohntsein andrer Himmelskörper auf.

Mehr als den Sachastronomen beschäftigen solche Fragen den Laien. — Wie kommt das? Das ist eigentlich ziemlich einfach zu sagen! Die Astronomen haben einsehen gelernt, daß mit den heutigen Forschungsmitteln diese Frage so gut wie unlösbar erscheint und folgern nun daraus, daß ihre Lösung für die Wissenschaft hoffnungslos ist. Sie tun das wenigstens in ihrer übergroßen Mehrheit, meines Erachtens nicht ganz mit Recht, weil nämlich die Geschichte lehrt, daß es selbst für große Geister nicht möglich ist, zu

ahnen, was später noch alles geschehen kann. Wer hätte vor der Ausbildung der Spektralanalyse gedacht, jemals feststellen zu können, aus welchen Stoffen die Himmelskörper bestehen? Hätte vor 100 Jahren jemand behauptet, man werde das zweifelsfrei tun können, die Wissenschaftler hätten ihn ohne Zögern in ein wissenschaftliches Exil gesteckt. Auch mit unserm Thema ist es so. Wir wissen ja gar nicht, welche physischen oder geistigen Hilfsmittel uns einstmals werden zu Gebote stehen, die uns vielleicht doch klare Auskunft über unsre Fragen zu geben imstande sind.

Bevor wir uns jedoch mit dem eigentlichen Problem der Bewohnbarkeit der Weltkörper beschäftigen, wollen wir uns erst noch mit einigen Tatsachen bekannt machen, die für den Bestand des Lebens in der Welt überhaupt von fundamentaler Wichtigkeit sind.

Wir erinnern uns zunächst an unsre Stellung im Welt-

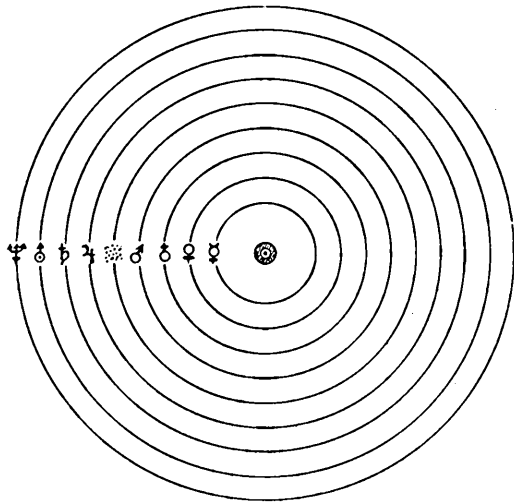


Abb. 2. Die Bahnen der Planeten im Sonnensystem (schematisch).

all. Wir wissen seit Kopernikus und Kepler, daß unsre Erde ein Glied des Sonnensystems ist. Die Sonne ist der Zentralkörper dieses Systems; um sie beschreiben acht große Planeten und fast tausend kleine ihre Bahnen, die sich zumeist der Kreisform sehr nähern. Unser schematisches Bild zeigt, in welcher Reihenfolge die Körper sich um den Zentralkörper bewegen, ohne darauf Anspruch zu machen, die Entfernungsverhältnisse richtig wiederzugeben. Eine in dieser Beziehung richtige Zeichnung würde ihrem Maßstabe nach ganz aus dem Rahmen dieses Buches hinausfallen. Geht man von der Sonne aus, so be-

schreibt zuerst der Merkur seine Bahn um die Sonne. Dann folgen Venus, Erde und Mars. Zwischen diesem und dem folgenden Jupiter ziehen die vielen kleinen Planeten ihre Kreise, die übrigens einerseits sowohl in den Raum zwischen Mars und Erde hineinreichen (Eros), wie auch über die Bahn Jupiters hinausgreifen (Planetoiden der Jupitergruppe.) Nach Jupiter werden die Abstände der Planeten immer riesiger; es folgen nach unsrer jetzigen Kenntnis noch Saturn, Uranus und Neptun.

Damit ist aber das System noch nicht erschöpft. Denn die meisten der großen Planeten besitzen wieder kleinere Körper, für die sie selbst Zentralkörper sind. Die Erde besitzt einen Mond, der übrigens von recht respektabler Größe ist. Mars hat zwei sehr kleine Monde, Jupiter acht, Uranus vier und Neptun einen. Saturn besitzt nicht weniger als zehn Monde. Daneben wird dieser Planet noch von einer ganz gewaltig großen Anzahl kleiner Körperchen umkreist, die so dicht und so klein sind, daß sie mit jedem uns zur Verfügung stehenden Hilfsmittel betrachtet den Eindruck gleichmäßigen Leuchtens hervorbringen.

Außer den Planeten zählt aber die Sonne unter ihrem Anhang noch eine Reihe anderer Körper, die periodischen Kometen. Man muß annehmen, daß diese angegliederte Körper sind, die aus dem Weltraum jenseits des Herrschaftsbereichs der Sonne stammen und durch irgendwelche Umstände in die Nähe unsers Systems gekommen sind, innerhalb dessen sie dann durch die kombinierten Anziehungswirkungen der Sonne und der in bunter Anordnung gruppierten Planeten festgehalten und zu geschlossenen Bahnen um die Sonne gezwungen wurden. Diese Bahnen weichen aber von den fast stets kreisförmigen der Planeten stark ab; ihre Gestalt ist immer die langgezogener Ellipsen, deren kleinste uns bekannte diejenige des Endeschen Kometen ist. Die als längste mit Sicherheit bekannte ist diejenige des Hallenschen Kometen, dessen der Sonne nächster Ort weit innerhalb der Venusbahn, im Abstand von 90 Millionen Kilometern von der Sonne, während der sonnenfernste Punkt weit jenseits der Neptunbahn liegt, in einer Entfernung von rund einer Milliarde Kilometer. Um diese gewaltige Bahn zu durchmessen,

braucht der Komet 75 bis 79 Jahre. Wir müssen annehmen, daß der Herrschaftsbereich der Sonne noch weiter hinausreicht, denn von den Kometen, die wir im Laufe der Zeit beobachtet haben, scheinen mehrere periodisch zu sein, nach bestimmten Zeiträumen also wieder in die Nähe der Sonne zu kommen. Nur bemißt sich bei ihnen die Umlaufszeit nach Hunderten und Tausenden von Jahren.

Als identisch mit den Kometen haben wir die Meteoriten anzusehen. Es sind wahrscheinlich Trümmer von Weltkörpern — Planeten oder Kometen —, die regellos oder auch in gewissen Bahnen den Raum durchschnurren und uns wegen ihrer Kleinheit nur dann sichtbar werden, wenn sie in die Erdatmosphäre eindringen und sich an ihr so stark erhitzen, daß sie zu glühen beginnen und uns als Sternschnuppen sichtbar werden.

Unser Sonnensystem ist also ein recht umfangreiches System mit den mannigfachen Formen. Und jenseits dieses Systems glänzen uns die unzählbaren Lichtpünktchen entgegen, deren jedes eine Sonne ist gleich unsrer, oftmals größer, oft aber auch kleiner. Und jeder dieser Sterne kann Zentralkörper eines Systems sein, wie unsre Sonne. Aber noch mehr. Nicht jeder Stern braucht zu leuchten. Die meisten unsrer Planeten sind ja auch nichtleuchtende Körper, nur sichtbar im Sonnenglanze. So gibt es auch eine ungeheure Menge von erloschenen Sonnen, die vielleicht mit einem großen Anhang durch den Weltraum wandern. Dazwischen stehen ungeheure Nebel- und kosmische Staubmassen, die unsaßbare Räume des Weltalls erfüllen. Und alles bewegt sich! Und mit welchen Geschwindigkeiten! Unsre Sonne sauft in jeder Sekunde etwa 20 km vorwärts. Aber das ist noch wenig. Kennen wir doch einen Stern (Groombrigde 1830), der in jeder Sekunde 274 km durchrauscht! Wie soll unter diesen Umständen die Ordnung im Weltall aufrecht erhalten werden? Müssen denn da nicht Zusammenstöße die unausbleibliche Folge sein? Wie soll sich aber ein Leben in dieser Welt der ewigen Zusammenstöße halten, das zu seiner Entwicklung doch allein schon Jahrmillionen erfordert.

Das scheinen unlösliche Widersprüche zu sein. Und doch sind sie es nicht, denn glücklicherweise gibt es ein Gegengewicht, das unfehlbar imstande ist, die fürchterlichen Wirkungen dieser Unordnung zu

paralisieren: die unvorstellbaren Entfernungen, in denen alle unabhängigen Systeme voneinander stehen. Erst die neuesten Vervollkommnungen der astronomischen Meßtechnik haben uns ermöglicht, einige dieser Entfernungen zu bestimmen, und wir wissen nun, daß diese himmlischen Weiten ausreichen, um den Bestand des Sonnensystems auf Jahrbillionen vor verderbenbringenden Zusammenstößen mit andern Weltkörpern zu bewahren. Nach Arrheniussens Rechnung beträgt die Zeit, nach der nach wissenschaftlichem Ermessen der Zusammenstoß der Sonne mit einem andern Weltkörper wahrscheinlich ist, rund 1000 Billionen Jahre — eine Zeit, so ungeheuer lang, daß gegen sie alle unsre Kalkulationen der andern Umstände verschwinden, die noch für den Bestand des Lebens auf der Erde von Bedeutung sind. Betrachtet man alle Umstände, die der Erdenwelt und ihrem Leben Gefahr drohen, so ergibt sich, daß alle Gefahren in so weitem Felde stehen, daß sie uns nicht beunruhigen können. Das mußte ja eigentlich von vornherein klar sein, denn wenn die Erde ohne Gefahr so lange bestehen konnte, daß das Leben die Möglichkeit fand, bis zur jetzigen Höhe seiner Entwicklung zu schreiten, dann konnten und können die Gefahren nicht groß sein, die das Leben rings umlauern.

Die Verwandtschaft der Welten und ihre Beweise

Vielen erscheint es als ganz unmöglich, daß die andern Himmelskörper bewohnt sind, etwa gar von Wesen gleicher oder ähnlicher Art wie wir selber. Worauf stützt sich aber diese Meinung?

Grund dazu gibt die Anschauung, daß die Erde etwas ganz Isoliertes in der Welt sei, ganz verschieden von der Sonne oder dem Mond oder irgendwelchen andern Himmelskörpern. Genährt wurde das namentlich durch die Newtonsche Anschauungsweise, die die Himmelskörper als isolierte Massen betrachtet, nur verbunden durch die Fernkraft der allgemeinen Massenanziehung. Die neuern Errungenschaften auf den Gebieten der Physik sind aber noch nicht in weite Kreise gedungen, Erkenntnisse, die gewaltige Tragweite er-

langt und unsre Anschauungen in vielen Sachen völlig umgestürzt haben. Das sind namentlich die beiden großen Wissensgebiete von der Spektralanalyse und vom Strahlungsdruck.

Die Spektralanalyse

Steckt man einen Stab ins Wasser und betrachtet ihn von oben, so erscheint er an der Eintauchstelle geknickt. Von dieser weg verläuft er im Wasser wieder in grader Richtung. Der Grund dieser Erscheinung ist, daß das Wasser das Licht bricht, seine Richtung an

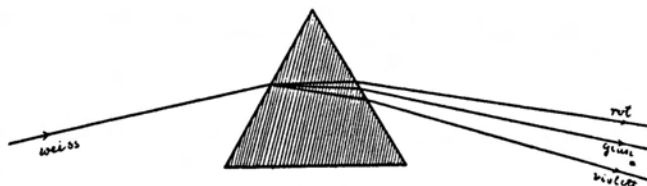


Abb. 3. Lichtbrechung.

der Eintrittsstelle verändert, wenn Lichtstrahlen auf seine Oberfläche treffen und eindringen. Alle durchsichtigen Körper brechen das Licht, wenn es in ihre Oberfläche eintritt. Läßt man einen weißen Lichtstrahl auf ein Glasprisma fallen, wie unser Bild zeigt, dann wird er in dem Prisma gebrochen. Aber nicht bloß das, er wird auch in mehrere farbige Bestandteile auseinandergezogen, zerstreut, wie man sagt. Besonders gut konnte man das an den Glasprismen beobachten, die an fast keiner alten Hängelampe oder Petroleumkrone fehlten. Diese Prismen gaben den Lampen mit ihrem spärlichen Licht durch ihr Farbenpiel Leben, weil sie eben das Licht zerlegten. Weißes Licht vereinigt nämlich in sich alle andersfarbigen Lichtstrahlen in bestimmtem Mischungsverhältnis. Mischt man die Regenbogen-

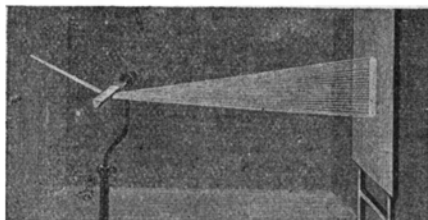


Abb. 4. Spektrum vom Sonnenlicht.

farben, also die Farbenreihe Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett in richtigem Verhältnisse, so ergeben die Farben, zur Deckung gebracht, Weiß. Umgekehrt kann man das Licht in diese Farbenreihe zerlegen, wenn man eben ein Glasprisma in den Gang der weißen Lichtstrahlen stellt. Es erscheint dann statt des weißen Lichtes ein langes Farbenband, das die oben aufgezählten Regenbogenfarben von Rot bis Violett zeigt. Dieses Farbenband heißt das Spektrum.

Man hat nun gewöhnlich nicht einen einzigen Lichtstrahl zur Verfügung, sondern immer nur Bündel von Lichtstrahlen, die man durch einen Spalt abgrenzt. Zur richtigen Leitung derselben pflegt man auch noch Linsen zu benutzen, die im Bilde jedoch weggelassen sind, um nicht Verwirrung zu stiften. Man kann solch Lichtbündel ebenfalls zu einem Spektrum auseinanderziehen.

Jeder glühende feste oder flüssige Körper gibt, auf vorstehende Weise durch ein Prisma betrachtet, ein zusammenhängendes Spektrum. Ganz anders erscheint ein glühendes Gas. Betrachtet man dieses in der bezeichneten Weise durch ein Prisma, so erscheint nicht ein zusammenhängendes Farbenband, sondern das Spektrum wird durch einzelne leuchtende Linien unterbrochen, deren Stellung in der Farbenreihe von der chemischen Natur des Körpers abhängt. Ein leuchtendes Eisengas zeigt die farbigen hellen Linien an ganz anderer Stelle und in ganz anderer Anzahl als zum Beispiel Natriumgas oder Wasserstoffgas. Hiermit gewinnt man ein Mittel, umgekehrt aus der Stellung und der Zahl der Linien im Spektrum auf die chemische Natur des leuchtenden Körpers zu schließen. Solche Untersuchungen, also die Methode, aus dem Aussehen des Spektrums der leuchtenden Körper auf die Natur der in ihnen leuchtenden Stoffe zu schließen, nennt man Spektralanalyse, d. h. Untersuchung des Spektrums.

Es ist leicht einzusehen, wie man diese Methode in der Himmelskunde verwenden kann, um zu bestimmen, welche Stoffe dem Forscher im Lichte der Sterne entgegenleuchten. Es war eine gewaltige Errungenschaft der Physik, als man auf diese Weise allein aus der Betrachtung von wenigen Lichtstrahlen bestimmen konnte, welche Stoffe auf den jeweils betrachteten Sternen vorhanden sind. Die Spektral-

analyse ist so zu einer umfassenden Wissenschaft geworden, die ein besondres Studium erfordert. Dicke Handbücher bergen die durch sie erlangten Kenntnisse, und umfangreiche Tabellen geben Aufschluß über die vielen fleißigen Arbeiten, wodurch die Stellung und Farbe der Linien im Spektrum bestimmt wurde. Sogar in der Himmelskunde selbst ist die spektralanalytische Forschung ein Spezialstudium geworden und hat, in Verbindung mit der Photographie, unsre Kenntnisse vom Bau und von der Entwicklung der Welt wesentlich gefördert.

Beide Untersuchungsmethoden, Spektralanalyse und Photographie, haben uns aber auch Aufschluß gegeben über manches, was wohl existiert, was wir aber nicht sehen.

Die Lehren der Spektralanalyse haben nun ganz überraschende Ergebnisse gezeitigt. Man hat mit ihrer Hilfe alle Himmelskörper untersucht, die in dieser Hinsicht irgendwelches Interesse bieten konnten, namentlich aber die Sonne. Und was man dort gefunden hat, das überraschte eben sehr viele Menschen. Man fand nämlich, daß die Sonne wie auch die andern Sterne alle aus denselben Stoffen bestehen wie die Erde. Ein Grundstoff, den man auf der Sonne fand, war auf der Erde unbekannt. Aber nur wenige Jahre hat es gedauert, bis man ihn auch hier entdeckte, das Helium, den Sonnenstoff, wie er zuerst genannt worden ist.

Diese Tatsache deutet darauf hin, daß die Himmelskörper miteinander verwandt sind, daß sie entweder einen gemeinsamen Ursprung haben oder miteinander in Beziehungen stehen. Daß beides der Fall ist, geht aus den wissenschaftlichen Forschungen klar hervor. Wer sich des nähern dafür interessiert, möge sich in meinem Buch „Das Werden im Weltall“ (Theod. Thomas, Leipzig, 2. Aufl. 1922) genauer berichten lassen.

Der Strahlungsdruck

Die Physik lehrt uns die Kenntnis mannigfacher Anziehungs- und Abstößungskräfte. Das beste Beispiel ist die Gravitationskraft, die Kraft der allgemeinen Massenanziehung, die sich mit den wenigen Worten bezeichnen läßt: Alle Körper ziehen einander an. Läßt man

einen Stein zur Erde fallen, so fällt er nur vermöge der Anziehung der Erde. Aber auch der Stein zieht die Erde an, deshalb fällt auch die Erde gegen den Stein. Nun ist aber die Erde so ungeheuer viel größer als der Stein, daß sie durch die Anziehung seitens des Steines so langsam in Fall kommt, daß der Stein schon längst zu ihr hingefallen ist. Praktisch kann man also sagen, der Stein fällt gegen die Erde. Anziehungskräfte sind aber auch noch die magnetischen, die elektro-dynamischen, die elektrischen usw. Als Abstoßungskräfte sind wohl die magnetischen am bekanntesten; es gibt aber auch elektro-dynamische, elektrische u. a. Besonders merkwürdig ist nun eine Abstoßungskraft, die wir erst seit kurzer Zeit kennen, nämlich der Strahlungsdruck. Jede Art von Strahlung, also die Wärmestrahlung, die elektromagnetische Strahlung, die Lichtstrahlung, die ja auch nur eine elektromagnetische ist, übt auf die von ihr getroffenen Körper einen Druck, eine Abstoßung aus. Wenn also eine Lampe auf einen Gegenstand scheint, so wird in Wirklichkeit der Gegenstand von der Lampe fortgestoßen. Das merkt man natürlich deshalb nicht, weil die Abstoßungskraft so ungeheuer klein ist, daß selbst der Lichtdruck, den das Sonnenlicht auf die getroffenen Körper ausübt, so geringfügig ist, daß er theoretisch entdeckt wurde und später erst durch das Experiment mit den verbesserten Hilfsmitteln nachgewiesen werden konnte.

Jedenfalls existiert dieser Lichtdruck, und man kennt auch die Gesetze seiner Wirkungsweise. Man weiß, daß für den Lichtdruck der Sonne nur Körperchen gewisser Größe in Betracht kommen. Man hat diese Erscheinungen auch der Rechnung unterworfen, wobei sich namentlich Schwarzschild und Arrhenius verdient gemacht haben. Die Größe dieser Körperchen ist sehr gering. Haben die Körperchen die Schwere des Wassers, so werden sie durch die Schwere und den Lichtdruck der Sonne im Gleichgewicht erhalten, wenn sie vollkommen spiegelnde Kügelchen von 0,0015 mm Durchmesser sind. Sind sie noch kleiner, so überwiegt der Lichtdruck der Sonne, die Sonne stößt sie fort; sind sie dagegen größer, so zieht die Sonnengravitation stärker, sie müssen gegen die Sonne fallen. Das kommt daher, weil die Gravitation auf die Masse wirkt, also einem kubischen Gesetz

folgt, der Lichtdruck jedoch auf die Fläche und somit ein quadratisches Gesetz innehält. Unterschreiten aber die Kügelchen eine gewisse Größe, die von der Art der Strahlung abhängt (von ihrer Wellenlänge), so vermag der Lichtdruck gewissermaßen nicht mehr anzugreifen, sie entchlüpfen seinen Greifwerkzeugen.

Ist es nun also möglich, daß ein so kleines Körperchen von den Himmelskörpern unter den Einfluß des Strahlungsdrucks gelangt, so könnte es in den Weltraum hinaus und von den Ursprungskörpern wegwandern. Es könnte dann auch andre Körper treffen und würde dorthin gelangen. Vielleicht halten die ihn vermöge ihrer eignen Anziehungskräfte fest, so daß auf diese Weise Stoff von einem Körper zum andern durch den ungeheuer weiten Weltraum hingelangt ist.

Beweise für die Existenz des Strahlungsdrucks hatten der Russe Lebedeff und die Amerikaner Nichols und Hull gegeben. Es ist das große Verdienst Arrhenius, die Lehre vom Lichtdruck auf astronomische Fragen angewandt und dazu beigetragen zu haben, daß die reine Theorie Fleisch und Bein bekam. Er wandte sie auf die Erscheinung der Kometenschweife an, die den Forschern seit je das größte Kopfzerbrechen gemacht hatten und erklärte diese Phänomene mit bestem Erfolg. Aber auch einer andern bis dahin unerklärbaren Erscheinung gelang es mit Hilfe des Strahlungsdrucks auf den Grund zu kommen, nämlich der Sonnenkorona. Wenn der Mond vor die Sonne tritt und sie grade ganz verdeckt, dann sieht der erstaunte Beobachter einen feinen schwachen Lichtsaum, der bei Gelegenheit der astronomischen Expeditionen zur Beobachtung der Sonnenfinsternisse im letzten Jahrzehnt oft photographiert worden ist. Wir geben umstehend ein Bild wieder, wie es auf der Expedition der Lick-Sternwarte im Jahre 1900 gewonnen worden ist. Man erkennt die streifige Struktur dieser Lichtkrone (Korona). Es ist gelungen, die Ausdehnung derselben bis auf sechs Sonnendurchmesser weit nachzuweisen, das sind etwa 8 Millionen Kilometer. Diese Korona ist ein äußerst feiner Nebel, der aus so kleinen Stoffteilchen besteht, daß sie durch die Sonnenanziehung und den Lichtdruck im Gleichgewicht gehalten werden. Von der Feinheit des Nebels kann man sich kaum eine

Vorstellung machen. Wenn man bedenkt, daß der ungeheure Raum um die Sonne herum in einem Riesenabstande mit ihm erfüllt ist, wenn man ferner bedenkt, daß die Masse desselben nicht größer ist als die in einer Woche auf der Erde verbrauchte Kohlenmenge, die etwa 400 unsrer größten Ozeandampfer von der Größe der neuen „Oceanic“ zu tragen vermögen, dann erkennt man, daß dieser Nebel unsern Tastrwerkzeugen natürlich nie zur Befinnung kommen könnte, selbst wenn wir mitten in ihm steckten. Daß die Sonnenkorona so dünn ist, geht schon daraus hervor, daß sogar Kometen durch sie hindurchgewandert sind, ohne wesentliche Störung in ihrem Laufe dadurch zu erleiden. Und dabei sind die Kometen selbst schon so luftige Gebilde, daß sie durch verhältnismäßig geringe Widerstände aufgehalten werden.

Diese Korona verliert beständig Stoff nach außen, der von der Sonne selbst wieder ersetzt wird. Den Verlust berechnet Arrhenius auf etwa 300 000 000 000 (300 Milliarden) Tonnen im Jahr, so daß die Sonne in einer Billion (1 000 000 000 000) Jahre nur etwa den sechstaufendsten Teil ihrer Masse in den Raum hinaus verstreut. Dieser Verlust wird aber sicher ersetzt durch die Meteore, die in die Sonne hineinstürzen, und die nach den Schätzungen auf Grund der Meteorfälle auf der Erde etwa gleichviel ausmachen mögen. Diese Meteoriten finden ihren Ersatz höchstwahrscheinlich wieder durch die feinen Stoffteilchen, die die Sonnen — alle selbstleuchtenden Sterne sind ja solche — durch den Lichtdruck ausstoßen. Ihre Zusammensetzung weist darauf hin.

Die verschiedenen Erscheinungen elektrischer und magnetischer Art, die die Strahlungsvorgänge im Bereiche der Sonne noch komplizieren, können wir hier natürlich nicht alle besprechen, weil sie zu große Vorkenntnisse erfordern würden. Sie weisen uns aber auf einen sehr merkwürdigen Schluß, der unsre Beachtung verdient. Die Strahlung unsrer Sonne reicht bis in ungeheure Weiten, viel viel weiter hinaus als dahin, wo der äußerste Bruder der Erde, der Neptun, seine einsame Bahn zieht. Nun ist aber die Sonne ein verhältnismäßig kalter Stern; es gibt viel intensiver strahlende Sterne, und zwar sind das diejenigen, die uns als die weißen Sterne auf-

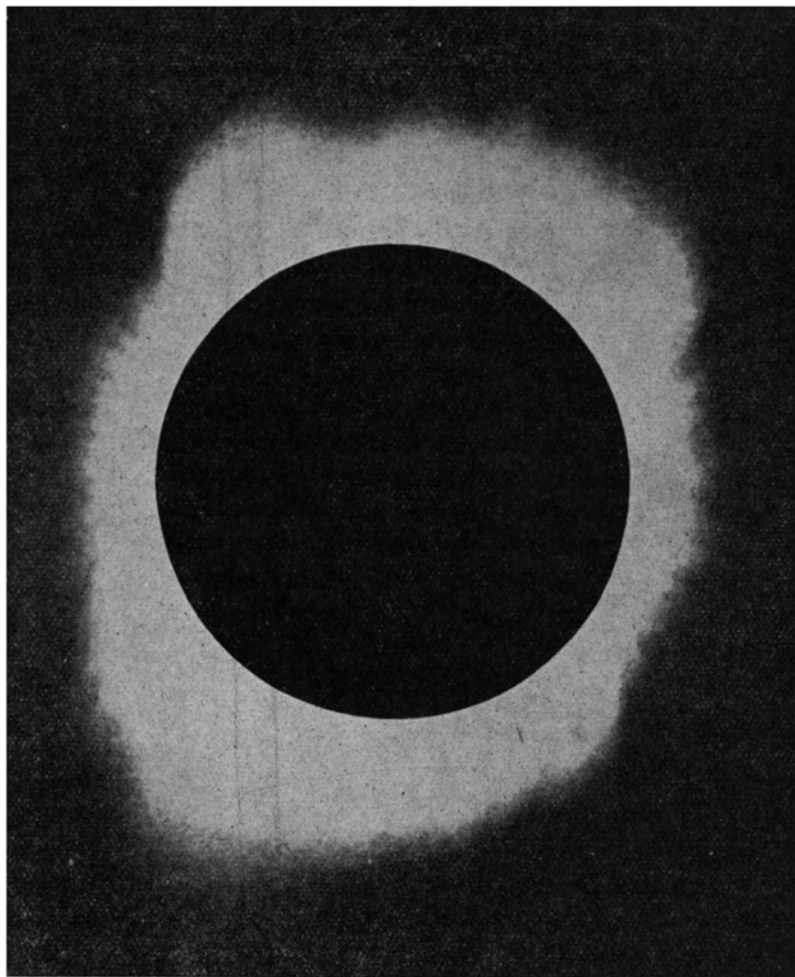


Abb. 5. Sonnenkorona. (Nach einer Photographie von Mitgliedern der Lick-Sternwarte auf einer Sonnenfinsternisexpedition in Indien, 1900.)

fallen. Ein solcher weißer Stern ist z. B. der Sirius. Der Strahlungsbereich der weißen Sterne ist viel größer als derjenige der Sonne. Von ihnen gehen die durch den Lichtdruck fortgetriebenen Stoffteilchen

auch viel weiter fort, als von der Sonne, und durchschwirren den ganzen Raum. Dabei können sie leicht in den Bereich andrer Sterne kommen, besonders bei den Riesengeschwindigkeiten, die diese Teilchen anzunehmen vermögen. Wenn nun die einzelnen Sterne ehemals aus verschiedenen Stoffen bestanden hätten, so würden diese Unterschiede durch die Strahlungsvorgänge längst ausgeglichen sein, und es ist sonach ganz natürlich, daß uns das Spektroskop überall, wohin wir es richten, dieselben Grundstoffe nachweist, daß wir erkennen, daß alle Körper im weiten Weltall aus denselben chemischen Stoffen aufgebaut sind, die unsre Sonne und auch unsre Erde bilden.

Spektralanalyse und Strahlungsdruck sind also die Beweise, die die Verwandtschaft der Welten erklären. Aus ihnen erkennt man, daß die Himmelskörper sich näher stehen, als wir aus ihren unvorstellbaren Entfernungen voneinander anzunehmen in der Lage waren. Müssen wir aus solchen Zeugnissen nicht wichtige Schlüsse auf die Bewohnbarkeit der Welten ziehen können? Müssen sich daraus nicht auch wesentliche Fingerzeige für die Verwandtschaft der belebten Naturen der einzelnen Weltkörper ergeben?

Unter welchen Bedingungen existiert das Leben auf der Erde?

Wollen wir bei unsern Betrachtungen in den Grenzen der wissenschaftlichen Möglichkeiten bleiben, wollen wir die andern Himmelskörper nicht mit den Phantasiegebilden von Dichtern und Malern bevölkern, gegen die die Sphinge, Gnomen, Kentauren, Satyre, Harpynien, Sirenen und Vampire wahre Ausgeburten von Menschenähnlichkeit wären, so bleibt uns nichts anderes übrig als vorauszusetzen, daß die Lebensbedingungen auf andern Weltkörpern die gleichen seien wie auf der Erde oder daß sie ihnen wenigstens sehr ähnlich seien. Belege für diese Annahme werden wir später noch ausfindig machen. Selbst aber wenn wir sie nicht hätten, müßten wir uns schon auf diesen beschränkten Standpunkt zurückziehen, wollten wir uns nicht auf den Boden der uferlosesten Spekulation

begeben. Zwar haben wir kein Recht, der Natur vorzuschreiben, wie sie die Bedingungen für das Leben einrichtet, wie sie dem Leben Schranken setzt, weil schon die Entwicklung der irdischen Lebewelt uns dadurch Lügen zu strafen scheint, daß sie jetzt Tiere da untergehen läßt, wo früher ganz andre gelebt haben, die nun ausgestorben sind. Unsre Rückschlüsse auf die andern Himmelskörper müssen unter diesem Gesichtswinkel mindestens als sehr gewagt erscheinen. Bei der Beantwortung unsrer Fragen nach der Bewohnbarkeit der Welt müssen wir aber diese Grenzen für unsre Betrachtung festlegen. Sie sind gegeben durch die Grenzen, woran die Entwicklung der organischen Natur auf unsrer Erde gebunden ist. Diese Grenzen sind mehrfacher Art, und wir müssen sorgsam eine nach der andern würdigen.

Die Temperaturbedingungen

In erster Reihe steht die Temperatur. Sie spielt für die Lebewesen und ihre Fortentwicklung eine bedingende Rolle. Natürlich ist es ganz gleich, wo im Weltall sich die Lebewesen befinden. Es ist daher unsre Aufgabe, an Hand der Beispiele, die uns das Erdenleben bietet, die Temperaturgrenzen nach oben und unten festzulegen, unter denen Leben existieren kann. Als absolute Grenze nach unten hin müssen wir diejenige ansehen, wobei jede Tätigkeit sowohl des Lebens wie auch der chemischen Vorgänge aufhört. Das ist der absolute Nullpunkt der Temperatur. Nach den Bestimmungen, mit denen man in der Physik arbeitet, nach denen man mißt und rechnet, liegt dieser absolute Nullpunkt der Temperatur bei 273 Grad der hundertteiligen Thermometerskala unter dem Eispunkt. Ist dieser absolute Nullpunkt irgendwo erreicht, so hört dort jede Art von Tätigkeit und Bewegung auf. Das kann aber nie und nirgends eintreten, denn nehmen wir selbst das Weltall als unendlich groß an, so sind doch in ihm immer die Himmelskörper vorhanden, die Wärme oder andre Energie in irgendwelcher Form enthalten. Selbst wenn diese ihre ganze Wärme verlieren könnten, was ebenfalls ausgeschlossen ist, würde sie doch in den Weltraum ausstrahlen müssen und diesen etwas erwärmen.

Abgesehen davon, daß also nie und nirgends der absolute Nullpunkt der Temperatur erreicht werden kann, wissen wir doch, daß schon weit vor dem Eintritt dieses extremen Zustandes jede Tätigkeit der Materie und daher auch des Lebens in hohem Maße vermindert wird. Nach unsrer atomistischen Anschauung sind die chemischen Reaktionen nichts anderes als das verschiedenartige ineinandergreifen der Bewegungen der kleinsten Teile eines Körpers, der Moleküle. Diese Bewegungen werden mit abnehmender Temperatur immer kleiner und langsamer, bis sie bei der Erreichung des absoluten Nullpunkts der Temperatur ganz aufhören, wo sich dann die Materie in engster, dichtester Lagerung befindet. Auf künstliche Weise hat man schon Temperaturen hergestellt, die dem absoluten Nullpunkt bis auf wenige Grade nahekommen. Nachdem man gelernt hat, die Luft zu verflüssigen und nunmehr unschwer damit Temperaturen von -191 Grad erreichen kann, kommt man unter Benutzung dieser Temperatur als Ausgangspunkt noch tiefer und hat fast alle Gase verflüssigt, die es gibt, selbst den Wasserstoff und das Helium.

Bei solchen Temperaturen kann natürlich ein höher organisiertes Wesen nicht mehr existieren, denn die Beziehungen, die die einzelnen Organe seines Organismus miteinander verbinden, sind so mannigfaltig und ihre Wechselwirkung eine so reichhaltige, daß sie nur in den verhältnismäßig engen Temperaturgrenzen alle miteinander zusammen arbeiten können, worauf sie sich bei ihrer Entwicklung eingestellt haben. Je geringer aber die Lebewesen organisiert sind, desto weniger verschiedenen und komplizierten Lebensbedingungen unterliegen sie, und desto größere Kälte sind sie zu ertragen befähigt. Erfahrungen nach dieser Hinsicht liegen auf Grund exakter Versuche jetzt mehrfach vor. Raoul Pictet hat schon vor Jahrzehnten durch seine Untersuchungen nachgewiesen, daß eine ganze Anzahl niedriger Organismen hohe Kältegrade zu überdauern imstande sind. Er setzte solche einfach organisierten Lebewesen Temperaturen von über 100 Grad mehrere Wochen lang aus, ohne daß sie daran zugrunde gingen. Seit der Verflüssigung der Luft konnte man in der Anwendung tiefer Temperaturen weit über Pictets Versuche hinausgehen. Die Sporen des Milzbrandes starben noch nicht ab, nach-

dem sie 20 Stunden bei -130 Grad gehalten worden waren. Die niedrigsten Lebewesen, die Bakterien, scheinen jede Art von Kälte überdauern zu können. Einfrieren und Auftauen in Eis können sie monatelang vertragen, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen. Prof. Macfanden in London hat Mikroorganismen gar sechs Monate lang der Temperatur der flüssigen Luft (-191 Grad) ausgesetzt, ohne eine Beeinträchtigung ihrer Keimfähigkeit herbeiführen zu können, und am Jenner-Institut in London verloren Bakteriensporen innerhalb von 20 Stunden bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs (-253 Grad) ihre Keimfähigkeit nicht. Besonders widerstandsfähig sind z. B. die Eiterbakterien (Eiterstreptokokken). Es gelang bisher nicht, sie durch Kälte irgendwie zu töten. Diese kleinen Wesen stellen ihre Lebenstätigkeit bei so hohen Kältegraden praktisch gesagt ganz ein, verfallen einer Art Winterruhe, leben aber bei höherer Temperatur wieder auf. Bei Leuchtbackterien hielt das Leuchten an, so tiefen Temperaturen man sie auch aussetzte.

Auch bei vielen Pflanzensamen ist die völlige Unzerstörbarkeit durch Kälte festgestellt worden. Paul Becquerel hat darüber neue Untersuchungen angestellt, und er fand, daß die Feuchtigkeit dabei eine wesentliche Rolle spielt; die Beseitigung derselben erwies sich als von der größten Wichtigkeit. Er prüfte aber zugleich noch die Wirkung der Luftleere. Seine Versuche bezogen sich auf Luzerne, weißen Senf und Weizen. Damit die Wirkung dieser Faktoren unzweifelhaft sein konnte, durchbohrte er die Samenschalen und setzte die Samen bei einer Temperatur von -40 Grad unter Anwesenheit von Ätzbarnt (um jede Spur von Wasser zu binden) sechs Monate lang der Luftleere aus. An der Beständigkeit der Gewichte konnte er erkennen, wann die Austrocknung vollständig geworden war. Die Samen wurden nunmehr in luftleer gepumpte Glasröhrchen eingeschmolzen und darauf im Kältelaboratorium von Kamerlingh Onnes in Leiden zuerst drei Wochen lang der Temperatur der flüssigen Luft (-191 Grad) und dann 77 Stunden hindurch derjenigen des flüssigen Wasserstoffs (-253 Grad) ausgesetzt. Sodann wurden sie wieder nach Paris gebracht, die Gläschen zerbrochen und die Samen bei 28 Grad zum Keimen ausgelegt. Von allen Samen

keimte nur ein einziger des Weizens nicht mehr. Die übrigen keimten ebenso wie Samen unter normalen Bedingungen, die man zur Kontrolle ausgesät hatte.

Entzieht man den Keimen die Feuchtigkeit nicht, so bleibt die chemische Reaktionsfähigkeit bestehen, und es gehen Prozesse vor sich, die eventuell zur langsamen Zerstörung des Samens führen. Andererseits wird die Feuchtigkeit dadurch gefährlich, daß sie bei Abkühlung unter 0 Grad gefriert. Da aber das Wasser bekanntlich im Augenblick des Erstarrens zu Eis sich plötzlich um etwa 10% ausdehnt, so können durch dieses Ausdehnen die Zellwände und Gewebe gesprengt und dadurch zerstört werden, so daß auch das Lebewesen zerstört und getötet wird.

Nach unten hin gibt es also offenbar keine Grenze für die Existenz von Leben. Wie steht es nun nach der andern Richtung? Daß in der Glut eines Hochofens kein Leben mehr zu existieren vermag, oder gar in der Glut der Sonne, bedarf keines Nachweises. Schon viel tiefer ist die Grenze für die Existenz des Lebens. Organismen enthalten Wasser, und dieses Wasser spielt bei der Feststellung der obern Temperaturgrenzen des Lebens eine bedingende Rolle. Beginnt dieses Wasser in den gasförmigen Zustand überzugehen, d. h. fängt es an zu kochen, dann übt es ebenfalls eine zerstörende Wirkung auf die Zellwände aus. Die Bewegungen der kleinsten Teilchen des Wassers werden dann so stark, daß sie die Zellgewebe zersprengen, so daß Leben aufhören muß. Die Siedetemperatur ist aber kein fester Punkt; sie schwankt außerordentlich, je nach den Druckverhältnissen, unter denen das Wasser steht. Auf der Erde kocht es unter Normaldruck bei 100 Grad. Normaldruck herrscht, wenn die auf der Erde lastende Luftsäule einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe (= 1 Atmosphäre) das Gleichgewicht hält. In größeren Höhen ist der Druck der überlastenden Luft nicht so groß, der Barometerstand geringer, wie man die entsprechende Höhe der Quecksilbersäule nennt. Das Wasser kocht dann schon bei geringerer Temperatur. Beträgt der Druck nur $\frac{4}{10}$ mm, so kocht das Wasser schon bei 30 Grad Kälte, unter $4\frac{1}{2}$ mm Druck bei 0 Grad, unter 92 mm bei 50 Grad Wärme. Andererseits erhöht ein höherer Druck die

Siedetemperatur. Im Kessel einer Dampfmaschine, die mit 5 Atmosphären Druck arbeitet, herrscht eine Temperatur von 152 Grad, bei der das Wasser dort erst siedet; und unter 50 Atmosphären Druck (gleich 50 mal 760 mm Quecksilberhöhe) verschiebt sich die Siedetemperatur auf 266 Grad.

Unter Normaldruck würde also die Grenze des Lebens nach oben bei 100 Grad Wärme liegen. Nun muß man aber bedenken, daß der Zellsaft nicht reines Wasser ist, sondern allerhand Beimengungen enthält. Diese setzen die Siedetemperatur zumeist erheblich hinauf. So ist es also kein Wunder, wenn die experimentellen Untersuchungen zeigen, daß nicht alle Lebewesen getötet werden, wenn sie unter eine Temperatur von 100 Grad gebracht werden. Das in neuester Zeit am bekanntesten gewordene Beispiel ist der Versuch mit Milzbrandsporen, die über drei Stunden lang in 140 Grad lebten und durch diese recht unsanfte Prozedur ihre Keimfähigkeit noch nicht eingebüßt hatten. In den heißen Geiserbecken im Yellowstonepark leben Bakterien noch bei 70 Grad Wärme, und selbst dort, wo das Wasser eine Temperatur von 89 Grad zeigte, fand Setchell noch solche Wesen. Neuerdings hat Nestler gelegentlich von Untersuchungen über die Lebensdauer von Bakterien Keime von *Bacillus vulgatus* und *Bac. mycoides* eine halbe Stunde lang einer Temperatur von 120 bis 130 Grad im Heißluftsterilisierapparat ausgesetzt. Die Lebensfähigkeit wurde dabei in keiner Weise beeinträchtigt. Bei einer Trockenhitze von 145 Grad waren dagegen nach einer halben Stunde alle Keime getötet. Namentlich die „Sporen“ mit harter Schale zeichnen sich durch unglaubliche Widerstandsfähigkeit aus.

Wenn die kleinen Lebewesen ihre Feuchtigkeit verlieren, sind sie viel widerstandsfähiger. Nun kommt dieses „Eintrocknen“ von Tieren in der Natur sehr oft vor. Die im Spätfrühjahr eintrocknenden Wassertümpel entziehen den in ihnen lebenden Wesen das Lebens-element. Dadurch gehen nun diese Keime nicht etwa zu Grunde, sondern sie trocknen ein und sind in Form kleiner Staubkörnchen vorhanden. Setzt ein kräftiger Regen ein, der die Tümpel auf Wochen hinaus wieder mit Wasser anfüllt, so dauert es nur ganz kurze Zeit, und alle wimmeln sie von zahllosen kleinen Tierchen und Keimen.

Diese teilen also direkt das Schicksal der Tümpel, sie trocknen mit ihnen ein und leben mit ihnen wieder auf. Solche trocknen Keime halten nun ohne dauernde Schädigung recht erhebliche Temperaturen aus, Temperaturen, die über den Normalsiedepunkt des Wassers weit hinausgehen.

Aber selbst nicht auf der niedersten Stufe stehende Organismen vermögen tiefe Kältegrade zu ertragen. Das ist schon lange bekannt. Ehrenberg sagt bereits: „Es gibt nicht nur ein unsichtbar kleines mikroskopisches ununterbrochen tätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größte nicht mehr gedeiht; die mikroskopischen Lebensformen des Südpolarmeeres, auf der antarktischen Reise des Kapitäns James Ross gesammelt, enthalten sogar einen ganz besondern Reichtum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78 Grad 10', wurden über 50 Arten kieselchaliger Polngastern,¹ ja Coscinodisken,¹ mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf von Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselchalige Polngastern und Pnytholntherien,¹ und mit ihnen nur eine einzige kalkchalige Polnthalamie¹ heraufgezogen.“

Aber selbst höhere Tiere wie Fische leben jahrelang in der Trockenstarre weiter. Der englische Forscher Buchanan hat sich aus Anlaß einer Beobachtung in dem Graben eines Parks des Fürsten von Monaco in Frankreich mit dieser Angelegenheit beschäftigt. Dieser Park ist quadratisch und von einem Graben umgeben, der an jeder Seite 1250 m lang und 16 m breit ist. Er bildet eine zusammenhängende Wasserfläche von 5 km Länge. Gewöhnlich ist dieser Graben anderthalb Meter hoch mit Wasser angefüllt, das sich nur sehr wenig mit dem Grundwasserspiegel verändert. Die beispiellose Dürre des

¹ Mikroskopische kleine einzellige Wesen, die teils zu den Kieselalgen (Coscinodiscus), teils zu den Urtieren gehören. Die kieselchaligen zählt man zu den Radiolarien (Strahlentiere), die kalkchaligen zu den Foraminiferen (Porentierchen).

Sommers 1911 hatte es zuwege gebracht, daß der Graben (was seit 100 Jahren nicht vorgekommen sein soll) austrocknete. Nur ein kleiner Teil, auf dem sich noch Enten tummelten, blieb bestehen. Buchanan fand es nun höchst bemerkenswert, daß er trotz dieses Austrocknens nichts von toten Fischen in diesem sonst von Schleihen, Karpfen, Hechten und Barschen belebten Graben fand. Als dann am 29. September ein starker Sturm mit Regen eintrat, der drei Tage anhielt, belebten sich die kleinen Wasseransammlungen des Grabens bald mit Fischen, besonders mit kleinen von 10 bis 12 cm Länge. Buchanan bemerkte weiter, wie sich an manchen Stellen der flachen Gewässer eine kleine Schlammwolke bildete, aus der ein Fisch mit dem Bauche nach oben auftauchte, der sogleich davonschwamm. In einer 30 cm tiefen Wasseransammlung fand sich sogar ein Hecht von 40 cm Länge. Die Fische vermehrten sich von Tag zu Tag, und nach einigen Tagen sah Buchanan den ersten toten Fisch. Es ist nicht anders möglich, als daß die Fische in dem Schlamm begraben lagen und sich befreiten, sobald genug Wasser vorhanden war. Dabei kam es aber auch vor, daß Fische vorzeitig aus ihrer „Dürrstarre“ erwachten. Das war der Fall an einer Stelle, wo wahrscheinlich das Grundwasser viel Feuchtigkeit nach oben gebracht hatte, so daß sich sogar eine kleine Pfütze von 1 m Durchmesser und 2 bis 3 cm Tiefe bildete. Viele Schläfer waren erwacht und wollten schwimmen. Da aber nicht Raum genug war, begann ein allgemeiner Kampf ums Dasein. Die kleineren, schwächeren Fische wurden an den Rand gedrängt und kamen dort elend um.

Wenn die letzte Dürre bereits hundert Jahre her ist, dann konnten die Fische nur aus ererbtem Instinkt gehandelt haben. Trotzdem haben sie sich geschickt der neuen Tatsache angepasst; sie hatten sich dorthin begeben, wo das Eingraben am leichtesten geschehen konnte. Allerdings pflegen sich die Karpfen und die Schleie alle Winter in den Schlamm einzugraben, die Barsche aber nicht. Sie haben dennoch das Eingraben sehr gut verstanden. Dabei wirkt die Art der Wasserentziehung sehr verschieden. Denn nach Angabe des Fürsten von Monaco war das Grabenwasser in einem Winter an vielen Stellen bis auf den Grund gefroren und zahlreiche Hechte

und Barsche fanden sich im Eise. Sie hatten sich nicht eingegraben, obwohl sie die Wasserentziehung dazu gedrängt haben mußte.

Der Spielraum für die Existenz des Lebens ist also gar nicht so eng gesteckt. Von der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs an bis zu etwa 150 Grad Wärme kennen wir die Existenz und Beständigkeit des Lebens, also innerhalb eines Temperaturspielraumes von beinahe 400 Grad. Dieser umfaßt aber den bei weitem überwiegenden Raum im Kosmos, da nur der geringere Teil der Himmelskörper heißer ist. Allerdings sind es nur die niedersten Lebewesen, die innerhalb so weiter Grenzen nicht zu Grunde gehen. Die höheren Tiere und gar der Mensch sind an viel engere Grenzen gebunden. Das kommt daher, weil den höheren Organismen noch weitere Fähigkeiten eigen sind, als bloß zu leben und sich fortzupflanzen, als nicht grade bloß zu Grunde zu gehen. Sie leben intensiv und erfüllen gewisse „Aufgaben“, die die Entwicklung mit sich bringt und bedingt. Sie leben gewissermaßen in einem „Optimum“, einem günstigsten Intervall der Temperaturskala, wo die Lebenstätigkeit ein Maß höchster Intensität besitzt. Das ist der Fall bei etwa 10 bis 40 Grad Wärme. Wir wissen, daß sich in dieser Temperatur der Mensch am wohlsten fühlt. Auf sie ist aber auch der Körper des Menschen eingestellt. Dabei hat uns die Wissenschaft gelehrt, daß der menschliche Körper selbst innerlich eine Temperatur besitzt, die stets und ständig sich auf 37 bis 37½ Grad erhält, ganz gleichgültig, in welcher Außentemperatur sich sonst der Mensch befindet. Bei andern warmblütigen Tieren ist die Körpertemperatur etwas geringer, aber auch konstant. Das erscheint sehr merkwürdig und muß irgendwie begründet sein. Wir finden den Grund in den einfachsten naturwissenschaftlichen Tatsachen, die die Welt beherrschen. Es ist bekannt, daß alle Vorgänge chemischer Art bei höherer Temperatur viel schneller zum Ablauf kommen, viel intensiver erfolgen, als bei niedriger Temperatur. Je höher also die Lebenstätigkeit ist — auch sie besteht ja höchstwahrscheinlich in nichts als in chemischen Vorgängen —, desto höher muß unter sonst gleichen Umständen die Temperatur beim Ablauf dieser Funktionen sein. Nun wissen wir aber, daß die Steigerung der Bluttemperatur beim Menschen wohl eine erhöhte kör-

perliche Tätigkeit mit sich bringt, aber doch auch ihre Grenzen hat. Wir kennen die Temperaturerhöhung des lebenden menschlichen Körpers über die Normaltemperatur nur im Fieberzustande. Wir wissen auch, daß das Fieber keine Temperatur hervorrufen darf, die 42 Grad etwa überschreitet. Sonst stirbt der Mensch. Der Zustand eines Menschen, dessen Bluttemperatur bloß in diese Nähe rückt, wird schon sehr besorgniserregend. Man erkennt jedenfalls, daß die Bluttemperatur schon dicht an der äußersten Grenze steht, so dicht, daß eine Steigerung für künftige etwa höher organisierte Wesen nicht mehr zu erwarten ist und der Mensch hiernach ungefähr am Ende der physischen Entwicklungsmöglichkeit steht. Diese Grenze ist bestimmt durch die physikalischen Eigenschaften des Stoffs, an den die Lebensfunktionen geknüpft sind, nämlich das Eiweiß, das Protoplasma. Eiweiß gerinnt bei einer Temperatur von 45 bis 50 Grad, und kann dann nicht mehr Träger der Lebensfunktionen sein. Entzieht man dem Eiweiß allerdings alle Feuchtigkeit, so gerinnt es erst, wenn es auf ungefähr 100 Grad erhitzt wird. In den Körpern der höheren Organismen ist aber stets nur wasserhaltiges Eiweiß vorhanden, und so kommt es denn, daß der Mensch eine Bluttemperatur besitzt, die sehr nahe an dem kritischen Punkte steht, der für das Leben gefährlich ist. Die Körpertemperatur befindet sich aber wegen dieser Nähe der Grenze in der Zone ihrer günstigsten Wirksamkeit, dort, wo die Temperatur so hoch ist, wie sie nur sein kann, ohne schon den Schädlichkeiten ausgesetzt zu sein, die von anderer Seite drohen. Es erscheint aber eine sehr gefährliche Sache, einen Mechanismus so nahe an die Grenze dessen zu setzen, was grade noch erlaubt ist. Wenn nicht wirkliche Gegenmaßnahmen vorhanden sind, die sofort einer Veränderung entgegenwirken, dann ist der Mensch jeden Augenblick lebensgefährdet.

Schon die weite Ausbreitung des Menschen beweist, daß solche Vorkehrungen getroffen sein müssen. Befindet sich zum Beispiel der Mensch in besonders warmer Umgebung, die seine Körpertemperatur herauszufehen droht, so tritt sofort eine Einschränkung der Herzaktivität ein; das Blut zirkuliert mehr an der Peripherie des Körpers, und es tritt ein Schweißausbruch ein, der an der Hautoberfläche

verdunstet und das Blut kühlt. Diese Kühlung funktioniert besonders gut, wenn die Außenluft sehr trocken ist. Dann kann das austretende Schweißwasser besonders stark und schnell verdunsten und der Haut und dem in ihr weilenden Blute große Wärmemengen entziehen. Ist dagegen die Feuchtigkeit der Außenluft groß, so kann der Schweiß nur sehr schwer und schwach verdampfen, und wir haben das Gefühl der Schwüle, die also bei verhältnismäßig niedriger Temperatur schon eintreten kann. Ranke erzählt in seinem großen Werke über den Menschen, daß Berger und de la Roche in trockener Luft von 100 bis 127 Grad Wärme 8 bis 16 Minuten lang aushalten konnten, und daß ihre Organe so vorzüglich funktionierten, daß diese über die Siedehitze des Wassers bei Normaldruck hinausgehende Temperatur ihre Körpertemperatur unverändert ließ! Ebenso funktionieren natürlich die Schutzorgane aller Warmblüter. Dabei kann die Bluttemperatur auch unter den Normalpunkt fallen. Je tiefer die Tiere stehen, desto leichter ertragen sie solche Herabsetzung der Körpertemperatur. Eine ganze Reihe selbst höchstorganisierter Tiere, deren Nahrungsquellen im Winter schwer fließen, verfallen einer Winterruhe, bei der ihre Bluttemperatur stark sinkt (Bären, Fledermäuse usw.). Einige Säugetiere können ihre Temperatur bis auf 5 Grad herabsenken. Die Lebensfunktionen werden dann so verlangsamt, daß der Körper lange keiner Nahrungsaufnahme bedarf. Er zehrt zwar an sich selbst, aber nicht so stark, daß er dadurch gefährdet wäre. Ist es nicht kalt genug, so erwachen die Tiere auch wieder und helfen durch Nahrungszufuhr nach, die Maschine ihres Organismus im Gang zu erhalten.

Noch widerstandsfähiger gegen Kälte sind die niedern Tiere mit wechselwarmem Blute, wie Frösche, Fische, Schlangen usw. Sie können einfrieren und sich weit unter den Eispunkt abkühlen. Wenn sie langsam wieder erwärmt werden, wie das zum Beispiel in der Natur der Fall ist, kehren sie auch allmählich wieder zum Leben zurück. Diese Lebewesen passen sich direkt der Außentemperatur an, die Warmblüter dagegen haben die erforderlichen Reguliervorrichtungen und vermögen sich dadurch noch größeren Schwankungen der Außentemperatur anzupassen, ohne an der Gesundheit Schaden zu

nehmen. Die Reguliervorrichtungen des menschlichen Körpers gestatten dem Menschen sogar, die ganze Erde zu bewohnen. Wo keine Pflanze und kein andres höheres Tier mehr vorkommt, von den Tropen bis zu den Polargebieten, überall vermag der Mensch zu leben. Diese Anpassungsfähigkeit des Menschen ist im wesentlichen bedingt durch seinen Intellekt. Ursprünglich ist der Mensch ein Bewohner tropischer Länder. Darauf deutet schon die Tatsache hin, daß seine Haut vollkommen ungeschützt ist, und daß er wohl gegen übermäßige Wärme die erwähnten vorzüglichen Einrichtungen besitzt, nicht aber gegen die Kälte. Sein Intellekt hat aber den Menschen gelehrt, sich äußere Hilfsmittel zu schaffen, die ihm den Mangel an natürlichen ersetzen. Kleidung und Behausung dienen diesem Zwecke, und er kann sich durch diese beiden Hilfsmittel gegen Unbilden schützen, denen andre Tiere mit natürlichen Schutzmitteln gegen die Kälte nicht zu entgehen vermögen. So ist es möglich, daß der Mensch innerhalb eines Temperaturintervalls von über 100 Grad auf der Erde zu leben vermag. Und wenn die Entwicklungsrichtung der Erdoberflächentemperatur nach der Seite der Kälte zu geht, so ist das für die Menschen nicht ungünstig, denn die Grenzen nach unten können besonders durch eine im Laufe der langen Zeiten auszubildende Anpassung fast ins Unbegrenzte erweitert werden, während ihnen nach oben hin zweifelsohne größte Beschränkung auferlegt ist, die wahrscheinlich nicht zu besiegen wäre.

Gehen wir den Bedingungen nach, die die Einzelheiten unsrer Erkenntnis aufzeigen, so kommen wir zu recht interessanten Aufschlüssen, die stets einladen, sich weiter in die Einzelheiten zu verlieren. Wir müssen dem steuern, um nicht zu sehr abseits zu geraten. Bevor wir unsre Betrachtungen über die Temperaturfrage abschließen, sei auf nur einen Punkt noch hingewiesen, der so recht geeignet ist, darzutun, was uns derlei Betrachtungen zu bieten vermögen. Wir betrachteten die Abhängigkeit des Siedepunktes des Wassers vom überlastenden Drucke. Wenden wir nun unsre dabei erlangten Kenntnisse auf irdische Verhältnisse an, so finden wir, daß die Siedetemperatur des Wassers in größern Höhen über dem Erdboden geringer sein muß, weil dort ja der Luftdruck geringer ist.

Auf dem Gipfel des Mont Blanc zum Beispiel, in einer Höhe von 4775 m über dem Meerespiegel, wo der Barometerstand normal nur noch 417 mm beträgt, siedet das Wasser schon bei 84 Grad. Auf dem Mars ist die Atmosphäre wahrscheinlich so dünn, daß das Wasser schon bei 50 Grad sieden wird, wohingegen der ungeheure Druck der Lufthülle Jupiters den Siedepunkt ziemlich weit über 100 Grad setzen wird. Man ersieht daraus, daß der Lebensmöglichkeit auf den größern Weltkörpern immer weitere Grenzen gestellt sind, da im allgemeinen die Gas- oder Lufthüllen um so höher sind, je größer der Himmelskörper selbst ist. Sollten wir also zu dem Schlusse kommen, daß etwa Jupiter bewohnbar sein kann oder werden wird, so können wir getrost behaupten, daß der Entwicklung und der Mannigfaltigkeit der Lebewesen dort weniger enge Schranken gesetzt sind als der schon so wunderbar reichen und schönen unsrer Erde. Der Größe der Himmelskörper ist aber kaum eine Grenze gesetzt, und so können wir ferner aus dieser ganz allgemeinen Betrachtung schon ersehen, daß dem Leben in der Welt ein Entwicklungsspielraum zugewiesen ist, von dem wir uns in unsren kühnsten Phantasiegebilden keine Vorstellung machen können, daß es Welten geben kann oder schon gegeben hat oder noch geben wird, in denen eine so ungleich viel höhere Vollkommenheit und Schönheit herrschen kann, daß uns unser kleiner Erdenstern als recht armselig dagegen erscheinen muß. Ist nun gar das Leben nicht von den organischen Stoffen, dem Wasser-, Sauer-, Stick- und Kohlenstoff wie bei uns abhängig, was wir in keiner Weise bisher feststellen können, so ist die Ausmalung der möglichen Mannigfaltigkeit eine noch viel reichere! Was die neuere Forschung hierzu zu sagen hat, werden wir allerdings noch später sehen.

Licht und Leben

Eine genaue Betrachtung der Lebensvorgänge erweist, daß auch das Licht für das Leben eine bedingende Rolle innehat. Beim Menschen und vielleicht auch bei höhern Tieren berührt der Wechsel von Licht und Finsternis, von Tag und Nacht nicht bloß die körperliche, sondern auch die geistige Natur. Der Wechsel zwischen Schlaf und

Wachen, zwischen selbstbewußtem und Traumleben wird dadurch hervorgerufen. Die Vernunft verliert die Herrschaft über die Organe des Körpers ebenso wie über die im Bewußtsein aufgespeicherten Vorstellungen. Vor allen Dingen aber kann kein höheres Lebewesen ohne Licht existieren. Bei niedern Tieren scheinen nur die instinktiven Triebe, die der Ernährung und der Fortpflanzung dienen, unter dem Einfluß des Lichts zu stehen. Jedoch nicht bloß die Tier-, auch die Pflanzenwelt bedarf des Lichts. Nicht nur in dem Sinne, daß etwa die erwachende Sonne auch die Blumen und ihre Blüten erschließt (jede Blume zu bestimmter Zeit). Denn das ist ja nur eine Anpassungserscheinung an das vorhandene Licht (die Sonne) — wie die Funktion des Auges übrigens auch. Sondern das Licht ist für die Pflanzen Lebensbedingung. Daran ist in erster Linie das grüne Blatt beteiligt. In diesem spielt sich, wenn es vom Sonnenlicht beschienen wird, ein sehr merkwürdiger Prozeß ab, nämlich die Kohlen säureassimilation. Das Blatt nimmt aus der atmosphärischen Luft Kohlen säure auf und bildet daraus unter Abcheidung von Sauerstoff in den Chlorophyllkörnern, den Trägern des Blattgrüns, organische Substanz, zumeist Stärke. Wichtig ist dieser Vorgang auch deshalb — und er wird unter Berücksichtigung späterer Ausführungen ein neues Gesicht erhalten —, weil hier aus rein mineralischen Stoffen, aus Kohlen säure und Wasser, organische entstehen und weil, abgesehen von wenigen Ausnahmen, nur die grüne Pflanze, und zwar die Zelle derselben, dieses Kunststück fertigbringt. Die Menschen, Tiere und chlorophyllfreien Pflanzen sind daher in bezug auf ihre Ernährung auf die grüne Pflanze angewiesen, weil sie kein Chlorophyll enthalten und Organisches nicht aus Unorganischem erzeugen können. Würde also aus irgendeinem Grunde die grüne Pflanze von unserm Planeten verschwinden, so wäre damit das Todesurteil über alle nichtgrünen Lebewesen ausgesprochen, das Leben würde auf unsrer Erde erlöschen. Ohne Licht ist also ein dauernder Bestand irgendwelchen Lebens unmöglich.

Lichtquelle alles irdischen Lebens ist die Sonne. Sie allein liefert uns das für die Lebensvorgänge nötige Licht. Was wir heute an künstlichem Lichte erzeugen, ist in Wirklichkeit nur künstliche Sonnen-

energie, herrührend aus der Sonnenstrahlung, die uns die Wärme durch den trennenden Raum hindurch zusendet, ganz gleich, ob wir sie als schwarze oder als „weiße Kohle“ hier verwerten und in Licht umsetzen. Das irdische Leben ist also an die Existenz der Sonne gebunden. Erlischt uns die Sonne, so werden dem Leben wesentliche Existenzgrundlagen auf der Erde entzogen, und es muß untergehen. Wir kennen nur wenige Tiere, die ohne das direkte Sonnenlicht auskommen; am bekanntesten sind davon die Tiefseefische und die Leuchtinsekten. Diese Lebewesen haben eigene Leuchtorgane, deren Licht nicht durch Verbrennung erzeugt wird; es ist sogenanntes „kaltes Licht“. Es ist bisher selbst mit den feinsten physikalischen Hilfsmitteln nicht gelungen, dieses Licht der Leuchttiere als mit Wärmestrahlung verbunden zu erkennen. Aber mittelbar leben selbst die Tiefseetiere durch das Sonnenlicht, da sie sich durch die Planktonpflanzen nähren, die aus den oberen Meeresschichten niederfallen, in die das Sonnenlicht eindringt. Und alle Pflanzen können nur gedeihen, wenn Licht vorhanden ist. Deshalb ist auch die Tiefsee alles pflanzlichen Lebens völlig bar, während sie von einer Fauna leuchtender Wesen bevölkert wird.

Die Pflanze lebt demnach nicht nur von der durch die Wurzeln eingesognen Nahrung, sondern auch in hohem Maße von der Luft. Sie atmet wie die Tiere, die dabei Luftauerstoff verbrauchen und Kohlensäure von sich geben. Daneben aber spielt sich in den Pflanzen ein anderer Vorgang ab, die Assimilation. Er kann nur mit Hilfe des Sonnenlichtes vor sich gehen und besteht darin, daß die Pflanzen Sauerstoff ausscheiden, den sie durch die Spaltung der in der atmosphärischen Luft vorhandenen Kohlensäure erzeugen. Den zurückgehaltne Kohlenstoff aber brauchen sie zum Aufbau ihres Pflanzenkörpers. Darin besteht die außerordentliche Wichtigkeit des Pflanzenreichs für die Tiere. Diese könnten ohne die Pflanzen nicht leben, wohl aber das wäre Umgekehrte vielleicht möglich. Wären die Pflanzen nicht vorhanden, so würde sich die Luft bald so stark mit Kohlensäure anreichern, daß alle Tiere darin ersticken müßten. Inwieweit andererseits die Wurzelbakterien für die Pflanze notwendig sind, ist wohl noch nicht ganz aufgeklärt. Jedenfalls ist es schwer, in den untern

Lebensformen eine Unterscheidung zwischen Tier und Pflanze zu treffen, so daß ein Streit um die Frage, ob Tier oder Pflanze das ursprüngliche sei, ein Streit um Worte ist. Während der Nachtruhe reinigt die Zelle ihren Inhalt; die unbrauchbar gewordenen Bestandteile werden einfach verbrannt, indem sie sie mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, den sie zu diesem Zweck nun gierig einsaugt. Das Verbrennungsprodukt ist Kohlensäure und Wasser. Dieser Vorgang ist derselbe wie im Tierkörper. — Bei Tage atmet also die Pflanze Sauerstoff aus, in der Nacht Kohlensäure und Wasser. Während sie also bei Tage im Zimmer angenehm und erfrischend wirkt, verdirbt sie in der Nacht die Luft ebenso wie tierische Organismen und Schlafgenossen.

Wir sehen also, daß das Vorhandensein einer lichtspendenden Sonne unbedingt erforderlich ist, wenn nicht das Licht sonstwie auf eine uns unbekannte Weise vorhanden ist oder erzeugt wird. Welche Lichtart (Farbe) dieser Lichtspender aussendet, darauf kommt es nicht so genau an. Rotes Licht scheint für das Pflanzenwachstum von besondrer Gunst zu sein; aber selbst violetttes Licht unterhält die Lebensvorgänge. Nur die Helligkeit, die Lichtmenge, darf dabei unter ein gewisses Maß nicht hinabsinken.

Wir erkennen also, daß wir bei der Untersuchung der Himmelskörper auf ihre Bewohnbarkeit als weitere Frage stets die zu stellen haben: Ist genügend Licht vorhanden, das die Prozesse der belebten Natur zu unterhalten vermag?

Die Atmosphäre und das Leben

Nicht minder notwendig als Wärme und Licht ist für jede Art organischen Lebens die Atmosphäre. Erst sie vermittelt ja die Lebensvorgänge, die sich in einem beständigen Austausch der Stoffe in den Organismen mit der Außenwelt kundtun. Der größte Teil des Stoffwechsels der Organismen geht ja durch die Atmosphäre vor sich. Es ist daher keine Frage, daß bei unsern Untersuchungen ihr eine bedeutsame Rolle zufallen muß. Es ist daher auch erforderlich, die Erdatmosphäre genau zu studieren und die Einflüsse aufzuzeigen,

die sie im Ganzen wie auch in ihren Einzelbestandteilen auf das organische Leben äußert.

Die atmosphärische Luft der Erde ist ein Gasgemisch, keine chemische Verbindung. Die in ihr vorkommenden Gase sind Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure (Kohlendioxid), Wasserdampf, Argon, Neon, Krypton, Xenon, Helium, Wasserstoff und die Verbindungen des Stickstoffes mit Sauerstoff und Wasserstoff (Ammoniumnitrit und Ammoniumnitrat). In weitaus überwiegendem Maße kommen Stickstoff und Sauerstoff vor, während alle andern Gase verhältnismäßig gering sind. Die Edelgase und die Stickstoffverbindungen kommen in so geringen Mengen vor, daß man praktisch die Zusammensetzung der Luft folgendermaßen angeben kann. Trockne Luft enthält

	In 1 Kubikmeter	In 1 Kilogramm
Stickstoff. . . .	780.3 Liter = 975.80 Gramm	755.14 Gramm = 603.81 Liter
Sauerstoff. . .	209.9 „ = 299.84 „	231.47 „ = 162.03 „
Argon.	9.4 „ = 16.76 „	12.92 „ = 7.24 „
Kohlensäure. .	0.3 „ = 0.59 „	0.46 „ = 0.23 „
Wasserstoff . .	0.1 „ = 0.01 „	0.01 „ = 0.08 „
	1000 Liter = 1293 Gramm	1000 Gramm = 773.39 Liter

Diese Zusammensetzung der Luft bleibt fast unverändert, wo man sich auch befinden mag. Klima, Erhebung über den Meerespiegel, geographische Breite, Vegetation usw. bleiben fast ohne jeden Einfluß auf die Luftzusammensetzung. Wenn man nun weiß, daß so viele Faktoren an dem Austausch mit der Atmosphäre beteiligt sind, so muß es recht wunderbar erscheinen, daß die Zusammensetzung eine so große Konstanz zeigt. Die Tierwelt verbraucht ungeheure Quantitäten Sauerstoff und gibt Kohlensäure an die Luft ab; die Pflanzen spalten die Kohlensäure und atmen Sauerstoff aus; das Meer verschluckt Kohlensäure, während die Vulkane solche an den Tag befördern. Dennoch bleibt die Zusammensetzung der Luft praktisch unverändert. Der Grund dafür ist einmal die ungeheure Größe des Luftozeans. Sodann muß man aber bedenken, daß die vielerlei ab-

laufenden Prozesse gegeneinander arbeiten; was ein Vorgang schafft, vernichtet einer oder mehrere andere wieder. Die Pflanzenleiber vermodern und geben damit der Luft ihre Kohlenensäure wieder zurück — während sonst die Pflanzenwelt durch ihr Leben die Kohlenensäure aus der Luft bindet —; das Meer absorbiert Kohlenensäure und bindet sie, auch die unzähligen Kalkschalentiere verbrauchen zum Aufbau ihrer Panzer Kohlenensäure und lagern sie nach ihrem Tode in Form von Kalkverbindungen auf dem Meeresgrunde ab, während die Vulkane jungfräuliche Kohlenensäure aus dem inneren Leibe der Erde hervorschaffen.

Die einzige Unbeständigkeit der Erdatmosphäre bezieht sich auf ihren Feuchtigkeitsgehalt, auf ihren Gehalt an Wasser und Wasserdampf. Im Durchschnitt beträgt dieser Gehalt an Wasserdampf 0,84 %. Der beständige Wechsel des Gehaltes ist für das Erdenleben von der allergrößten Bedeutung. Aber auch die geringen Schwankungen des Kohlenensäuregehaltes spielen eine erhebliche Rolle. Wir müssen diesen Erscheinungen nachher also noch eine besond're Betrachtung widmen.

Die Erdatmosphäre ist zwar für die irdische Lebewelt von bedingender Bedeutung, dennoch lebt der größte Teil des organischen Lebens gewissermaßen nicht in der Atmosphäre, sondern im Meere und an der Erdoberfläche. Die Atmosphäre selbst ist nur in ihren untersten Teilen belebt und bewohnt. Von den höh'ren Organismen leben nur die Vögel in der Luft. Sie erheben sich aber nie zu größ'ren Höhen. Und wenn die großen Raubvögel sehr hoch in der Luft emporsteigen, so bilden sie damit nur Ausnahmen. Die ganze sonstige Lebewelt der Luft lebt in den untersten Meterdekaden des Luftmantels. Nur die Bakterien und überhaupt die allerniedrigsten Lebewesen kommen auch in größ'ren Höhen vor. Überall, wo man in Ballons die Luft untersuchte, fand man diese kleinen Organismen vor, und es spricht alles dafür, daß sie bis in die allerhöchsten Schichten hinaufgelangen, selbst dorthin, wo die Luft nicht einmal mehr wirksam ist. Die allerhöchsten Luftschichten sind leider der Untersuchung nicht mehr zugänglich; sie verraten sich uns überhaupt nur noch durch die Erscheinungen der Polarlichter und der

Sternschnuppen. Sternschnuppen bestehen aus kleinen Stücken Stoff, die im Weltraume umherwandern, in die Nähe der Erde geraten und in die Erdatmosphäre eindringen.

Die verschiedenen Bestandteile der Luft nehmen einen sehr unterschiedlichen Anteil an den Lebenserscheinungen. Die größte Menge der Luft besteht aus Stickstoff. Stickstoff ist ein sehr träges Gas, das unter den normalen Temperaturen der Atmosphäre nur sehr schwer und gezwungen chemische Verbindungen eingeht. Für die Lungen ist er ein ganz unbrauchbares Gas; es spielt da nur die Rolle des Verdünnungsmittels für den scharfen und außerordentlich aktiven Sauerstoff und wird bei der Atmung unbenuzt wieder ausgestoßen. Wie schon sein Name besagt, muß der Stickstoff direkt lebensfeindliche Eigenschaften besitzen, und in der Tat ist das auch der Fall. Bringen wir ein organisches Wesen in einen Raum, wo es nur Stickstoff einatmen kann, so geht es sehr schnell darin zu Grunde, es muß einfach darin ersticken. Zieht man aber die Grundlagen der Ernährung in Betracht, so spielt der Stickstoff da allerdings eine recht erhebliche Rolle. Der Stickstoff hat an dem Aufbau des Pflanzenkörpers und damit an den Produkten der Landwirtschaft und der Natur den größten Anteil. Der große Chemiker und Agrikulturtheoretiker Justus Liebig sagt, daß nächst dem Wasser der Stickstoff der gewaltigste Faktor für die Landwirtschaft sei. Die Pflanzen nehmen zum Aufbau des Eiweißes nicht nur Luft und Wasser auf, sondern aus dem Boden auch mineralische Substanzen, in allererster Linie Stickstoff. Der Stickstoff ist also ein Element, das für das Leben unbedingt notwendig ist, das aber nicht der Atmosphäre entnommen wird, sondern dem Boden. Aber auch diese Stickstoffaufnahme geschieht zum Teil wenigstens aus der Luft, so daß der Stickstoff der Luft — der ja neuerdings auch künstlich gebunden und für die Landwirtschaft nutzbar gemacht wird — in der Tat ein Lebenselement bildet.

Die Tiere bedürfen des Stickstoffes als Material für die Zellsubstanz, das Protoplasma, und durch das Leben und Absterben der Tiere besteht ein beständiger Stoffwechsel in Stickstoff zwischen Erde und Luft. Der in die Luft geführte Stickstoff wird durch gewisse

Bakterienforten wieder der Luft entzogen; es wird auf diese Weise verhindert, daß sich die Luft mit Stickstoff so stark anreichert, daß die atmenden Wesen in ihr ersticken müßten. Auch hier reguliert sich der Kreislauf der Stoffe in fast wunderbarer Weise, wobei allerdings zu bemerken ist, daß eben die Prozesse aus ganz natürlichen Gründen ihre Selbstregulierung in sich bergen und in sich bergen müssen.

Nächst dem Stickstoff ist in der irdischen Atmosphäre der Sauerstoff in größter Menge vorhanden. Wir wissen, daß er das eigentliche Lebelement in der Luft ist. Wir brauchen ihn zur Unterhaltung der Verbrennungsvorgänge im menschlichen Körper; die Gewebeflüssigkeiten nehmen den Sauerstoff auf, bilden mit dem vorhandenen Kohlenstoffe Kohlen Säure, und diese wird wieder ausgeatmet. Für alle lebenden Wesen der Tierwelt ist daher der Sauerstoff in einer Atmosphäre das bedingende Element für die Existenz des Lebens. Für die Pflanzen dagegen scheint das nicht der Fall zu sein. Namhafte Botaniker glauben, daß die Pflanzen in einer Atmosphäre gedeihen können, die gar keinen freien Sauerstoff enthält. Belegstücke für diese Anschauung gibt es mehrerlei Art. Verbrennen nämlich die gesamten Kohlenlager der Erde, so wird dazu — wie man nachrechnen kann — der gesamte in der Erdatmosphäre vorhandne freie Sauerstoff verbraucht. Koene, Stevenson, Arrhenius und andre Forscher nehmen daher an, daß der freie Luftsaurestoff einmal gebunden war, und zwar mit Kohlenstoff zu Kohlen Säure. Diese Kohlen Säure erfüllte ehemals die Erdatmosphäre und ist erst durch die Arbeit der Pflanzen — die ja die Kohlen Säure (durch die Wirkung des Sonnenlichts) in Kohle und Sauerstoff spalten — freigemacht worden. Die Erdatmosphäre hätte danach ursprünglich einmal gar keinen freien Sauerstoff besessen, sondern ungeheure Mengen Kohlen Säure, in der die Pflanzen lebten.

Man erkennt also, daß die Kohlen Säure ehemals eine viel größere Rolle gespielt haben mag als jetzt, wo nur noch Spuren davon in der Luft zu finden sind. Aber trotz dieses geringen Vorkommens ist die Kohlen Säure in der Luft noch von größter Bedeutung, und zwar für den Wärmehaushalt der Erde. Auch der Gehalt der At-

mosphäre an Wasserdampf hat die gleichen Eigenschaften, so daß er in dieser Beziehung hier gleich mit abgehandelt werden möge.

Das gesamte Leben auf der Erde wird durch die Einstrahlung der Sonnenwärme erhalten. Tagaus, tagein strömen vom Zentralgestirn unsres Planetensystems ungeheure Energiemengen auf die Erde herab. Sie erwärmen den Erdboden und lassen einen großen Teil der Wärme wieder in den Luftkreis entweichen, der unsre Erde umgibt. Schon Fourier und Pouillet nahmen an, daß die Atmosphäre Eigenschaften hat, die geeignet sind, die vom Erdboden in sie ausstrahlende Wärme nicht sogleich wieder in den kalten Weltenraum hinauszustrahlen, sondern verhältnismäßig lange in sich zu behalten. Sie gleicht darin dem Glase, das die Eigenschaft hat, die sogenannte „helle Wärme“ durchzulassen, während es die „dunkle Wärme“ nicht durchläßt. Helle Wärme strahlt z. B. die Sonne aus — sie ist ein glühender Körper —, während ein Ofen dunkle Wärme ausstrahlt. Auch die Wärmeausstrahlung der Erde ist dunkel. Man kann nun leicht folgenden Versuch des amerikanischen Physikers Langley nachprüfen. Er nahm eine Kiste, die er durch eine dicke Baumwollpackung gegen starken Wärmeverlust schützte, deren eine Seite er aber mit doppeltem Glase deckte und der Sonne zukehrte. Er führte seinen Versuch auf dem Pikes Peak in Colorado um Mittag im Juli 1881 aus. Die Temperatur stieg im Schatten nur auf 14 und 15 Grad; in der Kiste aber wurden nicht weniger als 113 Grad gemessen!

Der englische Physiker Tyndall wies nach, daß die Atmosphäre ganz ähnliches Verhalten zeigt. Und das ist zurückzuführen auf den Gehalt an Wasserdampf und Kohlenäure. Auf Grund dieser neueren Feststellungen und Messungen hat nun Arrhenius berechnet, daß, wenn alle Kohlenäure aus der Luft verschwände, die Temperatur der Erdoberfläche um 21 Grad sinken würde. Diese Temperaturerniedrigung hätte weiter zur Folge, daß sich der Gehalt an Wasserdampf stark verminderte, wodurch wiederum ein Temperatursturz um wenigstens den gleichen Betrag von 21 Grad eintrete. Arrhenius wies damit nach, daß schon relativ geringe Änderungen in der Zusammensetzung der Luft einen großen Einfluß auf die Temperaturgestaltung unsres Planeten haben müssen. Sänke der

Kohlensäuregehalt um die Hälfte, so träte eine Temperaturverminderung um 4 Grad ein, bei einer Verdoppelung des Kohlensäuregehaltes würde dagegen die Temperatur um 4 Grad steigen, bei Vervielfachung um 8 Grad. Sänke der Kohlensäuregehalt, so müßten sich die Folgen der schiefen Achsenstellung der Erde bei der Sonneneinstrahlung in bezug auf die klimatischen Unterschiede in den verschiedenen Breiten des Erdballs erheblich schärfer bemerklich machen.

Man hat versucht, mit dieser Tatsache den Temperaturwechsel zu erklären, der die Eiszeiten herbeigeführt hat. In jenen Zeiten dürfte die Durchschnittstemperatur etwa 5 Grad niedriger gewesen sein als jetzt. Das hat genügt, um große Teile des europäischen und asiatischen Festlands unter gewaltige Eisdecken zu legen, während wenig höher temperierte Perioden der Vorzeit den üppigsten Pflanzenwuchs in denselben Gegenden hervorzubringen vermochten. Ist also dieser Klimawechsel eingetreten, so braucht man nur nachzuweisen, daß der Kohlensäuregehalt sich um die genannten Beträge ändern kann, um auf Grund dieses Umstandes dann die Entstehung von Eiszeiten zu erklären.

Arrhenius hat den ganzen Komplex von Tatsachen der Rechnung unterworfen, wobei die verschiedenen Prozesse der Kohlensäureerzeugung (Kohlenverbrennung, Verwitterung, Vermoderung, vulkanische Tätigkeit) und des Kohlensäureverbrauchs (Moor- und Torfbildung, Pflanzenwachstum, Aufnahme durch das Meer, Sedimentablagerung unter Vermittlung der Meeresorganismen) berücksichtigt wurden. Diese Rechnung bestätigt die Anschauung von der ehemals ganz andersartig zusammengesetzten und jedenfalls sehr stark kohlenstoffhaltigen Atmosphäre.

Diese Betrachtungen beweisen jedenfalls die Wichtigkeit der Kohlensäure für das tierische Leben und die große Rolle, die dabei der Pflanzenwelt zufällt. Zuerst erschien uns die Kohlensäure als ein giftiges Gas, das dem Leben nur hinderlich ist. Unter anderm und erweitertem Gesichtswinkel aber wird es für uns wie der Stickstoff ein rechtes Lebelement, das für den Wärmehaushalt der Erdoberfläche wichtiger ist, als man noch bis vor kurzer Zeit glaubte.

In gleicher Richtung wie die Kohlensäure wirkt nun die Luftfeuchtigkeit und der in der Luft stets vorhandne Staub. Staub wie Wasserdampf wirken konservierend auf die der Erdoberfläche zugestrahlte Wärme. Zwar halten sie auch eine gewisse Menge Sonnenwärme, die erst einstrahlen soll, ab und strahlen sie in den Weltraum zurück, so daß sie gar nicht erst die Erde erreicht; ihre wärmeschützende Eigenschaft ist dennoch größer. Dabei wirkt der Staub noch in besondrer Weise. Die Luftfeuchtigkeit hat nämlich von gewisser Stärke ab die Tendenz, sich in Form von Tröpfchen niederzuschlagen (zu kondensieren) und Wolken zu bilden. Zur Tropfenbildung ist aber das Vorhandensein von Staub — wie Aitken und nach ihm andre Gelehrte nachgewiesen haben — von der größten Wichtigkeit, da erst die elektrisch geladenen Staubeilchen Kondensationskerne bilden, an denen sich die Feuchtigkeit zu Tröpfchen verdichtet. So ist durch das Vorhandensein von Staub die Wolkenbildung begünstigt und gegeben, und auch die Wolken spielen bei der Einstrahlung von Sonnenlicht und Sonnenwärme eine Rolle. Sie bedecken die Erde durchschnittlich zur Hälfte, können also eine erkleckliche Menge Sonnenwärme von der Erde abhalten, damit aber auch stark wärmekonservierend wirken. Auch Licht halten sie ab und strahlen es in den Weltraum wieder hinaus. Alle diese Größen sind der Messung unterworfen, so daß wir aus der lichtrückstrahlenden Kraft der Wolkendecke anderer Planeten nicht unwichtige Schlüsse auf die Eigenschaften ihrer Oberflächen ziehen können.

Staub und Luftfeuchtigkeit haben also auf die Sonneneinstrahlung einen großen Einfluß und damit auch auf die Temperatur der Erde. Würde der Staubgehalt der Luft sich verringern, so würde die größte Einstrahlung an Sonnenwärme sogleich eine größte Verdunstung von Wasser herbeiführen, die namentlich die Meere bestreiten müßten. Das Niederzuschlagen dieser verdunsteten und in der Luft gelösten Wassermengen würde durch den Wassermangel sehr erschwert, und die Temperatur würde auf der Erde steigen. Es ist aber nicht abzusehen, daß sich der Staubgehalt der Luft vermindert, denn die vulkanische Tätigkeit, die solchen feinen Staub an die Luft befördert, dürfte ihrem Erlöschen noch lange nicht so nahe sein. In jetzigen

Zeiten sorgt zudem der durch unsre Kohlenverbrennung in die Luft geschleuderte Ruß für starke Staubentwicklung. Daß tatsächlich die vulkanische Asche gewaltige Mengen feinsten Staubes in die Luft befördert, beweisen die leuchtenden Nachtwolken, die sich nach den großen vulkanischen Ausbrüchen der letzten Jahrzehnte noch lange Zeit hindurch zeigten. Auch die prachtvollen Dämmerungserrscheinungen, die wir alle kennen und selbst jetzt noch nach den Vesuvausbrüchen an jedem klaren Abend beobachten, sind durch die in den hohen Luftschichten schwebenden feinsten Aschenpartikelchen hervorgerufen. Bevor diese kleinen, leichten Teilchen auch nur um einen Kilometer zur Erde nieder sinken, vergehen Jahre, so daß die Dämmerungserrscheinungen noch Jahrzehnte hindurch nach jeder größten vulkanischen Eruption zu beobachten sind.

Daß alle diese Einflüsse der Kohlensäure, der Luftfeuchtigkeit und des Staubes nicht unbedeutend sind, erkennt man aus einer rechnerischen Untersuchung dieser Verhältnisse. Unter Zugrundelegung der Messungen über die Menge der Wärme, die die Sonne auf die Erdoberfläche einzustrahlen vermag, hat Zenker einmal berechnet, welche Temperatur an der Erdoberfläche herrschen müßte, wenn die Erdatmosphäre nicht vorhanden wäre oder wenn sie nicht die besprochenen besondern wärmeschützenden Eigenschaften besäße. Dann würde die Wärmeverteilung über der Erdoberfläche eine ganz andre sein als sie jetzt ist, und für die gesamte Erdoberfläche käme eine Durchschnittstemperatur heraus, die nur $6\frac{1}{2}$ Grad betrüge. In Wirklichkeit beträgt sie dagegen 15 Grad, so daß die Atmosphäre vermöge ihrer wärmekonservierenden Eigenschaften es vermag, die Temperatur im Durchschnitt um $8\frac{1}{2}$ Grad zu erhöhen. Aber das ist nicht der einzige Einfluß. Wäre die Atmosphäre nicht vorhanden, so würden die klimatischen Unterschiede viel größer und härter sein; die atmosphärische Luft bewirkt einen Ausgleich, der auch durch die Meeresströmungen und die festen Niederschläge namentlich an den Polen und auf den Hochgebirgskuppen (durch deren zeitlich verschobenes Abschmelzen) unterstützt wird.

Zu beachten ist, daß ebenso wie die Wärmeeinstrahlung auch die Ausstrahlung nötig ist. Denn bliebe alle eingestrahlte Wärme bei

uns, so würde unser Muttergestirn wie seine Brüder bald Temperaturen annehmen, die nicht nur alles Leben töteten, sondern aus ihnen bald Gasbälle von ungeheurer Glut machten.

Das Meer und das Leben

Wenn wir die Lebensbedingungen unsers Planeten für organische Wesen betrachten, so dürfen wir nicht bloß die Sphäre unsres menschlichen Lebens unter die kritische Lupe nehmen, wir müssen auch die Urwiege des Lebens auf der Erde, das Meer, durchforschen und seine Lebensbedingungen zu ergründen versuchen. Es kommt ja nicht nur darauf an, die Bedingungen für das menschliche Leben festzustellen, sondern für das Leben überhaupt, und da bietet der Wassermantel, der unsre Erde umgibt, ein sehr viel größeres Feld dar als Land und Luft. Die Lufthülle der Erde ist nur zum kleinsten Teile bewohnt, eigentlich nur auf dem Grunde, — wenn wir von den Keimen absehen, die sich überall vorfinden. Der Ozean dagegen wimmelt von Lebewesen, von oben bis unten. Seine Masse ist auch eine soviel (250 mal) größere als die der Atmosphäre, daß sie schon deshalb sehr viel reichhaltiger sein muß. Ein einziges Wesen braucht schon einen großen Luftraum für sich, während der Wasserraum, den es beansprucht, viel geringer sein kann, weil das Wasser eben ein sovielmals konzentrierteres Element ist.

Die im Wasser lebenden Organismen atmen wie die Landtiere; sie müssen daher aus dem Wasser Sauerstoff entnehmen können. Das Meer enthält diesen Sauerstoff, wie überhaupt Luft, in großen Mengen gelöst. Der beständige Austausch von Meer und Luft sorgt dafür, daß das Wasser immer genug Sauerstoff enthält. Der Luftmantel wird daher auch hier nicht überflüssig. Wo Wasserflächen, die nur geringe Tiefe und infolgedessen nur verhältnismäßig wenig gelöste Luft enthalten, von der Luft abgeschlossen werden — z. B. durch eine Eisdecke —, müssen die darin lebenden Tiere aus Luftmangel schließlich zugrunde gehen. Im Meere ist diese Gefahr wegen der Größe und Tiefe der Becken nicht vorhanden.

Eine wesentliche Abweichung der Lebensbedingungen im Meere von denen auf dem Lande stellen die Druckverhältnisse dar. An

der Meeresoberfläche ist der Druck nur wenig höher als der Atmosphärendruck, der bekanntlich gleich dem Drucke einer Quecksilbersäule von 760 mm auf ihre Unterlage ist (1,033 g). Mit dem Hinabschreiten um etwa je $10\frac{1}{2}$ m aber steigt der Druck des überlastenden Wassers um eine Atmosphäre. Bei 105 m beträgt er dann schon ungefähr 10 Atmosphären, bei 1050 m 100 Atmosphären.

Es muß als sehr bemerkenswert erscheinen, daß es Lebewesen gibt, die unter derartigen und noch höheren Druckverhältnissen leben können. Es kommen ja Pressungen bis zu 900 Atmosphären vor. Da müßten die feinen organischen Gewebe eigentlich zerquetscht werden. Das ist nun nicht der Fall. Wir haben aus gewaltigen Tiefen Organismen an die Luft befördert und gefunden, daß die Fische z. B. ein inneres Druckentlastungsorgan in Form einer luftgefüllten Blase haben, worin der Druck zwar nach Belieben des Tieres etwas verändert werden kann, um Steigen und Senken im Wasser zu ermöglichen, immer aber dabei ebenso groß ist wie in der gewöhnlichen Umgebung des Tieres. Zieht man solche Fische an die Meeresoberfläche, so platzt die Blase, wobei mitunter der ganze Fisch zerplatzt, eben weil dem starken Innendruck kein äußerer entgegensteht. Diese Tiere könnten unter unsern Druckverhältnissen nicht leben, sie sind durchaus auf die Tiefsee angewiesen. Von ihrer Lebewelt führt eigentlich keine lebendige Brücke zu unsrer, wenn es natürlich auch überall Zwischenstufen gibt. Wenn menschliche Wesen unter den Druck einiger Atmosphären kommen, so stellen sich mit der Zeit schon schwere Erkrankungen ein (Gasembolien); nur ganz kurze Zeit kann ein Mensch vielleicht unter 5 Atmosphären Wasserdruck zubringen. Das Tauchen lebender Menschen ist daher auf wenige Zehner von Metern beschränkt.

Im Meere kann sich also eine ganz eigenartige und besondere Lebewelt entwickeln, — wir stehen erst noch im Anfange der Kenntnisse derselben. Namentlich in den Zeiten, als sich die ersten Lebewesen auf der Erde tummelten, wird das Meer ihre eigentliche Stätte gewesen sein. Es bot auch die unendlich mannigfaltige Entwicklungsmöglichkeit, die nun, nachdem andre Verhältnisse Platz griffen, nicht mehr so gegeben ist. Im Laufe der Zeiten hat sich

im Meere eine gewisse Konstanz herausgebildet. Die Eiskappen, die jetzt die Pole bedecken und im Winter stets besondere Ausdehnung gewinnen, schmelzen im Sommer ab. Das Schmelzwasser sinkt wegen seines großen Gewichts zu Boden und fließt zum Äquator ab. So wird das Meer unten durch die kalten Polarströmungen beherrscht; die vorwaltende Wassertemperatur beträgt etwa 2 Grad Wärme, und das ganze Meer hat im Laufe der Zeiten von einiger Tiefe an diese Temperatur angenommen, in der zwar die Lebewelt außerordentlich reichhaltig ist, aber nicht die Lebhaftigkeit und die Mannigfaltigkeit der Entwicklungsmöglichkeit zu Gebote hat, wie es in einem verschieden temperierten Meere der Fall sein könnte.

Vielleicht wird einmal später das Meer noch Leben erhalten, wenn die Erde längst dazu nicht mehr imstande sein wird. Aber auch dem Meere ist kein unendlicher Bestand beschieden. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Wasser besonders durch die Arbeit der Pflanzenwelt immer mehr an feste Gesteine gebunden wird, daß Wasser von der Erde verschwindet. Daran hindert auch die Tatsache nicht, daß immer noch massenhaft juveniles (jungfräuliches) Wasser aus dem Erdinnern hervorgebracht wird, das an dem irdischen Kreislauf noch nie teilgenommen hat. Die Vulkane, die Geiser und die Sprudel befördern solches Wasser ans Tageslicht. Trotzdem werden die Meere weiter und weiter zusammenschrumpfen und schließlich ganz austrocknen. Dann ist der Kreislauf vollendet, und das Leben wird auf der Erde seinen letzten Atemzug tun.

Abschließendender Überblick

Dem Begriffe „Leben“ wohnen also kaum festzulegende Grenzen inne, vielleicht findet es nach oben in den Temperatur- und Druckverhältnissen solche Grenzen, die wir jedoch keinesfalls bestimmen können. Die höheren Formen tierischen Lebens, die ja eigentlich für unsre Frage in Betracht kommen, sind allerdings an sehr enge Grenzen der Lebensbedingungen gebunden. Je höher die Lebensform ist, desto mehr schränken sich diese Grenzen ein, nicht nur der Temperatur nach. Ist doch auf der Erde die höchste Blüte der organischen Entwicklung, der Mensch, in seiner feinsten Ausbildung

jogar an bestimmte Zonen gebunden. Die Polargegenden wie die Tropen sind zwar auch von Menschen bewohnt, doch sind diese zweifellos weit geringeren Charakters als die Bewohner der gemäßigten Zone. Würde unsre Erde von gewaltigen Katastrophen heimgesucht werden, die eine grundstürzende Umwälzung aller Lebensbedingungen mit sich brächten, würde sie etwa ganz und gar von einer Gletscherdecke überzogen werden oder zu einem Wärmezustand gelangen, der überall gleich dem der Tropen wäre, so ist es höchst unwahrscheinlich, daß das geistige Niveau des Menschengeschlechts das gleiche bleiben würde wie jetzt, oder daß sich neue Organismen bildeten oder aus dem Menschengeschlecht entwickelten, die auf einer höhern Stufe des Daseins ständen. Auch die höheren Tierformen würden dann kaum erhalten bleiben.

*

Überblicken wir nur allgemein die Bedingungen, die die irdischen Verhältnisse dem vorhandenen Erdenleben darbieten, so gelangt eine oberflächliche Zusammenfassung zu der Meinung, daß dieses Erdenleben nur ein recht labiles und unbeständiges Gebäude darstellt. Überall greifen tausend Einzelbedingungen ineinander über, einander beschränkend und einengend. Wenn das eine nicht vorhanden ist oder eintritt, kann das andre auch nicht bestehen, und dieses bedingt wieder das Dritte und das Bestehen des Vierten, womit weitere Begrenzungen für ein Fünftes, ein Sechstes und so weiter eingeführt werden. Das ist es auch, was der Entwicklungslehre so viele Gegner schafft, die nicht verstehen, wie zwischen all diesen Bedingungen, Erscheinungen, Vorgängen usw. das organische Leben „hindurchfindet“ und sich „hindurchwindet“. Die glauben nicht ohne ein eingreifendes ordnendes Wesen auskommen zu können und werfen sich diesem ohne Kritik in die Arme, dabei doch den Fehler begehend, die Kritik da anzusetzen, wo sie dann am allerwenigsten am Platze ist, nämlich bei einer wissenschaftlichen und exakten Begründung der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge und Erscheinungen.

Die Tatsache der Existenz des Lebens ist ja eigentlich der beste Beweis für die Absurdität dieser oberflächlichen Betrachtungsweise, und sie würde hier nicht erwähnt, wenn sie nicht noch so weite

Verbreitung selbst in gebildeten Kreisen hätte. Wie soll sich denn erst das ordnende Wesen unter all den Bedingungen und Beschränkungen hindurchfinden? Es müßte ja, wenn diese Bedingungen nicht natürlich wären, immer wieder neue schaffen, damit altes Vorhandnes gestützt würde. Davon merken wir aber nichts; die Erscheinung der Radioaktivität hat auch schon bestanden, ehe wir sie kannten; sie ist nicht erst vor wenigen Jahrzehnten, als wir sie entdeckten, vom „ordnenden Wesen“ neu erfunden worden. Wo sollten wir überhaupt mit unsrer ganzen Wissenschaft hinkommen, wenn wir derartige Eingriffe eines ordnenden Wesens — von denen, wie gesagt, die Geschichte der Wissenschaft nichts zu melden weiß — anerkennen? Unter diesen Umständen müßten wir auf die ganze Wissenschaft überhaupt verzichten, weil sie jeden Augenblick über den Haufen geworfen werden könnte durch einen Gott, der irgendwas vorher nicht besser gewußt hat und nun gezwungen ist, neues einzuführen, um sein altes Gebäude zu stützen und die Maschinerie im Gang zu erhalten. Und was für eine Sorte Gott müßte das sein? Eine solche, die überhaupt nicht zu einer Gottesidee paßt.

Nun, die ganze Sache klärt sich ganz einfach dahin auf, daß eben manche Leute von einem ganz falschen und mißverständlichen Standpunkt aus in die wissenschaftliche Betrachtung treten. Sie betrachten das eine als das Bestehende und das andre als das ganz von außen her Kommende, das sich in das Bestehende hineinfinden muß, ohne vorher eine Beziehung zu dem Bestehenden zu haben. Selbstverständlich muß sich das Entwickelnde erst in das Bestehende hineinzwängen, aber doch nur unter dem Zwange der „ewig vorhandenen Gesetze“. Dabei wird eben nur das Bestand haben, das sich allen Bedingungen klar anzuschmiegen weiß, und die ständige Ausmerzungen des Einseitigen sorgt eben dafür, daß die Entwicklungsrichtung nur nach der Seite des Möglichen, d. h. für die Wesen günstigen, gehen kann. Was auch nur einer Bedingung nicht genügen kann, muß wieder zugrunde gehen; unter der schier unendlichen Mannigfaltigkeit wird eben damit nur das Lebenskräftige und das Lebensfähige nicht „ausgewählt“, sondern „bestehen bleiben können“! Es ist kein „Auswählen“, sondern ein „Übrigbleiben“.

Man wird auch nicht sagen können, daß die vielen ineinandergreifenden Bedingungen ein so wankendes Gebäude für das Leben darstellen. Eben grade dadurch, daß die Änderung einer Lebensbedingung durch irgendwelche Vorgänge die Änderung anderer nach sich zieht, bewirkt, daß die Existenzbedingungen keine grundstürzenden Sprünge machen können, sondern sich allmählich wandeln müssen, so daß das Leben sich damit auch allmählich und in kleinen Entwicklungsschritten wandeln kann, es bleibt dann immer genug Zeit, innerhalb derer das Leben die erforderlichen Stufen durchschreiten und sich „anpassen kann“, um es mit geläufigem Worte zu bezeichnen.

Wenn wir daher die andern Himmelskörper daraufhin untersuchen, ob auf ihnen Leben existieren kann, so dürfen wir diese Erkenntnis nicht vergessen. Es kann dort Bedingungen geben, die auch Leben ermöglichen, die wir hier aber nicht kennen. Vermeiden müssen wir aber jene phantastischen Spekulationen, die in manchen romanhaften Darstellungen herumspuken. Der lockenden Versuchung der Phantasterei verfallen hier leicht nur gar zu viele. Gab es doch einmal einen geistreichen Physiologen, der meinte, die Vorgänge des Stoffwechsels könnten auch in einer Welt vor sich gehen, deren Temperatur in ganz andern Grenzen entweder nach oben oder nach unten sich bewegte. Ersetzt man den Kohlenstoff durch Silizium, jenen Kieselstoff, aus dem zum größten Teile die flüssige vulkanische Lava besteht, so sind auch hier Verbindungen und Ausscheidungen möglich, die dem Stoffwechsel des organischen Körpers ähneln. Der Sauerstoff läßt sich z. B. an das Silizium binden und wieder abtrennen. Man sieht, daß es mit einiger Phantasie möglich ist, sich eine Welt zu konstruieren, deren Temperaturstufe etwa tausend Grad über der unsrigen liegt. Sie könnte auf heißen Weltkörpern bestehen, bei denen die flüssige Lava die Rolle des Wassers in unsrer Erdenwelt übernimmt. M. Wilhelm Meyer geht noch weiter. Er kehrt den Spieß um und läßt gar unser Wasser die Rolle der flüssigen Lava übernehmen und einen andern jetzt vielleicht noch luftförmigen Stoff — etwa die Kohlenensäure — die Rolle des Wassers. Diese künftige Welt hätte wieder ganz andre Lebensbedingungen, von

deren Gestaltung wir uns ebensowenig eine Vorstellung zu machen vermögen wie von jener in den Regionen des Glutflüssigen.

Wenn wir aber nach Leben auf andern Himmelskörpern fragen, so dürfen wir nicht an solche Lebenswelten denken, wie sie nur die konstruierende Phantasie eines geistreichen Naturforschers sich ausdenken kann, sondern wir müssen auf uns selbst zurückgreifen, auf die Bedingungen unsrer organischen Erdenatur. Denn jene Welten würden uns so wenig verwandt sein, daß wir sie — wenn wir sie vielleicht irgendwo vorfänden — vielleicht oder besser gesagt, wahrscheinlich gar nicht verstehen können. Wir wollen jedoch wissen, ob uns ähnliche Brüder auf den zahlreichen Lichtpunkten wandeln, die unser Firmament besäen.

Bieten andre Himmelskörper die Bedingungen für eine Bewohnbarkeit?

Die wahrscheinliche Anzahl der bewohnbaren Himmelskörper

Was folgt aus unsern Betrachtungen über die Lebensbedingungen auf der Erde für die Bewohnbarkeit andrer Weltkörper? Müssen wir daraus vielleicht schließen, daß angesichts der riesigen Verschiedenheiten der im Weltall herrschenden Bedingungen nur auf verhältnismäßig wenigen, nach unserm Standpunkt sehr begünstigten Himmelskörpern eine nennenswerte und unsrer gleichzustellende Entfaltung organischen Lebens bestehen kann? — Sehen wir einmal zu, was uns die Erdgeschichte hierzu mitzuteilen hat.

Unterscheiden wir wie in der Menschheitsgeschichte vier große Zeiträume der Geschichte unsers Mutterplaneten und nehmen dabei an, daß sich die Erde aus einem planetarischen Nebelkern gebildet hat, so können wir seine Existenz als planetarischer Nebel als Urzeit, die Periode des weißen, gelben, roten Sternes bis zur Vollendung der dunklen Krustenbildung sein Altertum, die unbelebte Zeit der Erde ihr Mittelalter und die letzte und jetzige Periode seit der Entstehung des organischen Lebens als die Neuzeit bezeichnen.

Zur Berechnung der Zeitdauer dieser Perioden steht eine ganze Menge Angaben geologischer und astronomischer Natur zur Verfügung. Auf Grund solcher Berechnungen stellte Dr. Arldt die folgende Tafel auf:

Geologische Berechnungstafel

	Perioden	Formationen	Ver- flossene Zeit	Dauer jeder Periode		Erd- tem- pera- tur	
				jedes größeren Abchnittes	jedes größeren Abchnittes		
IV. Neu- zeit	11. Neuzeit des Lebens Känozoikum	{ Quartär Tertiär	0	0,2 0,8	1	15° 15,1°	
			1				
	10. Mittelalter des Lebens Mesozoikum	{ Kreide Jura Trias	2	1 1 1	3	15,4° 15,8° 16,2°	
			3				
			4				
			4				
	9. Altertum des Lebens Paläozoikum	{ Perm Karbon Devon Silur Kambrium Algonikum	7	3 4,5 6,5 6,5 3 6,5	30	72	16,7° 18,0° 20,4° 24,1° 28,5° 31,0°
			11,5				
			18				
			24,5				
27,5							
34							
8. Urzeit des Lebens Archäikum	{ Ur[schiefer Urgneis	34	8 30	38	36,7° 45,4°		
		42					
		72					
		72					
III. Mittel- alter	7. Unbelebter Urozean		121	49 38	87	100° 364,3°	
	6. Wasserloser Schlackenball						
II. Alter- tum	5. Krustenbildung		159	43 10 50 54	mehr als 157	1000° 3000° 4000° 15000°	
	{ 4. Roter Stern 3. Gelber Stern 2. Weißer Stern	mehr als " " " "	202				
			212				
			262				
I. Urzeit	1. Nebel		316 ?	?		?	

Als Zeitpunkt ist, da die Zahlen, in Jahren ausgedrückt, sehr große Ziffern ergeben würden, die Zeit seit dem Beginne des Tertiär einer gewissen Erdformation, gewählt worden, die einer geologischen Schichtendicke von 1000 Metern entspricht. Um einen Begriff von der verhältnismäßigen Länge der Perioden zu machen, sei ein Ver-

gleich angeführt, den schon Haeckel benutzt hat. Setzen wir die Zeit seit dem Ursprung des Lebens auf der Erde (Beginn des Archaiskums) gleich 24 Stunden, so entfallen auf die ganze Periode des Archaiskums selbst 12 Stunden 40 Minuten, auf das Paläozoikum 10 Stunden, auf das Mesozoikum 1 Stunde, auf das Känozoikum 20 Minuten. Von den einzelnen Formationen wäre das Quartär nur 4 Minuten lang. Das stellt die Zeit dar, während welcher der Mensch auf der Erde vorhanden ist. Bevor der Mensch also auf der Erde erschien, war das organische Leben schon Riesenzeiträume vorhanden, denn es ist nach der angegebenen Rechnung etwa 360 mal so alt wie der Mensch. Noch winziger erscheinen die Perioden des Menschengedaseins, wenn wir die Zeit von der Existenz der Erde als weißer Stern an in Betracht ziehen. Würden wir die ganze obige Entwicklung bis jetzt in einem Tage vor sich gehen lassen, und wäre die Bildung des weißen Sternes um Mitternacht erfolgt, so würde die Zeit des gelben Sternes 4 Uhr 6 Minuten, die des roten 7 Uhr 54 Minuten beginnen; die Krustenbildung dauert von 8 Uhr 39 Minuten bis 11 Uhr 55 Minuten, der Ozean schließe sich 2 Uhr 49 Minuten nachmittags nieder, das Leben begänne frühestens abends 6 Uhr 32 Minuten, das Paläozoikum 9 Uhr 45 Minuten, das Mesozoikum nachts 11 Uhr 42 Minuten, das Känozoikum 11 Uhr 55 Minuten 27 Sekunden. Das Auftreten des Menschen würde nur 55 Sekunden vor Mitternacht erfolgen! — Die Urzeit der Erde als nebliges Gebilde ist dabei noch nicht einmal miteinbezogen.

Um nur noch eine Zahl zu geben für die ungeheure Länge dieser Perioden, sei mitgeteilt, daß auf verschiedenen Wegen das Alter der Quartärzeit sich sehr wahrscheinlich zu rund 500 000 Jahren ergeben hat. So lange wandeln also etwa Menschen auf der Erde. Das stimmt ganz gut mit den Ergebnissen der physikalischen Forschung überein, wonach zur Abkühlung der Erde um nur 1 Grad jedenfalls $6\frac{1}{2}$ Millionen Jahre nötig sind. Eine Vorstellung für derartige Zeiträume fehlt uns natürlich gänzlich, darum wäre auch eine Berechnung der geologischen Perioden in Jahren eine nutzlose Zahlenspielererei. Anschaulich wird uns vielleicht noch der Vergleich mit der auf einen Tag zusammengedrängten Entwicklung. Unfre

ältesten geschichtlichen Nachrichten der Priesterkönige von Uirsu in Südbabylonien gehen etwa 7000 Jahre hinter die Jetztzeit zurück. Die Überlieferungen aus den ersten 3000 Jahren sind zudem noch äußerst dürftig. Gegen die Länge der geologischen Perioden bedeutet natürlich unsere „Weltgeschichte“ nichts.

Die Betrachtungen liefern für unsere Frage nach dem Bewohntsein anderer Himmelskörper interessante Unterlagen. Wir ersehen aus ihnen, daß die Erde bislang nur etwa während des hunderttausendsten Teiles ihrer Existenzzeit als geformter Weltkörper (sie besteht als solcher nach obigem also rund $100\,000 \times 500\,000 = 50$ Milliarden Jahre) den Menschen beherbergt. Da wir nun im Weltraum Himmelskörper in allen Phasen der Entwicklung sehen, müssen wir annehmen, daß sich diese vielen verschiedenen Körper ihrem physischen Zustande nach einigermaßen gleichmäßig über alle die Zustände der Entwicklung verteilen werden, so daß vielleicht ein Hunderttausendstel aller Weltkörper im gleichen Zustande sich befinden mag, wie jetzt die Erde. Das sind von jeder Million zehn! Selbst bei der Annahme sehr vieler Millionen von Himmelskörpern wird man also lange suchen müssen, ehe man einen von uns gleich organisierten Wesen bewohnten vorfindet. Verhältnismäßig sind das außerordentlich wenige. Diese Aussicht erscheint uns nicht sehr tröstlich, wenn wir uns aufmachen und in einer Entdeckungsreise durch die Sonnen des Firmaments Leidensgenossen im Kampfe mit den feindlichen Schicksalsmächten suchen. Wie oft werden wir da höchstwahrscheinlich vergeblich eingekehrt sein? Und wenn phantasiereiche Schriftsteller andre Sterne mit hochorganisierten Wesen bevölkern, die mit Riesenteleskopen die andern Sterne und unsre kleine Erde beobachten, um dort die Bedingungen für ein Bewohntsein auszukundschaften, so können wir ihnen wohl für die hübsche Unterhaltung schönstens danken, weiter aber auch nichts. Denn machen wir auch da wieder einen Wahrscheinlichkeitschluß, so müssen wir etwa so sagen: Nach unsern früheren Betrachtungen wandeln auf der Erde seit vielleicht 500 000 Jahren Menschen, von denen wir annehmen können, daß eine Art Zivilisation bei ihnen günstigstenfalls seit 10 000 Jahren besteht. Von 50 der von uns mit Mühe und Not aufgefundenen bewohnten Himmelskörper wird

nach menschlicher Voraussicht unter günstigen Aufspizien ein einziger etwa kultivierte Wesen als Beherrscher aufweisen. Und weiter. Teleskope werden auf unsrer Erde seit etwas über 300 Jahren gebaut und zur Durchforschung der Himmelsräume verwendet. Auf jedem zweitausendsten Himmelskörper, den wir als bewohnt finden, werden wir also Wesen antreffen, die mit Fernrohren die Welt durchmustern und gleich uns nach andern Wesen ihrer Art suchen, und vielleicht auch über die Bewohnbarkeit und das Bewohntsein anderer Weltkörper nachgrübeln. Und die mit höher organisierten Wesen bevölkerten Sterne als wir selbst es sind, müssen noch seltener sein! —

Ziehen wir das Fazit unsrer bisherigen Erkenntnis. — Im ganzen werden es nicht viel Himmelskörper sein, auf denen die Vorbedingungen, menschenähnlich organisierte Wesen zu tragen, jetzt gegeben sind. Zwar sind unsre Schlüsse nicht zwingend; es läßt sich gegen sie beweisend aber auch nichts sagen, denn sie bauen sich auf den Bedingungen auf, die uns eine reale Welt, nämlich die unsrer Erde, diktiert. Und damit gewinnen sie an Wahrscheinlichkeit und behalten für uns Gültigkeit, solange sie nicht durch andre und bessere Beobachtungen ersetzt sind. Direkte Beobachtungen sind aber heute ausgeschlossen, denn die Entfernungen, in denen die uns selbst nächsten Fixsterne ihre Bahnen ziehen, sind so ungeheuer, daß den Astronomen zu ihrer Bezeichnung die gewöhnlichen großen irdischen Maße bei weitem nicht genügen und auch die astronomische Einheit für die Entfernungen in unsrem Sonnensystem, die Entfernung der Erde, von der Sonne, eine Strecke von 149500000 Kilometer, noch so große Zahlen liefert, daß sie praktisch nicht verwendbar sind. In Fixsternräumen rechnen die Astronomen nur noch mit Lichtjahren, das ist diejenige Entfernung, die das Licht in einem Jahre zu durchschließen imstande ist. Nun legt das Licht in einer Sekunde schon 300 000 Kilometer zurück. Da ein Jahr $365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31\,536\,000$ Sekunden besitzt, durchheilt das Licht in einem Jahre die Wegstrecke von 31 536 000 mal 300 000 = 9 460 800 000 000 Kilometer, rund $9\frac{1}{2}$ Billionen Kilometer. Bei diesen Zahlen können wir uns überhaupt schon lange nichts mehr vorstellen. Ich habe sie nur angeführt, um zu zeigen, in welche Größenordnungen sie

uns führen; für unsere Begriffe von Raum und Entfernung sind sie unbrauchbar. Aber die genannte Zahl stellt erst eine Einheit dar; der nach unsrer bisherigen Kenntnis uns nächste Fixstern Alpha Centauri, ein Stern erster Größe der südlichen Polarkappe des Himmels, ist immer noch 4,6 solcher Lichtjahre (290 000 astronomische Einheiten) von uns entfernt. Die weitesten in unsern großen Fernrohren noch sichtbaren Sterne werden viele Tausende von Lichtjahren von uns abrücken. —

Die Bewohnbarkeit der Weltkörper

Die Fixsterne

Die nächsten Fixsterne sind für Oberflächenbeobachtungen uns entrückt; erkennen wir sie doch wegen ihrer ungeheuren Entfernung selbst in unsern besten optischen Hilfsmitteln immer noch als durchmesserlos; immer erscheinen sie nur als strahlende Punkte, denen mit keiner noch so starken Vergrößerung etwas abzugewinnen ist. Es ist also ganz ausgeschlossen, daß wir von diesen mit unsern jetzigen Hilfsmitteln Kunde über ihre Bewohnbarkeit erhalten, sie müssen deshalb für uns nach dieser Erkenntnis für unsre Frage erledigt sein.

Aber auch sonst können wir mit absoluter Bestimmtheit sagen, daß die leuchtenden Sonnen kein Leben tragen. Sie leuchten ja infolge ihrer hohen Temperatur, die alle Stoffe in ihren obersten Schichten vergast oder verflüssigt. Von flüssigen Massen aber können wir kaum bei den roten Sternen sprechen, während uns aus den gelben und den weißen stets ungeheuer hoch erhitzte Gase entgegenleuchten. Wir können nach uns bekannten Gesetzen die Zusammenhänge, die zwischen der Lichtausstrahlung und der Temperatur glühender Körper bestehen, die Temperatur der Oberflächen der weit entfernten Sterne ausrechnen. Für die roten Sterne finden wir dabei Temperaturen, die über 3000 Grad und 4000 Grad nicht hinausgehen.

Die gelben Sterne haben durchschnittlich eine Temperatur von 5000 Grad bis 6000 Grad; zu ihnen gehört unsre Sonne. Die Temperatur

der weißen Sterne ist am höchsten; sie beträgt 10000 Grad bis 15000 Grad und noch mehr. Daß auf diesen Sternen Leben existiert, wird selbst der kühnste Phantast nicht behaupten. Aber der Zustand der roten Sonnen ist nicht der Endzustand. Es gibt auch dunkle Sonnen, vielleicht solche, deren Kruste so weit abgekühlt ist, daß Leben auf ihnen gedeihen könnte. Wie soll das aber möglich sein, selbst wenn alle Lebensbedingungen gegeben sind und doch das Licht fehlt, das für das pflanzliche und damit auch für das tierische Leben so unbedingt erforderlich ist? Vielleicht, wenn die dunkle Sonne zu einem Doppel- oder mehrfachen Sterne gehört, so daß ihr Begleiter ihr Licht zusendet, und wenn die Entfernung zwischen beiden Sonnen groß genug ist, um nicht durch die zu starke Licht- und Wärmestrahlung das Leben auf der dunklen Begleitersonne zu ertöten, oder wenn die Entfernung nicht so groß ist, daß Licht und Wärme noch genügen? Der Möglichkeiten können hier viele eintreten. Wir können wohl annehmen, daß manche dieser dunklen Sonnen bewohnt sind. Und sicher dürfen wir Leben vermuten auf den Planeten, die viele von den strahlenden Sonnen durch die Bande der Gravitation an sich ketten, wie es unsre Sonne mit ihren Planeten auch tut, und wie unsre Erde ein Planet einer leuchtenden Sonne ist. Diese Planeten sind ja überhaupt die Domänen des Lebens. Hier müssen wir ähnliches Leben im Weltraum suchen, wie unser Erdenleben; auf ihnen werden wir vielleicht auch Menschen finden, die so denken und fühlen wie wir. Aber es ist bisher kein Ausweg zu sehen, wie wir davon je Kunde erlangen. Sollte die Natur wirklich noch unentdeckte Mittel zur Verfügung haben, die uns über diese Schwierigkeit hinweghelfen? Vielleicht ein ähnliches Mittel wie die Spektralanalyse, deren Leistungen vor einem Jahrhundert noch jeder Wissenschaftler für unmöglich erklärt hätte?

Nicht so leicht erledigt sich die Frage bei denjenigen Himmelskörpern, denen wir mit unsern Hilfsmitteln zu Leibe rücken können. Da werden die Schwierigkeiten ungleich größer, weil wir eben bereits manches wahrnehmen, was uns Rätsel aufgibt, an die schon viel Arbeit und Geist gewandt worden ist. Sehen wir uns zunächst einige Planeten daraufhin etwas näher an.

Merkur

Von dem Zustande des Planeten Merkur wissen wir nicht viel. Das kommt daher, weil dieses flüchtige Gestirn, das seinen Umlauf um die Sonne in bereits 88 Tagen vollendet, dem Tagesgestirn stets so nahe bleibt, daß es sich meistens in der allzu großen Helligkeit deselben völlig verliert. Da sein Durchmesser nur den dritten Teil so groß ist wie der der Erde, bleibt der Planet auch in großen Fernrohren noch immer recht klein. Außerdem wird das deutliche Sehen durch den Umstand beeinträchtigt, daß Merkur am hellen Tage, also auf ziemlich hellem Himmelsgrunde, oder in der Abenddämmerung nahe dem Horizonte beobachtet werden muß, wo die Luft fast immer unruhig, trübe und wallend ist. Die Tatsache ferner, daß der Planet Phasen zeigt wie unser Mond, und daß wir natürlich auch die nur beobachten können — die kleinste unter verhältnismäßig günstigen, die größte unter den relativ ungünstigsten Umständen, weil Merkur dann von uns gesehen hinter der Sonne und dicht bei ihr steht —, diese Tatsache erschwert ebenfalls die Beobachtung. Die Größenunterschiede der Merkurscheibe in ihren verschiedenen Stellungen zu uns, hinter und vor der Sonne sind schon recht beträchtlich. Dennoch ist es dem außergewöhnlich scharfen Auge Schiaparellis gelungen, einige ganz leichte Schattierungen auf der Planetenoberfläche zu bemerken. Er vermochte aus der unveränderlichen Lage dieser Einzelheiten zu schließen, daß Merkur der Sonne, ähnlich wie es beim Monde der Erde gegenüber der Fall ist, immer dieselbe Seite zukehrt. Diese Seite wird also ständig bestrahlt, während die andre in das ewige Dunkel getaucht bleibt, das nur durch das schwache Licht der Nachbarplaneten, namentlich der Venus und der Erde, ein wenig erleuchtet wird.

Nach den Untersuchungen von Prof. Müller in Potsdam zeigt die Abnahme der Helligkeit des Merkur bei zunehmender Phase mit denjenigen unsres Erdmonds eine auffallende Übereinstimmung, so daß er daraus den Schluß zieht, daß beide Himmelskörper eine ähnliche Oberflächenbeschaffenheit besitzen mögen. Auf dem Merkur wäre also keine Atmosphäre vorauszusetzen. Das folgt übrigens

auch aus einem andern Umstande. Wäre eine Lufthülle vorhanden, so würde sie jedenfalls innerhalb kurzer Zeit völlig verschwinden. Da ja der Planet eine stets sonnenbeschienene heiße und eine stets kalte Seite hat, so würde sich die Luft auf der kalten Seite verdichten und niederschlagen. Dadurch würde die auf der heißen Seite vorhandne Atmosphäre nachströmen, sich ebenfalls niederschlagen und so fort, bis alle Luftgase verdichtet wären. Die kalte Seite, deren Temperatur ja derjenigen des Weltraums gleichzusetzen wäre — also fast gleich dem absoluten Nullpunkte —, würde sonach die ganze Atmosphäre herüberziehen, verdichten und sogar festwerden lassen. Diese Verhältnisse sorgen also dafür, daß solch Himmelskörper jedenfalls keine Luftgase dauernd halten kann.

Aber auch sonst sprechen gegen den Bestand einer Atmosphäre auf dem Merkur noch andre Umstände. Der Planet ist ein so kleiner Körper, daß er nicht imstande wäre, dauernd größere Mengen von Luft an sich zu fesseln, weil die Molekularbewegungen der Luftgase namentlich an der heißen Seite so groß sind, daß ihnen die Merkursanziehung (Gravitation auf Merkur) nicht die Wage halten könnte. Die Luft müßte sich schon aus diesem Grunde auch besonders von der heißen Seite aus in den Himmelsraum hinein verlieren und vielleicht von der Sonne aufgenommen werden. Genügt doch z. B. die Anziehungskraft der Erde nicht mehr, um den Wasserstoff und das Helium in der Atmosphäre zu fesseln, weshalb wir auch nur Spuren dieser Gase in ihr vorfinden.

Ein weiterer Beleg für den Luftmangel auf Merkur ist die Tatsache, daß dieser Planet nur 14 Hundertstel des auftreffenden Sonnenlichts wieder zurückstrahlt, während die in einem vorhandenen Luftmantel dann auch unvermeidlich schwimmenden Wolken die Rückstrahlungsfähigkeit beträchtlich erhöhen müßten.

Nun die Anwendung unsrer Feststellungen! Auf die eine Seite des Merkur strahlt jahraus jahrein die Sonne hernieder, und zwar durchschnittlich siebenmal stärker als auf die Erde, die andre Seite empfängt keinen Sonnenstrahl. Die Sonnenseite würde also eine Temperatur haben müssen, wie wir sie auf der Erde in der freien Natur nie haben werden. Bei uns auf der Erde hat die Luft und

das erhitzte Erdreich in der Nacht Zeit, einen großen Teil der Tages empfangenen Wärme wieder in den kalten Weltraum hinauszustrahlen. Dort summiert sich alles. Der glühende Sonnenball, an Fläche siebenmal größer als er uns erscheint, und siebenmal heller als bei uns, würde für Erdenmenschen dort ein unerträgliches Klima bedingen. Unsere Augen würden das Licht nicht ertragen, und die Hitze müßte alles organische Leben zerstören. Ein Leben wie auf der Erde wäre danach auf dem Merkur unmöglich. Auch eine vielleicht vorhandne sehr dichte Atmosphäre könnte das Klima nicht mildern; sie müßte vielmehr als ein Wärmespeicher wirken und die Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum in dem Maße ihrer eignen Dichte verhindern. Wäre auf unserer Erde keine Atmosphäre vorhanden, die etwas als Vorratskammer für sie wirkt, so würde das bißchen in den Boden nur ganz oberflächlich eingedrungne Tagessonnenwärme sehr schnell wieder verausgabt sein, sowie die Sonne unter den Horizont gesunken ist, und unser Planet wäre viel kälter als er in Wirklichkeit ist.

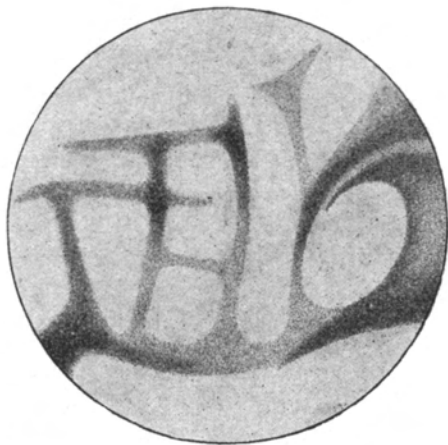


Abb. 6. Merkursoberfläche. (Nach Zeichnung von Schiaparelli.)

Nun der Revers! Die der Sonne abgewandte Seite Merkurs würde keinen Sonnenstrahl empfangen. Ewiges Eis müßte sie bedecken, wenn Wasser dort vorhanden wäre oder eine Atmosphäre den Planeten umhüllte. Venus und die Erde, die dort einen viel, viel glänzenderen Anblick bieten müßten als bei uns sogar Jupiter zur Zeit seiner größten Helligkeit oder gar die Venus bei uns, wären neben dem strahlenden Sternenglanze am völlig schwarzen Himmelsgrunde die einzigen Lichtpunkte.

Auf einem solchen Himmelskörper dürfen wir Wesen unsersgleichen

nicht suchen, wollen wir nicht eine Anpassungsfähigkeit der Organismen an die jeweiligen äußern Lebensbedingungen zulassen, für die uns jedes Beispiel fehlen würde.

Um ein Maß für diese Verhältnisse zu geben, hat der Physiker Christiansen unter Zugrundelegung eines von dem Wiener Physiker Stefan und nach diesem benannten Gesetzes über die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von der Temperatur die Mitteltemperatur an der Oberfläche der verschiedenen Planeten berechnet. Dabei machte er die wahrscheinliche Annahme, daß beim mittleren Abstand der Erde von der Sonne die Sonnenstrahlung einem vollkommen schwarzen Körper, der alle auf ihn fallende Wärme und Licht verschluckt, in der Minute auf jeden Quadratcentimeter seines gegen die Sonne gerichteten Querschnittes $2\frac{1}{2}$ Grammkalorien Wärme zustrahlt. Das ist so viel, wie dazu gehört, um 1 Gramm Wasser in einer Minute um $2\frac{1}{2}$ Grad zu erwärmen. Wir nehmen dabei an, daß die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde 149,5 Millionen Kilometer beträgt, und nennen diese Entfernung 1. Dann ist

auf dem Planeten	mit dem mittleren Abstand von der Sonne	die Mittel- Temperatur
Merkur	0,39	+ 178 (332)
Venus	0,72	+ 65
Erde	1	+ 6,5
(Mond)	1	+ 6,5 (106)
Mars.	1,52	— 37
Jupiter.	5,2	— 147
Saturn	9,55	— 180
Uranus.	19,22	— 207
Neptun	30,12	— 221
Sonne	0	+ 6200

Bei Merkur ist noch eine zweite Zahl in Klammern zugefügt, die die Temperatur derjenigen Seite dieses Planeten bezeichnet, die der Sonne immer zugekehrt ist. Die heißeste Stelle des Merkur dürfte etwa 392 Grad warm sein, wohingegen die der Sonne abgewandte Seite fast so kalt sein wird, wie sie überhaupt sein

kann, also etwa 273 Grad unter dem Eispunkte. Die für Merkur in Klammer gesetzte Zahl rührt von Arrhenius her, der auch für den Mond ähnliche Zahlen berechnet hat.

Venus

Der nächste die Sonne umkreisende Planet ist die Venus, jener uns hell am Morgen- oder Abendhimmel erscheinende Stern mit dem wunderbaren Glanze, der ihm den Namen der verkörperten Schönheit eingetragen hat. Dieses prachtvolle Gestirn zieht seine Kreise

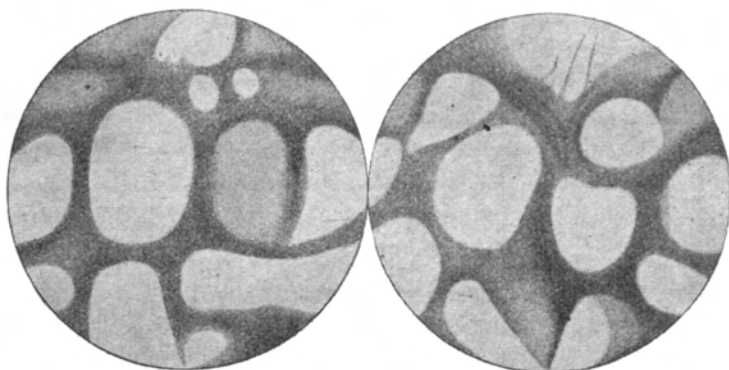


Abb. 7. Karte der Venus. (Nach den Beobachtungen Niestens in Brüssel in den Jahren 1881–1890.)

um die Sonne in einem Abstände, der noch nicht $\frac{3}{4}$ desjenigen beträgt, den die Erde in ihrer jährlichen Bahn beschreibt. Die Sonnenstrahlung wirkt dort daher ungleich stärker, sie ist beinahe doppelt so groß wie bei uns auf der Erde, woraus sich die Mitteltemperatur zu nicht weniger als 65 Grad berechnet. In dieser Hitze können Tiere kaum existieren, denn sie geht ja bereits über die Temperatur hinaus, bei der das Eiweiß koaguliert (gerinnt). Dennoch scheint hier eine Grenze erreicht zu sein, die nach unsren früheren Darlegungen nicht ausschließt, daß Leben bereits vorhanden ist, besonders wenn man weiß, daß die Venus eine Atmosphäre besitzt, die, wie wir wissen, die Temperaturen erheblich mildert und ausgleicht.

Venus ist beinahe gleich groß wie die Erde. Zwar hat sie etwas geringere Dichte, so daß auch die Anziehungskraft an ihrer Oberfläche etwas schwächer wirkt, dennoch ist auf diese Weise durchaus die Möglichkeit gegeben, daß der Planet eine ähnliche Atmosphäre besitzt wie die Erde. Wir haben mehrere Anzeichen dafür. In der Nähe der Sonne, zwischen uns und dieser, erscheint die Venus mit einem leuchtenden Saume umgeben, der sich zwanglos durch Dämmerungserscheinungen erklären läßt. Wie bei unsrer Erde, so greifen auch dort die Dämmerungserscheinungen durch die Lichtbrechung in der Atmosphäre weit in die Nachtseite über und müssen von uns aus gesehen wie leuchtende Hörner erscheinen. Auch die Beobachtungen gelegentlich der „Venusdurchgänge“, wann die Venus vor der Sonnenscheibe vorüberzieht, lassen keinen Zweifel über das Vorhandensein einer Venusatmosphäre, deren Höhe man nach ihrer optischen Wirksamkeit auf mindestens 80 km veranschlagen muß. Auch die spektroskopischen Untersuchungen haben uns das Vorhandensein eines Luftmantels erwiesen, der sich von dem unsrigen nicht wesentlich unterscheiden kann.

Wir wissen nun, daß die Rückstrahlungsfähigkeit (Albedo) der Venus außerordentlich stark ist. Über $\frac{3}{4}$ alles Sonnenlichts wird von der Venus wieder zurückgeworfen — kein Wunder, daß er so hell und so prachtvoll leuchtet. Bei der Erde wird nur etwa halb so viel Licht zurückgeworfen. Ähnlich ist es nun auch mit der Wärme. Wenn aber die Venus $\frac{3}{4}$ der zugestrahlten Sonnenwärme ungenützt wieder in den Raum hinausstrahlt, so behält sie nur $\frac{1}{4}$ für sich, und die Ausnutzung der Sonnenstrahlung wird dort viel unökonomischer als z. B. bei uns. Die Mitteltemperatur, die unter Zugrundelegung einer vollkommen durchsichtigen Venusatmosphäre zu 65 Grad berechnet wurde, muß also erheblich niedriger sein; Arrhenius nimmt sie zu 40 Grad an, und gelangt so zu einer Temperatur, die der Entwicklung organischen Lebens außerordentlich günstig ist. Zu alledem berichtet uns das Spektroskop noch von dem Vorhandensein von Wasserdampf in der Venusatmosphäre. Wir haben also damit einen großen Teil derjenigen Bedingungen als vorhanden anzusehen, die für das Leben erforderlich sind: Licht,

Wärme, Luft und auch Wasser. So dürfen wir hoffen, dort auch Leben zu finden.

Ist aber eine Atmosphäre vorhanden, so ist es wieder ganz zweifellos, daß der Planet auch eine Achsenrotation besitzt. Früher tobte ein langwieriger Streit darüber, ob die Venus eine Achsenumdrehung besitzt, die ebenso lange dauert wie die der Erde, oder ob der Planet der Sonne immer dieselbe Seite zukehrt, wie es z. B. Merkur tut. In diesem Falle wäre die Zeit der Achsenumdrehung gleich der Umlaufszeit um die Sonne. Da die spektroskopischen Untersuchungsmethoden hier versagen, ist man auf Oberflächenbeobachtung angewiesen, und die schienen für den letzteren Fall zu sprechen, so daß der kürzlich verstorbene berühmte Mailänder Astronom Schiaparelli sich zugunsten dieser aussprach. Wie unsicher aber derartige Oberflächenbeobachtungen grade bei der Venus sind, bewies der Münchner Astronom Villiger an einem eklatanten Beispiel. Er stellte sich Kugeln her aus Substanzen, die das Licht zerstreuend zurückwerfen, und zwar benutzte er eine Gummi- und eine Gipskugel, stellte sie 400 Meter von der Sternwarte entfernt auf und beleuchtete sie mit einer Petroleumlampe, so daß er jede Phase herstellen konnte. Um die natürlichen Verhältnisse bei Beobachtung der Venus möglichst getreu nachzuahmen, erhellte er das Gesichtsfeld seines für die Untersuchungen benutzten fünfzölligen Refraktors durch seitliche Beleuchtung des Objektivs. Mit dieser Versuchsanordnung fertigte er Zeichnungen von den Kugeln an, und diese hatten ganz das Aussehen der Venuszeichnungen, die bekannt geworden sind. Bei beiden Kugeln waren die hellen Polarflecken und die dunklen Meridianflecken sichtbar, bei nahezu halberleuchteter Kugel waren besonders die hellen Polarflecke auffallend deutlich, also grade diejenigen Objekte, die hervorragend wichtig waren bei den Bestimmungen der Umdrehungsdauer! Villiger kommt durch seine Untersuchungen zu dem Schluß, daß sich der Bestimmung der Umdrehungszeit des Planeten Venus aus Beobachtungen seiner Oberfläche Schwierigkeiten entgegenstellen, die ihre Ursache zum Teil in dem Beleuchtungsgeß, das auf dem Planeten gilt, und damit zusammenhängend in unserm Sehvermögen haben. Erst ein genaues Studium dieser

Einflüsse wird uns Mittel an die Hand geben, die wirklichen Gebilde auf dem Planeten von den Sinnestäuschungen zu trennen.

Was uns die Beobachtungen bisher vermittelt haben, ist auf der Nieftenschen Karte zusammengetragen, die in Brüssel hergestellt wurde und aus den Jahren 1881 bis 1890 stammt. Die Einzelheiten sind aber sehr unbestimmt und unsicher schon deshalb, weil eben die Venusoberfläche zum größten Teil mit dichten Wolkenfleckeln bedeckt ist.

Doch genügen unsre bisherigen Feststellungen zur Entscheidung der Frage der Bewohnbarkeit durchaus. Wenn wir mit Arrhenius eine Temperatur von 40 Grad annehmen, so können wir auch vermuten, daß Leben dort unter ähnlichen Verhältnissen existiert wie auf der Erde zur entsprechenden Zeit. Man kann etwa an die Steinkohlenzeit denken, als eine üppige Sauna in schwüler Atmosphäre die Erdoberfläche deckte. Der Luftmantel ist mit Wasserdampf und mit Kohlensäure



10. 11. 1895



16. 11. 1895



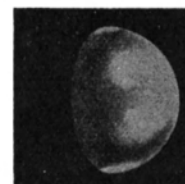
16. 11. 1895



16. 11. 1895



21. 3. 1896



22. 3. 1896

Abb. 8. Venus. (Nach Zeichnungen von Villiger.)

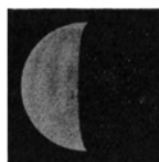
stark geschwängert, begünstigt damit aber nur das Aufschließen einer Vegetation, gegen die unsre jetzige tropische uns fast noch wie eine dürftige nordische anmutet. In diesem Zustande können

wir uns die Venusoberfläche denken. Vielleicht ist auch schon ein tierisches Leben in den untern Stufen vorhanden, wofür die Temperatur und die Lebensverhältnisse nicht ungünstig zu sein brauchen. Menschen aber dort oben auf jenem leuchtenden Juwel zu suchen, dürfte wohl ein vorläufig vergebliches Beginnen sein. Für unsern Nachbarplaneten ist die schöne Zeit noch nicht gekommen, dazu ist er noch zu jung. Jahrmillionen können noch vergehen, bevor er in diesen Zustand gelangen wird.

Mond

Wir kommen nun zu unserm treuen Begleiter, dem Erdmond. Mit ihm hat sich die Phantasie der Schriftsteller und des Volkes besonders gern beschäftigt. Ist das doch kein Wunder!

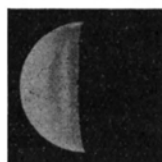
Kein Himmelskörper, mit Ausnahme der Sonne, erscheint dem irdischen Beobachter so groß wie er. Und schließlich ist seine Entfernung von der Erde für kosmische Räume auch nur ein Ka-
5*



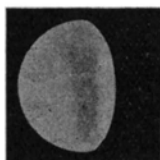
Gummi
4. 11. 1897
D



Gips
27. 12. 1897
D



Gips
27. 12. 1897
D



Gips
27. 12. 1897
D



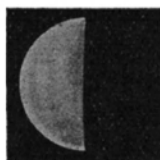
Gummi
29. 12. 1897
S



Gips
29. 12. 1897
S



Gips
29. 12. 1897
S



Gummi
30. 12. 1897
D



Gummi
30. 12. 1897
D

Abb. 9. Zeichnungen beleuchteter Kugeln von
D = Diätiger S = Sattler

sprung nach unsern astronomischen Begriffen. Die 384 000 Kilometer mittlerer Entfernung sind für den Astronomen kaum ein nennbares Maß; er, der mit astronomischen Einheiten und Lichtjahren zu rechnen gewohnt ist — auch die Liebhaberastronomen und das Publikum gewöhnen sich bald und leicht an diese Zahlen —, beachtet solche Entfernung kaum.

Dem Monde kommt aber der Umstand zugute, daß man auf ihm mit dem Fernrohr verhältnismäßig viele Einzelheiten sieht, und daß man durch den Fleiß vieler Astronomen, auch eifriger Dilettanten, eine genaue Mondkarte besitzt, so genau, daß wir über viele Teile des Mondes besser orientiert sind als über manche auf unsrer Erde, z. B. das Innere Australiens. Die menschliche Phantasie hat daher den Mond von jeher gern bevölkert. Seine Größe macht ihn an und für sich dazu nicht ungeeignet; sein Durchmesser beträgt etwa zwei Siebentel desjenigen der Erde, seine Oberfläche zwei Sieben- und zwanzigstel der Erdoberfläche.

Die Mondoberfläche ist vielen der Leser ihrem Charakter nach bekannt. Hohe Berge wechseln mit Tälern ab; dazwischen liegen weite Flächen, die uns ganz eben erscheinen, die sogenannten Meere. Das sind Steinwüsten, auf denen weit und breit nichts zu sehen ist. Neben der hellstrahlenden, leuchtenden Sonne steht die Erde mit ihren wechselnden Phasengestalten fast unbeweglich an derselben Stelle über dem Horizont, die Sonnenscheibe an Durchmesser viermal, an Fläche vierzehnmal übertreffend. Der Mond kehrt ja bekanntlich der Erde immer dieselbe Seite zu, so daß es uns nicht vergönnt ist, von der uns abgewandten Mondhälfte viel zu Gesicht zu bekommen. In seinem Umschwunge um die Erde kehrt er der Sonne dabei stets wechselnde Punkte seiner Oberfläche zu, doch bleibt jeder Punkt ganze vierzehn Tage lang der strahlenden Sonne ausgesetzt, während er sich in den folgenden vierzehn Tagen wieder abkühlt und keinen Sonnenstrahl empfängt. Es läßt sich nicht ausdenken, welche enorme Hitze dort entstehen muß, wenn das während vierzehn Tagen geschieht. Der Mondboden muß außerordentlich erhitzt werden, und zwar zu einer Temperatur, die weit über diejenige des siedenden Wassers hinausgeht. Franc Vern hat die Strahlung des Mondes

mit dem Bolometer ausgemessen und gefunden, daß danach die Temperatur derjenigen Punkte, die gerade Mittag hatten, 180 Grad betrug. Bei Sonnenuntergang zeigten die betreffenden Stellen der



Abb. 10. Der Mond. (Nach einer Photographie der Licksternwarte.)

Mondoberfläche schon 200 Grad unter dem Eispunkt und selbst nach Sonnenaufgang, als die Sonne schon 10 Grad über den Horizont gestiegen war, betrug die Temperatur immer noch — 46 Grad. Dann aber nimmt die Hitze beim Steigen der Sonne sehr stark zu. Als die Sonne 45 Grad über dem Horizont stand, hatte die Mondober-

fläche schon die Siedehitze des Wassers angenommen. Arrhenius' Rechnungen ergaben für die heißeste Stelle des Mondes 150 Grad, während die Mitteltemperatur der sonnenbeleuchteten Mondoberfläche 106 Grad betragen sollte.

So beträchtlich aber auch die mittätige Hitze auf dem Monde sein mag, sie würde noch größer sein, wenn der Mond eine der unsrigen gleiche Atmosphäre besäße, die die immerhin beträchtliche Ausstrahlung in den kalten Weltraum mehr beschränkte. Es fragt sich also, wie es damit auf dem Monde steht. Es mag gleich vorweg gesagt werden, daß der Mond keine Atmosphäre besitzt. Hätte er

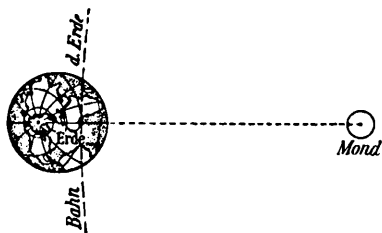


Abb. 11. System der Erde und Mond.
(Die Entfernung beider Körper voneinander ist verkürzt gezeichnet.)

ehemals eine gehabt, so müßte er sie verloren haben, mindestens, nachdem sich die lange Umdrehungsdauer um die eigne Achse eingestellt hat, die jetzt ja gleich der Umlaufszeit des Mondes um die Erde ist. Das aus denselben Gründen, wie wir sie schon beim Merkur entwickelten. Aber auch sonst könnte der Mond nur schwer eine Atmosphäre halten,

weil er schon zu klein ist und daher seine Attraktion (Schwere auf dem Monde) nicht mehr genügt, um der Molekularbewegung der Luftgase stark genug entgegenwirken zu können. Die Verflüchtigung einer etwaigen Mondatmosphäre würde immerhin eine geraume Zeit dauern, und wenn der Körper selbst noch aus seinem Innern Gase entläßt — wie z. B. auf der Erde die Vulkane —, dann ist immerhin die Möglichkeit gegeben, für gewisse Zeit eine Atmosphäre zu haben. Diese Zeit ist aber beim Monde längst vorüber. Die Beobachtungen erweisen, daß der Mond keine Atmosphäre besitzt, die auch nur nennenswert ist, denn sie müßte sich bei den Sonnen- und Mondverfinstungen verraten bei den Sternbedeckungen. Wenn der Mond auf seiner Wandrung über den Himmel um die Erde vor Sternen vorübergeht und diese für unsern Standpunkt verdeckt, dann müßten die Strahlen im Augen-

blicke des Verschwindens und des Hervortauchens aus unserm Seh-
schatten eine Ablenkung erfahren, die sich je nach der Stelle ver-
schieden gestalten müßte, wo der Stern hinter dem Mondrande ver-
schwindet. Das ist aber nicht der Fall. Auch das Spektroskop er-
weist, daß das Licht durch die Reflektion an der Mondoberfläche
keinerlei Veränderung erleidet, daß also auch keinerlei Atmosphäre
am Monde zu durchschreiten ist. Weder die direkte Beobachtung
noch andre Umstände oder Tatsachen haben auch nur eine Spur von
Atmosphäre auf dem Monde ergeben. Selbst wenn eine existierte,
so könnte sie nicht den tausendsten Teil der Dichte unsrer Atmosphäre
haben.

Am Himmel des Mondes ist also kein Wölkchen zu sehen, nichts
trübt den stets freien Ausblick zum Sternenhimmel. Umgekehrt ist
aber auch die Sonne durch nichts gehindert, ihre ganze Wärme auf
die Mondoberfläche herniederzusenden. Die Mondoberfläche strahlt
aber die meiste Sonnenwärme auch sogleich wieder in den kalten
Weltraum hinaus; und ist erst die Sonne bis tief zum Horizont ge-
sunken, dann ist die Temperatur gar nicht so unerträglich. Aber
nur kurze Zeit, vielleicht nur wenige Stunden hält diese erträgliche
Temperatur an; dann sinkt sie um so schneller zu so gewaltiger
Kälte herab, daß höher organisierte Wesen jedenfalls dabei nicht
ausharren könnten.

Nach alledem ist klar, daß auf dem Monde keine Stätte sein
kann für Wesen, die uns gleich organisiert sind. Die riesigen Unter-
schiede an Licht und Wärme könnte kein Mensch aushalten. Zu-
dem fehlen die wichtigsten Erfordernisse für das menschliche Dasein,
die Luft und infolgedessen auch das Wasser. Wohl müssen wir an-
nehmen, daß der Mond sich ehemals in einem Zustande befunden
habe wie jetzt die Erde, daß er aber als kleiner Weltkörper schon
die Entwicklungsstadien hinter sich hat, die die größern und ver-
hältnismäßig jüngern Himmelskörper unsers Sonnensystems zum Teil
noch erwarten. Wasser und Luft müssen dem Monde dann eigen
gewesen sein. Das ist wohl möglich. Er hat sie eben im Laufe
der Zeit verloren, das Wasser ist mit andern Substanzen chemische
Verbindungen eingegangen, hat sich niedergelegt, Spuren d (1 0)

mögen auch jetzt noch als Überbleibsel verschwundner Pracht vorhanden sein, aber ein großer Teil hat sich in den Weltraum verstreut, ist für den Mond verloren gegangen. Damit mußte das organische Leben auf diesem Körper, das wir in der Vorzeit vermuten können, seinen Kreislauf vollendet haben und aussterben.



Abb. 12. Das Ringgebirge Triesnecker mit Umgebung.

Jetzt ist der Mond zweifelsohne eine tote Masse, die ihre Entwicklung als selbständiger Weltkörper vollendet hat, wenn nicht Vorgänge kosmischer Art, die wir nicht voraussehen können, ihn zu neuem Leben erwecken.

Bemerkenswert ist übrigens, daß wir nicht die Spuren eines ehemaligen Bewohntseins oder gar einer ehemaligen Zivilisation auf dem Monde beobachten. Unsere Teleskope sind so gut, daß wir Körper auf dem Monde noch unterscheiden können, die eine Ausdehnung von 300 m

oder eine Höhe von 30 m haben. Die geringere Höhe können wir noch an den langen Schatten messen, die solche Erhebungen durch das Sonnenlicht auf dem Monde werfen. Große Bauwerke, deren wir auf der Erde eine ganze Anzahl haben (chinesische Mauer, Pyramiden, Kölner Dom usw.), müßten wir also dort wohl bemerken. Bedenken wir dabei noch, daß Mondbewohner wahrscheinlich noch größer sein würden als solche auf der Erde, so muß man auch größere Bauwerke vermuten. — Warum man Mond-

bewohner und Mondwesen als größer annehmen muß? Gauß, der größte Mathematiker aller Zeiten, hat einmal darauf hingewiesen, daß die Organismen auf verschiedenen Weltkörpern verschieden groß sein müßten, entsprechend der Schwerkraft. Dabei muß die Größe der Organismen auf zwei Weltkörpern sich umgekehrt verhalten wie die Schwerkraft auf ihnen, weil ja die Organismen aus demselben Material sich aufbauen und die Statik verlangt, daß sie ein gewisses Maß von Festigkeit ihres Baues nicht unterschreiten dürfen. Ist die Schwere auf dem Monde nur etwa $\frac{1}{6}$ derjenigen auf der Erde, so können danach menschenähnliche Wesen dort unter sonst gleichen Umständen sechsmal so groß sein. — Von diesen Mäßen entsprechenden Bauwerken bemerken wir nichts. Zwar können sie wieder zerstört sein, aber dennoch mahnt uns das, mit Phantasien und Spekulationen über vermutliche Zustände vorsichtig zu sein.

Es ist nicht ohne Reiz, sich zu vergegenwärtigen, welche Zustände auf einer Welt wie der des Mondes, ohne Atmosphäre und ohne Wasser, herrschen müssen. Diese Welt würde eine Welt der Taubstummen sein, ein Wohnort ewigen Schweigens. Das Sonnenlicht strahlt in unverminderter Schärfe auf den Boden, ohne daß die ultravioletten oder auch bloß die violetten Strahlen ausfiltriert würden. Wir wissen, daß Menschen diese Strahlen auf die Dauer nicht ertragen könnten. Aber auch die roten Strahlen erreichen ungehindert den Boden, mit der ganzen Wärme, die ihnen eignet. Während die Luft die Strahlen bricht und zerstreut, das angenehme diffuse Tageslicht verbreitend, das den Aufenthalt auf der Erde so angenehm macht, gibt's hier nur blendenden Sonnenschein und dicht daneben rabenschwarze Nacht, keinen Übergang von Licht zu Schatten, keine Morgen- und Abendröte und keine Dämmerung. Keine Wolke ziert den Himmel, der hier ein tiefes Schwarz ist, in dem die glänzende Sonne unvermittelt und ohne den Strahlenkranz schwimmt, der sie an unserm Himmel umgleißt. Die Sterne strahlen als stille Lichter, ohne den funkelnden, belebenden Glanz in der Erdatmosphäre. So gibt's also am Himmel dieser luftlosen Welt keine Farben, kein Purpurgewölk, keine Zirren und nichts von dem tausendgestaltigen und vielfarbigen Gewölk, wie es im Laufe des Jahres an unserm

irdischen Himmel erscheint. Die ganze Welt ist öde, und das Los der Gipfel der Alpen, der Anden und des Himalaja wäre Zauberleben gegen diese tote und öde Welt.

Die Erde

Man wird fragen, welcher Art die Bemerkungen sein mögen, die wir zur Bewohnbarkeit der Erde zu machen haben. Und dennoch läßt sich dazu auch in unserm Zusammenhange sehr viel sagen. Ich möchte nur an das erinnern, was de Fontenelle sagt, der davon



Abb. 13. Größenverhältnisse der Erde, des Mars, Merkurs und des Mondes.

spricht, ob wohl die Bewohner des Jupiter sich von der Existenz der Erde Kenntnis verschaffen können. Er sagt: „Diese Bewohner müßten die Erde hundertmal kleiner erblicken, als uns ihr Planet erscheint; das ist doch zu klein; sie sehen sie nicht. Doch etwas könnten wir wohl zu ihrer Beruhigung glauben. Jedenfalls gibt es Astronomen auf dem Jupiter; nachdem diese nun mit großer Mühe vorzügliche Fernrohre gefertigt, nachdem sie zu ihren Beobachtungen die schönsten Nächte ausgewählt haben, entdecken sie einen sehr kleinen Planeten, den sie vorher nicht gesehen. Sogleich meldet dies ihr astronomisches Journal; das Volk auf dem Jupiter erfährt entweder dies gar nicht oder es lacht über diese Nachricht; die Philosophen, denen dadurch ihre Systeme umgeworfen werden, nehmen sich vor, es nicht zu glauben; die vernünftigen Leute hegen einige

Zweifel gegen diese Mitteilung. Man beobachtet wieder und erblickt abermals den kleinen Planeten, man versichert sich der Genauigkeit der Beobachtung — es ist keine Täuschung, und — Dank den Bemühungen der Gelehrten, man weiß nun auf dem Jupiter, daß unsre Erde in der Welt ist Aber unsre Erde, dies sind nicht wir! Man hat nicht die geringste Ahnung, daß dieselbe bewohnt sein könne, und wenn sich dies jemand etwa einbildete, Gott weiß wie der ganze Jupiter sich über ihn würde lustig machen.“

Und Flammarion sagt in seinen Betrachtungen: „Vergiß, daß die Erde dein Vaterland ist, du würdest sonst in deinem Urteil befangen sein, und räume ihr nicht im voraus einen Vorrang vor andern Wohnplätzen ein; ohne Vorurteil betrachte nun, nicht mit den Augen der Erde, sondern mit den Augen des All, die Planetenwelten, die den Quell des Lebens umkreisen! Wenn du von den Erscheinungen der Existenz eine Ahnung hast, wenn du die Vorstellung gewinnst, daß gewisse Planeten bewohnt seien, und wenn man dir sagt, daß das Leben eine Auswahl unter den Planeten getroffen, um die Keime seiner Schöpfungen einzupflanzen: würdest du wohl wirklich wähnen, dieser kleine unscheinbare Erdball sei mit lebenden Wesen versehen worden, bevor die Wunder der Schöpfung des Lebens in den großen und ansehnlichen Welten getan worden seien? Oder wenn du den Voratz faßtest, dich auf einem Gestirn niederzulassen, wo du die Pracht des Himmels erfassen und dich der Wohltaten einer reichen und ergiebigen Natur erfreuen könntest: würdest du dir wohl die armselige durch so viele prachtvolle Welten verdunkelte Erde zum Wohnplatz auserlesen? Statt aller Antwort — sprechen wir es aus, und es ist das geringste, aber sicher aus dem Vorhergehenden Folgende: die Erde hat keine hervortretende Auszeichnung im Sonnensystem, um die einzig bewohnte Welt zu sein, und die andern Planeten sind nicht weniger als sie geeignet zur Wohnstätte des Lebens.“

Möchte ich auch nicht, daß der metaphysische und teleologische Geist dieser Aussprüche als richtig angesehen werde, so sind doch diese Auslassungen beherzigenswert bei den Betrachtungen über unser Thema.

Mars und die Marsmonde

Können wir Venus die jüngere Schwester der Erde nennen, so kommen wir nun, im Planetensystem weitersehrend, zu ihrem älteren Bruder, dem Mars. Jeder kennt jenen rot flammenden Stern an unserm Himmel, dessen Farbe schon an brennende Städte und Dörfer und an Blut erinnert. Wir nannten ihn den älteren Bruder der Erde. Warum? — Selbst wenn er später geboren wäre, so würde man ihn dennoch den älteren nennen, und zwar mit demselben Rechte, wie man einen fünf Jahre alten Hund älter nennt als einen gleichaltrigen Menschen, weil Hunde eine durchschnittlich viel kürzere Lebensdauer zu haben pflegen als Menschen. Aus diesem Grunde schon ist Mars älter. Seine Lebensdauer ist zweifellos viel kürzer bemessen als die der Erde, und zwar aus dem Grunde, weil er eben viel kleiner ist. Nächst Merkur ist er ja der kleinste der Hauptplaneten; sein Durchmesser hält nur wenig mehr als 6700 Kilometer, gut die Hälfte desjenigen der Erde, und seine Masse übersteigt ein Achtel der Erdmasse nur wenig.

Trotz dieser Kleinheit sind die Beobachtungsverhältnisse des Mars für uns unter Umständen am günstigsten. Er umkreist ja die Sonne außerhalb der Erde, und zwar als nächster Planet, und kann sich dabei von uns stark entfernen, dafür aber auch sehr nahe kommen. Da nun aber seine Bahnellipse sehr exzentrisch ist, so liegt sie mit einem Teile der Erdbahn besonders nahe. Befinden sich nun die beiden Planeten Erde und Mars in diesem Bahnteile, so kommen sie einander sehr nahe, ihre Oppositionen werden für die Beobachtung außerordentlich günstig. Alle 15 Jahre etwa tritt dieser Fall ein; zum letzten Male war es wieder im Herbst 1924 der Fall. Mars erreicht dabei einen Durchmesser von 24 Bogensekunden. In einem hundertfach vergrößernden Fernrohr sieht man unter diesen Umständen den Mars ebensogroß, wie wenn man ein Fünfpennigstück aus anderthalb Meter Entfernung beschaut. Und selbst bei Anwendung einer 300fachen Vergrößerung — in unsrer Luft so ziemlich das Äußerste — sieht der Planet nur etwa so groß aus wie ein Fünfpennigstück aus 110 cm Entfernung gesehen. Sehr groß kann man

das nicht nennen, und wer darauf etwas erkennen will, muß schon recht gute Augen und viele Übung und Erfahrung haben. Genug allerdings läßt sich erkennen, daß man an den Einzelheiten die Umdrehungsdauer des Planeten um seine Achse und die Achsenlage sehr genau bestimmen kann. Die Umdrehungsdauer des Planeten hat sich zu 24 Stunden 37 Minuten und 23 Sekunden ergeben, also etwas mehr als unser Erdentag. Aus der genauen Bestimmung der Achsenlage, deren Schiefe etwas größer als diejenige der Erde ($23\frac{1}{2}$ Grad) ist — sie beträgt 25 Grad — lassen sich auch die Breite der klimatischen Zonen festlegen. Die beiden Polarzonen reichen natürlich bis 25 Grad herunter und die heiße Zone ist 50 Grad breit; für die gemäßigten Zonen bleiben je 40 Grad Breite übrig.

Man erkennt schon, daß die klimatischen Unterschiede etwas schärfer sind als auf der Erde, wenn auch nicht sehr viel. Sie werden aber weiter verschärft durch die starke Exzentrizität der Marsbahn. Denn die starke Exzentrizität bedingt ein stark verschieden schnelles Laufen des Planeten in den einzelnen Bahnteilen. Zudem sind die Jahreszeiten entsprechend der Umlaufzeit des Planeten um die Sonne (687 Erdentage = 668 Marstage) von erheblich längerer Dauer. In dieser Beziehung sind also schon große Verschiedenheiten gegen die Erde vorhanden.

Dauer des	auf der Erde	auf dem Mars
Frühlings	93	191 Erdentage
Sommers	94	181 "
Herbstes	89	149 "
Winters	89	147 "
	365	668 Erdentage

Während bei uns auf der Nordhalbkugel der Frühling 93 Tage dauert, ist er auf der Nordmarshalbkugel 191 Erdentage lang. Frühling und Sommer sind also dort sehr lang, Herbst und Winter sehr kurz.

Aus allen diesen Angaben kann man die Temperaturverhältnisse berechnen. Unsere Tabelle gibt die Durchschnittstemperatur zu

— 37 Grad an. Das ist außerordentlich niedrig. Doch müssen wir bedenken, daß diese Zahl durch eine etwa vorhandne Atmosphäre noch wesentlich verändert wird. Wir müssen uns also mit der Frage nach einer Marsatmosphäre beschäftigen.

Schon die Helligkeitsveränderungen, die die Beleuchtungsphase hervorbringt, zeigen durch ihre Geringfügigkeit, daß die von der Marsoberfläche zurückgestrahlten Sonnenstrahlen eine Lufthülle zu durchdringen haben. Nun hat Mars ein rötliches Aussehen, d. h. die ihn umhüllende Atmosphäre verschluckt von den Sonnenstrahlen vornehmlich die blauen Strahlen, so daß die roten in den übrigbleibenden

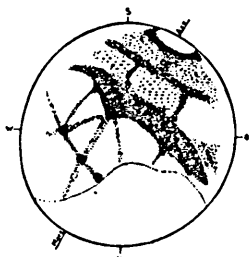


Abb. 14. Antoniadis Marsbild mit gelben Schleiern im Norden.

überwiegen, woraus sich die rote Farbe erklärt. Das Gleiche ist bei der Erde der Fall, so daß man auf eine große Nähe der Verwandtschaft in der Zusammensetzung der Atmosphären schließen kann. Die Existenz der Lufthülle ist zweifellos. Die Verwaschenheit der Ränder der Lichtzone, die Unbestimmtheit der Oberflächeneinzelheiten am Rande des Planeten sprechen ganz deutlich dafür. Mars ist noch groß genug, seine Anziehungskraft noch stark genug, um eine Atmosphäre

halten zu können, in der auch Sauerstoff vorhanden sein kann.

Die Antwort des Spektroskops auf die Frage nach der Atmosphäre ist wegen mehrerer Umstände nicht sicher. Die Vergleichen des Mond- und des Marspektrums durch Campbell und Albrecht auf der Licksternwarte haben beide als völlig übereinstimmend ergeben. Das gleiche Ergebnis haben die neueren Untersuchungen von Becker in Glasgow. Die entgegenstehenden Beobachtungen von Slipher auf der Lowellsternwarte sind, wie Campbell nachgewiesen hat, nicht einwandfrei. Dennoch braucht man nicht anzunehmen, daß ein Luftmantel auf dem Mars fehlt. Unsere obigen Gründe sprechen unbedingt für einen solchen, und selbst Campbell sagt, daß die Luft auf dem Mars nur nicht dichter sein könne als der vierte Teil unserer eignen Erdatmosphäre.

Ein schwierigerer Streitpunkt ist die Frage nach dem Vorhanden-

fein von Wasser und Wasserdampf in der Marsatmosphäre. Wolken hat man jedenfalls in der Marsatmosphäre noch nicht wahrgenommen, während man zuweilen bemerkt hat, daß weite Gebiete des Mars von leichten Schleiern überzogen werden, die jedoch noch immerhin den getrübbten Durchblick gestatten. Besonders in der Opposition von 1909 wurden diese Schleier von Antoniadi zu Juvisy, der mit dem großen Refraktor der Sonnenwarte zu Meudon arbeitete, beobachtet. Aus unserm Bilde, das in den Tagen vom 23. bis 26. August 1909 hergestellt wurde, ist ersichtlich, daß namentlich im Norden der Planetenscheibe solche gelben Schleier gesehen wurden. Anfang September lösten sie sich wieder auf. Gerade zur Oppositionszeit sind diese Schleier in hervorragendem Maße beobachtet worden; man sah sie vielfach als Dunstschleier an und brachte sie mit einer Veränderung der Sonnenstrahlung zu jener Zeit in Verbindung, für die sich auch sonstwie Anzeichen ergaben (am Jupiter, auf der Erde). Wegen ihrer Farbe können sie jedoch kaum wässrige Natur besitzen, und sie haben infolgedessen auch eine ganz andre Deutung erfahren.

Als besondrer Beweis für die Existenz von Wasser auf der Marsoberfläche aber wurden die Polarflecken angesehen. In der Nähe der Pole erscheinen um jene Zeit,



Abb. 15. Mars am 21. Septemb. 1877
(Nach Zeichnung von Prof. Lohse.)



Abb. 16. Mars am 21. Mai 1890. (Nach Zeichnung von Holden auf d. Licksternw.)

wann diese Winter haben, weiße Flecken, die mit zunehmendem Winter größer werden. Diese Flecke sind zur Zeit des Marsfrühlings von einem dunklen Saume rings umgeben, den man sehr plausibel als die Schneeschmelzzone erklären kann. Auf der Planetenscheibe selbst zeigen auch kleine Fernrohre schon dunkle Flecken und Stellen, deren Deutung auf verschiedenartigste Weise versucht worden ist. Die einen halten sie für Festländer und Meere, die andern für kahle Wüsten und bewachsene Oasen usw. Natürlich ist keine dieser Erklärungen ohne Widersprüche und Einwendungen geblieben. Die Beobachtungen dieser Gestaltungen erstrecken sich bereits über zwei Jahrzehnte; trotzdem hat man daran nur geringe Veränderungen, die sich mit den Jahreszeiten in Verbindung bringen lassen, feststellen können.

Während der günstigen Oppositionen des Planeten Mars ist eine große Zahl von Astronomen tätig gewesen, den Planeten zu beobachten und zu zeichnen. Namentlich den ausnahmsweise scharfen Augen Schiaparellis verdanken wir wertvolle Aufschlüsse über die Oberflächengestaltung des Planeten. In Verbindung mit den zahlreichen Zeichnungen von Kaiser, Lockner, Green, Harkness, Lohse, Keeler, Perrotin, Flammarion, Denning, Brenner, Cerulli, Lowell ist uns Mars jetzt schon recht genau bekannt, und wir haben gute Karten von seiner Oberfläche. Die beste ist wohl die nach den Beobachtungen von Schiaparelli in den Jahren 1877 bis 1888 hergestellte Generalkarte. Schiaparelli hatte in seinen umfangreichen Beobachtungen nicht nur die Flecken beobachtet, er entdeckte auch die von ihm sogenannten „Kanäle“, das sind Verbindungslinien dunkler Stellen und Flecken, von denen die ganze Marsoberfläche über und über bezogen war. Nachdem er diese in genauen Karten festgelegt hatte, bemerkte er nach einigen Jahren zu seinem riesigen Erstaunen, daß diese Kanäle sich teilweise verdoppelt hatten und nun vielfach in zwei dunklen parallelen Streifen nebeneinander herliefen. In der Folge wurden Schiaparellis Entdeckungen, die nicht nur in der wissenschaftlichen Welt, sondern auch vor allen Dingen im großen Publikum begreifliches Aufsehen erregt hatten, von andern Marsforschern bestätigt. Die Zeichnungen wichen aber von-

daß die Tagespresse und die Zeitschriften eine Zeitlang mit Artikeln über den Mars und namentlich seine Bewohnbarkeit förmlich überschwemmt wurden.

Man ist den Phantastereien gegenüber recht skeptisch geworden, und viele Leute meinen, ins grade Gegenteil umschlagend, darüber ließe sich gar nichts Vernünftiges mehr sagen. Unsre Ausführungen halten sich absichtlich von allen phantastischen Ausmalungen fern und berücksichtigen nur das, was wissenschaftlich heute nicht auf Widerspruch stoßen kann. Und man kann, meine ich, eine ganze Menge darüber sagen, auch genug des Interessanten.

Mars bildete, wie gesagt, lange Zeit den Haupttummelplatz für diejenigen Leute, die andre Himmelskörper durchaus bevölkern wollten. Und wir können es nicht leugnen, daß tatsächlich seine physischen Verhältnisse dafür eine ganze Reihe Anhaltspunkte bieten. Wasser und Luft sind auf ihm vorhanden; man kann auch auf das Vorhandensein einer Pflanzenwelt schließen. Dazu die merkwürdigen Erscheinungen der „Kanäle“. Kein Wunder, daß man diese mit vernunftbegabten Wesen in Verbindung brachte, sie als deren Werke ansah. Sonst hat man noch nichts beobachten können, was auf Werke von Bewohnern schließen ließe. Dabei muß man allerdings bedenken, daß dortige Bauwerke Riesengröße haben müßten, wenn sie für uns noch sichtbar sein sollten.

Die Anschauungen von den Kontinenten, den Meeren und den wasserführenden Kanälen sind noch so weit verbreitet, daß wir sie nicht ganz übergehen, sondern wenigstens berichten wollen, wie man sich das Ganze gern als Gegenstück zu irdischen Verhältnissen denkt. Danach muß die Oberfläche des Mars dank der ausnagenden und nivellierenden Tätigkeit des Wassers sehr flach geworden sein; die großen Berge sind durch das herabstürzende Wasser abgetragen worden, so daß auf der Oberfläche nur geringe Höhenverschiedenheiten herrschen können. Das führt zur Zeit der Schneeschmelze zu großen Überschwemmungen des Landes, wenn dem nicht vorgebeugt wird. Die „Marsbewohner“ haben zu ihrem Schutze ihren Planeten mit einem riesigen und ausgebrehten Kanalnetz überzogen, wodurch sie nach einem einheitlichen Plane die Gewässer regulieren. Ein gewichtiger

Einwand bleibt dann immer noch bestehen, daß nämlich die von uns als Kanäle angesprochenen Linien von ungeheurer Breite sein müssen. Sollen wir sie nämlich noch wahrnehmen können, so müssen sie nach dem jetzigen Stande der Fernrohrtechnik mindestens eine Breite von 30 Kilometern haben, und viele müssen breiter sein. Diese enorme Breite, der wir auf der Erde kein künstliches Werk zur Seite stellen können, kann kaum von Menschenhand geschaffen sein; technisch und wirtschaftlich wäre das für uns undenkbar. Da ließe

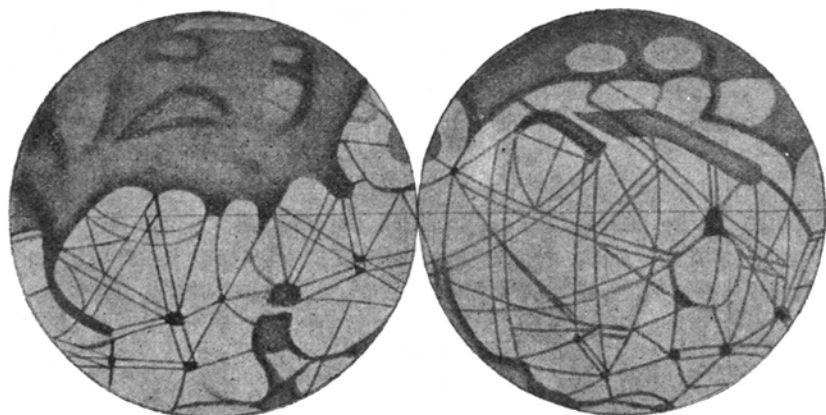


Abb. 18. Die Verdopplung der Marskanäle.

sich allerdings entgegen, daß diese Breite nicht notwendig künstlich geschaffen zu sein braucht, daß sie das Wasser vielmehr selbst allmählich hergestellt hat. Beginnt die Schneeschmelze auf der einen Seite der Halbkugel, so muß das überschüssige Wasser zur andern abfließen, ebenso wie wir zwischen Sommer und Winter bei uns auf der Erde ungeheure Wassertransporte feststellen können. Die gegen die Kanäle andrängenden Wasserfluten waschen sie aus und erweitern sie beständig. Nach der Schneeschmelze hört dies wieder auf, und die Wasser treten zwischen die Ufer wieder zurück. Das Land zu beiden Seiten der Kanäle ist dann mit einem breiten Schlammstreifen überzogen, der alsbald eine üppige Vegetation hervorsprossen läßt, die uns den Lauf des Kanals nun wegen seiner Breite sichtbar macht.

Durch diese liebgewordenen Vorstellungen, die noch immer viele an die Bewohnbarkeit und das Bewohntsein des Mars glauben lassen, haben die neusten Feststellungen einen gewaltigen Strich gemacht.

Auf Grund seiner Marsbeobachtungen mit dem großen Refraktor der Sternwarte zu Meudon folgert Antoniadi, daß die als Kanäle bezeichneten Streifen zum Teil wirklich vorhanden, aber sehr verschiedener Natur seien. Er sagt: „Einige von ihnen erscheinen als matte, formlose Bänder, andre als Ketten von kleinen Fleckchen — entsprechend Cerullis Ansicht —, manche sind nichts als die Ränder von Schattenflächen, andre endlich zeigen sich als schmale schwarze Linien von kurzem gewundnem Laufe. Das Neß nur flüchtig sichtbarer grader Linien beruht dagegen auf Täuschung. Statt seiner enthüllt das große Fernrohr ein Bild einer verwickelten Marmorierung oder besser das eines regellosen Schachbrettes.“ Und weiter meint er, daß kein auf dem Mars dauernd sichtbares Gebilde eine geometrische Gestalt verrate. Der Anblick des Planeten gleiche dem des Mondes, abgesehen natürlich vom Unterschied einer lebenden und einer toten Welt, oder dem einer irdischen vom Ballon aus gesehenen Landschaft.

Es ist bemerkenswert, daß gerade die großen Fernrohre sich als ungeeignet erwiesen haben, die Marskanäle zu beobachten. Viel besser sind dazu die mittleren und kleinen, mit denen man sie viel besser sehen kann. Es liegt eben nahe, daß man mit kleinen Instrumenten leichter einer Täuschung zum Opfer fällt.

Aber auch sonst ist vieles ins Wanken geraten, was früher so fest erschien. So sind die Polarflecke wohl da, aber das Vorhandensein des dunklen Saumes, den man als Schmelzwasser ansah, ist sehr ungewiß geworden. Damit ist aber auch das Vorhandensein flüssigen Wasser auf dem Mars völlig ungewiß, und gegen die Annahme des sonstigen Vorkommens großer Wasser- und Eisflächen spricht der Umstand, daß man noch nie eine Spiegelung der Sonne in solchen Wasser- oder Eisflächen beobachtet hat, selbst wenn sie außerordentlich günstig dafür lagen. Aber auch gegen die Annahme des Vorhandenseins von Wasserdampf in der Marsatmosphäre haben

sich manche Forscher gewandt. Huggins, Janssen und Vogel haben zwar Wasserdampf in der Marsatmosphäre annehmen zu können geglaubt, doch haben die neuesten Untersuchungen von Campbell, Keeler und Marchand das sehr fraglich gemacht. Namentlich Campbell hat sich gelegentlich der Oppositionsperiode 1909 eingehend mit der Frage beschäftigt und auf dem höchsten Punkte der Union, dem Mount Whitney in Kalifornien, 4420 m hoch, die Marsatmosphäre spektralphotographisch untersucht. Es ergab sich, daß nur ganz wenig Wasserdampf vorhanden sein kann. Arrhenius hat auf Grund der Campbellschen Untersuchungen geschätzt, daß der Wasserdampfdruck in der Marsatmosphäre etwa gegen 0,4 Grad pro Kubikmeter oder niedriger sein muß. Er sagt: „In einem Wüstenklima von 31% Feuchtigkeit ist die entsprechende Temperatur -17 Grad. Dies gilt für die Hochsommerzeit und ist vermutlich etwa die mittlere Tagestemperatur. Sie liegt ungefähr 20 Grad über der von Christiansen berechneten mittleren Temperatur des Mars. Auf der Erde ist der entsprechende Unterschied zwischen der höchsten mittleren Julitemperatur (28,1 Grad) und der nach Christiansen berechneten mittleren Jahrestemperatur (6,5 Grad) sehr nahe dieselbe, nämlich 21,6 Grad. Diese Übereinstimmung spricht für die annähernde Richtigkeit der Berechnungen aus Campbells Daten. In einem Wüstenklima kann der Unterschied der Lufttemperatur zwischen Tag und Nacht

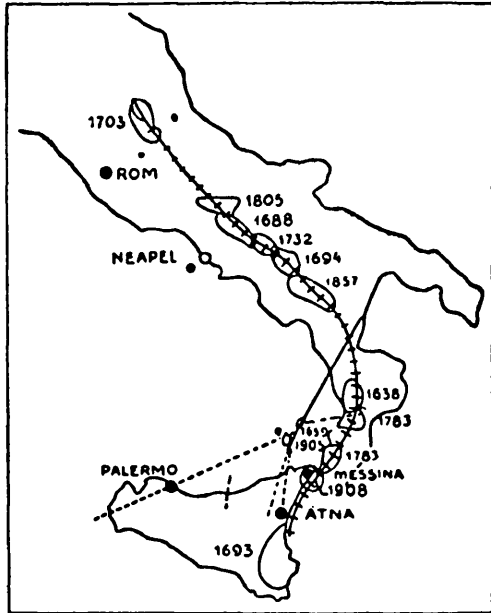


Abb. 19. Erdbebenspalten in Süditalien und Sizilien.

30 Grad oder vielleicht noch etwas mehr betragen. Die Bodentemperatur kann um das Doppelte oder noch mehr schwanken. Es ist also wohl möglich, daß die Bodentemperatur auf dem Mars bei Mittagszeit nicht unerheblich über 0 Grad steigen kann, woraus bei dem niedrigen Luftdruck, der von Lowell auf 64 mm, also ein Zwölftel des Luftdrucks auf der Erde, geschätzt wird, eine schnelle Verdampfung oder sogar Schmelzung von Schneemassen erfolgen kann.“ Aus dem Verhalten der Polarflecke des Mars bei ihrem Zu- und Abnehmen zu den Polarkappen der Erde hat Professor Milankovitch in Belgrad auf die Durchlässigkeit der Marsatmosphäre geschlossen und das Marsklima für die verschiedenen Breiten berechnen können. Er fand die mittlere Jahrestemperatur auf dem Mars zu -17 Grad. Selbst am Marsäquator beträgt die Mitteltemperatur noch immer -3 Grad und in Breiten wie im mittlern Deutschland (unter dem 50. Breitengrad, z. B. in Mainz), die Durchschnittstemperaturen von $+9$ Grad aufweisen, sind auf dem Mars gar nur -27 Grad vorhanden. Das ist das Klima von Nordwestgrönland.

Arrhenius nimmt wohl noch das Vorhandensein von Wasserdampf in der Marsatmosphäre an, meint aber, daß trotzdem Mars eine tote Welt sei. Das Wasser sei im wesentlichen als „fossiles Eis“ seit langem chemisch und physikalisch an die Oberflächengesteine gebunden. Daß die „Kanäle“ wasserführende Rinnen und die „Meere“ wirklich Wasserbecken seien, hält er mit Recht für ganz ausgeschlossen, denn ein richtiger Wasserkreislauf existiere dort gar nicht mehr. Er hält deshalb auch für unmöglich, daß diese Objekte künstliche Werke intelligenter Bewohner seien. Daß die „Kanäle“ und „Oasen“ zum Teil wenigstens wirklich vorhanden sind, nimmt er an, verschließt sich aber nicht der Tatsache, daß nach den neusten Beobachtungen die Existenz namentlich der kleinen flüchtigen Einzelheiten mindestens sehr unsicher ist. Um eine Erklärung für das Wesen der Marskanäle zu finden, hat er eine Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Erdatmosphäre vorgenommen, in deren Verlauf er zu sehr einleuchtenden Schlüssen über die Oberflächengestaltung der Planeten kommt. Seine ungemein geistreiche Theorie fügt sich

mit ihren Details so fein in die tatsächlich bestehenden Zustände ein, daß sie mehr ist als eine Theorie, daß sie so große Wahrscheinlichkeit besitzt, um als den Verhältnissen nahekommend gelten zu können.

Die „Kanäle“ verlaufen geradlinig und unabhängig von den sonstigen topographischen Eigentümlichkeiten der durchquerten Gegend, wie die Strahlensysteme und Rillen auf dem Monde auch. Die

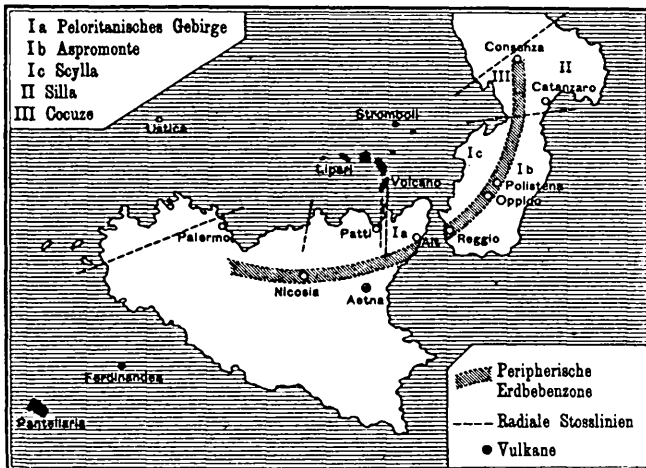


Abb. 20. Erdbebenlinien im Tyrrhenischen Senkungsgebiet.
(Nach E. Sueß.)

Ausstrahlungszentren sieht Arrhenius daher als Einsturzzentren an, von denen aus sich Bruchspalten lang durch die Rinde hinziehen. Diese Spalten brauchen nicht auf ihrer ganzen Länge als Spalten sichtbar und vorhanden zu sein. Sie sind wahrscheinlich vielmehr durch eine Reihe kleiner Seebecken und Einsenkungen gekennzeichnet, wovon die Erdoberfläche mancherlei Beispiele in Skandinavien, in Italien und anderwärts gibt. Ein solcher Einsturzkessel ist z. B. auch das Tyrrhenische Meer zwischen Sizilien und Kalabrien. Dort machen sich die Bruchlinien bei den Erdbeben wohl bemerklich, wenn sie auch äußerlich (vielleicht auch wegen der Meerbedeckung) nicht so kenntlich sind. Im Fernrohr verschmelzen dann solche mit Becken

belegten Spalten für das Auge zu graden Linien. Schon Cerulli sprach die Ansicht von der Fleckenhaftigkeit der Kanäle aus, und die Beobachtungen Antoniadis scheinen das in vielen Fällen zu bestätigen. Auf dem Monde seien die Strahlen durch lockern und deshalb hellen Staub verschüttet. Woher kommt dieser Staub, der nach Arrhenius ja auch auf dem Mars vorhanden sein soll? Es ist bekannt, daß im Laufe der Zeiten gewaltige Mengen Meteoriten und kosmischer Staub aus dem Himmelsraum auf die Weltkörper niederfallen. Wir wissen das von der Erde her. Auf die Erde sollen nach Arrhenius' Schätzung jährlich mindestens 20 000 Tonnen fallen. Nur wenige der größeren Körper erreichen die Erdoberfläche in größeren Stücken, die meisten werden durch die sich beim Fall entwickelnde Hitze zerstäubt und erfüllen, wie die von den Vulkanen in die Luft geschleuderten Aschen- und Rußmassen, die Erdatmosphäre mit jenem feinen Staube, der erheblich zu den Dämmerungserscheinungen beiträgt, die durch ihr wundervolles Farbenspiel die Sonnenunter- und -aufgänge beleben. Jetzt verteilt sich der Meteoritenstaub auf das Meer, in dessen Tiefen wir ihn nachweisen können, während der kultivierte Boden und die Pflanzendecke ihn in die Erde begräbt und verwittert. In späteren Epochen der Erdgeschichte aber, wenn die Pflanzendecke wegen der Austrocknung immer spärlicher werden wird, muß er in steigendem Maße die Erdoberfläche bedecken. Er verbindet sich wegen seiner chemischen Eigenschaften (er ist stark eisenhaltig) mit dem Luftsaurestoff und entfernt diesen auf solche Weise allmählich aus der Atmosphäre.

Wenn hier das Bild der Entwicklungsgeschichte der Erdatmosphäre beiläufig fortgesetzt werden darf, so dafür nur ein paar Zeilen. Auch der Stickstoff muß aus der Erdatmosphäre verschwinden, weil die elektrischen Ladungen des von der Sonne ausgestoßenen Sonnenstaubs ihn zu Stickstoffverbindungen verdichten, die sich in gewaltigen Schichten aufspeichern, ohne nun noch den Kreislauf im Pflanzenleben vollführen zu können, der sie uns heute für das Bestehen des organischen Lebens so wichtig macht. Damit wird sich die Atmosphäre der Erde stark verdünnt haben; sie wird in gewissem Stadium der Konstitution des Mars gleichen und schließlich ganz verschwinden,

wenn die Prozesse soweit gediehen sind. Dann wird die Erde dem Zustand des Mondes gleichen, wenn bei diesem der Vorgang auch in seinen letzten Stadien aus andern Gründen etwas anders abgelaufen sein wird. Organisches Leben ist dann natürlich ausgeschlossen, der Weltkörper wird von da an tot sein.

Dieser Staub ist also auch auf dem Mars vorhanden. Seine Orndation mit dem Sauerstoff in der Marsatmosphäre gibt ihm die rote Farbe, die uns überall entgegenleuchtet, wo er die Marsoberfläche überlagert und sich noch immer weiter aufspeichert. Er gibt wegen seiner weiten Verbreitung dem Planeten dessen charakteristische rote Farbe. Je nach der Staubkorngröße ist die Farbe abgestuft. Der feinste Staub ist gelblich, der größte röter, mit einem Stich ins Violette. Von den Stürmen in der Marsatmosphäre wird natürlich in erster Linie der feine Staub mitgerissen und in die Marsatmosphäre gewirbelt; er mag es sein, der die gelben Schleier verursacht, von denen in der letzten Marsopposition soviel die Rede war.

Das mag etwa dem Zustand auf dem Mars entsprechen, wobei zu bedenken ist, daß von Wasser und von Feuchtigkeit nicht viel die Rede sein kann. Dort wird bereits eingetreten sein, was jetzt auf der Erde noch im Gange ist. Das Wasser wird namentlich durch die Arbeit der Pflanzenwelt in immer steigendem Maße an feste Verbindungen gekettet werden, so daß es langsam, aber sicher in flüssigem Zustand mehr und mehr verschwindet. Mars wird also ein richtiges Wüstenklima besitzen, in dem das Wasser nur noch eine seltne Rolle spielt.

Mars wird ehemals wie jetzt die Erde von gewaltigen Weltmeeren bedeckt gewesen sein. Bei der Austrocknung der Meere hat sich naturgemäß das Salz niedergeschlagen und lagert an den Stellen (wie in der persischen Kevir, die Sven Hedin schildert) der einstigen Meere in mächtigen Schichten, bedeckt von dem Meteoritenstaub. Wenn nun der Sommer einzieht, dann tritt die Schneeschmelze an den Polen ein, und das Wasser wird von den Salzsichten angezogen, namentlich von den tief in den Niederungen lagernden. Die Feuchtigkeit färbt das Salz dunkel, und so heben sich dann die „Oasen“ und die „Kanäle“ als dunkle feuchte Gebiete

und Striche von Niederungen von dem helleren Grunde ab. Zu alledem paßt vorzüglich die Langsamkeit und Allmählichkeit der Entstehung der „Kanäle“. Wieweit daneben noch richtige Wasseransammlungen zustande kommen, ist nicht ohne weiteres zu sagen. Vielleicht kommen im Mare Australe solche noch vor, vielleicht



Abb. 21. Sven Hedin's Kamele auf der Kevir, der persischen Salzwüste. (Aus Sven Hedin, Zu Land nach Indien, I, S. 376.) Ein Beispiel für die vermutliche Beschaffenheit großer Teile der Marsoberfläche.

finden sich auch sonstwie vereinzelt noch solche Zwischenzustände. Die Schmelze mag begünstigt werden durch den niedrigen Gefrierpunkt der vorhandenen Mischungen von Salz und Chlorkalzium mit Eis.

Die Hauptsache aber für unsre Betrachtungen ist, daß nach diesen Darlegungen nicht darauf zu rechnen ist, daß auf dieser Welt noch organisches Leben existiert. Was sollte in jenen Salzsteppen und in den Meteorstaubwüsten wohl noch gedeihen? Gar Tiere dort zu vermuten, müssen wir uns ganz aus dem Sinne schlagen. So endet

der Optimismus, mit dem einst grade diese Welt von den Menschen begeistert angesehen wurde, in der Überzeugung, daß Mars die Blütezeit des organischen Lebens hinter sich hat, daß dort oben das organische Leben abgeschlossen, daß das Ringen gleichstrebender Brüder beendet ist, wenn solche jemals dort gelebt haben, was sich aller-



Abb. 22. Durchstoßen der Salzkruste in der persischen Kevir. (Aus Sven Hedin, Zu Land nach Indien, I, S. 376.)

dings vermuten läßt. Denn es ist ungerechtfertigt, an dem Gedanken festhalten zu wollen, daß wir die einzigen Lebewesen inmitten einer endlosen Welt des Todes sein, jemals gewesen sein sollten und für immer sein werden. —

Mars wird von zwei Monden umkreist, Phobos und Deimos, außerordentlich kleinen Weltkörpern, die nur 20 bis 50 km im Durchmesser halten mögen. Sie sind vom Standpunkte der Bewohnbarkeitsfrage aus gesprochen viel älter als Mars selbst. Wenn auf ihnen jemals ein Leben existiert haben sollte, so muß es längst

wieder untergegangen sein. Das wird wohl aber nie der Fall gewesen sein, denn diese Körperchen sind viel zu klein, als daß sie je eine Atmosphäre halten konnten. Mars muß sie ihnen sogleich weggenommen haben, wenn sie etwa aus ihrem Innern Gase ausgeföhren haben.

Die Planetoiden

Wir kommen nun zur Gruppe der kleinen Planeten. Diese Körperchen, deren jetzt schon über 900 bekannt sind, sind alle so klein, daß ihre Gesamtmasse, also auch die aller noch nicht entdeckten einbegriffen, nach den Untersuchungen von Leverrier und Harzer sicherlich unterhalb $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ der Masse der Erde liegt. Die größten von ihnen haben Durchmesser von allerhöchstens 700 Kilometer, doch sind das nur ein paar, und dabei ist wahrscheinlich, daß ihre Größe noch bei weitem geringer ist. Die meisten von ihnen sind so klein, daß auf ihnen selbst die kleinsten ehemaligen deutschen Duodezfürstentümer keinen Platz finden könnten, und dazu gehört wahrhaftig nicht viel. Sie haben natürlich in noch viel höherem Maße ihren Entwicklungsgang hinter sich als der Mond, ja bei den kleinsten bekannten von ihnen, die nur wenige Kilometer Durchmesser haben können, dürfte diese Entwicklung nur ein paar Jahre gedauert haben. Wahrscheinlich fliegen unter ihnen Körperchen von einigen Metern Durchmesser um die Sonne als „Planeten“ herum. Nach unsern früheren Erörterungen können diese Körper überhaupt keine Luftmäntel an sich fesseln, Luft und Wasser fehlt also auf ihnen. Daß man da an eine Bewohnbarkeit denken kann, ist natürlich einfach ausgeschlossen.

Das Jupitersystem

Les extremes se touchent, die Extreme beröhren sich, sagt ein französisches Sprichwort. Das bewährt sich auch im Sonnensystem, sowenig sich auch sonst die Himmel um Sprichwörter zu kümmern pflegen. Schreiten wir von den kleinen Planeten weiter in den Weltraum hinaus, der Sonne den Rücken kehrend, so kommen wir zum größten der sonnengeborenen Brüder des Planetensystems, zu

Jupiter. Gegen die Sonne selbst ist auch er nur ein Kind, obwohl sein Durchmesser schon über 11 mal so groß ist wie der der Erde. Dennoch verhält sich sein Durchmesser zu dem der Erde wie derjenige der Sonne zu Jupiters. — Ob wir dort wohl Leben finden, was uns bei den kleinsten Planeten versagt war? Diese Frage beantwortet sich leicht, wenn wir nur wenig hierher sehen, was uns von diesem Riesen bekannt ist.

Jupiter zeigt im Gegensatz zu Mars keine dauernden Gestaltungen auf seiner Oberfläche; sein Aussehen ändert sich beständig. Das einzige, was sich stets auf ihm zeigt, sind ein paar parallele wolkenähnliche Streifen, die zumeist mit dunkleren Anhäufungen und helleren Flecken durchsetzt sind, die mitunter ihr Aussehen

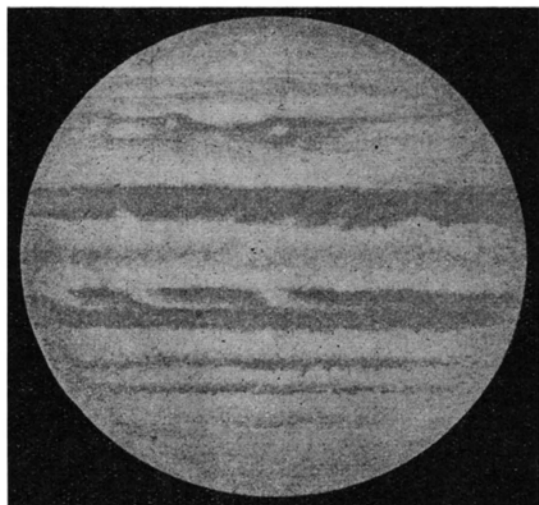


Abb. 23. Jupiter am 15. Juli 1889. (Nach einer Zeichnung von Prof. Keeler.)

und ihre Stellung zueinander schnell verändern. Aus ihrer Bewegung läßt sich schließen, daß Jupiter sich in nahezu 10 Stunden um seine Achse dreht. Die ganze ungeheure Masse schwingt sich in dieser kurzen Zeit einmal um, so daß die äußern Teile sich mit einer Geschwindigkeit von $12\frac{1}{2}$ Kilometer in der Sekunde bewegen. Durch die spektroskopischen Untersuchungen wissen wir nun, daß Jupiter eine dichte Atmosphäre umgibt, die ihrer Zusammensetzung nach der unsrigen nicht ganz unähnlich ist. Die oben erwähnten gleichlaufenden Streifen ergeben sich als Wolkenzüge, die durch die ungeheure Umschwingungsbewegung erzeugt sind. Die Windströmungen

müssen hier in der Jupiteratmosphäre Größenordnungen annehmen, gegen die unsre stärksten Orkane nur leises Säuseln bedeuten. Zeitigen die hier aber schon alles zerstörende Wirkungen, so auf dem Jupiter noch um das Vielfache schlimmere. Wie vermöchten sich bei der Beständigkeit solcher Windströmungen Geschöpfe dort zu erhalten?

Aber noch ein andres schließt die Bewohnbarkeit Jupiters aus. Ähnlich wie bei der Sonne scheint das Innere Jupiters der Sitz

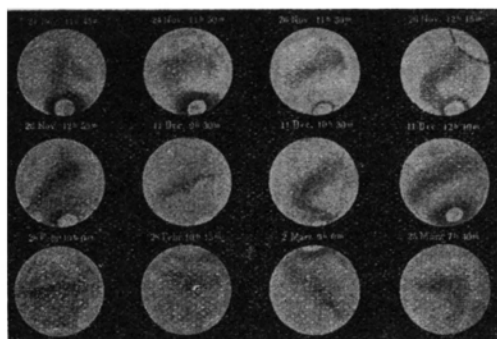


Abb. 24. Der dritte Jupitersmond. (Nach Zeichnungen von J. Cormas Solá in Barcelona.)

einer lebhaften, durch eine beträchtliche Eigenwärme bewirkten Tätigkeit zu sein. Jupiter ist wahrscheinlich noch nicht von einer festen Kruste bedeckt; ihn umgeben vielmehr Gase und Dämpfe in Schichten von riesiger Dicke, die selbst noch glühend sind.

Angeichts dieser beträchtlichen Eigenwärme

haben naturgemäß die Berechnungen über die Temperatur unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung hier keinen Wert mehr.

Ein weiteres Anzeichen für die Unbewohnbarkeit Jupiters ist ein gewisses Eigenlicht des Planeten, der keine Phasen zeigt wie er müßte, wenn er sein Licht allein von der Sonne erhielte. Auch die geringe Dichte des Planeten, die noch nicht ein Viertel derjenigen der Erde ausmacht, spricht dafür. Unter solchen Umständen ist natürlich nicht daran zu denken, daß der Jupiterkörper lebenden Wesen Raum auf seiner Oberfläche gibt.

Verlassen wir diese alternde ungastliche Sonne, so treffen wir auf unserm Wege in den Weltenraum auf einige Körper, die zu Jupiters System gehören. Nach unsrer jetzigen Kenntnis wird Jupiter von acht Satelliten umkreist, deren vier größte schon Galilei entdeckt

hat und die in der Kulturgeschichte eine nicht unbedeutende Rolle gespielt haben. Diese vier Körper sind von der Größenordnung Merkurs und unsres Mondes, also respektable Körper. In der großen Entfernung, die sie von der Sonne trennt, müßten sie ihre Entwicklungsstufe schon so weit vollendet haben, daß das organische Leben auf ihnen verschwunden wäre oder sich in den letzten Stadien seines Daseins befinden müßte, wenn nicht die bedeutende Eigen-

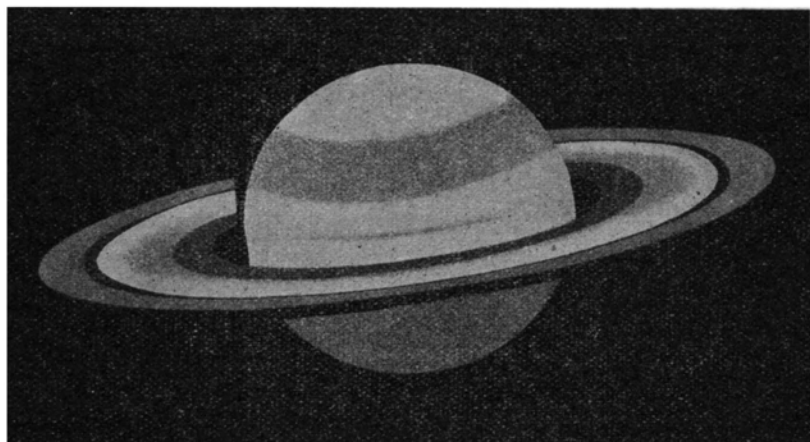


Abb. 25. Saturn und sein Ringsystem am 2. Juli 1894. (Nach Zeichnung von Barnard auf der Lick-Sternwarte.)

wärme Jupiters ihnen ersetzte, was ihnen die Sonne nicht mehr bieten kann. Leider wissen wir zu wenig über die Oberflächenbeschaffenheit dieser Monde. Vielleicht befinden sie sich im Entwicklungsstadium der Erde oder des Mars, vielleicht auch in einem Zwischenzustande, so daß wir die Existenz organischen Lebens dort für möglich halten können. Auf dem dritten, dem größten Monde Jupiters, hat man neuerdings Polarkalotten zu sehen vermeint, wie wir sie vom Mars her kennen. Die übrigen Monde sind teleskopische Objekte von großer Kleinheit, die für unsre Betrachtungen außer Berücksichtigung bleiben.

Saturn und sein System

Auf immer neue Wunder stoßen wir, wenn wir unsre Wanderung im Sonnensystem nach außen hin fortsetzen. Schon Galilei hatte im Fernrohr die Wundergestalt des Saturn bemerkt, die er sich jedoch nicht richtig zu deuten vermochte, da er den Ring nicht als solchen erkannte. Wir sehen in unsern Teleskopen unter günstigeren Umständen, als sie gerade jetzt herrschen, die ähnlich dem Jupiter gestreifte Kugel des Saturn von einem mächtigen Ringe umgeben, der frei zu schweben scheint. Theoretische Erwägungen, die wir



Abb. 26. Anblick des Saturnrings von einem Punkte der Planetenoberfläche unter etwa 50 Grad saturnozentrischer Breite

hier nicht verfolgen können, ergeben, daß dieser Ring aus einer Unzahl kleiner Körperchen besteht, die so dicht und so nahe stehen, daß sie uns als zusammenhängende Masse erscheinen. Die Saturnkugel selbst hat eine Umdrehungszeit von 10 Stunden 14½ Minuten, so daß auf ihr ähnliche Zustände (Streifenbildung usw.) herrschen wie beim Jupiter. Wir sehen bei Saturn ebenfalls nur die glühende Wolkenhülle, worunter der noch sehr wenig dichte Kern des Planeten sich unsern Blicken verhüllt. Auch da müssen wir zu der Erkenntnis kommen, daß eine Bewohnbarkeit bisher ausgeschlossen ist.

Saturn wird in seiner Reise um die Sonne neben dem Ringsystem nach unsrer jetzigen Kenntnis von nicht weniger als zehn Trabanten begleitet, von denen einige fast die Größe der großen Jupitertrabanten erreichen. Von ihnen mag daher daselbe gelten wie

von jenen. Beobachtungen können uns darüber noch keinen Aufschluß geben. Die neueren (9. und 10.) Monde haben zu geringe Größe, als daß wir an ein Bewohnthsein denken könnten.

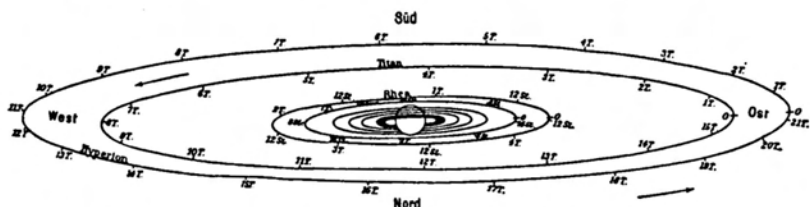


Abb. 27. Die Bahnen der sieben inneren Monde Saturns 1905.

Uranus und Neptun

Überschreiten wir die Grenzen des Saturnsystems, so verlassen wir die alten Planeten, die uns schon seit dem Altertum bekannt waren. Das 18. Jahrhundert bereicherte unsre Kenntnis von den Mitgliedern des Sonnensystems um einen weitem großen Planeten, Uranus, den Herschel, der größte astronomische Entdecker, mit seinem Riesenteleskop entdeckte.

Das 19. Jahrhundert steckte die Grenzen unsres Sonnensystems abermals um ein bedeutendes Maß weiter durch die Entdeckung des Neptun, der nun als die Grenze des Herrschaftsbereiches der Sonne gilt. Beide Planeten übertreffen die Erde an Größe vielfach; ihre ungeheure Entfernung aber versagt uns genauere Beobachtungen auf direktem Wege. Beide Planeten scheinen nach den spektralanalytischen Untersuchungen von Huggins und Vogel Lufthüllen von gleicher Art zu haben, die aber von der Erdatmosphäre sehr abweichend zusammengesetzt sind. Wir wissen über ihre physische Beschaffenheit sehr wenig und können infolgedessen auch nichts über die Bewohnbarkeit dieser Himmelskörper und gar erst ihrer Monde aussagen. Die Sonne ist aber hier, wie bei Jupiter und Saturn, schon so weit außerhalb des Bereiches des Einflusses ihrer Wärme

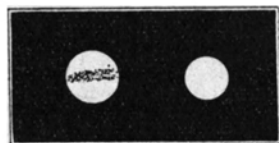


Abb. 28. Scheinbare Größe des Uranus in seinen extremen Stellungen.

und ihres Lichts gerückt, daß sie auf die eventuelle Bewohnbarkeit keinen Einfluß mehr ausüben kann. Soll hier Leben gedeihen, so müssen die Bedingungen dafür von den Planeten selbst geschaffen werden, und das verringert natürlich die Grenzen der Lebensbedingungen ganz außerordentlich. Das Licht würde vollständig fehlen, ohne das wir uns hier auf der Erde einen organischen Lebensprozeß überhaupt nicht denken können.

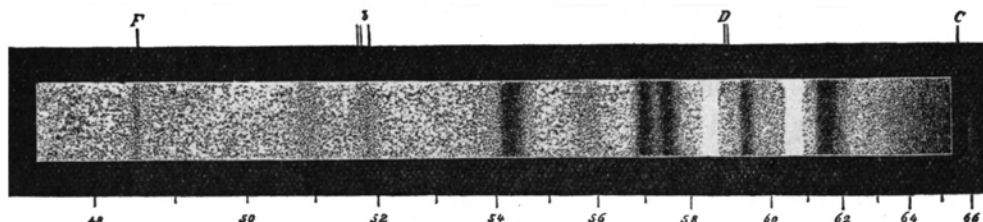


Abb. 29. Spektrum des Uranus. (Nach Photographie von Prof. Keller.)

Die Kometen

Bleiben noch die Kometen. Die können wir aber sehr schnell abtun. Wissen wir doch, daß sie ganz lustige Gebilde sind. Zwar mögen sie meist einen festen Kern besitzen, der aus einigen soliden steinartigen Massen besteht, um die sich aber Schutt- und Staubmassen lagern, die in der Nähe von Sonnen, wo sie starke und andauernde Bestrahlung erfahren und tüchtig erhitzt werden, zum Teil vergasen, zum Teil sich auch bloß sehr auflockern. Dann erscheint der Kern von einer nebeligen, dunstigen Hülle umgeben, die sehr große Ausmaße annimmt und durch den Lichtdruck derjenigen Sonne, in deren Nähe sich der Komet gerade bewegt, zur Schweifbildung veranlaßt wird. Wandern die Kometen nicht in der Nähe von Sonnen im Weltraume oder in zu großer Entfernung von ihnen, als daß die Bestrahlung eine wirksame Erhitzung besorgen könnte, dann lagern sich die Staub- und die Gasmassen an die größern festen Kernstücke, die Gasmassen verflüssigen sich bei der tiefen Temperatur des Welt- raums, sintern zusammen und werden unter Umständen sogar fest, dabei die Staubkerne einschließend und alles zu kompakteren Massen

verbindend. Wie soll man sich wohl vorstellen, daß diese Körper Leben tragen, die selbst während der größten Zeit völlig tot daliegen, die nach meist sehr langen, oft ungeheuer langen Perioden (bei den nichtperiodischen Kometen) während weniger Monate nur erwachen, während welcher dann völlige Revolutionen in ihrem Zustande vor sich gehen, die den ganzen Körper betreffen, ihn durch wühlen, Explosionen und dergleichen derbe Scherze geschehen. Da existieren keine Bedingungen für irgendein Leben, viel weniger noch

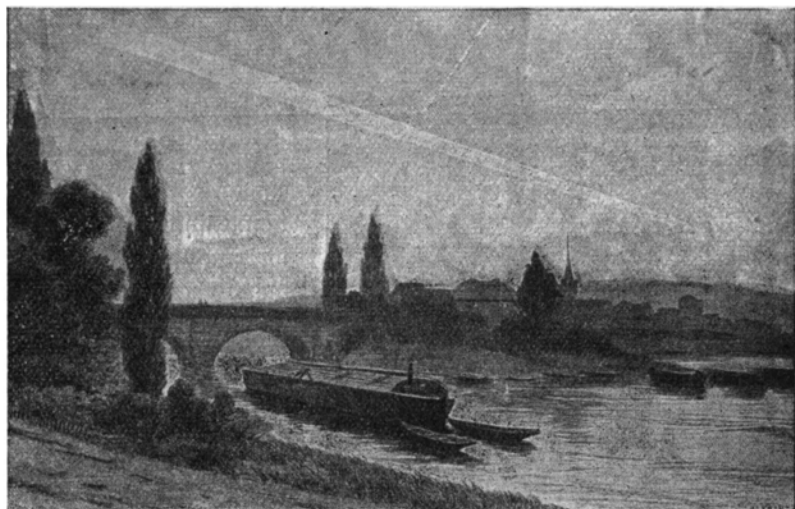


Abb. 30. Der große Komet von 1843.

für ein Leben unsern Schlages. Die Kometen sind die eigentlich toten Körper im Weltraum. Jedenfalls sind sie als Kometen stets tot. Alle andern Körper können doch wenigstens vorübergehend in den Zustand kommen, Leben tragen zu können. Das können die Kometen aber nie, und deshalb haben sie für die Belebung des Weltraums nicht die geringste Bedeutung.

Eins darf dabei übrigens nicht übersehen werden. Die chemische Untersuchung der Meteormassen hat ergeben, daß in ihnen außer Eisen noch Kiesel-erde, Nickel, Kobalt, Mangan, Kupfer, Zinn,

Schwefel, Ton, Kohle und andre auf der Erde sich vorfindende Bestandteile enthalten sind. Was dabei so bemerkenswert ist, ist das Vorhandensein von Kohle, also eines Stoffs, dessen enge Beziehungen zum organischen Leben bekannt sind. Wir können daraus schließen, daß diese Massen von Welten stammen, die ehemals mit dem Le-

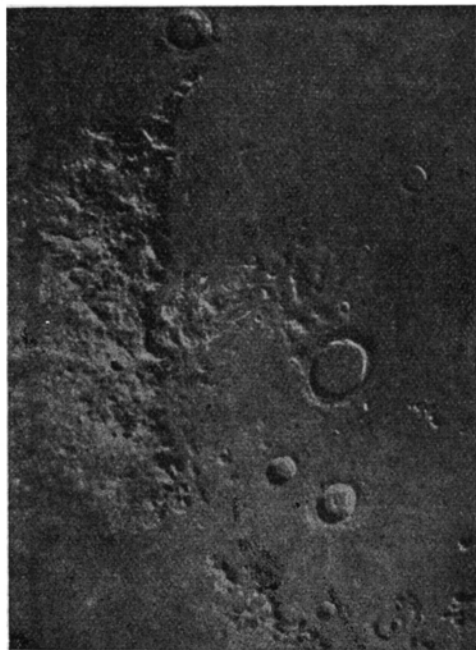


Abb. 31. Das Apenninengebirge des Mondes.
(Nach einer Photographie der Lick-Sternwarte.)

ben Berührung gehabt haben. Und was besagt das andres, als daß auch außerhalb der Erde organische Wesen, Leben vorhanden sein muß?

Überblick

Überblicken wir noch einmal die Körper des Sonnensystems, so finden wir eine große Reihe verwandtschaftlicher Züge. Das ist natürlich nicht verwunderlich. Sind es doch verwandte Kräfte, die auf verwandte Stoffe einwirken; und ähnliche Kräfte müssen auch ähnliche Oberflächengestaltungen hervorrufen. Wie unser Planet zeigen auch die anderen oder wenig-

stens einige von ihnen einen wunderbaren Reichtum an landschaftlicher Gestaltung ihrer Oberfläche. Die prachtvollen Zerklüftungen, die unsern Gebirgen den Reiz des Gewaltigen und Großartigen verleihen, finden wir auch auf dem Monde; Meere und Kontinente besitzt vielleicht auch die Venus. Und wie in unserm Planetensystem, so können wir auch im endlosen Weltenraum so ähnliche Körper wiederfinden. Mögen dort die Grundmotive des Aufbaues aus

irgendwelchen Ursachen, wie sie die Entwicklung mit sich bringt, anders sein: sie werden oft verwandt und ähnlich sein! Kehren wir zu unserm Planetensystem zurück.

Mit Ausnahme des Merkur scheinen alle Planeten Lufthüllen zu besitzen, und auch die Trabanten der andern Planeten scheinen Spuren von Wasserdampf aufzuweisen. Dabei zieht uns der jetzige Stand unsrer Beobachtungsmittel die Grenzen für unsre Erkenntnis;

unser eigner Mond nimmt anscheinend eine Sonderstellung ein, da er weder Luft noch Wasser besitzt. Wie es mit den Monden der äußersten Planeten bestellt ist, wissen wir nicht. Dennoch hat unser Mond mit der Erde, seinem Mutterkörper, viele topographischen Züge gemeinsam, und der Mars ähnelt der Erde auch in einigen meteorologischen Dingen. Müssen wir da nicht annehmen, daß auch der Entwicklungsgang dieser Körper starke Verwandtschaft aufweisen soll, wo

die Harmonie des Ganzen auf einen gemeinsamen Ursprung hinweist? Gerade in unserem Sonnensystem finden wir viele Andeutungen dafür, daß die Planetenbrüder die Bedingungen für ein organisches Leben gehabt haben oder wahrscheinlich noch hervorbringen werden. Müssen wir nicht annehmen, daß jeder der unzähligen Sterne, die uns die modernen Riesenaugen der Astronomen offenbaren, Zentralkörper einer ebenso großen, oft sogar vielleicht noch größeren Familie sein kann wie unser Sonnensystem? Direkte Anzeichen für ihre Bewohnbarkeit haben wir ja nicht, aber wir

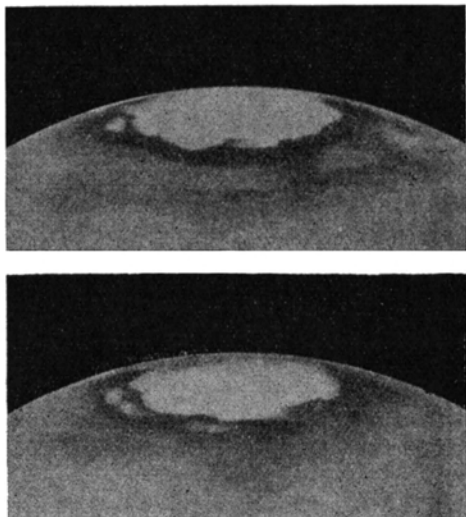


Abb. 32. Südpolarfleck des Mars am 1. und 3. Juli 1877. (Nach Green.)

haben den Schatz der Erfahrung durch die Naturforschung. Zwar hat uns noch kein Meteor einen versteinerten Organismus aus dem Himmelsraume auf die Erde mit herabgebracht, vielleicht verständen wir den aber gar nicht zu deuten oder zu erkennen! „Denn die Natur liebt es nicht, sich selber zu kopieren; sie ist reich genug, Individuen zu erschaffen, und weiß trotzdem Einheit in der Mannigfaltigkeit zu bewahren.“ So Mädler.

Unsre Betrachtungen geben uns die Gewißheit, daß wir nicht die einzigen Organismen im endlosen Weltall sind; wissen wir auch nicht, wo unsre Brüder gerade ihr Leben mit dem Schicksal auskämpfen, und wissen wir auch nicht, in welchem Grade sie uns gleich oder verwandt sind. Denn, wo Lebensformen auf andern Weltkörpern bestehen, sind sie freie Schöpfungen der Natur, geboren aus dem unendlich mannigfaltigen Zwange der Gesetze, in deren Grenzen die Kräfte der Natur wirken.

Die Ausbreitung des Lebens durch den Weltenraum

Viel weniger als die eigentliche Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper stößt den meisten — solange sie wenigstens von astronomischen Betrachtungen an die Sache herankommen — die Frage auf, wie denn eigentlich das Leben auf den Weltkörpern auftritt, woher es kommt und wie es dort seinen Einzug hält, wenn die Bedingungen für solche Weltkörper gegeben sind, daß sie Leben beherbergen können. Wir sehen es an unserm Mutterplaneten, daß die Weltkörper auf ihrem Entwicklungsgange auch einmal in dieses Stadium gelangen können, nachdem sie zuvor eine Reihe von Zuständen durchgemacht haben, wie wir sie mit den Hilfsmitteln der astronomischen Forschung von unsrer Erde aus beobachten.

Die verwandtschaftlichen Züge, die den ganzen Weltraum durchweben, soweit wir ihn bisher durchforscht haben, legen uns nahe, anzunehmen, daß die Entstehung und das Auftreten des Lebens auf andern Himmelskörpern ebenso vor sich gegangen sei, gehe

und gehen werde, wie bei uns auf der Erde, und wir gelangen daher zu der Frage: Wie ist das bei uns gewesen? Sehen wir zu, was uns die Wissenschaft von der Welt des Lebens darauf zu antworten weiß.

Sangen wir mit der Bibel an, die wir allerdings nicht als wissenschaftliche Quelle ansprechen können, so bietet sie uns in der mosaischen Schöpfungsgeschichte die alte und bis vor einem Jahrhundert etwa geltende Anschauung, daß nicht nur alles Leben, sondern alles Sein, alles Vorhandene durch einen schöpferischen Akt eines allmächtigen Urgottes entstanden sei. Wie lange und wie unverwundlich sich diese Anschauung erhalten hat, beweist die Tatsache, daß der große Botaniker Linné noch die Ansicht vertrat: „Es existieren jetzt so viel verschiedene Arten, wie das unendliche Wesen vom Anfang an verschiedene Formen geschaffen hat. Nachher haben diese Formen nach den Gesetzen der Vererbung weitere Wesen hervorgebracht, die ihnen stets gleich waren, so daß jetzt nicht mehr Arten vorhanden sind, als es von Anfang an gab.“

Die Unveränderlichkeit der Arten ist eine fast ebenso alte Erfahrung wie die, daß die Menschen und alle Organismen sterben, wenn sie eine gewisse mehr oder weniger lange Zeit gelebt haben. Man beobachtete das, solange Menschen existierten. Menschen brachten immer wieder Menschen hervor und keine Esel oder Fische oder Schmetterlinge, und aus Floheiern sind noch nie Walfische hervorgekrochen. Wenn man so grobe Beispiele wählt, erscheint's einem fast selbstverständlich, daß die Arten unveränderlich seien. Aber wie viele Menschen haben sich doch auch schon begründete Gedanken gemacht darüber, daß die Nachkommen lebender Organismen den Eltern nicht ganz gleich, sondern nur außerordentlich ähnlich seien. Das ist doch wohl eine Art gegenteiliger Betrachtung, die durchaus ihren Sinn hat. Unterschiede sind stets vorhanden, wie ja auch schon die Tatsache lehrt, daß zwei Geschwister selten so ähnlich sind, daß man sie verwechseln könnte, ja nicht einmal Zwillingsgeschwister! Die Unveränderlichkeit scheint also doch nicht so fest begründet zu sein, wie viele sie annahmen und noch annehmen. Denn von der Veränderlichkeit zweier Individuen gleicher Familien und Gattungen

bis zu derjenigen verschiedener Art ist doch nur ein Unterschied der Menge. Und wo sind die Grenzen, die die Arten voneinander scheiden? In vielen Fällen existieren sie nur für den Laien, während der Biologe fast überall Zwischenarten kennt, lebende und tote, wie sie uns die Versteinerungen aus dem ungeheuren Bilderbuche aufweisen, das die Erdgeschichte unter unsern Füßen aufbewahrt hat.

Dennoch hat es sehr lange gedauert, ehe eine andere Anschauung sich Geltung zu verschaffen vermochte. Die ersten Grundlagen dazu schufen Lamarck, Treviranus, Goethe und Oken. Als erster hat Lamarck die Unveränderlichkeit der Arten geleugnet und behauptet, daß die Entwicklung des Pflanzen- und Tierreiches allmählich und durch Umwandlung niederer Formen in höhere vor sich gehe. Doch erst Charles Darwin hat der Entwicklungslehre eine gute Grundlage gegeben. Allerorten sind die Forscher daran, die Lücken und Mängel, die ihr wie jeder neuen Anschauungsweise anhaften, auszufüllen, zu verbessern und organisch fortzuentwickeln. Nach diesen Lehren haben wir uns vorzustellen, daß die lebenden Organismen aus anderen entstanden sind, die in weiter zurückliegenden Zeiten den jetzigen Formen immer unähnlicher waren. Die treibenden Kräfte der Entwicklung sind neben den organischen Veränderungen, die die Kreuzung zweier nicht vollkommen gleicher Wesen notwendigerweise mit sich bringt, indem von jedem der elterlichen Organismen gewisse eigentümliche Merkmale in das neue Geschöpf übergehen, die äußerlichen Verhältnisse und Bedingungen, unter denen die Wesen — gleich ob Pflanzen oder Tiere — leben müssen. Die Ergebnisse der naturkundlichen Forschung bieten uns die Möglichkeit, mit guten Gründen die Entstehung aller lebenden Wesen von einem einzigen herzuleiten, das wir uns ganz einfach vorstellen können, so einfach, wie es nur möglich ist, d. h. die lebende Einzelzelle. Natürlich muß der Entwicklungsprozeß, der von hier aus seinen Ursprung genommen hat, viele Millionen von Jahren gedauert haben. Daran zu zweifeln liegt kein Grund vor, da uns die Entwicklung der Erde und des Irdischen solche Zeiträume glatt zur Verfügung stellt.

Mit dieser Anschauungsweise sind wir zweifellos in unserm Problem einen gewaltigen Schritt weitergekommen. Denn es ist etwas anderes, ob ich auf der bis dahin unbewohnten Erde plötzlich hochentwickelte Säugetiere umherwandeln sehe, oder ob unscheinbare Infusorien mit ihren zuckenden Bewegungen den Urozean beleben. Das größte Problem aber bleibt nach wie vor bestehen: Wie ist denn das Leben entstanden? Woher ist es gekommen?

Die alte Anschauung, die uns klassisch kristallisiert in der Bibel entgegentritt, antwortet darauf sehr einfach mit der Behauptung des göttlichen Schöpfungsaktes. Das ist ein sehr bequemer Ausweg. Leider ist er ungangbar; nach den Ergebnissen der modernen Naturforschung müssen wir die Annahme solches Aktes abweisen. Robert Mayer hat nachgewiesen, daß nach allen bisher bekannten wissenschaftlichen Tatsachen Arbeit weder aus dem Nichts entstehen noch spurlos vergehen könne. Die Grundbegriffe unserer natürlichen Anschauungen müßten sich vollkommen wandeln und umkehren, wenn wir das „Schaffen“ und „Untergehen“ je verstehen sollten. Nur an die wissenschaftlich durch die Erfahrung gewonnene Einsicht können wir uns halten, während alle anderen Anschauungen auf sagenhaften Überlieferungen beruhen, die keinerlei Beweismaterial für sich haben, noch solches aufbringen können.

Im Volke hat sich bis auf den heutigen Tag noch vielfach der Glaube erhalten, daß kleines Gewürm, wie Maden und dergleichen, „entstehen“ könne. Alle Völker mit primitiver Naturerkenntnis huldigten dieser Meinung. Zugrunde lag dem die Beobachtung der Entstehung lebender Organismen in faulender Substanz, wie Fleisch und Pflanzenresten. Hier sollte also Leben aus der toten Substanz entstehen. Diese Anschauung von der sogenannten „Urzeugung“ war auch in den Kreisen der Wissenschaftler weit verbreitet, namentlich bei solchen, die von der Schöpfungsgegeschichte unbefriedigt waren. Die großen Mikroskopiker Leeuwenhoeck und Swammerdam wiesen aber nach, daß diese Anschauung unrichtig ist. Doch gewann sie neuen Boden, als die sogenannten Infusionstierchen entdeckt wurden. Man beobachtete in Aufgüssen auf organische Stoffe, also Stoffe, die zur Ernährung von Lebewesen geeignet sind, ein fast plötzliches

und massenhaftes Erscheinen kleiner Lebewesen, die außerordentlich lebhaft Bewegungen ausführen. Leeuwenhoeck nennt sie „lebende dierkens“, lebende Tierchen. Diese vielfach bewunderte Erscheinung erklärt sich durch die Leichtigkeit, womit Keime dieser kleinen Tierchen, die $\frac{1}{1000}$ bis höchstens 1 mm groß sind, in scheinbar abgeschlossene Flüssigkeiten und auf die Aufgußstoffe gelangen können, und ferner durch die ungeheuer rasche Vermehrung. Spalanzani bewies jedoch 1777, daß man das Entstehen der Infusionstierchen ein für allemal verhindern könne, wenn man den Aufgußstoff und die Flüssigkeit vollkommen dicht abschließt und eine Zeitlang so stark erwärmt, daß alle vorhandenen Keime getötet werden. Solange von außen her nicht Keime hinzutreten, entstehen in solchem Aufguß nie mehr Infusionstierchen. Die Luft enthält überall in sich schwebend die Keime dieser kleinen Urtiere in großen Massen. Von ihr gelangen sie in die Aufgüsse, und dort finden die Keime günstigen Boden zu ihrer Entwicklung. Es ist nicht einmal nötig, die Luft zu erhitzen, man braucht sie bloß zu filtrieren, indem man sie durch einen Wattestopfen hindurchstreichen läßt. Dann werden die Keime in der Baumwolle alle abgefangen, und der Aufguß steht unter keimfreier Luft, so daß sich auch in diesem Falle keine Infusorien entwickeln können.

Diese kleinen Tierchen pflanzen sich ohne Samen weiter fort. Um die Art der Fortpflanzung kennen zu lernen, müssen wir den einfachsten Fall eines solchen Lebewesens einen Augenblick näher betrachten und einen kleinen Exkurs in das Protistenreich unternehmen.

Die einfachste Form eines lebenden Wesens ist die organische Urzelle. Sie besteht aus weiter nichts als aus einem Protoplasmaklümpchen. Protoplasma heißt eigentlich das zuerst Gebildete; es ist die Substanz, an die das Leben gebunden ist. Dieses Protoplasma bildet in jeder Pflanzen- und Tierzelle neben dem Zellkern den wesentlichsten Inhalt, abgesehen von den mehr zufälligen und auch nicht jeder Zelle zukommenden Teilen, wie Stärkekörner, Fettkügelchen usw. Das Protoplasma hat in jeder Zellform einen anderen Bau, der stets außerordentlich kompliziert ist. Oft ist der Aufbau des Plasmas in einzelnen Partien einer Zelle sogar anders

als in anderen. Dem äußeren Ansehen nach ist das Protoplasma eine dickflüssige Masse, in der geformte Partikelchen von verschiedener Zusammenhangsfähigkeit (Konsistenz) eingelagert sind.

Da der Begriff Protoplasma kein chemischer, sondern ein morphologischer ist, so braucht man nicht zu erwarten, daß durch ihn die Substanz chemisch einheitlich gekennzeichnet ist; das Plasma ist vielmehr ein Gemisch von verschiedenen chemischen Verbindungen. Unter den organischen derselben nehmen die Eiweißkörper den ersten Platz ein. Sie und ihre Verbindungen und Zersetzungsprodukte sind in jedem Plasma vorhanden und bilden dessen Hauptmasse. Daneben sind Kohlehydrate und Fett namentlich als Reservematerial in mehr oder weniger großen Mengen in den tierischen wie pflanzlichen Zellen vorhanden. Beide Arten von Körpern treten bisweilen in größeren Mengen als geformte Massen von Stärkekörnchen, Glykogenshollen, Fett- und Öltröpfchen u. dgl. mehr im Plasma auf. Unter den anorganischen Bestandteilen spielen Wasser, die Chlorverbindungen und phosphorsauren, kohlensauren, schwefelsauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden — also Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium usw. — die Hauptrolle.

Betrachten wir die Vorgänge des Lebensprozesses im Protoplasma, so dürfen wir ein Moment von hervorragender Wichtigkeit nicht außer acht lassen. Der chemischen Untersuchung ist direkt allein das tote Protoplasma zugänglich. Vielleicht besitzt aber das lebendige Protoplasma außer den angeführten chemischen Verbindungen noch andere Bestandteile, die mit dem Tode zerfallen? Man erhält durch künstliche Spaltung des toten Eiweißes Zersetzungsprodukte, die den vom lebenden Protoplasma von selbst ausgeschiedenen Zersetzungsprodukten der Eiweißkörper sehr ähnlich sind. Dieser Umstand legt nahe, daß im lebendigen Protoplasma, mit dem der Lebensprozeß nach unserer bisherigen Kenntnis der lebenden Welt untrennbar verbunden ist, sehr labile Eiweißverbindungen — lebendiges Eiweiß, Biogen genannt — vorhanden sind, die sich im Leben fortwährend von selbst zersetzen und wieder neu bilden. Sie machen sogar mit ihrem Stoffwechsel die wesentlichsten Glieder des Lebensprozesses aus.

Das Urelement des Lebens ist die Zelle, und zwar die Zelle als unzertheilbare Einheit. An sie sind die Lebenserscheinungen des Plasmas, die sich in den mannigfachsten Formen äußern, gebunden. Die chemischen Beziehungen zwischen Plasma, Zellkern und umgebendem Mittel bilden die Grundlage des Stoffwechsels der Zelle. Die lebendige Zelle zerlegt die lebende Substanz unter Nahrungsaufnahme fortwährend und erneuert aus dieser immerzu ihren Bestand. Das ist die sogenannte Assimilation, Anähnclung der aufgenommenen Nahrung. In diesem ganzen Prozeß der Aufnahme und Abgabe von Stoffen findet der Stoffwechsel bei jedem lebendigen Geschöpf seinen äußeren Ausdruck. Die dabei vor sich gehenden Prozesse sind äußerst verwickelt; das wissen wir, obwohl wir über die Einzelheiten dieser Vorgänge, auf der alles Leben beruht, noch herzlich wenig orientiert sind. Stört man den Lebensprozeß der Zelle, so hören gewisse Funktionen von ihr eine Weile auf, während ein Andauern der Störung zum Tode der Zelle führt.

In der Entwicklungsreihe der einzelligen Organismen haben nach unsern Kenntnissen die Amöben die einfachste Form. Sie stellen gewissermaßen das Ideal der Zelle dar. In unsern süßen und salzigen Gewässern sind sie weit verbreitet. Die Amöben sind nackte Zellen ohne Hülle und ohne bestimmte Form. Ihr weicher Körper, der nur einen einfachen Zellkern enthält, bewegt sich langsam kriechend im Wasser umher. Die Fortbewegung geschieht dadurch, daß eine wechselnde Anzahl von veränderlichen lappen- oder fingerförmigen Fortsätzen aus beliebigen Stellen der Oberfläche vorgestreckt und wieder eingezogen werden. Auf diese Weise ändern die sich bewegenden Amöben fortwährend ihre Gestalt. Ihre Nahrungsaufnahme geht in der Weise vor sich, daß sie irgendwelche Körperchen, die als Nahrung geeignet sind — organische Stoffe, Wasser usw. — in sich einschließen. Der Körper nimmt die geeigneten Teile daraus auf und assimiliert sie sich. So wachsen diese Zellen.

Die größte Ähnlichkeit mit den Amöben haben die farblosen Blutzellen, die milliardenweise in unserem Blute kreisen. Auch diese bewegen sich so wie die Amöben, indem sie ihre unbestimmte Form fortdauernd ändern, die weißen Blutkörperchen können wie

die Amöben fremde Körperchen in ihr Inneres aufnehmen — worauf ja bekanntlich die natürlichen Heilkräfte des Organismus gegen Infektions- und andere Krankheiten beruhen. — Wir können die weißen Blutkörperchen z. B. unter dem Mikroskop mit Karminkörnchen füttern, mit denen sie sich in kurzer Zeit anfüllen.

Für die Entwicklungsgeschichte ist die interessante Tatsache von besonderer Wichtigkeit, daß auch die Eier der Tiere in ihrer frühesten Jugend nackte formlose Zellen sind, die Amöben zum Verwechseln ähnlich sehen und wie diese langsame unbestimmte Bewegungen ausführen, wobei sie ihre Form beliebig verändern.

Nun zur Fortpflanzung dieser Organismen. Nachdem eine Amöbe durch das fortdauernde Wachstum eine gewisse Größe erreicht hat, zerfällt ihr einfacher Zellenleib durch Teilung in zwei Zellen.

Jede der neu entstandenen Zellen ist imstande, sich auf die gleiche Weise fortzupflanzen, indem sie immer neue Plasmateilchen bildet, was jedoch nur unter Mitwirkung lebenden Plasmas geschieht. Auch die Zellen, die unsern eignen Körper zusammensetzen und von denen viele beständig durch den Lebensprozeß verbraucht und durch neue ersetzt werden, vermehren sich so. Die Generationsdauer, d. h. die Zeit, die für eine Zellteilung nötig ist, dauert bei manchen Amöben nur 10 Minuten. Man kann sich danach ausrechnen, wie viele Zellen und Einzeltierchen in einem Tage entstehen können. Sehen wir voraus, daß stets die Wachstumsbedingungen vorhanden sind, so teilt sich z. B. der Heubazillus in einer halben Stunde, der Cholera vibrio in 20 Minuten. Daraus berechnet sich für einen Tag die stattliche Zahl von 1600 Trillionen (das ist 1600 mit 18 Nullen dahinter) Nachkommen einer einzigen Zelle. Diese Menge

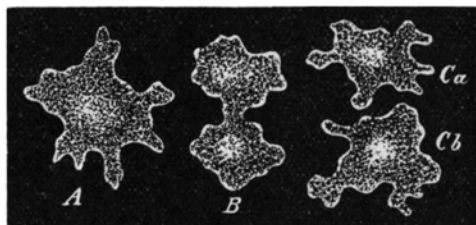


Abb. 33. Fortpflanzung eines einfachen Organismus, einer Monere, durch Selbstteilung. A ist eine Protamoeba, die bei B durch mittlere Einschnürung in zwei Teile zerfällt. Ca und Cb sind die selbstständigen neuen Individuen.

von Bakterien würde ungefähr 2000 Zentner Trockensubstanz enthalten. Wollte man also einen solchen Kommabazillus sich in vollster Üppigkeit vermehren lassen, so müßte man ein Riesensexperiment anstellen. In der Natur ist es nun freilich niemals so schlimm, weil unter keinen Umständen der dafür notwendige Nährstoff vorhanden ist, weil die Stoffwechselprodukte hemmend einwirken (Säurebildung) usw. Daß die Vermehrung aber riesenhafte Dimensionen annehmen kann, möge folgendes Beispiel zeigen. Die Milch fließt aus gesundem Euter steril ab, d. h. enthält keine Keime. Schon

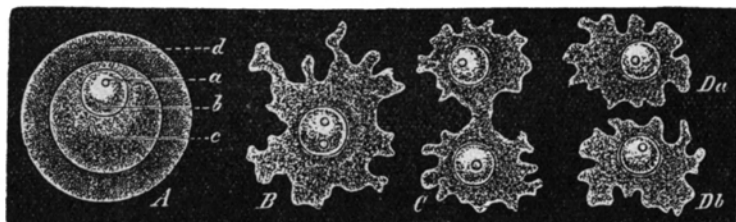


Abb. 34. Fortpflanzung einer Amöba sphærococcus durch Selbstteilung. A ist die eingekapselte Amöbe, eine einfache kuglige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen c, der einen Kern b und ein Kernkörperchen a einschließt, und von einer Zellohnt oder Kapsel umgeben ist. Die freie Amöbe B hat die Zellohnt gesprengt und verlassen. In C beginnt sie sich zu teilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellenleib zwischen beiden sich einschnürt. In D ist die Teilung vollendet.

kurze Zeit nach dem Melken kann man 9 bis 20 Tausend Keime in einem Kubikzentimeter — d. i. ein halber Fingerhut voll — zählen. Diese Keime vermehren sich in nicht sterilisierter Milch beim Stehen sehr schnell. Nach Beobachtungen von Freudenreich stieg in einer Milch, die $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Melken 9300 Keime pro Kubikzentimeter enthielt, die Keimzahl nach dieser Tabelle an:

	bei 15°	bei 25°	bei 35°
in 3 Stunden	10 000	18 000	30 000
„ 6 „	25 000	172 000	12 000 000
„ 9 „	46 500	1 000 000	35 280 000
„ 24 „	5 700 000	577 500 000	50 000 000

Man sieht, zu welchen riesigen Zahlen man dabei kommt.

Die Fortpflanzung ist bisher nun stets nur beobachtet worden aus lebenden Zellen; überall, wo sich bisher Leben regte, hat man seine Entstehung zum mindesten aus niedrigen Lebenskeimen nachzuweisen vermocht. Das behebt aber nicht den Wunsch nach dem Wissen vom Ursprung des Lebens. Auch hier stehen sich wieder die Ansichten schroff gegenüber. Ein Teil der Forscher behauptet, der Ur-

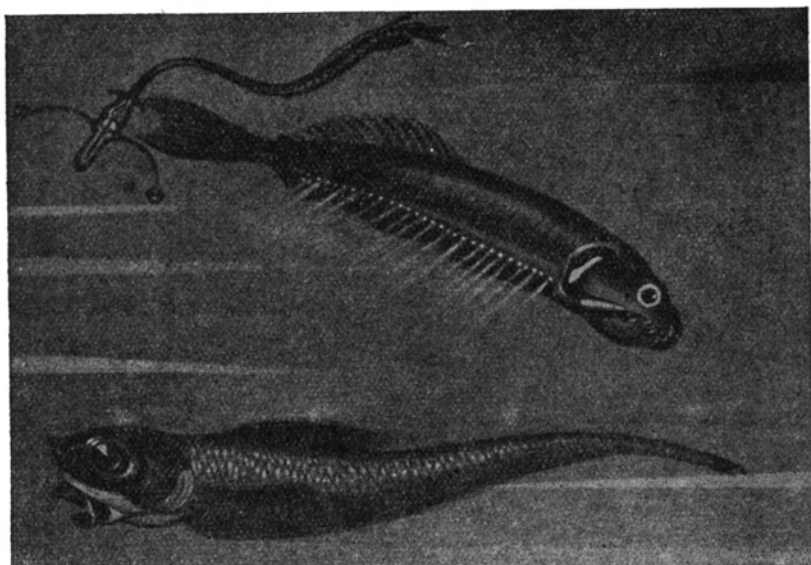


Abb. 35. Tiefseefische mit Leuchtorganen. (Zu Seite 35.)

sprung des Lebens sei ein Schöpfungsakt, ohne naturgemäß irgendwelche Beweise beibringen zu können. Ein anderer Teil, unter ihnen die besten Forscher, glauben an eine Urzeugung, an eine Entstehung des Lebens aus organischen Substanzen unter gewissen Bedingungen, die wir bloß noch nicht kennen. So viel man auch versucht hat, ist es bisher doch noch nicht möglich gewesen, im chemischen Laboratorium Leben aus leblosen Stoffen zu erwecken. Man kennt die lebentragende Substanz, das Protoplasma, aus welchem die lebenden Zellen bestehen; man kennt seine chemische Zusammen-

setzung, soweit das nach den modernen sehr weit vorgeschrittenen Untersuchungsmethoden überhaupt möglich ist; man weiß, wieviel Teile dieses und wieviel Teile jenes Stoffes im Protoplasma enthalten sind, ja man kann ähnliche, wenn auch viel einfachere Mischungen im Laboratorium herstellen. Aber noch nie hat der aufbauende Chemiker in seinem Gemisch bisher Leben herstellen und bemerken können. Der Stoff ist da, aber er lebt nicht! Und immer, wenn man den Lebensstoff gefunden zu haben vermeinte, erwies sich die Sache bisher als ein Irrtum. Als der große englische Physiologe Huxley im Meeresbodenschlamm einen eiweißhaltigen Körper, den von ihm zu Ehren Haeckels sogenannten „Bathynbius Haeckelii“, fand, erwiesen die genauen chemischen Untersuchungen des Chemikers Buchanan, daß dieser Körper gar kein eiweißhaltiger „Urschleim“ sei, sondern durch Alkoholzusatz gefällte Gipsflocken.

Aber noch andere Anschauungen traten hervor. Pflüger z. B. glaubte annehmen zu können, daß im glühenden Erdinnern bei hoher Temperatur sich organische Verbindungen bilden könnten, die Träger des Lebens werden können. Und noch phantastischere Vorstellungen griffen Platz.

Die negativen Erfolge der Chemiker, das Leben in der Phiole zu finden und zu erzeugen, schwellen den Gegnern von der Ansicht der Urzeugung den Kamm sehr; sie sehen darin einen indirekten und vollgültigen Beweis für ihre Anschauung vom göttlichen Schöpfungsakt. Betrachten wir die Sache genauer, so sehen wir, daß wir keiner der beiden Meinungen zuzustimmen brauchen. Sie lassen nämlich beide eine Möglichkeit außer Betracht. Wie die Naturwissenschaft annehmen muß, daß Energie und Stoff vorhanden sind, seitdem die Welt besteht, d. h. urewig, so kann auch das Leben seit ewigen Zeiten in der Welt vorhanden sein. Warum muß das Leben einen Anfang gehabt haben? Wissen wir doch nichts über das Wesen des Lebens, ob es etwas besonderes von Energie und Stoff unterschiedliches ist oder von oder mit beiden erzeugbares oder unzertrennliches! Wir brauchen weder an den Schöpfungsakt zu glauben, noch auch die jedes Jahr neu auftauchenden Gerüchte von dem Gelingen der Belebung toter Materie. Lord Kelvin, der

berühmte englische Physiker, faßt seine Meinung darüber so zusammen:

„Eine sehr alte Ansicht, der sich noch viele Naturforscher anschließen, ist die, daß unter meteorologischen Verhältnissen, die den gegenwärtig herrschenden sehr unähnlich sind, tote Materie zu ‚Lebensamen‘, oder ‚organischen Zellen‘, oder ‚Protoplasma‘ ‚kombiniert‘, oder ‚kristallisiert‘ oder ‚vergoren‘ sein kann. Die Wissenschaft liefert indessen ein ungeheures Material an induktiven Beweisen gegen diese ‚generatio spontanea‘ (Urzeugung). Leblose Materie kann nicht in lebendige übergehen, außer unter dem Einfluß lebender Substanz. Das scheint mir ein ebenso sicherer Lehrsatz zu sein, wie wohl das Gesetz von der allgemeinen Gravitation.“

Dieser von so autoritativer Seite ausgesprochenen Meinung können wir aber andere von nicht minder wichtigen Persönlichkeiten kommenden entgegensetzen:

„Es ist ein Mißverständnis, im ersten Erscheinen lebender Wesen auf Erden etwas Supranaturalistisches, etwas anderes zu sehen, als ein überaus schwieriges mechanisches Problem. Wo und in welcher Form das Leben zuerst erschien, ob auf tiefem Meeresboden als Bathybius-Urschleim oder unter Mitwirkung der noch mehr ultraviolette Strahlen entzündenden Sonne bei noch höherem Drucke der Kohlenäure in der Atmosphäre, wer sagt es je?“ Du Bois-Reymond war es, der in seiner berühmten Rede „Über die Grenzen des Naturerkennens“ auf der Naturforscher-Versammlung in Leipzig 1872 diese Worte aussprach. Ansicht steht also gegen Ansicht, und Autorität gegen Autorität.

Sieht man von einer streng wissenschaftlichen Begründung ab, so kommen heutzutage wohl die meisten Naturforscher subjektiv zu der Überzeugung, daß das Leben durch Urzeugung entstanden ist, ohne allzusehr nach dem „Wie“ zu drängen. Und Zöllner sagt in seiner „Natur der Kometen“ ganz recht etwa so:

„Verlangt man doch von keinem Naturforscher, daß er uns erst die Atome des Äthers und seine Schwingungen zeige, ehe

wir uns auf die fruchtbaren Deduktionen der Undulationstheorie einlassen. Weshalb nicht? Weil der Äther und seine Bewegungen nur die Bedingungen für die Begreiflichkeit der Phänomene des Lichts in der Undulationstheorie aussprechen. Ebenso drückt die Hypothese von der *generatio aequivoca*, d. h. von der Möglichkeit der Entstehung organischer aus unorganischer Materie nichts anderes als die Bedingung für die Begreiflichkeit der Natur nach dem Kausalitätsgeetze aus. Ihre Wahrheit kann nur allmählich aus der Übereinstimmung der daraus abgeleiteten mit den beobachteten Tatsachen erkannt werden, ganz wie dies bei der Theorie des Lichtes der Fall ist. Die Hypothese selbst aber muß als Bedingung für die Begreiflichkeit allen Bemühungen des Begreifens vorausgehen; denn jedenfalls ist es klar, daß die Wissenschaft, deren Zweck es ist, die Natur zu begreifen, von der Voraussetzung ihrer Begreiflichkeit ausgehen müsse, und dieser Voraussetzung gemäß schließen und untersuchen.“

Zöllner fand für sich den Ausweg aus den Schwierigkeiten auf diese Weise. Man kann es aber auch noch anders, und die Anschauung von der sogenannten „Panspermie“¹ gibt ihn an. Sie meint, daß die Lebenskeime überall im Weltraum vorhanden sind. Treffen sie bei ihrer Wanderung auf Weltkörper, die die Bedingungen, Leben zu tragen, erfüllen können, so bevölkern sie diese. Obwohl diese Meinung nicht so entfernt liegt, taucht sie doch erst sehr spät auf. Andeutungsweise ist sie bei dem Franzosen Sales-Guyon de Montlivault (1821) zu finden, der das Leben auf der Erde durch „Lebensjamen“ erweckt wissen wollte, der vom Monde herabgekommen sei. Klarer aber spricht der deutsche Arzt H. E. Richter diese Anschauung aus in dem Satze:

„Der Weltenraum ist angefüllt mit werdenden, reifen und sterbenden Weltkörpern, wobei wir unter reifen solche verstehen, die die Fähigkeit haben, lebende Organismen zu beherbergen. Wir sehen daher die Existenz des organischen Lebens in der Welt als ewig an; es ist immer gewesen, hat sich beständig fortgepflanzt,

¹ Die Lehre von einer Ausbreitung der Keime der Lebewesen.

immer in Form von lebenden Organismen, von Zellen und von aus Zellen zusammengesetzten Individuen."

Diese Ideen tauchten später öfter auf, besonders bei Lord Kelvin, der auf der britischen Naturforscherversammlung in Edinburgh 1871 seine Gedanken über diesen Gegenstand mitteilte und dabei ausführte, daß beim Zusammenstoße zweier Weltkörper leicht Stücke abgesplittert werden können, die Samen, lebende Pflanzen, Tiere und dergl. trügen. Würden diese in den Raum hinausgeschleudert, so repräsentierten sie lebentragende Meteorsteine, die beim Niederfall auf einen bewohnbaren Weltkörper diesen mit Leben bevölkern könnten. Auch M. Wilhelm Meyer beschreibt in einem seiner Bücher solchen Fall des Zusammenstoßes und führt des weiteren aus, wie bei dieser Katastrophe Leben von einem Weltkörper auf andere übertragen werden kann. Er denkt sich, daß beim Zusammenstoß zweier Himmelskörper, von denen einer bewohnt ist wie die Erde, Stücke des Meeres in den Weltraum hinausgeschleudert werden können, die mit ihrem ganzen Inhalt gefrieren und dann im Weltraum wandern. Gelangt solch Stück gefrorenes Meer auf einen Himmelskörper, der selber einen Ozean hat, fällt es vielleicht in diesen hinein, dann taut es auf und gibt seinen ganzen Inhalt mit samt den Lebewesen, die nun auch wieder auftauen, der neuen Heimat. Diese gewinnt so Leben, das sich fortpflanzen und weiterentwickeln kann.

Wir wollen hier nicht untersuchen, ob die Vorgänge sich wirklich so abspielen können, wie diese Autoren es meinen. Daß diese Forscher aber sich solche Möglichkeiten vorstellen, läßt die Berechtigung für uns ableiten, uns mit der Sache ernsthaft zu befassen. Wir verkennen dabei nicht, daß diesen Anschauungen erhebliche Mängel anhaften, und daß wir eine Erweiterung durch neue Ideen begrüßen müssen.

Die Panspermieidee hatte bisher immer nur verhältnismäßig grobe Formen, bis Arrhenius in seinem geistreichen Werke „Das Werden der Welten“ eine Theorie entwickelte, von der man sagen kann, daß sie einen der genialsten Würfe in dieser Frage bedeutet. Der große Forscher hat versucht, den Strahlungsdruck heranzuziehen, um

die Übertragung des Lebens von einem Weltkörper auf andere zu erklären. Das ist aber nur möglich, wenn die Ausbreitung des Lebens durch den Weltraum durch kleinste Lebewesen vor sich geht.

Gelingt es, die Möglichkeit der Übertragung solcher Lebewesen nachzuweisen, dann ist die Möglichkeit der Verbreitung des Lebens in jeder Form zu erklären.

Arrhenius benutzt die Erscheinung des Strahlungsdrucks für seine Theorie. Dabei taucht also als erste Frage die auf: Gibt es so kleine Lebewesen? — Bis vor wenigen Jahrzehnten antwortete jeder Biologe darauf mit Nein. Neuerdings aber ist es mit Hilfe des sogenannten Ultramikroskopes gelungen, Lebewesen außerordentlicher Kleinheit nachzuweisen. Mit dem gewöhnlichen Mikroskop hat man Bakterienkeime entdeckt, die nur 3 bis 2 Zehntausendstel Millimeter groß sind. Es existieren aber, wie gesagt, noch kleinere Organismen, die in die Größenordnung fallen, innerhalb deren der Lichtdruck unter Umständen auf sie in entsprechender Weise wirken könnte.

Nehmen wir nun nach Arrhenius den Fall des Sonnensystems vor und sehen zu, auf welche Weise und in welcher Zeit kleine Lebenskeime von der Erde durch das Sonnenlicht fortgestoßen werden können, so finden wir, daß die Keime mit einer Geschwindigkeit reisen, die außerordentlich groß ist. Die 77 Millionen km von der Erde entfernte Marsbahn erreichen sie schon nach 20 Tagen, die 624 Millionen Kilometer entfernte Jupitersbahn in 80 Tagen, die 4318 Millionen Kilometer entfernte Neptunsbahn wird in 14 Monaten überschritten, und dann eilen die Keime hinaus in den endlosen Weltraum. Um zu dem uns nächsten Fixstern, Alpha im Sternbild des Kentauren, zu gelangen, brauchen sie 9000 Jahre. Um weitere Sterne zu erreichen, sind natürlich noch größere Zeitspannen nötig.

Nun wird man selbstverständlich fragen, wie es wohl möglich sein sollte, daß Lebenskeime so lange Zeit hindurch ihre Keimkraft,

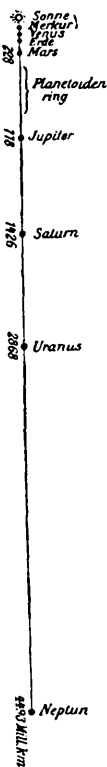


Abb. 36.
Die wahren
Entfernungen
der Planeten
von der
Sonne
(zu S. 11).

ihr Leben behalten können. Bei den Entfernungen, die im Planetensystem in Betracht kommen, ist die Erhaltung der Keimkraft der Zeit nach wohl möglich, aber wie soll sie 9000 Jahre und länger hindurch anhalten? Das ist jedoch nicht die einzige Schwierigkeit, die hier auftritt. Wir wissen ja, daß außerhalb der Himmelskörper eine grimmige Kälte herrscht, die tief unter den Gefrierpunkt hinabgeht, die wahrscheinlich so tief sein wird, wie man sie auf der Erde nur unter Anwendung moderner Mittel erzeugen kann, jedenfalls tiefer als 200 Grad unter Null. Wie soll sich in dieser Kälte Leben erhalten?

Wir müssen bedenken, daß sich unsere Betrachtungen mit den niedersten Stufen des Lebens befassen, die es gibt. Diese sind uns erst in den letzten Jahrzehnten näher bekannt geworden, und wir haben hier manche Erscheinungen und Zustände gefunden, die wir in der höheren Tier- und Pflanzenwelt nicht finden. So sind die Grenzen der Lebensfähigkeit dieser niederen Lebewesen außerordentlich viel weiter als bei den höheren Tieren. Was wir bei unseren Temperaturen beobachten, das dürfen wir nicht ohne weiteres auf tiefere oder höhere übertragen, sobald niedrig organisierte Lebewesen in Betracht kommen. Und der Laie muß manche seiner Kenntnisse umlernen, wenn er sich in das Gebiet dieser Organismen begibt, besonders, da die Wissenschaft erst seit kurzer Zeit hier hineingleuchten konnte, seitdem hoch vervollkommnete Mikroskope und die tiefen Temperaturen zur Verfügung stehen, die wir für die Untersuchung brauchen. Daß manche Bakterien sehr lange Zeit am Leben bleiben und ihre Keimfähigkeit behalten, ist bekannt. Man weiß auch, daß sogar höher organisierte Lebewesen, wie Pflanzenkeime — Weizen — sich viele Jahre hindurch keimfähig erhalten können; und von Milzbrandsporen ist festgestellt, daß sie unter günstigen Umständen in zwanzig Jahren ihre Keimfähigkeit noch nicht eingebüßt haben. Neue Untersuchungen von Nestler haben ergeben, daß sich Bakterienkeime außerordentlich lange halten können. Er vermochte aus Herbarien Lebenskeime zu entwickeln, die dort 23 und 92 Jahre geruht hatten. Diese Keime zeigten sich aber nicht nur vereinzelt; in Hunderttausenden erschienen sie auf den angelegten

Kulturen. Im Laufe von zwei bis drei Tagen entwickelten sich aus sehr kleinen Erdmengen zahlreiche Kolonien; die Berechnung ergab in je 1 Gramm Erde 1640 bis 89200 lebenskräftige Keime. Die älteste Probe stammte dabei aus dem Jahre 1818! Nestler sagt deshalb, daß nach seinen Untersuchungen die Lebensfähigkeit einiger Bakterien in keiner Weise den widerstandsfähigsten Samen nachstehe, ja wahrscheinlich sie noch übertreffe.

Es ist weiter ermittelt worden, daß die tötende Kraft heller Bestrahlung nur unter bestimmten Umständen eintritt, nämlich, wenn Luft Zutreten und die Feuchtigkeit Wirkungen äußern kann. Wenn nun die Keime im Raume wandern, so sind alle diese Bedingungen nicht erfüllt. Es ist weder Luft vorhanden, noch haben die Keime die Möglichkeit, sonstwie nach außen Lebensprozesse zu äußern. Zudem sind sie nur in der Nähe heller Sterne auf verhältnismäßig kurze Zeit intensiver Bestrahlung ausgesetzt. Namhafte Botaniker sind der Meinung, daß die Keime bei einer Wanderung durch den Weltraum durch die Bestrahlung mit Sonnenlicht nicht zerstört zu werden brauchen.

Die Frage der Zerstörung der Keimfähigkeit haben wir schon früher behandelt (S. 24 f.). Die niederen Lebewesen haben eine ganz außerordentliche Widerstandsfähigkeit; Kälte kann ihnen so gut wie gar nichts anhaben, da die Keime bei solchen Temperaturen der Winterruhe verfallen. Mancherlei Anzeichen lassen diese Winterruhe der Keime gar wertvoll erscheinen, als ob sich die Lebenskraft nach einer derartigen Ruhepause verbessere!

Die Lebensfunktionen äußern sich in chemischen Prozessen, und diese chemischen Prozesse unterliegen gewissen Gesetzen, die man kennt. Alle chemischen Vorgänge sind nämlich dadurch ausgezeichnet, daß sich die Geschwindigkeit, womit sie verlaufen, bei einer Temperaturerhöhung um 10 Grad auf das Doppelte oder Dreifache steigert (van t'Hoff); höhere Temperaturen bedeuten intensiveren Ablauf der Vorgänge. So ist es auch bei den verhältnismäßig einfachen Lebensfunktionen der Mikroorganismen. Es läßt sich leicht berechnen, daß nach diesem Gesetze der Ablauf der Lebensfunktionen milliardenmal geringer ist bei einer Temperatur von

—200 Grad als bei 10 Grad Wärme. Die Keimkraft wird bei der letztgenannten Temperatur an einem Tage um ebensoviel verändert wie in 3 Millionen Jahren bei einer Temperatur von —220 Grad. In der Zone der Neptunsbahn wird etwa diese Temperatur herrschen und langsam noch weiter sinken, je weiter man in den Weltraum hinausstreitet. Noch tiefere Temperaturen lassen den Ablauf irgendwelcher Prozesse noch viel langsamer vor sich gehen. Große Kälte wirkt also durchaus nicht immer tötend, sondern im Gegenteil oft konservierend auf die Keime ein.

Feuchtigkeit ist im Weltraume, der sich zwischen den Weltinseln der Sterne dehnt, nicht vorhanden, so daß auch ihr Einfluß fortfällt. Trockene Keime haben aber eine außerordentliche Widerstandskraft; die auf den Baumstämmen vorkommende grüne Luftalge z. B. kann nach den Untersuchungen Schröders über konzentrierter Schwefelsäure, die ja bekanntlich die Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt, zwanzig Wochen ohne Schädigung aufbewahrt werden. Und zu seinen früher von uns erörterten Versuchen über den Einfluß von Feuchtigkeit auf Pflanzenamen (S. 25f.) sagt Paul Becquerel: „Ohne Wasser, ohne Sauerstoff, bei einem Atmosphärendruck, der fast Null beträgt, und bei einer dem absoluten Nullpunkt nahen Temperatur wird das Protoplasma so starr, so hart und so untätig wie Stein; sein kolloidaler Zustand (Leim, Eiweiß, Gummi sind Kolloidsubstanzen), der für die physikalisch-chemischen Vorgänge der Assimilation und Desassimilation (Stoffwechsel) notwendig ist, verschwindet also ganz.“ Becquerel meint, daß das Leben in jenen Samen also ganz verschwindet, die ununterbrochene Folge der Prozesse, die die Lebenserscheinungen bilden, sind seiner Ansicht nach unterbrochen. Will man dem nicht beipflichten, so stehen zwei Möglichkeiten offen. Entweder muß man annehmen, daß die Veränderungen, die das Leben selbst unter den erschwerten Bedingungen noch erhalten, so langsam vor sich gehen, daß wir sie nur nicht mehr beobachten können, oder man muß sich auf den Standpunkt stellen, daß das Leben noch etwas außerhalb der materiellen Welt Bestehendes sei. Das darf die Wissenschaft nicht annehmen, sie begäbe sich dann auf die schiefe Ebene der Metaphysik, wo alle Wissenschaftlich-

keit aufhören würde, weil die Dinge außerhalb unsrer Erfahrung lägen.

Wie dem auch sei, man erkennt jedenfalls, daß Austrocknung und Kälte, sonst große Feinde des Lebens, nicht immer als solche auftreten. Bei diesen kleinen Lebewesen wirken sie sogar konservierend, konservierend gleich auf Jahrtausende hinaus.

Bemerkenswert ist, was Bölsche über diese Widerstandsfähigkeit der kleinen Keime sagt. Er hält diese Eigenschaften, Kältegrade auszuhalten, wie sie auf unsrer Erde gar nicht vorkommen, für Beweise der Richtigkeit der Arrhenius'schen Anschauungen. Wozu hätten diese Keime diese Eigenschaften sonst? „Ist es nicht, als besäßen sie hier wirklich eine Anpassung, die aus unsern Erdverhältnissen hinausdeutet?“ Als besäßen sie gewissermaßen einen „kosmischen Zug“! Auch die Existenz merkwürdiger Bakterien, z. B. der Anaëroben, die den Luftsaauerstoff nicht vertragen können und auf rein chemischen Sauerstoffbezug aus mineralischer Substanz eingestellt sind, läßt Schlüsse in dieser Richtung zu. Das gibt aber auch zu denken, wie vorsichtig man bei Erörterung der Frage nach der Bewohnbarkeit anderer Welten sein muß, weil die Anpassungsmöglichkeit bei den Organismen so weitgehend unterschiedliche Formen gegen die irdischen annehmen kann.

Man erkennt jedenfalls, daß es sehr wohl möglich ist, solche Organismen mit Hilfe des Strahlungsdruckes durch den Raum zu transportieren. Es fragt sich nur, wie es möglich ist, diese kleinen Organismen unter den Einfluß des Lichtdruckes zu bringen. Denn sind zwar auch diese Körperchen ungeheuer leicht, so sind sie dennoch der Schwere unterworfen und können sich nicht ohne weiteres gegen sie bewegen. Man muß zugeben, daß solche Keime in großen Mengen durch die Luftströmungen fort- und bis zu sehr großen Höhen in die Erdatmosphäre hinaufgeführt werden können. Auch die höchsten Schichten der Atmosphäre enthalten Staubpartikelchen, die noch größer sind, als die hier in Frage stehenden Organismen. In dieser Höhe erhalten sich die Körperchen sehr lange schwebend. Man kann berechnen, daß in ruhender Luft bei sehr geringem Luftdruck so kleine Körperchen wie die Organismen der hier in Be-

tracht kommenden Größenordnung nur etwa 80 m in einem Jahre fallen, d. h. daß sie, einmal in hohe Luftschichten geführt, sich außerordentlich lange dort schwebend erhalten. Mögen sie aber noch so hoch in die Atmosphäre hinaufgeführt sein, nie können sie durch die Luftströmungen von der Erde entfernt werden, weil ja sonst die Luft selbst entführt werden könnte und die Erde im Laufe der Zeit ihren Luftmantel gänzlich verloren haben müßte.

Es müssen also noch andre Kräfte hinzutreten, wenn der Lichtdruck der Sonne die kleinen Körperchen von der Erde entführen soll. In der Tat gibt es solche in den elektrischen Kräften, die nicht nur das Luftmeer der Erde, sondern den ganzen Raum um die Sonne bis weit hinaus durchfluten. Von der Sonne her werden durch den Strahlungsdruck immerwährend Staubmengen in den Raum hinausgestoßen, die negative elektrische Ladung führen. Wird diese Ladung unsern Lebenskeimen mitgeteilt, so können sie leicht durch die gleichartigen Ladungen in den Raum hinaus- und von der Erde weg in so große Entfernungen gestoßen werden, daß nunmehr der Lichtdruck der Sonne die Anziehungskraft der Erde überwiegt. Damit ist ihr Schicksal in dem Sinne besiegelt, daß sie zur Erde nicht mehr zurückkönnen.

So kann die Erde die Welt mit Lebenskeimen um sich herum besäen und versorgen. Es ist ganz klar, daß die meisten derselben verloren und zugrunde gehen müssen; verhältnismäßig wenige nur werden Himmelskörper antreffen, die die Bedingungen der Bewohnbarkeit erfüllen. Wie die Erde aber wird auch jeder andre lebenstragende Himmelskörper lebenspendend wirken und seine Keime in den Raum hinausverstreuen. Die Welt wird von ihnen mit Lebenskeimen versorgt. Treffen diese Keime auf bewohnbare Himmelskörper, so werden sie durch die Atmosphäre desselben in ihrer Bewegung stark gehemmt; die Wärme, die sie dabei erlangen, verlieren sie schnell wieder, weil sie sehr klein sind, so daß sie sie ohne Schaden überdauern können. Schließlich werden sie langsam zu Boden sinken und dort ihr befruchtendes Wirken beginnen können.

Um aber die ungeheuer große Welt mit Lebenskeimen versorgen

zu können, sind gewaltig viele Keime nötig. Wir wissen aber, wie die Keime bei den niedrigsten Organismen in enormen Zahlen vorkommen, wie jedes Individuum vermag, Tausende und Millionen von Keimen zu produzieren, und wie fruchtbar besonders die niedersten Organismen sind, wenn sie auf fruchtbaren Boden fallen. Wir sahen das an einem Beispiel (S. 110). Dabei sind ihre Lebensbedingungen so einfach, daß sie fast überall unter den mannigfachsten Umständen aufzugehen vermögen, wo nur die Grundbedingungen zu ihrer Existenz gegeben sind. Man erkennt, daß unter dem Gesichtspunkte der Arrhenius'schen Anschauung von der Verbreitung des Lebens durch den Weltraum die ungeheure Zahl der Keime, denen hier auf Erden nur der sichere Untergang beschieden sein könnte, einen Sinn bekommt. Man könnte poetisch sagen: Sie sollen ja die Welt befruchten! Daher ihre Unzahl! — Wenn auch solche Ausdrucksweise mit Vorsicht zu gebrauchen und zu genießen ist.

Aber noch ein weiteres lehren uns diese Anschauungen, die ja hier, wo auf alle höheren Hilfsmittel der Forschung (Mathematik, Physik, Chemie und Biologie in ihrer weitesten bisherigen Vollendung) verzichtet werden muß, nicht so präzise mit Beweismaterial zu belegen sind. Wenn so die einzelnen Himmelskörper durch mannigfache Bande miteinander in Beziehung stehen, wenn vom einen zum anderen Keime überwandern, aus denen das Leben entspringt, so müssen wir daraus schließen, daß überall, wo in der Welt Leben sich regt, auch dieses verwandtschaftliche Bande verknüpfen muß. Wird das Leben tatsächlich in der geschilderten Weise übertragen, so entstammt es überall gleichem Ursprung, überall muß es auf denselben Stammbaum hinweisen. Und überall müssen die Organismen unter ähnlichen Bedingungen auch eine ähnliche Entwicklung durchmachen. Damit soll nicht gesagt sein, daß auf allen Himmelskörpern immer nur dieselben Formen und Arten vorkommen! Im großen und ganzen wird man wohl annehmen müssen, daß die Entwicklungsrichtung zum Höheren die gleiche sein wird. Wir gewinnen so die Genugtuung, daß wir inmitten einer riesigen Welt, die nach allen Seiten endlos sich dehnt, nicht die einzigen Geschöpfe sind, daß uns nicht rings eine endlose Welt des Todes umgähnt, sondern

daß draußen im Weltraum, wenn uns auch unsichtbar, gleiche Wesen leben und streben, wie wir, Wesen, die vielleicht auch Menschenantlitz tragen.

Die Anschauung von der „Panpermie“ paßt namentlich vielen Biologen deshalb nicht in den Kram, weil sie damit ihren monistischen Standpunkt aufgeben zu müssen glauben und die Einheitlichkeit des natürlichen Weltbildes unterbrochen erscheint. Das ist aber nicht der Fall. Die Panpermie schließt das Bestehen einer Urzeugung nicht aus, im Gegenteil, man kommt ein gewaltiges Stück damit vorwärts. Besteht das Leben vielleicht nicht ewig in dem Sinne, als alles individuelle und fortgepflanzte Leben einmal einen Anfang gehabt und ein Ende hat, so bietet die Anschauung von der Panpermie doch die Möglichkeit, es überallhin schnell zu verpflanzen; es wird erklärlich, warum Weltkörper sofort von dem Leben mit Beschlag belegt werden, wenn sie in die Stadien gelangt sind, daß sie Leben beherbergen können. Eben weil das Leben durch die Keime überallhin gelangen kann, somit fast allgegenwärtig ist. Und gerade das Verdienst Arrhenius' dabei ist es, den Weg gezeigt zu haben, wie man diese Allhinsbewegung und Allgegenwart erklären kann, während vorher die ganze Panpermieanschauung völlig in der Luft schwebte.

Aber ich wünsche nicht mißverstanden zu werden. Auch das Leben als Gesamterscheinung ist ewig, muß ewig sein. Entweder besteht es als etwas Besonderes, von Energie und Stoff Unterschiedliches — dann muß es für sich ein Bestandsgeßetz haben — oder es entsteht in Einzelercheinungen immerwährend wieder durch Urzeugung. In diesem Falle entsteht es aber immer wieder neu, und schon solange wie Energie und Stoff bestehen, d. h. urewig, denn wir können keinen Zeitpunkt angeben, wann es nicht schon bestanden hätte.

Für den Fall der Urzeugung besteht allerdings die größte wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit. Zwar ist die Herstellung von Leben bisher noch nicht gelungen, aber es mehrten sich doch die Anzeichen dafür, daß eine solche möglich ist.

Die Urzeugung

Im Jahre 1907 hat der Petersburger Arzt Martin Kuckuck ein Buch über das Urzeugungsproblem erscheinen lassen, in dem er in den Schlußfolgerungen zu der Überzeugung kommt, daß es möglich ist, künstlich Leben zu erzeugen. Kuckuck geht davon aus, die Organismen als Körper zu definieren, die aus Protoplasma, d. h. eigenartigen Eiweißverbindungen bestehen. Dabei ist aber lebendiges und totes Eiweiß zu unterscheiden. Lebendiges Protoplasma nennt er solches, das durch Wasser, Luft, Licht und andere Ursachen ionisiert, d. h. in seine elektrischen Elementarbestandteile, die Ionen und Elektronen, zerlegt ist. Totes Eiweiß dagegen ist nach seiner Anschauung ein (Kolloid-) Stoff, der elektrisch neutral ist. Das Protoplasma soll nun nach Kuckuck imstande sein, ungleichnamig geladene Ionen gegen stärker geladene auszutauschen und dadurch diejenigen chemischen und physikalisch-chemischen Reaktionen hervorzubringen, deren Gesamtheit wir als Lebensprozeß bezeichnen. „Die physikalische Seite des Lebensprozesses besteht daher im Grunde in Ionengruppierung oder Ionenaustausch. Die chemische Seite des ‚Lebensprozesses‘ bilden die Reaktionen (molekularen Umwandlungen), die durch diesen Ionenaustausch bewirkt werden.“

Nach dieser Theorie hat Kuckuck selbst auch Versuche angestellt, wobei es ihm gelungen ist, Bariumzellen, die den tierischen Zellen äußerlich sehr ähnlich erscheinen, durch Ionisierung zu erzeugen, indem er Bariumsalze auf ein Gemisch aus Gelatine-Depton-Asparagin-Glycerin und 30%igem sterilisiertem Meereswasser einwirken ließ. Die auf solche Weise erzeugten Zellen zeigen äußerlich ähnliches wie Ernährung, Wachstum, Sortpflanzung durch Selbstteilung, Bewegung und bilden den niedersten Gruppen von lebenden Zellen ähnliche Vereinigungen (Zönobien).

Daß dabei die Hauptbestandteile der künstlich hergestellten Zellen sogenannte organische Stoffe sind, macht natürlich nichts aus. Denn man kann heutzutage eine große Zahl von organischen Stoffen — von denen man früher annahm, daß sie nur unter Mitwirkung lebender Organismen in deren Körper entstehen könnten — künstlich herstellen, synthetisieren, wie sich überhaupt die Grenzen zwischen

anorganischen und organischen Stoffen immer mehr verwischen, je weiter die Wissenschaft fortschreitet. Wenn es daher Kuckuck gelungen sein sollte, durch Ionisierung toter organischer Substanz diese zu organisieren, d. h. zu beleben, so hätte er damit die natürliche Entstehung der organisierten lebendigen Substanz aus unorganisierten toten Stoffen eigentlich erwiesen.

Mehr der Vollständigkeit halber und um zu zeigen, daß wir doch wirklich weiterkommen, wurden die Kuckuckschen Gedanken und Experimente hier erwähnt. Das letzte Wort ist darüber freilich noch lange nicht gesprochen, denn so schnell

„läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben“.

Wir stehen ja erst im Anfange der Erforschung des Lebenden, und wenn wir's schon jetzt „so herrlich weit gebracht“, dann haben wir wenigstens die Hoffnung, daß es nun vorangehen wird und wir hoffen dürfen, bald noch mehr aus der Rätselkammer des Lebens zu erfahren.

Der Flug zu den Sternen und die Bewohner anderer Welten

Die Sehnsucht nach den reinen Höhen des Äthers, wo Licht und Freiheit herrscht, die Sehnsucht nach den Sternen, der vielfach auch die Hoffnung auf Brüder jenseits der irdischen Sphären zugrunde lag, ist ein alter Zug der menschlichen Phantasie, der seit Jahrtausenden in Liedern und Sagen beredten Ausdruck gefunden hat. Ob diese Brüder körperlich oder des schweren Körperhaften entkleidet waren, darauf kam es nicht so sehr an. Ja die klaren Lichter und die aus der Höhe strömende Fülle der Helligkeit reizte die Menschen zu glauben, daß dort oben auch das lichtere Geschlecht wohnen müsse, nach dem ihr Sehnen um so mehr ging, als es unerreichbar schien. Die Sonnenfahrt des Phaeton, der Flug des Ikarus sind die Ausdrücke solches dichterischen Glaubens der Antike. Kepler, dessen „Somnium“ uns noch beschäftigen wird, erzählt z. B.: „Damals bin ich auf zwei in griechischer Sprache geschriebne Bücher der

‚wahren Geschichten des Lucian‘ gestoßen, die ich mir auswählte, um diese Sprache zu erlernen, angeregt durch die ansprechende Erzählung, die doch auch etwas über die Natur des Weltalls brachte. Er schiffte über die Säulen des Herkules hinaus in den Ozean und wird von einer Windhose ergriffen, die ihn zuletzt mitsamt seinem Schiffe bis hinauf zum Monde führt. Dies waren für mich die ersten Fußtapfen des in späterer Zeit betretenen Weges nach dem Monde. In den ‚wahren Geschichten‘ wird weiter erzählt, daß die Schiffer, nachdem sie auf jener kugelförmigen, hell erleuchteten Insel gelandet waren, von wo sie tief unter sich die Erde mit ihren Städten, Flüssen und Gebirgen sahen, von den Hippogryphen, Männern, die auf dreiköpfigen Geiern ritten, angehalten und vor Endymion, den König, geführt wurden, von dem sie erfuhren, daß sie sich auf dem Monde befänden.“ Auch Ariostos romantisches Epos „Der rasende Roland“ gehört in die Reihe dieser Literatur.

Darin erdichtet Ariost ein Tal auf dem Monde, wo wir nach unserm Tode die Ideen und Bilder aller Dinge, die uns auf der Erde umgeben, wiederfinden können. Und der vielseitige Cyrano de Bergerac hat sich abgemüht, Mittel für die Reise durch den Weltraum zu erfinden und die Sonne und den Mond zu bevölkern. Nach Ludwig Günthers kurzen Ausführungen in dem von ihm herausgegebenen Traum Keplers ist Bergeracs Reise in den Mond dadurch besonders merkwürdig, als dabei die Prinzipien der Luftschiffahrt vorausgesetzt werden. „In Cyranos Geschichte, die wir zweifellos satirisch auffassen müssen, ist die treibende Kraft für die Beförderung auf den Mond eine Anzahl mit Morgentau gefüllter Phiolen, die, von der Wärme der Sonnenstrahlen angezogen, den Luftschiffer mit rasender Schnelligkeit an das Ziel seiner Sehnsucht bringt.“ (Es ist mir selbst hier in Berlin unmöglich, die Bücher zu bekommen, so daß ich sie nicht selber lesen konnte, weshalb ich mich auf Günther stützen muß.) Und „der Pater Athanasius Kircher besuchte als Seele, von einem Engel geführt, die Gestirne und beschreibt in seiner ‚Ekstatischen Reise‘ mit ungezügelter Phantasie ebenso kühne wie abgeschmackte Resultate“. Selbst der große Forscher Christian Hüngens hat ein Buch über die Bewohnbarkeit anderer

Welten geschrieben: „Weltbeschauer oder vernünftige Mutmaßungen“ usw., das ich ebenfalls deutsch hier nicht aufreiben kann. Nach Humboldt stellen auch die von Hungen mitgeteilten Dinge nur Träume und Phantasien eines großen Mannes über die Pflanzen- und Tierwelt und die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechts dar.

Übrigens finden wir auch bei Voltaire in „Épître à Uranie“ eine himmlische Reise mittels Kometen, und komisch und albern muten uns die Ausführungen Godwins in seinem „Mann im Monde“ an, wo Dominik Gonjales von abgerichteten Gänsen in 12 Tagen zum Monde hinübergetragen wird.

Camille Flammarion hat sich in mehreren Büchern mit der Bewohnbarkeit beschäftigt. Einmal in seiner „Urania“, sodann aber in einem Buche „La pluralité des mondes habités“. Die „Urania“ ist eine fesselnde Schilderung der Lebensformen auf anderen Welten. Die ihm im Traum erscheinende verklärte Urania trägt ihn durch den Weltraum an den Planeten vorbei bis in neue Welten. Die Bewohnbarkeit der Weltkörper wird mit einem geheimnisvollen Schleier umwoben, und schließlich endet er ganz in mythischen Erzählungen und Schwärmereien über das Fortleben der Wesen nach ihrem irdischen Tode. Es ist überhaupt bedauerlich, daß ein Mann von so reichem Wissen so sehr dem Mystizismus verfallen war. Auch seine „Mehrheit bewohnter Welten“ zeugt davon. Dieses Buch bringt viel wissenwertes Material mit vielem Geist zu dieser Frage zusammen; aber was nützt es, wenn Flammarion das Ganze dadurch wissenschaftlich entwertet, daß er den lieben Gott eingreifen läßt und alles, was sich sonst nicht restlos klärt, auf sein Konto schiebt? Man muß immer für reinliche Scheidung sein, entweder schreibt man ein religiöses Buch oder ein rein wissenschaftliches. Aber die Mischung von beiden ist das verwirrendste und das, was dem breiten Publikum am gefährlichsten wird. So schätzenswert das letztgenannte Buch des berühmten französischen Popularastronomen daher in vielen Teilen auch ist, kann ich es aus diesen Gründen keineswegs empfehlen.

Entgegneten muß man Flammarion vollends, wenn er aus seinen vorbereitenden Ausführungen den Schluß ziehen zu können

vermeinte, „daß die Bewohnbarkeit der Planeten die notwendige Ergänzung des Bestehens derselben ist und daß von den Beschaffenheiten der Planetenkörper und Lebensbedingungen keine dem Hervortreten des Lebens selbst auf jeder dieser Welten ein Hindernis bereiten kann.“ Wenn er, wie er das will, diese Erkenntnis auf die Gesamtheit der Gestirne anwenden will, die als Sonnen des Weltalls leuchten, so muß er sich im Dunstnebel des Allerunbestimmtesten verlieren, so daß die Frage nach dem Bewohntsein und den Bewohnern andrer Welten völlig ihren Sinn verliert. Schon Hengens hatte das klar erkannt, und Flammarion nennt das leere Vermutungen.

Das Falsche seiner Behauptungen wird sofort klar, wenn man auch nur die eine Behauptung betrachtet, daß der Mangel einer Atmosphäre und damit zugleich der Flüssigkeiten der Oberfläche nicht notwendig die Unmöglichkeit des Lebens zur Folge hat. In unbegreiflicher Verftiegenheit fragte Flammarion: Wie töricht zeigen sich diejenigen Forscher unserer Zeit, die die Schöpferkraft in diese engen Grenzen einzwängen wollen, in die das menschliche Wesen selbst sich nicht für immer einengen möchte. Es ist natürlich kein Wunder, daß er unter solchen Umständen zu der Überzeugung gelangt, daß die Erde vor andern Planeten keinen Vorrang hat und daß die andern Planeten bewohnbar seien wie sie.

Wogegen aber besonders aufgetreten werden muß, ist die metaphysische und teleologische Denkrichtung, die ihn natürlich sofort in Konflikt kommen läßt mit Laplace. Er sagt: „Ungeachtet der Behauptung, daß Gott bei der Aufstellung des Weltsystems eine unnütze Hypothese sei“, müsse man doch diesen Gott annehmen; wir hörten seine Stimme in allen Harmonien der Natur: „unser Denken fordert einen ersten Grund und einen letzten Zweck für alle erschaffenen Dinge“.

„Man darf wohl behaupten,“ sagt Flammarion weiter, „daß jeder, der ernstlich beabsichtigt, die Menschheit eines andern Planeten zu bezeichnen, ihre Existenzbedingungen aufzuzählen, ihren physischen, intellektuellen und moralischen Zustand darzustellen, ihre Natur und Daseinsform zu erklären, daß jeder, der solchen Anspruch erhebt,

sich im eitelsten Irrtum befindet. So bestimmt wir auch mit der Gewißheit der unerschütterlichen Überzeugung die Mehrheit der bewohnten Welten verkünden, so entschieden weisen wir die Unterstellung zurück, als wollten wir auf denselben den Erdenmenschen wiederfinden. Und wir behaupten, daß es bei dem gegenwärtigen Stande unsers Wissens unmöglich ist, diese Frage zu endgültiger Entscheidung zu bringen.“ Flammarion dürfte in schwere Bedrängnis geraten, sollte er bei solcher Denkweise die Kriterien für lebende Wesen auf andern Weltkörpern angeben.

Keplers „Traum vom Monde“

Von den zahlreichen Werken Keplers hat eins ein besonders merkwürdiges Schicksal gehabt, sein nachgelassenes „Somnium“. Kepler ist bekanntlich als Gläubiger des Kaisers Ferdinand II. und Wallensteins gestorben. Er hatte die Reise nach Regensburg zurückgelegt, um vor versammeltem Reichstage seine Forderungen und Rechte geltend zu machen. Die anstrengende Reise warf ihn aber auf das Krankenlager, und ein Fieber raffte den schwergeprüften Mann, aller Hoffnungen beraubt, dahin. Bei seinem Tode befand sich ein Werk im Druck, wohl die merkwürdigste Schrift aus der Reformationszeit der Sternkunde, betitelt: „Traum, oder die Astronomie des Mondes“, deren Fertigstellung Keplers Schwiegerjohn, Professor Bartsch, übernahm. Dieser starb jedoch noch vor Vollendung an der Pest, und nun erachtete es Keplers Sohn Ludwig als seine Ehrenpflicht, den Ruhm des großen Vaters „der Nachwelt unverkürzt zu überliefern“. Die mittellofen Erben trugen die Kosten des Drucks. Die kriegerische, traurige Zeit war aber dem Werk sehr ungünstig, und es blieb fast unbekannt. Auch in der Folge blieb es so gut wie verschollen. 1898 besorgte Ludwig Günther eine Übersetzung des lateinischen Buches ins Deutsche; sie trägt als Motto die Goetheschen Worte:

— es ist ein groß Ergehen,
sich in den Geist der Zeiten zu versetzen,
zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht!

Das ganze Werk zerfällt in drei Abschnitte, den eigentlichen Traum, den Kepler fingiert, um auf den von ihm gewünschten Standpunkt Linke, Verwandtschaft der Welten

zu gelangen, die bildliche Darstellung zur Verherrlichung der Astronomie des Kopernikus und die eigentliche Mondastronomie einschließlich der Mondbeschreibung im Anhang in Form eines Briefes an den gelehrten Jesuiten Paulus Guldin. Seinen Traum kleidet Kepler in ein mythisches Dunkel; auch die Wahl der Namen und der Zahlen, die meist eine tiefere Bedeutung und symbolischen Sinn haben, deutet darauf hin. Kepler liest im Traum in einem auf der Messe erworbenen alten Buch die Erzählung eines Mannes Duracoto aus Island, der mit seiner alten Mutter einen Dämon aus „Levania“ beschworen hat. Dieser Dämon gibt ihnen Kunde von einer „fünfzigtausend deutsche Meilen weit im Äther“ liegenden „Insel Levania“ (der Mond), wohin der Weg von der Erde und zurück nur sehr selten offen stehe. Der Vollzug der Reise selbst legt ein Zeugnis ab von dem glänzenden Geiste Keplers. Uns sind ja mit der Zeit eine ganze Reihe Mondreisen in mehr oder weniger phantastischen und ungeheuerlichen Arten bekannt geworden, keine aber von allen ist so genial geschaut wie die von Kepler. Keplers blühende Phantasie zeigt sich hier in glänzendstem Lichte. In feinsten, nicht einmal verletzender Weise parodiert Kepler den herrschenden Aberglauben seiner Zeitgenossen, der sich an Sonnen- und Mondfinsternisse knüpfte und „gewinnt so eine Gelegenheit zur Mondfahrt, wie sie glücklicher nicht gedacht werden kann. Aus dem Schatten der Erde und des Mondes erbaut er sich den Weg durch die Unendlichkeit, der selbst für den Dämon nur selten und nur unter genauer Beobachtung der Zeitumstände und nicht ohne Gefahr zu betreten ist“ (Günther). In der Darstellung folgen wir Kepler nach der Erzählung des Dämons aus Levania.

„Fünfzigtausend deutsche Meilen weit im Äther liegt die Insel Levania. Der Weg zu ihr von der Erde und zurück steht sehr selten offen. Unserm Geschlecht ist er zwar dann leicht zugänglich, allein für den Erdgeborenen, der die Reise machen wollte, sehr schwierig und mit höchster Lebensgefahr verbunden. Keinen von sitzender Lebensart, keinen Wohlbeleibten, keinen Wollüstling nehmen wir zu Begleitern, sondern wir wählen solche, die ihr Leben im eifrigen Gebrauch der Jagdpferde verbringen oder die häufig zu Schiff In-

dien besuchen und gewohnt sind, ihren Unterhalt mit Zwieback, Knoblauch, gedörrten Fischen und andern von Schlemmern verabscheuten Speisen zu fristen. Besonders geeignet für uns sind ausgemergelte alte Weiber, die sich von jeher darauf verstanden, nächtlicherweile auf Böcken, Gabeln und schäbigen Mänteln reitend, unendliche Räume auf der Erde zu durchheilen. Aus Deutschland sind keine Männer geeignet, aber die dünnen Leiber der Spanier weisen wir nicht zurück.

Der ganze Weg, so lang er ist, wird in einer Zeit von höchstens vier Stunden zurückgelegt. Uns Vielbeschäftigten steht die Zeit zum Antritt der Reise nicht frei, wir erfahren davon erst, wenn der Mond in seinem östlichen Teile sich zu verfinstern beginnt. Bevor er wieder in vollem Lichte strahlt, müssen wir die Fahrt beendet haben, wenn nicht ihr Zweck vereitelt werden soll. Da also die Abreise so plötzlich eintritt, können wir auch nur wenige aus Euerm Geschlechte mitnehmen, und zwar nur die, die uns besonders ergeben sind. Scharenweise stürzen wir uns auf den Auserwählten, unterstützen ihn alle und heben ihn schnell empor. Diese Anfangsbewegung ist für ihn die schlimmste, denn er wird gerade so emporgeschleudert, als wenn er durch die Kraft des Pulvers gesprengt über Berge und Meere dahinflöge. Deshalb muß er zuvor durch Opiate betäubt und seine Glieder sorgfältig verwahrt werden, damit sie ihm nicht vom Leibe gerissen, vielmehr die Gewalt des Rückschlages in den einzelnen Körperteilen verteilt bleibt. Sodann treffen ihn neue Schwierigkeiten: ungeheure Kälte sowie Atemnot; gegen jene schützt uns unsre angeborene Kraft, gegen diese ein vor Nase und Mund gehaltener feuchter Schwamm. Wenn der erste Teil des Weges zurückgelegt ist, wird uns die Reise leichter, dann geben wir unsre Begleiter frei und überlassen sie sich selbst: wie die Spinnen strecken und ballen sie sich zusammen und schaffen sich durch ihre eigene Kraft vorwärts, so daß schließlich ihre Körpermasse sich von selbst dem gesteckten Ziel zuwendet. Aber infolge der bei der Annäherung an unser Ziel stets zunehmenden Anziehung würden sie durch zu harten Anprall an den Mond Schaden leiden, deshalb eilen wir voran und behüten sie vor dieser Gefahr. Gewöhnlich klagen die

Menschen, wenn sie aus dieser Betäubung erwachen, über große Mattigkeit in allen Gliedern, von der sie sich erst ganz allmählich wieder erholen können, so daß sie imstande sind, zu gehen.

Außer diesen begegnen ihnen noch viele andre Gefahren, deren Aufzählung indessen zu weit führen würde. Uns Geister trifft nichts Schlimmes. Wir bewohnen die Finsternisse der Erde, so lang sie sind; sobald solche Levania berühren, sind wir sogleich bei der Hand, um, gleichsam wie aus einem Schiffe, ans Land zu steigen, und dort ziehen wir uns schleunigst in Höhlen und finstre Örter zurück, damit nicht die Sonne, die bald darauf mit voller Glut wieder hervorbricht, uns aus unserm erwünschten Versteck heraustreibt und zwingt, dem weichenden Schatten zu folgen. Dort haben wir nach Wunsch Ruhe vor dieser Gefahr. Die Rückkehr steht uns nur dann frei, wenn die Menschen auf der Erde die Sonne verfinstert sehen. Dann warten wir, zu Scharen vereint, im Schatten des Mondes, bis, wie es häufig geschieht, dieser mit seiner Spitze die Erde trifft, und stürzen uns mit demselben wieder unter ihre Bewohner. Daher erklärt es sich, daß diese die Sonnenfinsternisse so sehr fürchten.“

Die Beschreibung dieser Reise und die nachfolgende Mondastronomie, in der die astronomischen Verhältnisse des Mondes der Betrachtung unterzogen werden, beweisen, wie weit Kepler die Tatsachen mit seinem scharfen Geiste durchdrungen hatte. Auch für den Laien hat es einen außerordentlichen Reiz, sich die interessanten Erscheinungen zu vergegenwärtigen, die die eigenartige astronomische Stellung des Mondes im Weltall im Gefolge hat. All das bespricht Kepler in der interessantesten und belehrendsten Weise. Der Mond kehrt bekanntlich bei seinem Umlauf um die Erde dieser immer dieselbe Seite zu, so daß wir nur eine seiner Halbkugeln kennen. Und der eigentliche Wechsel von Tag und Nacht, die ja je etwa 14 Tage dauern, zumal in Verbindung mit den verschiedenartigen Erscheinungen auf den beiden Mondhalbkugeln, schafft auf dem Monde Verhältnisse, die einer nähern Betrachtung wohl wert sind, weil sie von denen auf der Erde so gänzlich verschieden sind. Es gibt für jemanden, der sich mit den räumlichen Verhältnissen im

Planetenstern genau bekannt machen will, kaum ein dankbareres und zugleich interessanteres Objekt als den Mond.

Nachdem Kepler die eigentliche Astronomie des Mondes beendet hat, gibt er zum Schluß durch den Mund des Dämons noch in kurzen Umrissen eine Beschreibung der Oberfläche des Mondes und der auf ihm befindlichen Vegetation und Bewohner. Hier begegnen wir zuerst Anschauungen, die unzutreffend sind, die aber in den damals ungenügend bekannten Tatsachen ihren Grund haben. Zu Keplers Zeit war allgemein die Ansicht verbreitet, daß auf dem Monde Wasser und Luft vorhanden seien. Erst die Forschungen der letzten Jahrzehnte haben erwiesen, daß das nicht der Fall ist. Der Glaube an das Vorhandensein von Wasser und Luft ist aber so ziemlich der einzige Irrtum gewesen, den Kepler mit ins Grab genommen. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes kann man Keplers Darstellung der lebenden Natur auf dem Monde nicht phantastisch und unastronomisch nennen, man dürfte sie höchstens grotesk heißen. Warum sollte Kepler nicht annehmen, daß eine Welt, die bei der damals ungenügenden Tatsachenkenntnis der unsrigen so verwandt schien, auch bewohnt sei?

Die am Mondhimmel stehende Erde nennt Kepler die „Volva“. Danach unterscheidet er für Levania zwei unveränderliche Halbkugeln, eine der Erde zugewandte, die „subvolvane“, und eine der Erde abgewandte „privolvane“. Die erste sieht fortwährend ihre „Volva“, die andre aber ist für ewig ihres Anblicks beraubt. Und der Kreis, der diese beiden Hemisphären teilt, geht nach Art unsrer Kolor der Solstitien, das ist der Kreis am Himmel, der durch den Punkt des höchsten Sonnenstandes und des niedrigsten gedacht wird, durch die Pole der Welt, d. h. des Äquators, und wird Divisor genannt. „Trotzdem die Nacht der Subvolvaner 14 von unsern Tagen und Nächten dauert, erleuchtet doch die Volva die Länder und schützt sie vor Kälte, denn eine solche Masse, ein solcher Glanz kann unmöglich nicht wärmen. Obwohl der Tag bei den Subvolvanern 15 bis 16 unsrer Tage und Nächte lang ist und während dieser Zeit die lästige Gegenwart der Sonne hat, ist doch die Sonne, weil kleiner, in der Wirkung nicht so gefährlich, und

die vereinigten Lichtquellen locken alle Gewässer nach jener Halbkugel hin, überschwemmen die Ländermassen, so daß kaum noch etwas von ihnen hervorragt, während die uns abgekehrte Hälfte von Dürre und Kälte geplagt wird, weil ihr alles Wasser entzogen ist. Wenn sich aber bei den Subvolvanern die Nacht hernieder senkt, bei den Privolvanern der Tag anbricht, so teilen sich auch die Gewässer, weil die Halbkugeln sich in die Lichtquellen teilen, und bei den Subvolvanern werden die Felder frei von Wasser, bei den Privolvanern aber kommt die Nässe zum geringen Troste der Hitze zu Hilfe.

Obgleich nun ganz Levania nur ungefähr 1400 deutsche Meilen im Umfang hat, d. h. nur den vierten Teil unsrer Erde, so hat es doch sehr hohe Berge, sehr tiefe und steile Täler und steht so unsrer Erde sehr viel in bezug auf Rundung nach. Stellenweise ist es ganz porös und von Höhlen und Löchern allenthalben gleichsam durchbohrt, hauptsächlich bei den Privolvanern, und dies ist für diese auch zumeist ein Hilfsmittel, sich gegen Hitze und Kälte zu schützen.

Was die Erde hervorbringt oder was darauf einherschreitet, ist ungeheuer groß. Das Wachstum geht sehr schnell vor sich; alles hat nur ein kurzes Leben, weil es sich zu einer so ungeheuern Körpermasse entwickelt. Bei den Privolvanern gibt es keinen sichern und festen Wohnsitz, Scharenweise durchqueren die Mondgeschöpfe während eines einzigen ihrer Tage die ganze Welt, indem sie teils zu Fuß, mit Beinen ausgerüstet, die länger sind als die unsrer Kamele, teils mit Flügeln, teils zu Schiff den zurückweichenden Wassern folgen oder, wenn ein Aufenthalt von mehreren Tagen nötig ist, sich in Höhlen verkriechen, wie es jedem von Natur gegeben ist.

Die meisten sind Taucher, alle sind von Natur sehr langsam atmende Geschöpfe, können also ihr Leben tief am Grunde des Wassers zubringen, wobei sie der Natur durch die Kunst zu Hilfe kommen. Denn in jenen sehr tiefen Stellen der Gewässer soll ewige Kälte herrschen, während die oberen Schichten von der Sonne durchglüht werden. Was dann an der Oberfläche hängen bleibt, wird mittags von der Sonne ausgefiedet und dient den herankommenden Scharen der Wandertiere als Nahrung. Im allgemeinen kommt die Subvol-

vane Halbkugel unsern Dörfern, Städten und Gärten, dagegen die privolvane unsern Feldern, Wäldern und Wüsten gleich.

Diejenigen, denen das Atmen mehr Bedürfnis ist, führen heißes Wasser in einem engen Kanal nach ihren Höhlen, damit es durch den langen Weg bis ins Innerste ihres Schlupfwinkels allmählich abkühle. Dorthin ziehen sie sich während des größern Theils des Tages zurück und benutzen jenes Wasser zum Trinken, wenn aber der Abend herankommt, gehen sie auf Beute aus.

Bei den Baumstämmen macht die Rinde, bei den Tieren das Fell oder was sonst dessen Stelle vertritt, den größten Teil der Körpermasse aus, es ist schwammig und porös, und wenn eins der Geschöpfe von der Tageshize überrascht worden ist, so wird die Haut an der Außenseite hart und angefengt und fällt, wenn der Abend kommt, ab.

Alles, was der Boden hervorbringt — auf den Höhen der Berge naturgemäß sehr wenig —, entsteht und vergeht an einem und demselben Tage, indem täglich Frisches nachwächst.

Die schlangenartige Gestalt herrscht im allgemeinen vor. Wunderbarerweise legen sich die Mondgeschöpfe mittags in die Sonne, gleichsam zu ihrem Vergnügen, aber nur ganz in der Nähe ihrer Höhlen, damit sie sich schnell und sicher zurückziehen können. Einige sterben während der Tageshize ab, aber während der Nacht leben sie wieder auf, umgekehrt wie bei uns die Fliegen. Weit und breit zerstreut liegen Massen von der Gestalt der Tannenzapfen umher, deren Schuppen tagsüber angefengt werden, des Abends aber sich gleichsam auseinander tun und Lebewesen hervorbringen. Das Hauptschutzmittel gegen die Hize sind auf der uns zugekehrten Hälfte die fortwährenden Wolken und Regengüsse, die sich bisweilen über die ganze Halbkugel erstrecken.“

Wir wissen, daß auf dem Monde von menschlichen Wesen, was wir darunter verstehen, überhaupt von lebenden Organismen, die denen unsrer Erde auch nur im entferntesten ähnlich sehen, nicht die Rede sein kann. Kepler gibt seinen Mondbewohnern die geistigen Qualitäten der Erdbewohner, die körperlichen Organe aber erörtert er im mystischen Gewande der Phantasie. Und darin

tut er klug. Denn warum sollte auf dem Monde nicht eine ganz andre Art von Leben vorhanden sein? Die Natur mit ihrem im wahrsten Sinne des Wortes unendlichen Formenreichtum hat es wahrhaftig nicht nötig, sich überall plump zu kopieren, selbst wo sie in der endlosen Mannigfaltigkeit systematische Einheitlichkeit und Prinzipientreue bewahrt.

Was sonst dazu zu sagen ist, ergibt sich aus den Darlegungen der früheren Kapitel; sie gestatten, an die Ausführungen Keplers den kritischen Maßstab anzulegen.

Die Bearbeitung Günthers ist sehr sorgfältig. Sie arbeitet die Noten Keplers in übersichtlicher Weise zusammen und gibt dazu Erläuterungen und Ergänzungen, wie sie dem modernen Stande der Forschung entsprechen.

Um kein Mißverständnis aufkommen zu lassen: Keplers Buch kann nicht „literarisch“ aufgefaßt werden, sondern ist ein wissenschaftliches Werk, in dem sich der Verfasser von den wissenschaftlichen Vorstellungen über das Thema für jene Zeit Rechenschaft zu geben versucht.

Bernard de Fontenelles „Dialogen über die Mehrheit der Welten“

Zu Ende des 18. und im 19. Jahrhundert spielten bei den Diskussionen über die Fragen der Bewohnbarkeit Bernard de Fontenelles galante Dialogen über die Mehrheit der Welten eine Rolle. Sie wurden so geschätzt, daß sie mehrere Auflagen erzielten und sogar von dem astronomischen Mitgliede der Berliner Akademie der Wissenschaften Johann Elert Bode herausgegeben wurden. In Form einer leichten Unterhaltung mit einer Marquise berührten sie alle damals aktuellen Fragen des Themas, so daß die Unterhaltung zugleich eine allgemein verständliche Himmelskunde darstellt. Diesem Zwecke sollten vornehmlich die zahlreichen Bemerkungen Bodes und die Figuren dienen, die auf Tafeln beigegeben sind. — Der heutige Geschmack dürfte für solche Unterhaltungen mit Recht wesentlich anspruchsvoller sein, indem man verlangt, daß das Ganze entweder wirklich unterhaltsam und mit größerem Aufwand an literarischer Ausgestaltung durchgeführt oder rein sachlich dargestellt wird. Beides ist für unsern Geschmack in Fontenelles Buch nicht der Fall.

Zu seinen Schlüssen selbst. „Wahrscheinlich nimmt der Unterschied“ der Bewohner „mit dem weitem Abstände (der Weltkörper von der Erde) zu, und derjenige, der einen Bewohner des Mondes und einen der Erde beisammen sähe, würde bald finden, daß es Bewohner von Welten sein müßten, die einander näher wären als die Erde dem Saturn.“ Er schließt das aus den Verhältnissen auf der Erde. „Alle Menschengesichter haben wohl überhaupt eine allgemeine Form; allein die Gesichter zweier großer Nationen, als der Europäer, wenn Sie so wollen, und der Afrikaner oder Tataren, scheinen doch nach zwei besonderen Modellen gemacht zu sein, ja man könnte sogar Modelle von Familienphysiognomien entdecken. Was für eines geheimen Kunststücks muß sich die Natur bedient haben, ein so einförmiges Ding wie ein Menschengesicht auf eine so mannigfache Art abzuändern? Wir sind im großen Weltgebäude nur als eine kleine Familie zu betrachten, deren Gesichter sich einander ähnlichen, in einem andern Planeten wohnt eine andre Familie, deren Gesichtsbildungen einen ganz andern Schnitt haben.“ Ja über eine Vielzahl von Sinnen spricht Fontenelle, und weiter: „Unsre Wissenschaften haben gewisse Grenzen, die der menschliche Verstand nie hat überschreiten können; es gibt einen Punkt, wo er uns auf einmal verläßt; das übrige ist den Bewohnern andrer Welten aufbehalten, woselbst etwas, das wir wissen, wiederum unbekannt ist. — Mit einem Worte, was die Natur im kleinen unter uns Menschen bei Austeilung der Glücksgüter und Geistesfähigkeiten tut, das wird sie ohne allen Zweifel auch im Großen unter den Welten getan und nicht vergessen haben, sich ihrer bewundernswürdigen Kunst zu bedienen, alle Dinge abzuändern, und sie doch zugleich durch wechselseitige Entschädigungen wieder einander gleichzumachen.“

Von den einzelnen Planeten bespricht Fontenelle zuerst den Mond, den er bewohnt annimmt. Zwar seien dort keine Wolken, also auch kein offenes Wasser vorhanden, aber Tau und Pfügen, die wir unter den Schattengestalten nur nicht sähen. Zwar bestche der Mond aus hartem Gestein, aber er müsse notwendig aus verschiedenen Stoffen bestehen, so daß zwischen ihnen doch Dünste aufsteigen müßten, die unter Mithilfe der Sonnenstrahlen Veränderungen bewirken, die

jenen Tau hervorbringen, von dem eben die Rede war. Fontenelle neigt deshalb dazu, das Bewohntsein des Mondes anzunehmen. Ja, er macht sich sogar Vorstellungen über das Aussehen der Bewohner. „Wie sich die Gestalt (der Menschen) von hier bis nach Schina (China) verändert hat; andre Gesichter, andre Formen, andre Sitten und fast ganz andre Räsonnements. Von hier bis zum Monde muß die Veränderung noch viel beträchtlicher sein. Kommt man in die neuentdeckten Länder, so sollte man kaum glauben, daß die Einwohner, die man dort antrifft, Menschen sind. Sie scheinen Tiere in menschlicher Gestalt; und auch diese ist zuweilen noch ziemlich unvollkommen. Im übrigen findet sich an ihnen fast nicht die mindeste Spur von menschlicher Vernunft. Wer bis zum Monde fortreisen könnte, würde sicherlich nichts weniger als Menschen dort antreffen.“ — „Die Alten waren völlig überzeugt, daß der heiße und kalte Erdgürtel, wegen der übermäßigen Hitze und Kälte, nicht bewohnbar sei, und zur Zeit der Römer erstreckte sich die allgemeine Erdkarte nicht weiter als die Karte ihrer Besitzungen. Was auf der einen Seite ihre Größe bezeichnete, verriet auf der andern ihre starke Unwissenheit. Gleichwohl fanden sich doch Menschen, sowohl in den heißesten wie in den kältesten Ländern. Schon eine Vergrößerung der Welt! Nachher glaubte man, daß das Weltmeer die ganze Erde bedeckte, ausgenommen den damals bekannten Teil; daß es keine Gegenfüßler gäbe, weil man nie etwas davon gehört. Und wie wäre es auch möglich, dachte man, daß sie die Füße nach oben und den Kopf zu unterst hätten? Nach diesen triftigen Vernunftschlüssen entdeckte man dennoch die Gegenfüßler. Abermals eine neue Landkartenverbesserung! Abermals eine neue Hälfte der Erdkugel! . . .“

Beim Übergang auf die andern Planeten macht Fontenelle allgemeine Schlüsse, indem er sagt: „Wir sehen, daß alle Planeten von einerlei Natur sind; insgesamt dunkle Körper, die ihr Licht bloß von der Sonne erhalten, und es dann einander zuwerfen; die nur einerlei Bewegungen haben; bis dahin sind sie also einander vollkommen gleich. Und dessen ungeachtet sollte man sich diese großen Körper erschaffen denken, um unbewohnt zu sein? Dies mache

ihren natürlichen Endzweck aus, und einzig und allein gerade zugunsten der Erde wäre eine Ausnahme zu machen? — Denn glauben Sie ja nicht, daß wir alles gewahr werden können, was auf unserm Erdboden wohnt, es gibt so viele Arten von unsichtbaren Tieren, als von sichtbaren. Wir sehen sie vom Elefanten bis zur Milbe, und hier endet sich unser Gesicht; allein bei der Milbe fängt eine unzählige Menge Tiere an, deren Elefant die Milbe ist, und die unsere Augen ohne Unterstützung nicht sehen können. Man hat durch die Vergrößerungsgläser sehr kleine Tropfen von Regenwasser, Weinessig und andern Flüssigkeiten, ganz voller kleinen Fische und Schlängchen entdeckt, deren Wohnung daselbst man nie gemuthaßt haben würde, und einige Naturforscher stellen sich vor, der Geschmack dieser Materien rühre von dem Stiche dieser Geschöpfchen auf der Zunge her . . . Ein Baumblatt ist eine kleine Welt, von unsichtbaren Würmern bewohnt, denen es von einem unermesslichen Umfange scheint, die auf demselben Berge und Abgründe wahrnehmen; und von einer Seite des Blattes bis zur andern ist nicht mehr Gemeinschaft mit den daselbst lebenden Würmern als zwischen uns und unsern Gegenfüßlern. Wieviel mehr, dünkt mich, wird nicht ein großer Planet eine bewohnte Weltkugel sein? . . . alles ist lebendig, alles beseelt!"

Auch die Venus hält Fontenelle für bewohnt. Er gibt zwar für diese Auffassung keine Gründe an, aber er meint, die Bewohner müßten wegen der Nähe zur Sonne sehr lebhaft sein. Noch merkwürdiger sind Fontenelles Ausführungen über Merkur und seine Bewohner, von dem er erzählt: „Wegen allzu großer Lebhaftigkeit muß es mit ihrem Kopfe nicht allzu richtig stehen. Ich glaube, daß sie kein Gedächtnis haben, wie die meisten Neger; daß sie nie etwas mit Überlegung tun, sondern alles bloß ins Gelag hinein, und wie sie Anwendungen bekommen, und daß überhaupt im Merkur das Narrenspital des Weltalls ist.“ Wozu schon Bode anmerkt, daß er das höchst sonderbar fände, da die übermäßige Hitze den Geist eher schläfrig und träge als lebhaft mache. „Die Hitze ist bei ihnen stets so unmäßig, daß sie bei der unsrigen mitten in Afrika erfrieren würden. Wahrscheinlich würden davon unser Eisen, Silber

und Gold schmelzen, und man müßte diese Metalle dort allezeit im Flusse sehn, so wie bei uns das Wasser, wie wohl sich dies auch zuweilen als ein sehr fester Körper zeigt. Die Bewohner des Merkurs lassen es sich gar nicht einfallen, daß in einer andern Welt jene Flüssigkeiten, die vielleicht ihre Ströme ausmachen, die allerhärtesten Körper sind, die man kennt.“ Er sagt dann weiter, daß die Bewohner Merkurs wahrscheinlich „gebraten“ seien! Aber er nimmt sie als existierend an, denn „soviel ist sicher, daß die Natur nirgends lebendige Geschöpfe hinsetzen wird, wo sie nicht leben können, und daß die Gewohnheit mit der Unbewußtheit von etwas Besserm verbunden, zu einem angenehmen Leben für sie hinreichend ist.“

Die Sonne ist nach Fontenelle unbewohnt, und auch der Mars, obwohl sein Tag ebenso sei wie unser, jedoch eins seiner Jahre gleich zwei unsern; aber der Planet sei klein und biete gar nichts Merkwürdiges, so daß es sich nicht verlohne, sich lange bei ihm aufzuhalten. Über die Bewohnbarkeit wird rein gar nichts gesagt! So wandeln sich die Wertungen!

Den Jupiter muß Fontenelle wohl für bewohnt halten, denn er spricht von dortigen Sternguckern. Ebenso sollen die Monde dieses Planeten von lebenden Wesen bevölkert sein, die aber alle nicht an die Bewohnbarkeit von Merkur, Venus und Erde glauben. Die teleologische (zieltreibende) Denkweise seiner Zeit verleugnet Fontenelle an keiner Stelle seines Buchs, z. B. auch nicht bei der Erörterung der Saturnverhältnisse. Der Ring dieses Planeten ist ihm als Entschädigung für seine große Entfernung von der Sonne zur Erleuchtung seiner Nächte gegeben, der deshalb auch fast gänzlich außerhalb des Schattens des Planeten stehe. Auch die ganze „Austeilung“ der Monde werde von keinem Zufall beherrscht, sondern überall zeige sich eine ungemeine Ordnung. Deshalb hätten auch Merkur und Venus keine Monde, die Erde nur einen, und wenn der Mars keinen habe (nach der damaligen Kenntnis), so werde dieser Mangel durch andere Lichtquellen ersetzt, als welche er phosphoreszierende Berge und Vögel bezeichnet. Auf diese originelle Idee verfällt er aus den Nachrichten über nächtlich leuchtende Vögel, die es in Amerika geben soll. Bemerkenswerterweise besetzt Fontenelle

den Saturnsring nicht mit Bewohnern, während Saturn selbst und seine Monde trotz der dort herrschenden fabelhaften Kälte bevölkert sind. Aber diese Bewohner seien fürchtbar phlegmatisch, wenn auch sehr weise, im Gegensatz zu denen Merkurs.

Die Ausführungen Fontenelles sind meist sehr unbefriedigend, denn Gründe, warum dieser oder jener Planet bewohnt sei, andere nicht, gibt er meist nicht an; alles das erscheint uns überaus wahllos und willkürlich. Man muß sich deshalb wundern, warum gerade dieser Autor zu seiner Zeit und noch eine ganze Weile nachher solche Beachtung gefunden hat, um so mehr, als seine Ausführungen durchaus nicht sonderlich interessant geschrieben sind.

Richtige Anschauungen hat der Autor über die Fixsterne, wenn er auch über die Milchstraße sehr merkwürdige Vorstellungen entwickelt. Er hält die dortigen Sonnen nämlich für einander so nahe, daß sie sich selber alle ebenso beleuchten wie die Sonne ihre Planeten, so daß die Planeten der Milchstraßensonnen von überall her Licht erhalten und so niemals Nacht haben. Da sie also Licht in der „Nacht“ haben, brauchen sie auch keine Monde, und deshalb seien auch keine da. Man erkennt, wie die Teleologie damals die Köpfe verkleistert hat, so daß sie die Wissenschaftlichkeit und die zu ihrer Pflege notwendige Kritik vollkommen aufhebt. Fontenelles mechanische Weltauffassung ist ganz von der Descart'schen Wirbeltheorie erfüllt. Die Kometen hält er für bewohnt.

Der Autor widmet noch dem Untergang des Lebens einige Betrachtungen, die darauf hinauslaufen, daß die Sonne erkaltet und ihre Licht- und Wärmelieferung an die Planeten einstellen wird.

Jules Vernes und anderer Reisen durch den Weltraum

Im Jahre 1865 regte sich die Welt an einem phantastisch romanhaften Buche auf, das der Franzose Jules Verne unter dem Namen „De la terre à la lune“ (Von der Erde bis zum Monde) herausgebracht hatte. Ihm ließ er fünf Jahre später ein zweites, die Fortsetzung folgen: „Autour de la lune“ (Reise um den Mond). Diese Bücher sind in zahlreichen Auflagen namentlich von der lesehungrigen Jugend verschlungen worden. So geistreich und genial

die Gedanken dieser beiden Schriften sind, so wenig kurzweilig sind sie geschrieben. Ein Laßwitz oder ein Wells hätte daraus etwas anderes zu machen gewußt. Trotzdem sind die beiden Bücher auch heute noch lesenswert, denn sie geben einen Versuch, die Erde zu verlassen und im Weltraum zu reisen, bei dem es auch an spannenden Momenten und Schilderungen nicht fehlt. Vernes Reisende lassen sich aus einer eigens zu dem Zweck erbauten Kanone abschießen. Sie sind in dem Projektil der Kanone eingeschlossen und machen darin die Reise zum und um den Mond zur Erde zurück. Die Erscheinungen, die sich den Reisenden unterwegs darbieten, sind sehr interessant und gut überdacht, ebenso die unvorhergesehenen Zwischenfälle, so die Störung durch den Boliden, der bewirkt, daß das Geschloß nicht zum Monde selbst gelangt, sondern diesen umkreist und dann seinen Weg zur Erde zurücknimmt, um schließlich ins Meer zu fallen und so die Reisenden wieder gefahrlos zurückzubringen.

Gedanken über solche Weltraumsreisen haben sich viele gemacht, und wenn auch die meisten Autoren ihre Schilderungen davon so abfaßten, daß sie nur die Ergebnisse ihrer Beobachtungen schilderten, d. h. eine Beschreibung der Himmelskörper gaben, während sie die technischen Mittel dazu unerörtert lassen, so ist doch der Drang unverkennbar, den Weltraum zu durchqueren und zu versuchen, die Erde zu verlassen und die Mittel dazu ausfindig zu machen.

Der Zug zu den blinkenden Himmelslichtern versinnbildlicht seit altersher die Sehnsucht der Menschen nach dem Reinen, Lichten und Freien, denn sie sind ebenso unerreichbar wie die erhofften, aber nie verwirklichten Tugenden. Waren die Wünsche aber früher nur Ideale, an deren Erreichung man bloß mit Hilfe der Götter denken konnte, so rücken sie unter dem Gesichtswinkel des modernen Menschen in das Gebiet der Tat, werden also zu einer „Frage der Zeit“. Ein Filmdichter hat vor einigen Jahren seine Auswanderungslustigen durch ein „Himmelschiff“ zum Mars befördern lassen; da war der von Jules Verne gezeichnete Weg doch viel konsequenter, sich abschießen zu lassen. Dieser Schießgedanke dürfte zahlreichen Leuten bereits gekommen sein. Aber dieser Weg scheint doch nicht so recht

gangbar zu sein, denn sonst hätte man vielleicht doch schon Versuche dieser Art unternommen. Wie steht's eigentlich um dieses Problem? Was hat überhaupt die Wissenschaft zu dieser Angelegenheit zu sagen?

Der Schuß von der Erde weg

Die Erde mit einem Luftschiff oder Flugzeug verlassen zu wollen, ist ein vergebliches Unterfangen. Denn Fliegen setzt Luft voraus. Nun wissen wir aber, daß die Erde einen begrenzten Luftmantel besitzt, der wohl von der Wissenschaft immer weiter hinausgeschoben wird, aber trotzdem doch immer noch recht begrenzt bleibt. Schon in 10 km Höhe ist die Luft so dünn, daß kein Fliegen mehr möglich ist; da nützt es nichts, wenn sonst in 700 oder 800 km Höhe noch Spuren von Gas auffindbar sind. Der Weg ist also versperrt, und Verne hat den glücklicheren Gedanken gehabt. Wie steht es also damit?

Auch ein Geschöß ist ein geworfener Körper und unterliegt daher den Wurfgesetzen. Was besagen die aber? Wenn wir einen Körper schräg nach oben werfen, so folgt er nicht der geraden Wurflinie, sondern er beschreibt eine krumme Linie, die die Mathematiker als Parabel bezeichnen. Die Krümmung der Wurfbahn erfolgt, weil der Körper nicht allein der Wurfkraft unterliegt, sondern auch der Schwere der Erde. Diese zieht ihn nach unten, jene nach oben. Je langsamer der Körper fliegt, desto mehr unterliegt er der Erdschwere, desto mehr und schneller fällt er, und desto krummer wird seine Bahn. Je schneller man also den Körper wirft, indem man ihn z. B. aus einem Geschütz hervorschießt, desto flacher wird seine Bahn in der Luft, denn desto weniger Zeit hat er zu fallen, während er durch die Luft sauft. Die Geschößbahnen der modernen Infanteriegewehre sind daher ganz flache Bögen, aber sie sind immer Parabeln. Verfolgt man die Linien genauer, etwa im Stile des Astronomen, so findet man, daß sie eigentlich gar keine Parabeln sind, sondern kurze Ellipsenstückchen, die allerdings praktisch Parabeln gleichzusetzen sind. Dieser Umstand wird wichtig, sowie man zu großen Wurfgeschwindigkeiten und in die Räume des Kosmos hinausstreitet.

Denken wir uns nun, wir schießen von einem hohen Berge aus wagerecht, so könnten wir es dahin bringen, daß das Geschloß gerade so viel fällt, wie die Erdkrümmung von der Wagrechten abweicht. Dann erreicht das Geschloß den Erdboden nie, sondern es umkreist die Erde immerwährend. Das tritt ein, wenn das Geschloß mit 7900 m Anfangsgeschwindigkeit aus dem Rohr hervorschießt. Die Erde hat also noch immer die Kraft, das Geschloß in ihrem

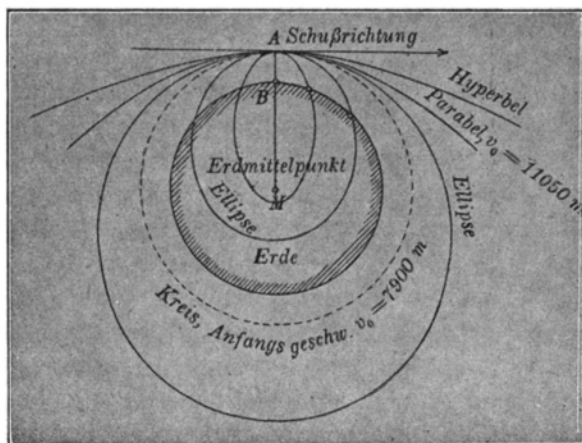


Abb. 37. Die bemerkenswerten Geschwindigkeiten bei auf der Erde abgeschossenen Körpern.

Anziehungsbereich zu halten, aber zu ihr zurück kehrt es nicht. Es umkreist sie in einer elliptischen Bahn, wobei der Erdmittelpunkt immer der eine Brennpunkt dieser Ellipse ist. — Doch auch die Kraft der Erde ist nicht unbegrenzt. Bekommt das Geschloß beim Ausstoß aus dem Rohre eine Geschwindigkeit von 11050 m in der Sekunde, dann überwindet es ihre Anziehung und fliegt unwiederbringlich in den Weltraum hinaus. Jetzt beschreibt es als Bahnlinie eine echte Parabel, deren Brennpunkt der Erdmittelpunkt ist.

Unser Bild gibt von den verschiedenen möglichen Fällen eine gute Anschauung. Die kleinste Ellipse ist das typische Beispiel für die gewöhnlichen Wurfbahnen; die nächste bietet keinen wesentlichen Unter-

schied dagegen. Erst der punktierte Kreis ist ein neuer Fall, nämlich der, bei dem das Geschöß nicht mehr zur Erde zurückkehrt, sondern sie ständig umkreist. Bei noch größerer Anfangsgeschwindigkeit als 7900 m in der Sekunde umkreist das Geschöß die Erde in einer Ellipse und beim Überschreiten von 11050 m Sekundengeschwindigkeit geht das Geschöß unwiederbringlich verloren. Es beschreibt eine Parabel oder gar eine Hyperbel.

Bis wirs aber mit unsern Schießleistungen so weit gebracht haben, hat es noch gute Weile, denn wir sind mit unsern besten Geschützen erst bei 1000 m Anfangsgeschwindigkeit angelangt, und unsre schnellsten Züge haben bei den berühmten Schnellbahnversuchen auf der Zossener Strecke erst den 200. Teil dieser Geschwindigkeit erreicht. Aber . . . es ist doch wohl nur eine Frage der Zeit? — Und wenn ja, so wäre also die Möglichkeit gegeben, unsrer Erde zu entinnen. Ob allerdings viele Menschen angesichts einer Reisedauer von einigen Jahren bis zum Mars die Gefahr wagen würden — wenn sie 12 km in der Sekunde zurücklegen —, erscheint angesichts der Unsicherheit unsrer Bekanntschaft mit den Marsverhältnissen immer noch zweifelhaft. Die Lufthülle der Erde nämlich ist das Hindernis, das es noch zu überwinden gilt. Das erscheint uns zwar angesichts der Dünne der Luft unerheblich, aber die Astronomen machen uns dennoch sehr bedenklich. Sie wissen nämlich, daß die mit ungeheurer Geschwindigkeit aus dem Weltraum eindringenden Meteore von der Erdatmosphäre aufgehalten werden, trotzdem sie nicht bloß mit 12 km in der Sekunde reisen, sondern durchschnittlich mit 42! Wie kommt das?

Die Geschwindigkeit des eindringenden Meteors ist so groß, daß eine ungeheure Reibung an den durchschlagenen Luftmassen entsteht, die das Meteor hemmt. Bei solchen Geschwindigkeiten bietet die Luft der Bewegung gewaltigen Widerstand, etwa wie der Sirup einem Löffel. Es ist unmöglich, diesen schnell darin zu bewegen, eher bricht der Stiel ab. Ähnliche Erfahrungen macht man in der Technik vielfach, wo es sich um schnelle Bewegungen handelt. Der Luftwiderstand spielte auch bei den vorhin erwähnten Geschwindigkeiten auf der Berlin-Zossener Bahn schon eine erhebliche Rolle. Und bei

den Geschossen merken wir den Einfluß des Windes sehr gut. Eine Geschwindigkeit gar von 12 km in der Sekunde würde das Geschöß in wenigen Augenblicken zum Stillstand bringen oder in Staub und Asche verwandeln. Die Lufthülle ist der unbeseigliche Widerstand, der den menschlichen Körper an die Erde fesselt. Wenn also die technischen Mittel es versagen, in bessere Welten auszuwandern, dann müssen wir unsere eigene Welt selbst dazu umgestalten. Diese Aufgabe ist fest vorgezeichnet, und sie ist, so hoffen alle Menschenfreunde, erfüllbar!

Telegraphie zu andern Welten

Müssen wir so jede Hoffnung schwinden sehen, der Erdschwere entrückt zu werden, so bleibt uns vielleicht die Möglichkeit, mit unsern Brüdern jenseits der trennenden Gashülle unsers Planeten irgendwie in Gedankenaustausch treten zu können. Phantasiereiche Schriftsteller haben uns gleich bei der Erfindung der drahtlosen Telegraphie schöne Bilder davon vorgegaukelt. Die Sortpflanzung der elektromagnetischen Wellen geschieht ja nicht auf dem Rücken der Luft, sondern der mysteriöse Weltäther ist der Träger, auf dem sie ebenso durch den Makrokosmos fluten, wie sie das Atomgitterwerk der materiellen Körper durchzittern. Die Lösung der Aufgabe steht uns unmittelbar bevor. Denn um die Erde können wir bereits herumtelegraphieren, Nauens elektrische Stimme ist schon seit etwa 1917 mit den Hilfsmitteln der Technik überall auf unserm Mutterkörper hörbar. Jetzt kommt der planetarische Weltraum zur Eroberung in Betracht. Versuchen doch nach Meinung mancher „Kosmopoliten“ Bewohner anderer Welten schon lange, Verständigung mit uns zu gewinnen.

Aber gerade in diesem erhebenden Augenblicke werden die schönsten Hoffnungen freundlicher Phantasten jählings zerstört durch einige Wissenschaftler, die nichts Besseres zu tun haben, als die Solidarität der Erdenmenschheit mit der von Bewohnern anderer Welten durch wissenschaftliche Beweisführung zu leugnen und den Chauvinismus sozusagen ins Planetarische zu übertragen. Um deutlicher zu werden: In dem „Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie“, dem wissenschaftlichen Sport und Tummelplatz der „drahtlosen Theoretiker“, er-

schienen vor einigen Jahren mehrere Veröffentlichungen hervorragender Kapazitäten dieses Wissenszweiges, die sich mit der Fortpflanzung der Wellen der drahtlosen Telegraphie befaßten. Und wenn man aus den Meinungsäußerungen Schlüsse ziehen darf, existiert eine Fortpflanzung der elektromagnetischen Wellen von der Erde durch den interstellaren Raum nicht. Anders ausgedrückt: Die Wellen der drahtlosen Telegraphie können nicht zur Erde hinaus!

Warum aber sollen die elektromagnetischen Wellen, diese leichtesten beschwingten Wanderer ohne Erden schwere, denen die gleiche Schnelligkeit eignet wie den zarten Ätherwellen des kosmosdurchflutenden Lichts, nicht auch von Stern zu Stern bringen und Botchaften fühlender Wesen durch den Raum tragen? Auch das verneint die neueste Wissenschaft. Hat sie doch wahrscheinlich gemacht, daß die Wellen innerhalb eines engen Spalts verlaufen, der durch die Erdoberfläche nach innen und eine atmosphärische Schicht nach außen begrenzt ist. Nun: Die Erdoberfläche als Begrenzung erscheint erklärlich, anders dagegen, wie die luftige Atmosphäre die noch luftigeren elektrischen Wellen zu beschränken vermag. Und dennoch scheint, daß bei der Übertragung der Wellen die Atmosphäre eine gewichtige Rolle spielt. Denn aus den theoretischen Erkenntnissen und den experimentellen Nachprüfungen geht schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit hervor, daß die Wellen an die Erde gebunden sind. Wie man sich das vorstellt, das zu erörtern, soll unsere letzte Aufgabe sein.

Tatsache ist, daß — und mehrere Gründe machen das wahrscheinlich — in gewisser Höhe in der Atmosphäre eine elektrisch geladene Schicht existiert, die ihre Ladung von den ultravioletten Strahlen der Sonne, von der Erde aufsteigenden Strömen usw. erhält und die nach ihrem Entdecker die Heavysideschicht heißt. Sie umgibt unsern ganzen Planeten und stellt für die ansturmenden elektromagnetischen Wellen eine Begrenzung dar, die diese wie ein Hohlspiegel nach innen immer zurückwirft. Die Erdoberfläche bildet also die innere, die Heavysideschicht die äußere Begrenzung des Raums, in dem die Wellen der drahtlosen Telegraphie verlaufen können. Außerhalb dieses Schließes sind sie unmöglich, gleichwie das Licht

einer Lampe den Ausgang aus einem Raum nicht gewinnen kann, der allseitig von spiegelnden Wänden umschlossen ist.

In den Tagen, da dieses Buch in den Druck geht, scheint sich nach Pressmeldungen das Rätsel der oberen Begrenzung des Schlichtes zu entschleiern, in dem die drahtlosen Wellen verlaufen. Nach den Forschungen des norwegischen Professors Degard über die Natur und das Spektrum des Polarlichts ergibt sich, daß in großer Höhe in der Erdatmosphäre, in der Stickstoffphäre, gefrorene Stickstoffkristalle schweben, an denen die langen elektrischen Wellen reflektiert werden, mit denen wir telegraphieren.

Der schöne Traum, die Bewohner anderer Welten mit der drahtlosen Telegraphie zu erreichen, fällt also in ein Nichts zusammen. Die Erdatmosphäre ist sein grausamer Mörder. Sie erlaubt uns weder in das Universum hinauszutelegraphieren, noch hinauszuschießen. Sie läßt wohl Geschosse zu uns herein, aber nicht hinaus.

Und ist denn überhaupt ein Nachteil?

Wir wissen ja gar nicht, ob und wie eine solche Verständigung möglich ist. Und wenn wir sie demaleinst brauchen, dann wird — des sind wir unserer Vergangenheit nach sicher — der menschliche Geist Mittel und Wege finden, sie zustande zu bringen. Denn es gibt ja wohl glücklicherweise noch viele Dinge zwischen Himmel und Erde, die sich unsere Weisheit bisher noch nicht hat träumen lassen.

„Auf zwei Planeten“

Die glänzendste Phantasie über die Bewohnbarkeit anderer Welten hat Kurd Laßwitz in seinem Buche „Auf zwei Planeten“ geschrieben. Obwohl sein Werk ein Roman ist, ist es doch die wissenschaftlich genialst erdachte Bewohnbarkeitsphantasie. Sie stammt aus einer Zeit, da für alle der Mars der erwählte Planet war, an dem sich die menschliche Erfindungsgabe bemühte, ihn bewohnbar zu machen. Man wußte ja damals noch viel zu wenig über die wahre Beschaffenheit dieses Planeten und seine physischen Bedingungen, unter denen er im Sonnensystem kreift. Nur die Kanalbeobachtungen Schiaparellis und die anderer waren bekannt. So wurde er denn allwöchentlich in den Journalen von neuem bevölkert, und man las

die Essays immer wieder gern, bis die Flut der Artikel abebbte. Nur ab und zu ergreift irgend ein Dilettant die Gelegenheit, der erstaunten Mitwelt wieder einmal seine Gedanken über den Gegenstand vorzusetzen. Von alledem ist als Bleibendes der Roman Kurd Laßwißens zu verzeichnen.

Ohne daß die Menschen eine Ahnung davon hatten, hatten die viel entwickelteren Martier, die Bewohner des Mars, die Erde besucht und auf ihr eine Kolonie angelegt, von der aus sie die Erde zu erobern oder zu beglücken versuchen wollten. Nun gibt es auf der Erde eine ganze Menge unerforschter Gebiete, von denen aber die Pole die unbekanntesten waren. Deshalb wählte sie Laßwiß als Örter für seine Kolonien aus. Das hatte aber auch noch einen andern Grund. Die Martier waren ja gezwungen, von außen her auf die Erde zu gelangen. Stellt man sich nun rein mechanisch diese Aufgabe, so ist klar, daß die Landung an allen Stellen bedeutende Schwierigkeiten machen mußte, weil ja alle Erdrörter infolge der Drehung des Erdballs sehr schnell bewegt sind. Am Äquator beträgt die Bewegungsgeschwindigkeit infolge der Erddrehung schon 420 m in der Sekunde, und selbst in unsern und erheblich höhern Breiten ist sie noch sehr groß. Allein die Pole sind von der Bewegung infolge der Erdrotation frei, und deshalb haben dort Fahrzeuge, die aus dem Weltraum des Sonnensystems an die Erde kommen, nur noch den einen Faktor der Erdbewegung um die Sonne zu berücksichtigen. Das Landungsproblem ist so natürlich viel einfacher geworden. Das entspringt einer wohl überlegten wissenschaftlichen Einsicht, die der Phantasie eine ganz andre Wahrscheinlichkeit und Durchschlagskraft gibt, als rein literarische Fikelfanzereien ohne einleuchtende Hintergründe. Und wenn man es ins Irdische überseht, sagt man mit Ell, einem der Laßwißschen Helden: „Man springt auf einen Eisenbahnzug nicht, wo er in Fahrt ist, sondern wo er steht! Wer weiß, was Sie am Pol finden!“

Tatsächlich waren also die Martier an den Polen abgestiegen und hatten dort eine Station angelegt, die durch ein „abarisches“ Feld, einen zylindrischen Raum, in dem man die Schwerkraft von

Null bis zu ihrem irdischen Werte regulieren konnte, mit der Außenstation der Erde verbunden, so daß man mittels Flugwagen von der Pol- zur Außenstation gelangen konnte. Diese Außenstation war nichts anderes als der Marsbahnhof der Erde, der frei über dem Pol in 6356 km Höhe, also genau einen Erdhalbmesser draußen, schwebte. Von dort aus fuhren die Raumluftschiffe der Martier zwischen Erde und Mars hin und her, zu einer Außenstation in einem halben Marsdurchmesser über einem Marsspol, gewissermaßen dem Erdbahnhof des Mars. Die Raumluftschiffe waren kugelförmige Körper, in denen die Reisenden Platz nahmen, worin sie gefahrlos, bequem und in wahnsinniger Schnelligkeit durch den Weltraum sausten. Die Möglichkeit dazu bot ihnen der Umstand, daß sie die Geheimnisse der Gravitation gelöst hatten. Sie hatten die Schwere als eine Wellenbewegung erkannt wie den Schall, die Wärme, das Licht und die Elektrizität, nur daß diese Wellen millionenmal schneller durch den Raum wanderten als die elektromagnetischen. Ihre Methode, Körper dem Bereich der Schwere zu entziehen, war daher dieselbe wie die, wenn man einen wärmebestrahlten Körper kalt erhalten will. Warm wird ein solcher Körper nur, wenn er Wärmewellen absorbiert, in sich aufnimmt. Die Körper sind nur deshalb schwer, weil sie die Gravitationswellen absorbieren. Sorgt man dafür, daß dies nicht eintritt, daß der betreffende Körper etwa die Gravitationswellen unbehindert durchläßt, so bleibt er selber schwerelos, „diabar“. „Die Martier hatten gefunden, daß das Stellit, ein auf ihrem Planeten vorkommender Körper, sich so verändern läßt daß die Schwerewellen hindurchtreten können. Und mit diesem Augenblick wurde dieser Körper vom Mars wie von der Sonne nicht mehr angezogen. Allerdings ließ es sich nicht erreichen, absolut schwerlose Körper herzustellen, wie es ja auch keine absolut durchsichtigen Körper gibt; wohl aber ließ sich die Schwere so vermindern, daß sie nur kaum merklich auf den diabaren Körper wirkt. Indem man die Schwerelosigkeit verstärkte oder verminderte, konnte man nun, wenn einmal der Körper eine bestimmte Geschwindigkeit besaß, durch passende Benutzung der Anziehung der Planeten und der Sonne die Bahn des Körpers im Weltraum re-

gulieren — vorausgesetzt, daß man sich in einem solchen diabaren Körper befand, in einer Kugel aus Stellit.“

Um von der Rotation des Mars selber unabhängig zu sein, reiste man von einem seiner Pole ab. Die Geschwindigkeit des Schiffs, die es bei der Abreise von seinem Planeten als Teil des Mars von dessen Bewegungsgeschwindigkeit besaß — d. s. 24 km in der Sekunde, behielt es, aber es machte die Bahnkrümmung des Planeten nicht mit, sondern entfernte sich von ihm in der Bahntangente an der betreffenden Bahnstelle. Man konnte sich dann den Anziehungskräften der verschiedenen Körper, also der Sonne, des Mars usw., überlassen und sie so kombinieren, daß man damit wie mit Steuer und Segel das erwünschte Ziel erreichte.

Diese Art, nur mit Gravitationskräften zu reisen, ist aber oftmals langwierig. Die Martier hatten deshalb noch ein Mittel ausfindig gemacht, das ihnen gestattete, sich im Stellitraumschiff an jeder beliebigen Stelle eine beliebige Richtung und Geschwindigkeit oder besser Beschleunigung selbst zu erteilen. Das ist das „Repulsit“, ein Stoff, der einen ungeheueren Energieinhalt besitzt, vieltausendmal größer als etwa Dynamit. Bringt man diesen an der Abschußstelle der Stellitkugel zur Explosion, so stößt er die Kugel nach der gerichteten Seite und erteilt ihr eine Beschleunigung, die von der Masse des verwendeten Repulsits abhängt. Der Schwerpunkt des Systems Repulsit-Stellitkugel bleibt natürlich an derselben Stelle des Weltraums, aber die Repulsitmasse und die Stellitkugel entfernen sich voneinander in entgegengesetzter Richtung.

Damit die Erteilung der Beschleunigung ohne Gefahr für die Reisenden nicht mit einem Ruck, der ja alle töten würde, sondern sanft geschieht, wird der Repulsitschuß langsam entladen. Das Repulsit ist übrigens nichts anderes als kondensierter Äther. In diesem sind die ungeheuren Spannungen vorhanden, die bei einer Entlastung die gewaltigen Explosionen erzeugen. „Im Grunde kommt die Sache darauf hinaus, große Elektrizitätsmengen unter kolossalen Spannungen zu halten. Denken Sie an den Stoff, den Sie Radium nennen, nur die Strahlung ins Große übertragen.“

Richtschüsse, Abarie und Gravitation sind also die Mittel, mit

denen die martischen Raumschiffer reisen, und da sie dabei mit den Geschwindigkeiten durchaus kosmisch arbeiten, so reisen sie auch schnell. So war es ihnen schließlich ein leichtes, alle möglichen Körper anzulaufen, zu umkreisen und zu erforschen, und die wissenschaftlichen Reiseberichte wurden dann etwa ebenso geschätzt wie die Expedition des Challenger bei uns. Die Erde, der Erdmond, die Marsmonde, wurden angelaufen, Jupiter umkreist usw.

Es ist wohl klar, daß die Marsbewohner dadurch über ihre engere Heimat im Weltraum ganz anders orientiert waren, als wir es etwa sind. Sie waren ja auch kulturell viel älter als die Menschen und standen wissenschaftlich und menschlich auf einer ganz andern Höhe. Die technischen Verwertungen von Dampf, Elektrizität, Wärme waren alte Kulturerben aus historischer Vergangenheit der Martier, verhältnismäßig neu war die Raumschiffahrt, mit der sie sich ansetzten, die Erde zu erobern und zu kultivieren. Sie traten dabei zum erstenmal mit Kulturmenschen in Berührung, als eine Nordpolexpedition von drei Wissenschaftlern im Ballon den Nordpol überflog und im abarischen Felde zwischen der Polstation und der Außenstation verunglückte. Dieses Ereignis bildete den Ausgangspunkt des Verkehrs zwischen Menschen und Marsmenschen oder wie es martisch heißt zwischen „Baten“ und „Numen“.

Die Schilderungen von den Fahrten zwischen Erde und Mars und vom Mars selbst, seinen Bewohnern, ihrer Kultur, ihren Einrichtungen und ihrem Leben, wie sie Laßwitz in seinem Buche gibt, sind voll von spannenden Momenten und offenbaren ein hohes Maß naturwissenschaftlicher und technischer Einsicht, eine unglaubliche Phantasie und eine überaus geschickte Feder. Rein astronomisch bieten sie nichts Neues. Sie verknüpfen vielmehr persönliche Schicksale und Zukunftsträume über unsre Gesellschaft und geben so ein Gesamtbild davon, wie sich das Leben der Menschheit und der Einzelnen nach den Ansichten eines aufgeklärten Naturforschers entwickeln könnte. Es ist nicht gut möglich, das alles hier zu erzählen, fiele auch aus dem Rahmen dieser Übersicht. Wer sich jedoch genußreiche Stunden verschaffen will, lese das Werk selbst.

„Der Stern von Afrika“

Die Helden von Bruno H. Bürgels überaus anziehendem und interessanten Roman „Der Stern von Afrika“¹ begnügen sich mit einer sorgfältig vorbereiteten Reise zum Monde. Bürgel ist als populärer astronomischer Schriftsteller seit langem geschätzt. Hier lernen wir ihn zugleich als geistreichen Romanschreiber kennen. Ihm hat wohl Laßwitz als Vorbild gedient, aber er hat trotz dieses großen und schönen Vorbildes seine Gedanken ganz selbstständig durchgeführt.

Die Reise findet bei Bürgel in einem dem Verneischen und dem Laßwitzschen ähnlichen Geschoß statt, aber er vermenschlicht beides sozusagen, indem er die unmögliche Verneische Schießerei, bei der alles im Geschoß befindliche natürlich kaputt gehen muß, einleuchtender ge-

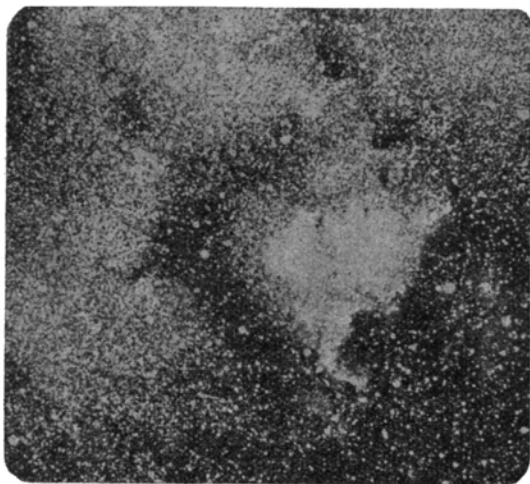


Abb. 37. Kosmische Staubwolke. Ultravioletter (Amerika-) Nebel. (Nach einer Photographie von Prof. Max Wolf in Heidelberg.)

staltet und den überaus abstrakten und für die meisten in der Physik unbewanderten Leser unverständlichen, wenn auch sehr geistreichen Rückstoßapparat Laßwitzens in eine verständlichere Form übersetzt. Dieser fliegt im luftleeren Raum ebenso wie im lusterfüllten. Bürgel aber nimmt ein naheliegendes kosmisches Ereignis zu Hilfe, um seinem kosmischen Vehikel die Fortbewegung und Steuerung zu ermöglichen.

¹ Berlin 1920.

Es liegt sehr nahe anzunehmen, daß die Sonne mit ihrem ganzen System einmal in eine kosmische Staubwolke hineingerät. In meinem Buche „Der ewige Kreislauf des Werdens“ habe ich diesen Fall ausführlicher erörtert¹. In Bürgels Roman tritt dieser Fall ein. Die Folge ist eine Verdunkelung der Sonne und damit eine Verminderung ihrer Strahlung. Das bewirkt eine Temperaturminderung und damit die Vereisung großer Teile der Erde. Die Kultur rettet sich daher immer mehr zu den „ehemals“ (d. h. jetzt) heißen Zonen hin, die nunmehr ein gemäßigtes Klima annehmen. Die dadurch bedingte staatliche Machtverschiebung gibt sich darin zu erkennen, daß die „Vereinigten Staaten von Afrika“ mit der Regierung in Sansibar weltbeherrschend geworden sind. Dort erwog man deshalb auch im wesentlichen die Mittel, wie den vereisten Gegenden der kalten und gemäßigten Zonen, namentlich dem unglücklichen Europa, zu helfen wäre.

Der geistige Anstoß zu einer großartigen Hilfsaktion aber kam aus Süddeutschland, von dem Astronomen und Soziologen Johannes Baumgart. Dieser seltene Mann ging von kosmischen Gedankengängen aus. Er sagte sich, daß denselben Nöten, die jetzt die Erdmenschheit bedrohen, die Mondmenschheit auch schon einmal gegenübergestanden haben müsse, als dieser Himmelskörper langsam vereiste. Von dort könne man sich also Rat holen, und zwar nicht bei den sicher schon längst ausgestorbenen Mondmenschen, sondern bei den Überbleibseln, die sich dort finden müßten.

So trat also von selbst die Frage der Mondreise auf, und die Art und Weise, diese zu bewältigen, war der zweite große Teil von Baumgarts Plan. Die Svendenhamische Nebelwolke bot während der zwei oder drei Jahrtausende, die das Sonnensystem in ihr zu brachte, die Gelegenheit, darin zu fliegen. Zwar war sie ein überaus dünnes Medium — sonst hätte sie ja die Sonne vollständig verdunkelt —, aber sie genügte für ein so schnell fliegendes Geschloß wie Baumgarts Granate. Denn es kommt ja nur darauf an, mit wieviel Masse von tragendem Mittel ein Flugzeug innerhalb einer gewissen Zeit in Berührung kommt, um es flügge und trag-

¹ S. 22 bis 26 und 31 bis 34.

fähig zu gestalten. Soviel war klar, schnell mußte die Granate fliegen, aber es waren nicht so große Geschwindigkeiten notwendig wie bei Laßwihens Stellit-Raumschiffen, die ja viel weitere Reisen innerhalb der Planetenräume zurücklegen mußten. Die Granate hatte ja nur den astronomischen Kahensprung von 385 000 km zu überwinden, und wenn man die Reisedauer selbst auf einen Monat ansetzt, braucht man nur 500 km Stundengeschwindigkeit, eine Schnelligkeit, der wir uns jetzt schon mit unsern Flugzeugen nähern. Triebmittel der Granate ist das Usambaranit, ein Sprengstoff gewaltiger Explosivkraft, der in der Industrie weitgehende Verwendung findet. Voraussetzung ist bei dieser Reise jedenfalls die Anwesenheit eines tragenden Mittels, wie es die Svendenhamsche Wolke ist. —

Es ist sehr spannend und reizvoll geschildert, wie alle Vorbereitungen dieser Reise, die zum Wohle der Menschheit von der Regierung der Vereinigten Staaten von Afrika arrangiert wurde, geschahen, wie die technischen und andern Schwierigkeiten überwunden wurden, und der schließliche Ausgang des Unternehmens. Der „Stern von Afrika“, so hieß die Granate, die ihren Flug zum Monde unternahm, ist nämlich nicht zurückgekehrt, und ihr Schicksal ist unbekannt geblieben. So erfahren wir denn nichts über die Reise im Weltraum, als ganz wenige kurze Mitteilungen über den ersten Teil der Reise. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß physiologische Unmöglichkeiten den Erfolg der Reise verhindert haben. Ob deshalb die Reisenden auf dem Monde landeten oder bei ihrer Rückkehr zur Erde ins Meer gefallen sind, bleibt unbeantwortet.

Der Kritiker sieht dem eleganten Romancier natürlich gern nach, daß die beiden Eigenschaften der Durchsichtigkeit seiner Svendenhamschen Wolke und ihrer Dichte, die sie nach ihrer Tragfähigkeit für ein 500 Stundengeschwindigkeitsfahrzeug besitzen soll, nicht zueinanderpassen. Ist das Medium so dicht, daß es solch Fahrzeug zu tragen vermag, dann muß seine Undurchsichtigkeit so groß sein, daß man auf der Erde von der Sonne nichts mehr wahrnimmt. Würde man z. B. den ganzen Zwischenraum von Sonne und Erde mit Luft der gewöhnlichen Dichte anfüllen, so würde das bereits

genügen, um für uns die Sonne vollständig zu verdunkeln. Aber selbst bei weit geringerer Dichte wäre das noch immer der Fall. Nun, ich bin sicher, Bürgel wird auf den Einwand des Nörglers den Schaden schnell dadurch reparieren, daß er seiner Granate eine größere Geschwindigkeit gibt. Ein paar Nullen (im jetzigen Zeitalter ja keine Schwierigkeit) hinten an die 500, und die Sache ist erledigt.

Wellsens Mond- und Marsmenschen

Ähnliche Gedankengänge wie Laßwitz entwickelte H. G. Wells in seinen mit reicher Phantasie und außerordentlicher Darstellungskraft geschriebenen Romanen. In den „Ersten Menschen im Mond“ faßt Wells die Gravitation als strahlende Energie auf, für die aller Stoff durchlässig ist. Ein Stoff aber, der imstande wäre, alle Strahlen abzuschiirmen, so wie etwa eine Metallplatte die elektromagnetischen Wellen abschirmt, der sich also der Gravitation gegenüber wie eine undurchsichtige Platte dem Licht gegenüber verhält, würde bewirken, daß alle Gegenstände im Schatten einer solchen Platte schwerelos würden. Solche Stoffe würden dann in der jeweiligen Bahntangente der Erde weggeschleudert werden. In seinem „Krieg der Welten“ hingegen läßt Wells die Marsmenschen ganz ähnlich wie Jules Verne durch ein Geschütz riesiger Dimensionen, das wie das Verneſche im Erdboden gebettet ist, in bemannten Riesenhohlgranaten von der Erde abschleudern.

Ullinskis „Weltraumfahrt“

Franz A. Ullinski, der Entdecker des Differentialflugprinzips, hat in einer Sondernummer der Wiener Zeitschrift „Der Flug“ neuerdings ernsthafte Betrachtungen über „Das Problem der Weltraumfahrt“ angestellt. Er geht dabei von der Auffassung Sahulkas über die Gravitation aus. Danach steht jeder Körper ständig unter einem gewaltigen Regen von Ätheratomen, die von allen Seiten daherschießen. Da wir gegen die Erde hin durch deren Körper gegen sie etwas geschützt sind — die von dort kommenden Atome müssen ja zuerst die ganze Dicke der Erdkugel durchdringen und werden dabei

in ihrer Stoßkraft durch die davorlagernde Erdmaterie geschwächt —, ist die Pressung von oben wesentlich stärker als die von unten, und dadurch entstehe die Schwere. Er berührt sich da mit einem Gedanken Laßwitzens, der einmal sagt: „Wenn man einen Stoff entdecken würde, der imstande wäre, den Hagelschlag der Ätheratome wirksam zu hemmen, so hätte man die Möglichkeit, durch Benutzung einer Hülle aus diesem Stoff den Ätherdruck in entgegengesetzter Seite der Fahrtrichtung wirken zu lassen und somit unsere Erdkugel zu verlassen.“ Dieser Stoff würde ein Unikum sein, abweichend von allen andern, die es gibt. Denn jeder bekannte Stoff ist für den Äther durchlässig, weil die Atome zwischen sich große Lücken lassen, durch die die Ätherteilchen hindurchschlüpfen.

So kommt also auch Uliniski nicht zu Rande, so daß er noch anderes zu Hilfe holen muß. Er faßt mit Holub die Schwere als Komponente der „Weltraumenergie“ auf; Gegenkomponente ist die Radioaktivität. Er zieht ferner den „Lichtdruck“ heran. Teilchen, die nach einer Seite von einem Körper ausgehen, müssen auf diesen einen Rückstoß ausüben. Würde nun die Ausendung von Elektronen oder Strahlungspartikeln (Korpuskeln) in großem Maßstabe möglich sein, so etwa, daß man einen Rückstoß von 2 bis 3 kg auf das Quadratzentimeter erzielen könnte, dann wäre man imstande, die Anziehungskraft der Planeten z. B. zu überwinden, sich also auch von der Erde zu erheben und in den Weltraum hinauszuwandern. Allerdings wäre dazu eine so gewaltige Energie nötig, daß diese nur aus der Umwandlung der Materie, wie bei den radioaktiven Erscheinungen, gewonnen werden könnte. Dieses Problem ist aber bislang noch ungelöst. Die Berechnungen Uliniskis und die Konstruktionsangaben seines „Raumschiffs“ sind daher leider noch verfrüht.

Die Rakete zu den Planetenräumen

Los von der Erde wollten die Menschen. Das Abschütteln der Erden schwere war ihr Traum und Ideal. Gab es dafür ein schöneres Symbol als den Flug des Adlers, der sich zu gewaltigen Höhen erhebt, dem Ikarus nachstrebt und dabei ins Meer stürzt,

weil er der Sonne zu nahe kommt, und dadurch das Wachs an seinen Flügeln erweicht. Oder richtiger, weil er den Neid der Götter erregt, die das Wandeln im Äthermeer als ihr Reservat beanspruchen.

Der Flug des Ikarus, der jahrtausendlang ein Ideal war, ist in unsern Tagen zur Wirklichkeit geworden. Zwar ist in dieser Wirklichkeit so mancher Flieger gleich Ikarus abgestürzt, auch ins Meer, aber der Sonne ist noch keiner zu nahe gekommen. Dieses Streben ist noch Ideal wie seit je. Wohl kann sich der Mensch in die Lüfte erheben, 3000, 4000, 5000 Meter hoch, er kann es darin dem Adler gleichtun, ja er kann ihn übertrumpfen! Aber an die Erde sind wir trotzdem gebunden, wir können nicht los von ihr. Nicht einmal ein Schuß in die Planetenräume scheint uns möglich, weil auch das flüchtigste Geschöß, oder gerade dieses, in der materiellen Wirklichkeit hoffnungslos stecken bleibt.

Und doch scheint es nur eine Frage der Zeit, wie lange noch dieses Ideal ein Ideal bleiben soll. Denn schon ist man dabei, an den alten „Beweisen“ der Unmöglichkeit, in den Weltraum hinauszugelangen, herumzurechnen, Lücken zu entdecken, uns Mittel zu ersinnen, das Unmögliche dennoch möglich zu machen.

Die bisherigen Weltreisenden, wie sie bei Jules Verne, Kurd Laßwitz, Bruno H. Bürgel u. a. vorkommen, benutzen alle mehr oder weniger phantastische Apparate, über die man nichts näheres erfährt. In einem neuen Buche: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ kommt jetzt Hermann Oberth und beschreibt uns einen Apparat, der imstande sein soll, die Reise von der Erde weg zu unternehmen und in Planetenräumen nach Belieben herumzukunftschieren. Das soll mit Hilfe von Apparaten geschehen, die auf Grund des Rückstoßprinzips arbeiten, also wie die Raketen. Diese bewegen sich dadurch, daß sie Gase gegen die umgebende Luft auspuffen und dadurch fortgetrieben werden. Je nach der Richtung, in der der Auspuff stattfindet, kann man die Rakete steuern.

Solche Rakete ist gegenüber einem Geschöß wesentlich im Vorteil, weil sie im Verlaufe ihres Fluges immer neuen Antrieb erhält. Zudem könnte man sie zu Anfang auch noch abschießen. Sie würde also viel weiter fliegen können als ein Geschöß, so weit,

bis das Antriebsmittel, das sie mitgenommen hat, erschöpft ist. Es wird sogar noch vorteilhafter, wenn man zwei oder mehrere Raketen ineinander schachtelt. Ist der Betriebsstoff in der hintersten verbraucht, so kann diese abgestoßen werden, wobei noch neuer Antrieb gewonnen werden kann. Als Betriebsstoff dient flüssiger Sauerstoff in Verbindung mit einer brennbaren Flüssigkeit, und zwar ist in dem beschriebenen zweiraketigen Modell in der oberen flüssiger Sauerstoff, in der unteren ein Gemisch aus Alkohol und Wasser. Die Mischungsverhältnisse sind so berechnet, daß einerseits bei der Verbrennung keine zu hohe Temperatur entsteht, die die Verbrennungskammern zerstören würde, andererseits keine zu große Anfangsgeschwindigkeit entwickelt wird. Dieser würde weder die sehr komplizierte Konstruktion des Apparats noch ein (bei größern Raketen) mitfahrender Führer und Beobachter standhalten. Deshalb darf das Anfahren nur mit bestimmter und begrenzter Geschwindigkeit geschehen, die man nach und nach steigern muß, um kosmische Größen zu erreichen.

Die praktische Konstruktion solcher zusammengesetzten Rakete ist, wie gesagt, ungeheuer kompliziert. Es sind deshalb auch zahlreiche Umstände zu bedenken, denen Oberth durch Berechnung und Konstruktionsvorschläge Rechnung trägt. Im ganzen ist seine Darstellung aber sehr wirr und untechnisch, viel zu wenig systematisch, wie man das oft bei Leuten findet, die sich mit komplizierten Dingen beschäftigen und sie Laien auseinandersetzen sollen. Man muß daher vieles ahnen und vorweg wissen, wenn man der Darstellung folgen soll.

In Oberths Raketen sind zur Führung Schwanzflossen angebracht. Das setzt Fortbewegung in einem Mittel wie der Luft voraus. Kommen diese Raketen also in Räume, wo kein solches Mittel mehr vorhanden ist, so haben dort diese Flossen keine Bedeutung mehr; es schadet daher auch nichts, wenn sie mit der untersten Rakete abgeworfen werden, vorausgesetzt, daß dann das ganze schon nicht mehr in der Luft schwebt. Um die Rakete überhaupt so schnell wie möglich dem großen Widerstand der dickeren unteren Luftschichten zu entziehen, wird sie in der Mitte eines zwischen zwei Luftschiffen

ausgespannten Seiles auf eine Höhe von 5500 m gehoben und von dort abgelassen. Das ermöglicht, der Rakete eine viel schlankere Form und kleineren Verbrennungsapparat zu geben, sowie an Brennstoff zu sparen.

Oberth beschreibt schließlich in seiner Schrift ein unbemanntes Modell, mit dem die ersten Versuche ausgeführt werden sollten. Dieses ist eine Doppelrakete von 5 m Länge und 55,6 cm Dicke bei 544 kg Gewicht. Die oben eingebaute Sauerstoffrakete wiegt 6,9 kg. Dazu kommt noch eine Hilfsrakete, die den Zweck hat, dem Apparat eine Anfangsgeschwindigkeit von 500 m in der Sekunde zu erteilen. Sie hat 1 m Durchmesser und treibt die eigentliche Rakete vor sich her. Sie wiegt gefüllt 220 kg und erteilt der Alkoholrakete eine Beschleunigung von 100 m. Nach acht Sekunden wird sie abgeworfen und hat den 5500 m einen Weg von 2200 m hinzugefügt, so daß die Rakete aus dem eignen erst in 7700 m Höhe zu arbeiten beginnt. Sie nimmt ihren Weg, durchfliegt die zu untersuchenden Luftschichten und kehrt dann zur Erde zurück.

Um die notwendigen Aufzeichnungen zu machen, gibt man ihr die erforderlichen praktischen und wissenschaftlichen Instrumente mit: Abwurfvorrichtung, Steuerung (durch Kreisel), Beschleunigungsanzeiger, Barometer, Thermographen und Vorrichtungen zum Mitbringen von Luftproben. Aus der Beschleunigung und aus der Zeit wird auf die Geschwindigkeit und auf die Höhe der Rakete geschlossen. Aus der Verzögerung und der Zeit kann unter Berücksichtigung des Niedergangsortes auf die Geschwindigkeit geschlossen werden. Soweit es geht, soll die Rakete während ihres Fluges durch Fernrohre beobachtet werden.

Aufstiege mit solchen Raketen sollen die Unterlagen für den Bau von Raketen herbeischaffen, mit denen selbst Menschen aufsteigen können. Ob das möglich ist, läßt sich vorher schwer sagen, weil nicht über alle dabei in Betracht kommenden Umstände Beobachtungen vorliegen. Oberth hat sich bemüht, die darüber vorhandenen zusammenzutragen. Da taucht zuerst die Frage auf, ob der Mensch imstande ist, den großen „Andruck“ zu ertragen, worunter der Druck verstanden wird, der infolge der Beschleunigung, namentlich beim An-

fahren der Rakete, auf die Organe und Körperteile ausgeübt wird. Beobachtungen an fallenden, springenden und abstürzenden Menschen machen es wahrscheinlich, daß der Mensch einen Andruck von 50 bis 70 m 3 bis 7 Minuten lang auszuhalten in der Lage ist. Auch die Schwindelgefühle, seekrankheitähnliche Erscheinungen, Schreck, Ermüdung und Lähmung des Herzens, scheinen nicht unüberwindlich. Diese Dinge lassen sich z. T. vorher auch durch den Versuch erproben. Man kann sich auch vorher über die andern Gefahren unterrichten und klar werden, die beim Versagen gewisser Apparate und Teile, beim Auf- und beim Abstieg für den Mitfahrer drohen. Der Absturz des Apparats infolge des Versagens der Pumpen, die den Brennstoff für die den Rückstoß erzeugenden Explosionen aus den Vorratsbehältern in die Explosionskammer befördern, ist ungefährlich, sobald der Apparat ins Wasser fällt und schwimmt. Fällt er aufs Land, wo er sich noch immer zu geeigneten Örtern hinsteuern läßt, so muß der Fallschirm helfen. Versagt das Steuer der Rakete, so müssen die Pumpen abgestellt und der Apparat zum Absturz gebracht werden.

Die Gefahr des Zusammenstoßes mit Meteoriten wird als unerheblich angesehen. In diesem Falle kann dem Autor keineswegs beigeprpflichtet werden, denn der Meteorfall ist um jeden größern Körper im Sonnensystem (also auch um die Erde) sehr stark; wir merken nur deshalb so wenig davon, weil der uns schützende Luftmantel die meisten dieser Körper in Staub auflöst. Außerhalb der Erdatmosphäre, wo ihre Geschwindigkeit sehr groß ist (durchschnittlich mehrere Zehner von Kilometern in der Sekunde) ist die Gefahr auch des kleinsten Meteorstückes für einen fliegenden Körper sehr groß, denn die gewaltige Geschwindigkeit der Millionen Körperchen, die sich in jedem Augenblick in der Nähe der Erde befinden, verleiht ihnen eine gewaltige Durchschlagskraft, die z. B. die Rakete sofort gefährden würde. Der Brennstoffvorrat würde verloren gehen, irgendeine der zahlreichen Leitungen, Ventile usw. würde beschädigt, vielleicht auch der Führer selbst getötet, da ja Oberth besonders großen Wert auf leichte Bauart und dünne Wände legt, die (von der Meteorgefährde abgesehen) sonst ja auch genügen würden.

Das einfache führerlose Modell für die Vorversuche soll etwa 20000 Mark kosten. Das wäre nicht schlimm und bedauerlich, wenn diese Summe nicht aufgebracht und bereitgestellt würde. Viel erheblicher jedoch würden die Kosten, wenn die Rakete Menschen tragen sollte. Der Raum, der einem Führer zur Verfügung gestellt werden soll, ein Zylinder von 1,20 m Durchmesser und 2 m Höhe, ist allerdings nicht verlockend groß, um darin wochen- oder monatelang zu verweilen. Die Rakete selbst würde in solchem Falle schon ein gewaltiger Apparat werden. Für 2 Menschen würde sie 400000 kg wiegen und gegen anderthalb Millionen Mark kosten.

Es würde natürlich überaus reizvoll sein, von einer solchen Rakete aus zu beobachten. Die Führer müßten zu dem Zweck Periskope (Sehrohre) haben. Wenn sie sich jedoch so weit außerhalb der Erde befänden, daß keine Luft mehr vorhanden wäre, könnten sie sich auch zur Rakete hinausbegeben. Da sie ja deren Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung besäßen, wäre keine Gefahr; sie würden neben der Rakete hinfliegen. Allerdings müssen sie sich anseilen, um sich zu ihr zurückbegeben zu können, weil sie ja als freischwebende Körper sonst keine Möglichkeit hätten, sich eine selbständige freiwillige Bewegung zu erteilen. Beim Hinausbegeben müssen die Beobachter durch eine Hülle, ähnlich einem Taucheranzug, und durch Atemapparate geschützt sein. Denn im luftlosen Raum würde sonst das Blut infolge des Blutdrucks den Körper verlassen und schneller Tod erfolgen.

Über die Beobachtungen von solcher Warte wie die Rakete aus, sagt Oberth etwa folgendes: Man könnte alle Versuche anstellen, die nur in einem großen luftleeren Raum möglich sind. Man kann ferner zahlreiche Untersuchungen ausführen, bei denen hier auf der Erde die Schwere stört. Da auch die Hindernisse für die astronomischen Beobachtungen fortfallen, die die Erdatmosphäre bietet (Glimmern der Sterne, schlechte Durchsichtigkeit der Luft und Fortfall der Störungen durch Wallungen und Unreinigkeiten der Luft), so kann man mit Erfolg beliebig große Fernrohre und beliebig starke Vergrößerungen anwenden und alles beobachten, was man will. An die Lösung der Fragen der Bewohnbarkeit und das Be-

wohntsein von Planeten und Monden kann unmittelbar herangegangen werden, während man jetzt nur indirekte Schlüsse ziehen kann. Auch in der Nähe der Sonne selbst kann man beobachten, wenn man nur die Sonnenscheibe selbst abblendet, weil ja der Himmel vollkommen schwarz ist. Die kurzwellige, den Raum durchflutende Strahlung, die von der Erdatmosphäre verschluckt wird, könnte ebenso untersucht werden wie die Zuspendung der Gesamtstrahlung von den einzelnen Teilen des Himmels. Man könnte von einer Rakete aus, die den Mond umfährt, auch die Rückseite dieses Himmelskörpers kennen lernen.

Aber neben diesen astronomischen und physikalischen Beobachtungen gestatten solche Gefährte zahlreiche nützliche Beobachtungen. Man kann mit ihnen Spiegelsignale für weit auseinanderliegende Erdörter vermitteln, kann der Schifffahrt Signale über die Eisverhältnisse geben; der strategische Wert solcher Raketen in Kriegen braucht ebenfalls nicht unterschätzt zu werden. Mit Hilfe solcher Raketen ließen sich große Spiegelflächen außerhalb der Erde schaffen, die viel Sonnenwärme und Sonnenlicht in gefährdete Gegenden bringen könnten. So ließe sich auf diese Weise der Weg nach Spitzbergen stets eisfrei halten, man könnte die nordibirischen Häfen vor dem Einfrieren, die Obst- und Gemüseernten wirksam vor Nachtfrost schützen u. dergl. mehr. Solche Beobachtungsstationen außerhalb der Erde könnten von andern Raketen besucht, kontrolliert, verbessert und repariert werden. Schließlich böten solche Raketen auch Gelegenheit, fremde Weltkörper zu betreten.

Es ist natürlich, daß sich die Erfinder über ihre Erfindungen häufig übertriebene Vorstellungen machen. Das scheint auch bei Oberth der Fall zu sein. Die physikalischen und astronomischen Beobachtungen würden die Mitnahme so bedeutender Hilfsmittel notwendig machen, daß die Raketen ungeheuerliche Ausmaße annehmen müßten. Aber das wäre ja nicht so schlimm. Hätte man erst einmal die Möglichkeit solcher Fahrten in den Weltraum kennen gelernt, so würden auch die Opfer für größere Unternehmungen dieser Art gebracht werden. Viel schlimmer aber erscheint mir ein grundlegender Fehler Oberths zu sein. Ein Rückstoß kann doch

nur dort ausgeübt werden, wo man gegen etwas stoßen kann, z. B. Luft. In nennenswerten Höhen ist aber die Luft so dünn, daß der Rückstoß fast unwirksam sein wird, und im luftlosen interstellaren Raum, der ja doch der eigentliche Herrschaftsbereich der Oberth-Raketen sein soll, kann der Rückstoß überhaupt gar nicht mehr wirksam sein. Da ist Kurd Laßwitz in seinem Roman erheblich klarer gewesen. Man kann ein Gefährt im Weltraum nur beschleunigen, wenn man mit ihm Masse ausstößt. Masse und Geschwindigkeit des Ausstoßes bestimmen dann die Schnelligkeit, mit der sich die ausstoßende Masse von der ausgestoßenen entfernt, denn der Schwerpunkt beider bleibt ja doch unverändert derselbe wie vor dem Ausstoß. Wenn also die Rakete wirklich in den luftlosen Raum hineingelangt, kann sie sich mit den Oberth'schen Hilfsmitteln nicht mehr selbständig bewegen, sondern fliegt mit der erlangten Geschwindigkeit im Weltraum weiter. So interessant also auch Oberth's Untersuchungen sind: auf diesem Wege sind sie nicht ausführbar. Wir werden also nun Vorschläge von ihm oder andern abwarten müssen, ehe wir uns an einen Versuch wagen können.

Ein Gedanke pflegt selten allein in einem Gehirn aufzutauchen. Als Kinder der Zeit spuken seine Vorstellungen und Erfindungen zumeist bei mehreren Zeitgenossen ziemlich gleichzeitig herum. Oberth beschäftigt sich mit seinen Plänen seit 1907; sein Buch erschien 1923. In Amerika erschien 1919 ganz unabhängig von Oberth und diesem unbekannt zu Washington bei der Smithsonian Institution eine Arbeit von Prof. Dr. Robert H. Goddard vom Clark College in Worcester, Mass., unter dem Titel „A method of reaching extreme altitudes“ (Eine Methode, äußerste Höhen zu erreichen). Goddard's Arbeit beruht auf Experimenten mit bedeutenden Mitteln. Als Treibmittel benutzte er rauchloses Nitrozellulosepulver, mit dem er unerhört hohe Wirkungsgrade ($64\frac{1}{2}\%$) erzielte. Er schloß, daß die Auspuffgeschwindigkeit im luftlosen Raum kolossal sein müsse, so daß man eine Rakete auch dort vorwärtstreiben könne. Es wäre ja wunderschön, wenn das stimmte. Und man sollte auch gewisse, selbst große Opfer nicht scheuen, um das festzustellen. Nur wär's beinahe zu schön, um es zu glauben. Denn wenn es zu-

träfe, hätten wir endlich ein Mittel, uns der Erdenſchwere zu entheben, und unſer geiſtiger Geſichtskreis würde in demſelben Maße wachſen wie der aſtronomiſche mit der Höhe, zu der man ſich über die Erdkugel erheben könnte. Umgekehrt wie Faust, würde man dann, da wir den körperlichen Flügel für den Weltraum gewonnen hätten, ſagen, daß zu dem körperlichen Flügel ſich auch bald einer des Geiſtes geſellen würde.



Naturwissenschaftliche Bibliothek

Herausgegeben von K. HÖLLER und G. ULMER in Hamburg

Reich illustrierte Bändchen im Umfange von 140–200 Seiten
Geschmackvoll gebunden je M 2.80

★

Bisher erschienen:

Aus Deutschlands Urgeschichte
Von G. Schwantes, 3. Aufl. 211 Seiten

Der deutsche Wald Von Prof. Dr. M. Buesgen, 2. Aufl. 184 S. mit 44 Abb.

Die Heide Von Rektor W. Wagner, 200 Seiten mit 85 Abbild. und 7 Tafeln

Im Hochgebirge Von Professor Dr. C. Keller, 144 Seiten mit 29 Abbildungen

Vulkane und Erdbeben Von Prof. Dr. R. Brauns, 175 Seiten mit 74 Abbildungen und 6 Tafeln

Tiere der Vorzeit Von E. Haase, 168 Seiten mit 88 Abb. u. 1 Farbentafel

Kultur und Tierwelt Von Dr. K. Guenther, 157 S. mit 33 Abbildungen

Tiere des Waldes Von Forstmeister H. Sellheim, 192 Seiten mit 81 Abb.

Unsere Singvögel Von Professor Dr. A. Voigt, 190 Seiten mit farbigen Tafeln

Süßwasser-Aquarium Von C. Heller, 3. Aufl. 192 Seiten mit 78 Abbildungen

Reptilien- und Amphibienpflege
Von Dr. P. Krefft, 150 S. mit 27 Abb.

Bienen und Wespen Von Ed. J. R. Scholz, 216 Seiten mit 80 Abbildungen

Die Ameisen Von H. Viehmeier, 167 Seiten mit 48 Abbildungen

Schmarözer der Menschen und Tiere Von Dr. O. v. Linstow, 152 S.

Mikroskopische Kleinwelt unserer Gewässer. Von E. Reukauf, 134 S. m. Abb.

Aus Seen und Bächen Von Dr. G. Ulmer, 158 S. m. zahlr. Abb. u. 3 Taf.

Unsere Wasserinsekten Von Dr. G. Ulmer, 166 Seiten mit 122 Abbildungen

Aus der Vorgeschichte der Pflanzenwelt Von Dr. W. Gotthard, 184 S. m. Abb.

Wie ernährt sich die Pflanze?
Naturbeobachtungen v. O. Krieger, 187 S.

Die Pflanze im Landschaftsbilde
Von H. Maag, 164 S. m. 21 Abb. u. 4 Taf.

Niedere Pflanzen Von Professor Dr. R. Timm, 194 S. mit 178 Abbildungen

Das Pflanzenleben d. Hochgebirges
Von Prof. R. Berndt, 185 S. m. 30 Abb.

Häusliche Blumenpflege Von P. S. Schulz, 222 Seiten mit 54 Abbildungen

Gartenluft und -leben Von F. Zahner, 169 Seiten

Der deutsche Obstbau Von F. Meyer, 211 S. mit 79 Abbildungen u. 3 Tafeln

Chemisches Experimentierbuch Von O. Zahner, 165 Seiten mit 79 Abbildungen

Die Photographie Von W. Zimmermann, 164 Seiten mit 77 Abbildungen

Beleuchtung und Heizung Von J. S. Herding, 174 Seiten mit 70 Abbildgn.

Die gesunde Wohnung Von Dr. med. M. Fürst, 103 Seiten

Kraftmaschinen Von Ingenieur Ch. Schühe, 235 Seiten mit 236 Abbildungen

Signale in Krieg und Frieden
Von Dr. F. Ulmer, 218 S. m. 147 Abb.

Seelotsen Leucht- und Rettungsdienst.
Von F. Dannmeyer, 135 Seiten mit 108 Abbildungen

Astronomische Ortsbestimmungen mit besonderer Berücksichtigung der Luftschiffahrt. Von Professor Dr. W. Leick. 138 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden M. 2.80

„Wer über dieses neue und interessante Problem in populärer Form, ohne kompliziertere mathematische Entwicklungen, Aufschluß erhalten will, möge nach diesem Büchlein greifen. Es enthält eine klare und knappe Darstellung aller bisher ausgearbeiteten und auch durchgeprüften Methoden der astronomischen Ortsbestimmung für Nautiker.“

Monatshefte für Mathematik und Physik

Himmelskunde Von Prof. Dr. A. Marcuse. 2. Aufl. 136 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden M. 1.80

„Das kleine Buch will die Kenntnis der Lehren und Ergebnisse der Astronomie in möglichst weite Kreise verbreiten. In der Einleitung wird die geschichtliche Entwicklung der Astronomie geschildert und eine Übersicht über die Zahl der Sterne und die im Universum wirksamen Kräfte gegeben. Den weiteren Inhalt bildet die Beschreibung der einzelnen Körper unseres Sonnensystems.“

Naturwissenschaftliche Rundschau

Wolken und Niederschläge Von Prof. Dr. E. Raßner. 2. verbesserte Auflage. Etwa 160 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden M. 1.80

„Raßners Schriften zeichnen sich ausnahmslos durch Frische und Anschaulichkeit der Darstellung aus. Er versteht es, schwierige Fragen leichtfaßlich zu behandeln, wozu ihm neben einem natürlichen schulemeisterlichen Geschick und feiner schriftstellerischer Begabung vor allem seine Tätigkeit als Beobachter des Meteorologischen Instituts in Berlin und seine umfassende Kenntnis selbst der neuesten Literaturerscheinungen zufließen kommen.“

Geographischer Anzeiger

Das Wetter und seine Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. E. Raßner. 2. Auflage. 150 Seiten mit Abbildungen. Gebunden M. 1.80

„Das inhaltreiche Bändchen gehört zu den besten, die über Meteorologie geschrieben sind. Vollständig Neues enthält der erste Teil, die geschichtliche Entwicklung der Wettervorhersage... Zahlreiche Abbildungen und Karten unterstützen die Darstellung, die nicht nur belehrend, sondern auch unterhaltend ist. Das Buch sei den Schulbibliotheken besonders empfohlen.“

Zeitschrift für Lehrmittelwesen und pädagogische Literatur

Das Studium der Erdkunde Von Geheimrat Prof. Dr. R. Lehmann. 1. Band: Einführung in die erdkundliche Wissenschaft. 174 Seiten. 2. Band: Geographische Beobachtungen, Hilfsmittelkenntnis, Erforderliche Fertigkeiten usw. 132 Seiten. Gebunden je M. 1.80

„Lehmann vermittelt eine das Material aufs stärkste konzentrierende Einführung in die erdkundliche Wissenschaft. Sie ist in erster Linie für Studierende, im besonderen für künftige Lehrer der Erdkunde an höheren Schulen bestimmt, wendet sich aber auch an bereits amtierende Lehrer und an Hochschuldozenten.“
Frankfurter Zeitung

Erdkundliches Wanderbuch Von Prof. Dr. E. Pasarge. 1. Band: Die Landschaft. 225 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. 2. Band: Beobachtungen über Tier und Mensch. 128 Seiten mit 6 Tafeln. Gebunden je M. 1.80

„Der deutsche Meister der Landschaftsforschung beschert uns eine klare und äußerst praktische Anleitung zu geographischen Beobachtungen für Reisende und Wanderer, die Land und Leute richtig kennen lernen wollen. Das Buch kommt einem dringenden Bedürfnis entgegen. Ein erfahrener Forscher lehrt hier zu beobachten und zu werten.“

Blätter für Mathematik und Naturwissenschaft

Methodik des erdkundlichen Unterrichts Von Professor Dr. P. Wagner. I. Allgemeiner Teil. 2. verbesserte Auflage. 302 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden M. 13.—. II. Besonderer Teil. 2. Auflage. Etwa 400 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden etwa M. 15.— . . .

„Wer Wagner kennt, weiß, daß er ein Meister des unterrichtlichen Betriebes ist. Das bestätigt dieser Band im weitesten Umfang nach Form und Inhalt. Wagner bietet eine gründliche allgemeine Würdigung der einzelnen Lehrstufen und zeigt den verschiedenen Zuschnitt des Lehrstoffes je nach der Entwicklungstufe des Schülers.“
Zeitschrift für RealSchulwesen

Himmelskunde und Klimafunde Lehrplan, Beobachtungen und Lektionen. Von Schuldirektor Dr. A. Bargmann. 223 Seiten mit einem Skizzenanhang. Gebunden M. 3.—

„Auf jeder Seite merkt man die praktische Erprobtheit des Gesagten. Bargmann versteht es, mit altüberlieferten Vorurteilen und ererbtem Schlenkrian gründlich aufzuräumen, und deshalb wird man ihm auch manchen Abitalismus in seinen Anschauungen und Sonderlichkeiten seiner Ausdrucksweise zugute halten.“
Pädagogische Zeitschau

