Erdennatur. 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 Lichtpünktchen wandeln, die unser Firmament besäen.

---

2. Bieten andere Himmelskörper die Bedingungen für eine Bewohnbarkeit?

Die wahrscheinliche Anzahl der bewohnbaren Himmelskörper

Was folgt aus unseren Betrachtungen über die Lebensbedingungen auf der Erde für die Bewohnbarkeit anderer Weltkörper? Müssen wir daraus vielleicht schließen, daß angesichts der riesigen Verschiedenheiten der im Weltall herrschenden Bedingungen nur auf verhältnismäßig wenigen nach unserem Standpunkt sehr begünstigten Himmelskörpern eine nennenswerte und unserer 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 unseres 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 stehen eine ganze Menge Angaben geologischer und astronomischer Natur zur Verfügung. Auf Grund solcher Berechnungen stellte Dr. Arldt die nebenstehende Tafel auf.

Als Zeitpunkt ist, da die Zahlen, in Jahren ausgedrückt, sehr große Ziffern ergeben würden, die Zeit seit Beginn des Tertiär, einer gewissen Erdformation, gewählt worden, die einer geologischen Schichtendecke von 1000 Meter entspricht.

Geologische Berechnungstafel

	Perioden	Formationen	Verflossene Zeit	Dauer jeder Periode	Dauer jedes größeren Abschnitts		Erdtemperatur Grad
IV. Neuzeit	11. Neuzeit des Lebens Känozoikum	Quartär	0	0,2	1		15
		Tertiär	0,2	0,8			15,1
			1				15,4
	10. Mittelalter des Lebens Mesozoikum	Kreide	2	1	3		15,8
		Jura	3	1			16,2
		Trias	4	1			16,7
			4				18,0
	9. Altertum des Lebens Paläozoikum	Perm	7	3	30	72	20,4
		Karbon	11,5	4,5			24,1
		Devon	18	6,5			28,5
		Silur	24,5	6,5			31,0
		Kambrium	27,5	3			36,7
		Algonikum	34	6,5			45,4
			34				100
	8. Urzeit des Lebens Archaikum	Urschiefer	42	8	38		364,3
		Urgneis	72	30			1000
			72				3000
III. Mittelalter	7. Unbelebter Urozean		121		49	87	4000
	6. Wasserloser Schlackenball				38		15000
			159				?
II. Altertum	5. Krustenbildung		202		43	mehr als 157	
	4. Roter Stern	mehr als	212	mehr als	10		
	3. Gelber Stern	" "	262	" "	50		
	2. Weißer Stern			" "	54		
		" "	316				
I. Urzeit	1. Nebel		?	?			?

Um einen Begriff von der verhältnismäßigen Länge der Perioden zu machen, sei ein Vergleich angeführt, den schon Häckel benutzt hat. Setzen wir die Zeit seit dem Ursprung des Lebens auf der Erde (Beginn des Archaikums) gleich 24 Stunden, so entfallen auf die ganze Periode des Archaikums 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 vor-

handen, denn es ist nach der angegebenen Rechnung etwa 360 mal so alt wie der Mensch. Noch winziger erscheinen die Perioden des Menschendaseins, 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 morgens, die des roten 7 Uhr 54 Minuten beginnen; die Krustenbildung dauerte von 8 Uhr 39 Minuten bis 11 Uhr 55 Minuten; der Ozean schlüge 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 500000 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 6½ 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 Zahlenspielerei. Anschaulich wird uns vielleicht noch der Vergleich mit der auf einen Tag zusammengedrängten Entwicklung. Unsere ältesten geschichtlichen Nachrichten der Priesterkönige von Girsu in Südbabylonien gehen etwa 7000 Jahre hinter die Jetztzeit zurück. Die Überlieferungen aus den ersten 3000 Jahren sind zudem noch äußerst dürftig. Gegen diese geologischen Perioden bedeutet natürlich unsere „Weltgeschichte" nichts.

Diese 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 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 Zustand nach einigermaßen gleichmäßig über alle die Zustände der Entwicklung verteilen werden, so daß vielleicht ein Hunderttausendstel aller Weltkörper im gleichen Zustand sich befinden mögen 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 Firmamentes Leidensgenossen im Kampfe mit den feindlichen Schicksalsmächten suchen. Wie oft werden wir da höchstwahrscheinlich vergeblich eingekehrt sein? Und wenn phantasiereiche Schriftsteller andere Sterne mit hochorganisierten Wesen bevölkern, die mit Riesenteleskopen die anderen Sterne und unsere 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 Wahrscheinlichkeitsschluß, so müssen wir etwa so sagen: Nach unseren früheren Betrachtungen wandeln auf der Erde seit vielleicht 500000 Jahren Menschen, von denen wir annehmen können, daß eine Art Zivilisation bei ihnen günstigstenfalls seit 10000 Jahren besteht. Von 50 der von uns mit Mühe und Not aufgefundenen bewohnten Himmelskörper wird nach menschlicher Voraussicht unter günstigen Auspizien ein einziger etwa kultivierte Wesen als Beherrscher aufweisen. Und weiter. Teleskope werden auf unserer Erde seit gerade 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 Fernröhren die Welt durchmustern und gleich uns nach anderen 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 unserer bisherigen Erkenntnis. — Im ganzen werden es nicht viel Himmelskörper sein, auf denen die

Vorbedingungen, menschenähnlich organisierte Wesen zu tragen, jetzt gegeben sind. Zwar sind unsere 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 unserer Erde, diktiert. Und damit gewinnen sie an Wahrscheinlichkeit und behalten für uns Gültigkeit, solange sie nicht durch andere 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 unserem Sonnensystem, die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Strecke von 149 500 000 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, welche das Licht in einem Jahre zu durchschießen 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, durcheilt das Licht in einem Jahre die Wegstrecke von 31 536 000 mal 300 000 = 9 460 800 000 000 Kilometer, rund 9½ 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 Zeit stellt erst eine Einheit dar; der nach unserer bisherigen Kenntnis uns nächste Fixstern Alpha Kentauri, 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 unseren 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 unseren 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 denen mit unseren jetzigen Hilfsmitteln Kunde über ihre Bewohnbarkeit erhalten; sie müssen deshalb für uns nach dieser Erkenntnis für unsere 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 nur 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 (Plancksches Gesetz), die Temperatur der Oberflächen der weit entfernten Sterne ausrechnen. Für die roten Sterne finden wir dabei Temperaturen, die über 3000 und 4000 Grad nicht hinausgehen. Die gelben Sterne haben durchschnittlich eine Temperatur von 5000 bis 6000 Grad; zu ihnen gehört unsere Sonne. Die Oberflächentemperatur der weißen Sterne ist am höchsten; sie beträgt 15 000 bis 25 000 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 ihr 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

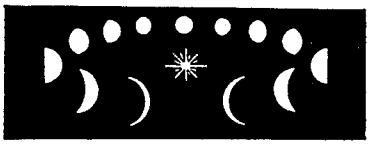
durch die Bande der Gravitation an sich ketten, wie es unsere Sonne mit ihren Planeten auch tut und wie unsere Erde ein Planet einer leuchtenden Sonne ist. Diese Planeten sind ja überhaupt die Domänen des Lebens. Hier müssen wir ähnliches Leben im Weltraum suchen, wie unser Erdenleben; auf ihnen werden 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 erlangten. Sollte die Natur wirklich noch unentdeckte Mittel zur Verfügung haben, die uns über diese Schwierigkeit hinweghülfen? 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 unseren 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

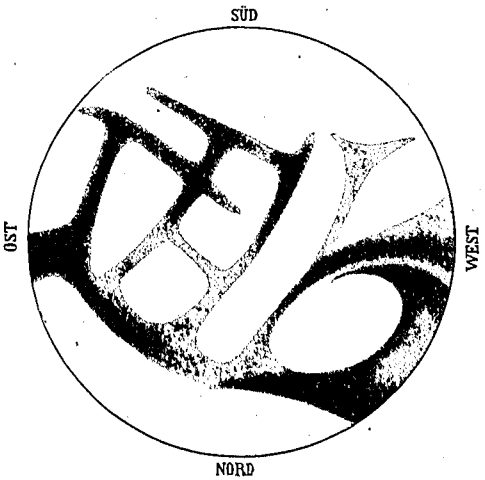
Von dem Zustand des Planeten Merkur wissen wir nicht viel. Das kommt daher, weil dieses flüchtige Gestirn, das seinen Umlauf um die Sonne in bereits 88 Tagen vollendet, dem Tagesgestirn stets so nahe bleibt, daß es sich meistens in der allzu großen Helligkeit desselben völlig verliert. Da sein Durchmesser 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 Horizont 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 andere in das ewige Dunkel getaucht bleibt, das nur durch das schwache Licht der Nachbarplaneten, namentlich der Venus und der Erde, ein wenig erleuchtet wird.



6. Bild. Die Phasen und die Größenverhältnisse Merkurs in seinen verschiedenen Stellungen

Nach den Untersuchungen von Professor Müller in Potsdam zeigt die Abnahme der Helligkeit des Merkur bei zunehmender Phase mit derjenigen unseres Erdmondes 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 anderen Umstand. 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



7. Bild. Zeichnung des Anblicks der Merkurscheibe durch Schiaparelli

Seite verdichten und niederschlagen. Dadurch würde die auf der heißen Seite vorhandene 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 Nullpunkt (— 273 Grad) —, würde sonach die ganze Atmosphäre herüberziehen, verdichten und sogar fest werden lassen. Diese Verhältnisse sorgen also dafür, daß solch Himmelskörper jedenfalls keine Luftgase dauernd halten könnte.

Aber auch sonst sprechen gegen den Bestand einer Atmosphäre auf dem Merkur noch andere 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 zum Beispiel 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 dem Merkur ist die Tatsache, daß dieser Planet nur vierzehn Hundertstel des auftreffenden Sonnenlichtes wieder zurückstrahlt, während die in einem vorhandenen Luftmantel denn auch unvermeidlich schwimmenden Wolken die Rückstrahlungsfähigkeit beträchtlich erhöhen müßten.

Nun die Anwendung unserer Feststellungen! Auf die eine Seite des Merkur knallt jahraus jahrein die Sonne hernieder, und zwar durchschnittlich siebenmal stärker als auf die Erde, die andere 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 tags empfangenen Wärme wieder in den kalten Weltraum hinauszustrahlen. Dort summiert sich nur 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 vorhandene 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 eigenen Dichte verhindern. Wäre auf unserer Erde keine Atmosphäre vorhanden, die etwas als Wärmevorratskammer für sie wirkt, so würde das bißchen in den Boden nur ganz oberflächlich eingedrungene 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.

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, wären neben dem strahlenden Sternenglanze am völlig schwarzen Himmelsgrunde die einzigen größeren und helleren Lichtpunkte.

Auf einem solchen Himmelskörper dürfen wir Wesen unseresgleichen nicht suchen, wollen wir nicht eine Anpassungsfähigkeit der Organismen an die jeweiligen äußeren 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 Quadratzentimeter seines gegen die Sonne gerichteten Querschnittes $2^1/_2$ Grammkalorien Wärme zustrahlt. Das ist so viel, wie dazu gehört, um 1 Gramm Wasser in einer Minute um 1 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 Mitteltemperatur
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

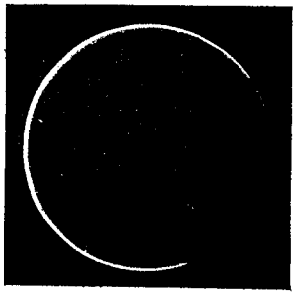
Bei Merkur ist noch eine zweite Zahl in Klammern zugefügt, welche die Temperatur derjenigen Seite dieses Planeten bezeichnet, die der Sonne immer zugekehrt ist. Die heißeste Stelle des Merkur dürfte etwa 397 Grad warm sein, wohingegen die der Sonne abgewandte Seite fast so kalt sein wird, wie sie überhaupt sein kann, also etwa 273 Grad unter dem Eispunkt. 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 um die Sonne in einem Abstand, der noch nicht drei Viertel 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 unseren 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 unserer Erde, so greifen auch dort die Dämmerungserscheinungen durch die Lichtbrechung in der Atmosphäre weit auf die Nachtseite über und müssen von uns aus gesehen wie leuchtende Hörner erscheinen. Unser 8. Bild, das 1890 von Barnard gezeichnet wurde, gibt eine gute Vorstellung davon. 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 Kilometer veranschlagen muß. Auch die spektroskopischen Untersuchungen haben uns das Vorhandensein eines Luftmantels erwiesen, der sich von dem unserigen nicht wesentlich unterscheiden kann.



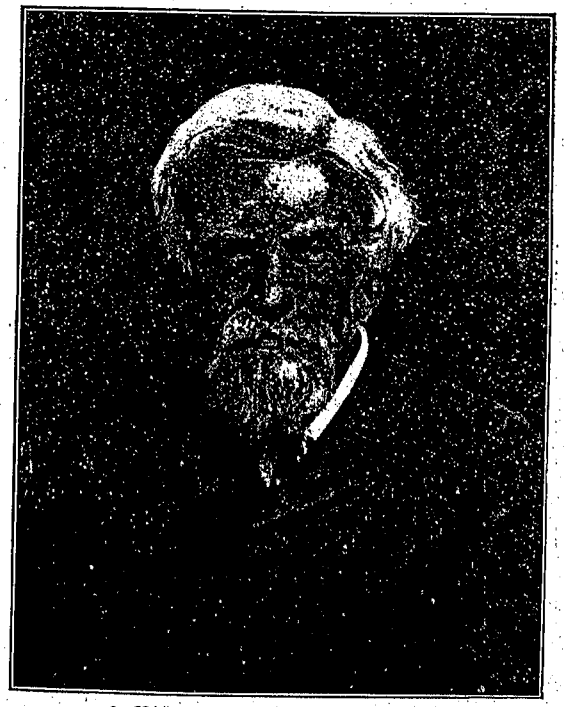
8. Bild. Schmalste sichtbare Phase der Venus
(Die übergreifenden Hörner bilden den atmosphärischen Lichtsaum)
Gezeichnet von Barnard 1890

Wir wissen nun, daß die Rückstrahlungsfähigkeit (Albedo) der Venus außerordentlich stark ist. Über drei Viertel alles Sonnenlichtes wird von der Venus wieder zurückgeworfen — kein Wunder, daß dieser Planet 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 drei Viertel der zugestrahlten Sonnenwärme ungenützt wieder in den Raum hinausstrahlt, so behält sie nur ein Viertel für sich, und die Ausnutzung der Sonnenstrahlung wird dort viel

unökonomischer als zum Beispiel bei uns. Die Mitteltemperatur, die unter Zugrundelegung einer vollkommen durchsichtigen Venusatmosphäre zu 65 Grad berechnet wurde (siehe Seite 48), 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 (siehe Seite 45 unten). Früher tobte ein langwieriger Streit darüber, ob die Venus eine Achsenumdrehung besitzt, die gleich lang ist wie die der Erde, oder ob der Planet der Sonne immer dieselbe Seite zukehrt, wie es zum Beispiel Merkur tut. Im letzteren Falle wäre die Zeit der Achsenumdrehung gleich der Umlaufszeit um die Sonne. Da die spektroskopischen Untersuchungsmethoden hier versagen, ist man auf Oberflächenbeobachtungen 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 gerade bei der Venus sind, bewies der Münchener 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 Meridianstreifen sichtbar, bei nahezu halberleuchteter Kugel waren besonders die

hellen Polarflecke auffallend deutlich, also gerade diejenigen Objekte, welche hervorragend wichtig waren bei den Bestimmungen der Umdrehungsdauer! Villiger kommt durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse, daß sich der Bestimmung der Umdrehungszeit des Planeten Venus aus Beobachtungen seiner Oberfläche

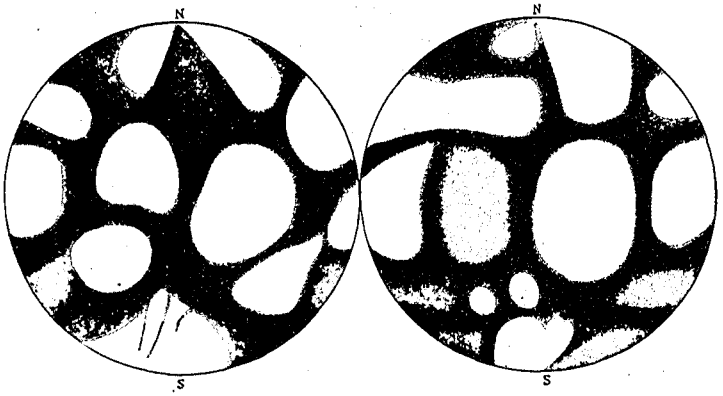


9. Bild. Giovanni Schiaparelli †
(Siehe Seite 102)

Schwierigkeiten entgegenstellen, die ihre Ursache zum Teil in dem Beleuchtungsgesetz, das auf dem Planeten gilt, und damit zusammenhängend in unserem 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 Niestenschen Karte zusammen-

getragen, 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 Wolkenschleiern bedeckt ist.

Doch genügen unsere 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 Verhält-



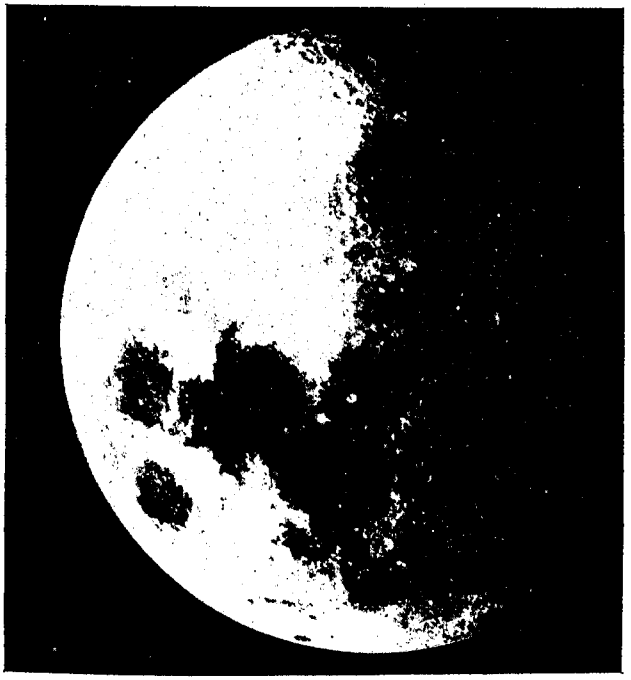
10. Bild. Karte der Venus
Nach den Beobachtungen Niestens in Brüssel in den Jahren 1881 bis 1890

nissen existiert wie auf der Erde zur entsprechenden Zeit. Man kann etwa an die Steinkohlenzeit denken, als eine üppige Fauna in schwüler Atmosphäre die Erdoberfläche deckte. Der Luftmantel ist mit Wasserdampf und mit Kohlensäure stark geschwängert, begünstigt damit aber nur das Aufschießen einer Vegetation, gegen die unsere jetzige tropische uns fast noch wie eine dürftige nordische anmutet. In diesem Zustand können wir uns die Venusoberfläche denken. Vielleicht ist auch schon ein tierisches Leben in den unteren Stufen vorhanden, für welches 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 unseren 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.

Der Mond

Wir kommen nun zu unserem treuen Begleiter, dem Erdmond. Mit ihm hat sich die Phantasie der Schriftsteller und



11. Bild. Photographische Aufnahme des Mondes von der Licksternwarte

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 Katzensprung nach unseren astronomischen Begriffen. Die 384000 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 unserer Erde, zum Beispiel das Innere Afrikas. 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 Siebenundzwanzigstel der Erdoberfläche.

12. Bild. Das Mare Crisium des Mondes

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 Umschwung 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. Frank Very 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 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

13. Bild. Das Apenninengebirge des Mondes
Photographiert auf der Licksternwarte

— 46 Grad. Dann aber nahm die Hitze beim Steigen der Sonne sehr stark zu. Als die Sonne 45 Grad über dem Horizont stand, hatte die Mondoberfläche schon die Siedehitze des Wassers angenommen. Die Rechnungen Arrhenius' ergaben für die heißeste Stelle des Mondes 150 Grad, während die Mitteltemperatur der sonnenbeleuchteten Mondoberfläche 106 Grad betragen sollte.

14. Bild. Der Mondkrater Tycho
Nach einer Photographie der Licksternwarte vom 10. November 1892 vergrößert gezeichnet von Professor Weinek in Prag

So beträchtlich aber auch die mittägige Hitze auf dem Monde sein mag, sie würde noch größer sein, wenn der Mond eine der unserigen gleiche Atmosphäre besäße, die die immerhin beträchtliche Ausstrahlung in den kalten Weltraum mehr konservierte. 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 ehemals eine gehabt, so müßte er sie verloren haben, mindestens, nachdem sich die lange Umdrehungsdauer um die eigene 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 zum Beispiel 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 Sternbedeckungen verraten. Wenn der Mond auf seiner Wanderung über dem Himmel um die Erde herum vor Sternen vorübergeht und diese für unseren Standpunkt verdeckt, dann müßten die Strahlen im Augenblick des Verschwindens und des Hervortauchens aus unserem Sehschatten eine Ablenkung erfahren, die sich je nach der Stelle verschieden gestalten müßte, an welcher der Stern hinter dem Mondrand verschwindet. Das ist aber nicht der Fall. Auch das Spektroskop erweist, daß das Licht durch die Reflexion an der Mondoberfläche keinerlei Veränderung erleidet, daß also auch keinerlei Atmosphäre am Monde zu durchschreiten ist. Weder die direkte Beobachtung noch andere 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 unserer 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 herniederzuknallen. Die Mondoberfläche strahlt aber die Sonnenwärme auch sogleich wieder in den kalten Weltraum hinaus, und ist erst die Sonne bis tief zum Horizont gesunken, dann ist die Temperatur gar nicht so unerträglich. Aber nur kurze Zeit, vielleicht bloß 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 Unterschiede an Licht und Wärme könnte kein Mensch aushalten. Zudem fehlen die wichtigsten Erfordernisse für das menschliche Dasein, die Luft und infolgedessen auch das Wasser. Wohl müssen wir annehmen, daß der Mond sich ehemals in einem

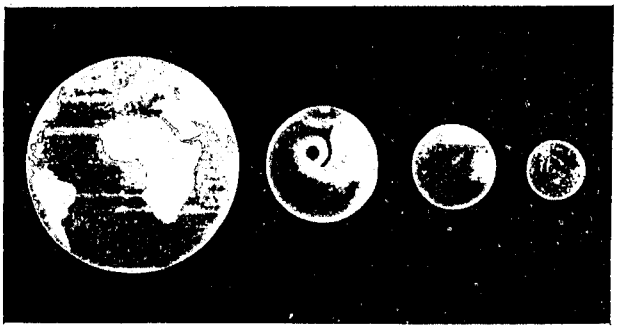
Zustand befunden habe wie jetzt die Erde, daß er aber als kleiner Weltkörper schon die Entwicklungsstadien hinter sich hat, die die größeren und deshalb verhältnismäßig jüngeren Himmelskörper unseres Sonnensystems zum Teil noch erwarten. Wasser und Luft müssen dem Monde dann eigen gewesen sein. Das ist wohl möglich. Er hat sie eben im Laufe der Zeit verloren, das Wasser ist mit anderen Substanzen chemische Verbindungen eingegangen, hat sich niedergeschlagen, Spuren davon mögen auch jetzt noch als Überbleibsel verschwundener 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. Jetzt ist der Mond zweifelsohne eine tote Masse, die ihre Entwicklung als selbständiger Weltkörper vollendet hat, wenn nicht Vorgänge kosmischer Art ihn zu neuem Leben erwecken, die wir nicht voraussehen können.

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 Meter oder eine Höhe von 30 Meter 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 Mondbewohner 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 ein Sechstel derjenigen auf der Erde, so können danach menschenähnliche Wesen dort unter sonst gleichen Umständen sechsmal so groß sein. — Von solchen 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.

Mars und die Marsmonde

Können wir Venus die jüngere Schwester der Erde nennen, so kommen wir nun, im Planetensystem weiterschreitend, zu ihrem älteren Bruder, dem Mars. Jeder kennt jenen rot-



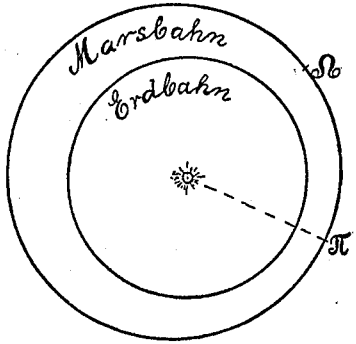
15. Bild. Größenverhältnisse der Erde, des Mars, des Merkurs und des Mondes

flammenden Stern an unserem 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 einfachen 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 nahekommen. 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 besonders nahe, ihre Oppositionen werden für die Beobachtungen außerordentlich günstig. Alle fünfzehn Jahre etwa tritt dieser Fall ein; zum letzten Male war es wieder im Herbst 1909 der Fall. Mars erreicht dabei einen Durchmesser von 24 Bogensekunden. In einem hundertfach vergrößernden Fernrohr sieht man unter diesen Umständen den Mars ebenso groß, wie wenn man ein Fünfpfennigstück aus anderthalb Meter Entfernung beschaut. Und selbst bei Anwendung einer dreihundertfachen Vergrößerung — in unserer Luft hierzulande so ziemlich das Äußerste — sieht der Planet nur etwa so groß aus wie ein Fünfmarkstück aus 110 Zentimeter 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 mehr als diejenige der Erde (23½ Grad) hat — sie beträgt 25 Grad —, lassen sich auch die Breiten 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 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 Umlaufszeit des Planeten um die Sonne (687 Erdentage = 668 Marstagen) von erheblich längerer Dauer. In dieser Beziehung sind also schon große Verschiedenheiten gegen die Erde vorhanden. Während bei uns auf der Nordhalbkugel der Frühling 93 Tage dauert, ist er auf der Nordmarshalbkugel 191 Marstage lang. Für den Sommer verhalten sich die Zahlen wie 94 zu 181, für den Herbst wie 89 zu 149 und für den Winter wie 89 zu 147 Tage. Frühling und Sommer sind also dort sehr lang, Herbst und Winter sehr kurz.

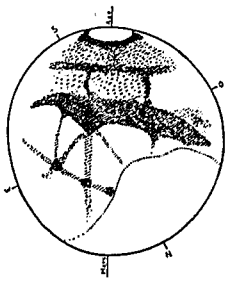
Aus allen diesen Angaben kann man die Temperaturverhältnisse berechnen. Unsere Tabelle auf Seite 48 gibt die Durchschnittstemperatur zu — 37 Grad an. Das ist außerordentlich niedrig. Doch müssen wir bedenken, daß diese durch eine etwa vorhandene Atmosphäre noch wesentlich modifiziert wird. Wir müssen uns also mit der Frage nach einer Marsatmosphäre beschäftigen.



16. Bild. Bahnlage von Erde und Mars in richtigen Verhältnissen

Schon die Helligkeitsveränderungen, welche die Beleuchtungsphase hervorbringt, zeigen durch die Geringfügigkeit, daß die von der Marsoberfläche zurückgestrahlten Sonnenstrahlen eine Lufthülle zu durchdringen haben. Nun hat Mars ein rötliches Aussehen, das heißt die ihn umhüllende Atmosphäre verschluckt von den Sonnenstrahlen vornehmlich die blauen Strahlen, so daß die roten in den übrigbleibenden 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 Vergleichungen des Mond- und des Marsspektrums durch Campbell und Albrecht auf der Lickternwarte haben beide als völlig übereinstimmend ergeben. Das gleiche Ergebnis haben die neuesten 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 Argumente sprechen unbedingt dafür, und selbst Campbell sagt, daß die Luft auf dem Mars nur nicht dichter sein könne als der vierte Teil unserer eigenen Erdatmosphäre.



17. Bild. Antoniadis Marsbild mit gelben Schleiern im Norden

Ein schwierigerer Streitpunkt ist die Frage nach dem Vorhandensein 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 getrübten 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 unserem 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 sich diese wieder auf. Gerade zur Beobachtungszeit sind sie 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 wässerige Natur besitzen, und sie haben infolgedessen auch eine ganz andere Deutung erfahren.

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

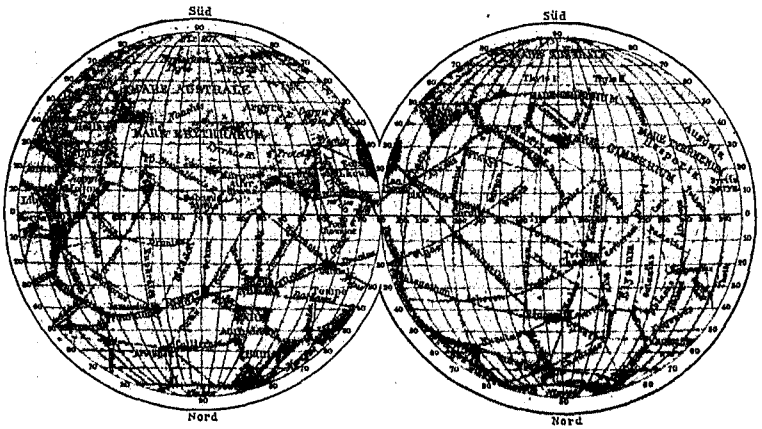
haben, weiße Flecken, die mit zunehmendem Winter größer werden. Diese Flecke sind zur Zeit des Marsfrühlings von einem dunklen Saume rings umgeben, den man sehr plausibel als die Schneeschmelzzone erklären kann (Bilder 18 und 19). Auf der Planetenscheibe selbst zeigen auch kleine Fernrohre schon dunkle Flecken und Stellen, deren Deutung auf verschiedenartigste Weise versucht worden ist. Die einen halten sie für Festländer und Meere, die anderen für kahle Wüsten und bewachsene Oasen usw. Natürlich ist keine dieser Erklärungen ohne Widersprüche und Einwendungen geblieben. Die Beobachtungen dieser Konfigurationen erstrecken sich bereits über zwei Jahrzehnte; trotzdem hat man nur geringe Veränderungen derselben, die sich mit den Jahreszeiten in Verbindung bringen lassen, konstatiert.

18. Bild. Mars am 21. September 1877
Gezeichnet von Lohse

Während der günstigen Oppositionen des Planeten Mars sind eine große Zahl von Astronomen tätig gewesen, um 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, Lockyer, 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 (Bild 20). Schiaparelli hatte in seinen umfangreichen Beobachtungen nicht nur die Flecken beobachtet, er entdeckte auch die von ihm so genannten „Kanäle", das sind Verbindungslinien dunkler Stellen und

19. Bild. Mars am 21. Mai 1890
Gez. von Holden (Lickternwarte)

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 her liefen. 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 anderen Marsforschern bestätigt. Die Zeichnungen



20. Bild. Generalkarte des Mars nach Schiaparellis Beobachtungen aus den Jahren 1877 bis 1888

wichen aber voneinander so stark ab, daß sich bei den verschiedenen Beobachtern nur wenige Einzelheiten identifizieren ließen. Bedeutende Astronomen hielten diese Objekte daher für Täuschungen, denen die Marsbeobachter selbst gegen ihren Willen ausgesetzt waren, wofür sich auch in der Tat naheliegende Erklärungen aufdrängten. Die Villigerschen Untersuchungen mit den beleuchteten Kugeln, die wir schon (Seite 50) besprachen, geben dafür vorzügliche Beispiele.

Die „Kanäle" wurden vielfach als wasserführende Läufe aufgefaßt, und eine große Reihe von Leuten, darunter besonders viele Dilettanten, haben sich damit beschäftigt, Erklärungen für das Entstehen, beziehungsweise das Sichtbarwerden der Kanäle

zu gewissen Zeiten und ihr Wiederverschwinden zu geben. Die Ausdauer und der Scharfsinn, den manche dabei anwandten, sind bewunderungswürdig. Es durfte daher auch nicht wundernehmen, 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 auch recht skeptisch geworden, und viele Leute meinen, ins gerade Gegenteil umschlagend, darüber ließe sich gar nichts Vernünftiges mehr sagen. Unsere 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 andere Himmelskörper durchaus bevölkern wollten. Und wir können es nicht leugnen, daß tatsächlich seine physischen Verhältnisse dafür eine ganze Reihe von Anhaltspunkten bieten. Wasser und Luft sind auf ihm vorhanden; man kann auch auf das Vorhandensein einer Vegetation schließen. Dazu die merkwürdigen Erscheinungen der „Kanäle". Kein Wunder, daß man die letzteren 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

ausgedehnten Kanalnetz überzogen, durch welches 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 20 Kilometer 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 ökonomisch wäre das für uns undenkbar. Da ließe sich allerdings entgegnen, 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 anderen abfließen, ebenso wie wir zwischen Sommer und Winter bei uns auf der Erde ungeheure Wassertransporte feststellen können. Die gegen die Kanäle andrängenden Wasserfluten waschen diese aus und erweitern sie beständig. Nach der Schneeschmelze hört dies wieder auf und die Wasser treten in den Ufern wieder zurück. Das Land zu beiden Seiten der Kanäle ist dann mit einem breiten Schlammstreifen überzogen, der alsbald eine üppige Vegetation hervorsprießen läßt, die uns den Lauf des Kanals nun wegen seiner Breite sichtbar macht.

Durch diese liebgewordenen Vorstellungen, die mich noch vor wenigen Jahren an die Bewohnbarkeit und das Bewohntsein des Mars glauben ließen, haben aber die neuesten Feststellungen doch einen gewaltigen Strich gemacht.

Auf Grund seiner neuesten 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, andere als Ketten von kleinen Fleckchen — entsprechend Cerullis Ansicht —, manche sind nichts als die Ränder von Schattenflächen, andere endlich zeigen sich als schmale schwarze Linien von kurzem, gewundenem Laufe. Das Netz nur flüchtig sichtbarer gerader Linien beruht dagegen auf Täuschung. Statt seiner enthüllt das große Fernrohr ein Bild einer verwickelten Marmorierung oder besser das

eines regellosen Schachbretts.“ 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 sich gerade die großen Fernrohre als so 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.

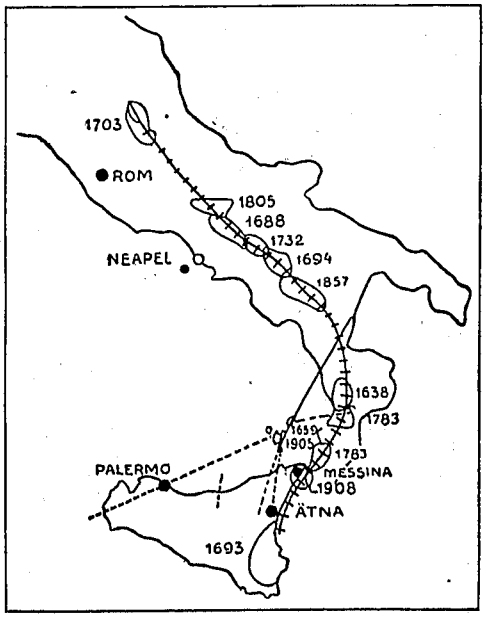
Aber auch sonst ist vieles ins Wanken geraten, was früher so fest erschien. So sind die Polarflecke wohl da, aber das Vorhandensein des dunklen Saumes, den man als Schmelzwasser ansah, ist sehr ungewiß geworden. Damit ist aber auch das Vorhandensein flüssigen Wassers auf dem Mars völlig ungewiß, und 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 letzten Oppositionsperiode 1909 eingehend mit der Frage beschäftigt und auf dem höchsten Punkte der Union, dem Mount Whitney in Kalifornien, 4420 Meter 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 um 0,4 Grad pro Kubikmeter oder niedriger sein muß. Er sagt: „In einem Wüstenklima von 31 Prozent 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 die entsprechende Differenz 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 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 Millimeter, also ein Zwölftel des Luftdrucks auf der Erde geschätzt wird, eine schnelle Verdampfung oder sogar Schmelzung von Schneemassen erfolgen kann."

Arrhenius nimmt also, wie wir sehen, wohl noch das Vorhandensein von Wasserdampf in der Marsatmosphäre an, meint aber, daß trotzdem Mars eine tote Welt sei. Daß die „Kanäle" wasserführende Rinnen und die „Meere" wirklich Wasserbecken seien, hält er mit Recht für ganz ausgeschlossen. 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 neuesten 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 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 Ausstrahlungszentren sieht Arrhenius daher als Einsturzzentren an, von denen aus sich Bebenspalten 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 usw. gibt. Ein solcher Einsturzkessel ist zum Beispiel 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 besetzten Spalten für das Auge zu geraden Linien. Schon Cerulli sprach die Ansicht von der Fleckenhaftigkeit der Kanäle aus, und die Beobachtungen Antoniadis scheinen dies in vielen Fällen zu bestätigen. Auf dem Mond seien die Strahlen durch lockeren und deshalb hellen Staub verschüttet. Woher kommt dieser Staub, der nach Arrhenius ja auch auf dem Mars vorhanden sein soll?



21. Bild. Erdbebenspalten in Süditalien und Sizilien

Es ist bekannt, daß im Laufe der Zeiten gewaltige Mengen von Meteoriten und kosmischen Staubes aus dem Himmelsraum auf die Weltkörper niederfallen. Wir wissen das von der Erde her. Auf die Erde sollen nach Arrhenius' Schätzung jährlich

mindestens 20000 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, wann 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 Luftsauerstoff 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 so weit gediehen sind. Dann wird die Erde dem Zustand des Mondes gleichen, wenn bei diesem der Vorgang auch in seinen letzten Stadien aus anderen Gründen etwas anders abgelaufen sein wird. Organisches Leben ist dann natürlich ausgeschlossen, der Weltkörper wird von da an tot sein. —

Dieser Eisenstaub ist also auch auf dem Mars vorhanden. Seine Oxydation 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 Korngröße ist die Farbe abgestuft. Der feinste Staub ist gelblich, der gröbste 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 so viel 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 seltene Rolle spielt.

Mars wird ehedem 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 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 Salzschichten 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". Wie weit daneben noch richtige Wasseransammlungen zustande kommen, ist nicht ohne weiteres zu sagen. Vielleicht kommen im Mare Australe solche noch vor, vielleicht 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 unsere 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 ge-

rade 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 allerdings 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 Kilometer im Durchmesser halten mögen. Sie sind vom Standpunkt 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 ausgeschieden haben.

Die Planetoiden

Wir kommen nun zur Gruppe der kleinen Planeten. Diese Körperchen, deren jetzt schon über 600 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 ein Viertel bis ein Sechstel 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 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 unseren früheren Erörterungen können diese Körper

überhaupt keine Luftmäntel um sich fesseln; Luft und Wasser fehlt also auf ihnen. Daß man da an eine Bewohnbarkeit denken kann, ist natürlich einfach ausgeschlossen.

Jupiter und seine Monde

Les extrèmes se touchent, die Extreme berühren sich, sagt ein französisches Sprichwort. Das bewährt sich auch im Sonnensystem, so wenig 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 elfmal 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 weniges hierher setzen, was uns von diesem Riesen bekannt ist.

22. Bild. Jupiter
Gezeichnet von Keeler am 10. Juli 1889 auf der Licksternwarte

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 häufig mit dunkleren Anhäufungen und helleren Flecken durchsetzt sind, welche mitunter ihr Aussehen und ihre Stellung zueinander schnell verändern. Aus ihrer Bewegung läßt sich schließen, daß Jupiter sich in nahezu zehn Stunden um seine Achse dreht. Die ganze ungeheure Masse schwingt sich in dieser kurzen Zeit einmal um, so daß die äußeren Teile sich mit einer Geschwindigkeit von 12½ Kilo-

meter in der Sekunde bewegen. Durch die spektroskopischen Untersuchungen wissen wir nun, daß Jupiter eine dichte Atmosphäre umgibt, die ihrer Zusammensetzung nach der unserigen nicht ganz unähnlich ist. Die obenerwähnten gleichlaufenden Streifen ergeben sich als Wolkenzüge, die durch die ungeheure Umschwungsbewegung erzeugt sind. Die Windströmungen müssen hier in der Jupiteratmosphäre Größenordnungen annehmen, gegen die unsere stärksten Orkane nur leises Säuseln bedeuten. Zeitigen die hier aber schon alles zerstörende Wirkungen, so auf dem Jupiter noch um das Vielfache schlimmer. Wie vermöchten sich bei der Beständigkeit solcher Windströmungen Geschöpfe dort zu erhalten?

Aber noch ein anderes schließt die Bewohnbarkeit Jupiters aus. Ähnlich wie bei der Sonne scheint das Innere Jupiters der Sitz einer lebhaften, durch eine beträchtliche Eigenwärme bewirkten Tätigkeit zu sein, wenn auch im Maßstabe tausend-, ja vielleicht millionenfach geringer. 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.

Angesichts dieser beträchtlichen Eigenwärme haben naturgemäß die Berechnungen über die Temperatur unter dem Einfluß 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 unserem Wege in den Weltenraum auf einige Körper, die zu Jupiters System gehören. Nach unserer 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 unseres 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 Eigenwärme Jupiters 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 Zwischenzustand, so daß wir die Existenz organischen Lebens dort für möglich halten können, obwohl wir kaum annehmen dürfen, daß Wesen unseres Schlages dort leben. Auf dem dritten, dem größten Monde Jupiters hat man neuerdings Polarkalotten zu sehen vermeint, wie wir sie

24. November 11 Uhr 45 Min. | 24. November 11 Uhr 50 Min. | 26. November 11 Uhr 30 Min. | 26. November 12 Uhr 15 Min.

23. Bild. Der dritte Jupitersmond
Nach Zeichnungen von J. Comas Solá in Barcelona

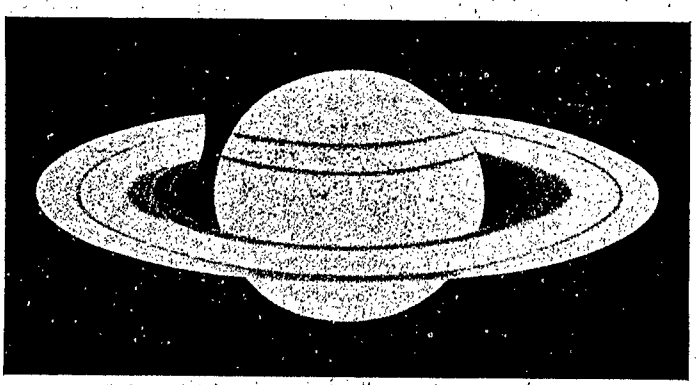
vom Mars her kennen. Die übrigen Monde sind teleskopische Objekte von großer Kleinheit, die für unsere Betrachtungen außer Berücksichtigung bleiben.

Saturn und sein System

Auf immer neue Wunder stoßen wir, wenn wir unsere 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 unseren 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 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 kontinuierliche (zusammenhängende) Masse erscheinen. Die Saturns-

kugel 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, unter welcher der noch sehr wenig dichte Kern des Planeten sich unseren 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 unserer jetzigen Kenntnis von nicht weniger als zehn Trabanten begleitet, von denen einige fast die Größe der



24. Bild. Saturn mit seinem Ringsystem
Gezeichnet von Gutbnick am 20. Oktober 1904

großen Jupitertrabanten erreichen. Von ihnen mag daher dasselbe gelten wie von jenen. Beobachtungen können uns darüber noch keinen Aufschluß geben. Die neueren (neunter und zehnter) Monde haben zu geringe Größe, als daß wir an ein Bewohntsein denken könnten.

Uranus und Neptun

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

Das neunzehnte Jahrhundert steckte die Grenzen unseres Sonnensystems durch die Entdeckung des Neptun abermals um ein bedeutendes Maß weiter. Dieser Planet gilt nun als die Grenze des Herrschaftsbereiches der Sonne. Uranus und Neptun 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 und ihres Lichtes 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 welches wir uns hier auf der Erde einen organischen Lebensprozeß überhaupt nicht denken können.

25. Bild. Johann Gottfried Galle †

Seit der Entdeckung Neptuns (1846) sind bereits 64 Jahre verflossen, und doch hat derjenige Mann, dem es vergönnt war,

den Planeten zuerst bewußt als solchen gesehen zu haben, erst in diesen Tagen das Zeitliche gesegnet. Neptun wurde bekanntlich „errechnet". Der Engländer Adams und der Franzose Leverrier vermuteten, daß Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Planeten Uranus durch einen Körper hervorgerufen würden, der seine Bahn noch außerhalb des Uranus um die Sonne zieht. Unter gewissen Annahmen, zu denen sie auf Grund der vorliegenden Beobachtungen kamen, unterwarfen sie diese Annahme einer analytischen und rechnerischen Untersuchung und kamen ganz unabhängig voneinander zu der Überzeugung, daß ein solcher Körper an bestimmtem, angegebenem Orte des Himmels stehen müsse. Adams ließ in London nachforschen, Leverrier wandte sich nach Berlin, wo Dr. Galle an der Berliner Königlichen Sternwarte suchte und sofort den gesuchten Körper nur zwei Vollmondsbreiten von dem errechneten Orte entfernt fand. Galle war damals noch Assistent. Er war am 9. Juni 1812 in Pabsthaus bei Gräfenhainichen geboren, studierte 1830 und 1833 in Berlin Mathematik und Naturwissenschaften, wurde dann in Guben und bald darauf in Berlin Gymnasiallehrer. 1835 wurde er unter Encke Assistent an der neuen Sternwarte, promovierte aber erst zehn Jahre später zum Doktor und wurde 1851 Direktor der Breslauer Universitätssternwarte. Erst 1897 ließ er sich pensionieren und wohnte seitdem in Potsdam. Außer der Neptunentdeckung gelang Galle noch die Entdeckung der ersten drei Kometen des Jahres 1840. Seine Tätigkeit erschöpfte sich in den zahllosen Beobachtungen und Rechnungen, die der Beruf mit sich brachte, zeitigte aber auch noch manche wissenschaftlichen Arbeiten astronomischer und meteorologischer Natur.

Die Kometen

Bleiben noch die Kometen. Die können wir aber sehr schnell abtun. Wissen wir doch, daß sie ganz luftige Gebilde sind. Zwar mögen sie meist einen festen Kern besitzen, der aus einigen soliden steinartigen Massen besteht, da herum aber werden sich Staubmassen anlagern, die in der Nähe von Sonnen, wo sie also starke und andauernde Bestrahlung erfahren und tüchtig erhitzt werden, zum Teil vergasen, zum Teil sich auch bloß sehr auflockern. Die aufgelockerten Massen unterliegen aber ähnlich wie die flüssigen Massen auf der Erde einer Gezeitenwirkung (G. H. Darwin), wodurch ihr Zusammenhalt nur noch mehr gelockert wird und die weiteren Prozesse der Zerstreuung der Kometenmaterie in den Raum beginnen können. Der Kern umgibt sich mit einer nebligen dunstigen Hülle, die sehr große Ausmaße annimmt und durch den Lichtdruck (siehe Seite 91 fg.) derjenigen Sonne, in deren Nähe sich der Komet gerade bewegt, zur Schweifbildung veranlaßt wird. Wandern die Kometen nicht in der Nähe von Sonnen im Weltenraume, 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 größeren festen Kernstücke an; die Gasmassen verflüssigen sich bei der tiefen Temperatur des Weltraumes, 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 gar ungeheuer langen Perioden (bei den nicht periodischen Kometen) während weniger Monate nur erwachen, während welcher dann völlige Revolutionen in ihrem Zustand vor sich gehen, die den ganzen Körper betreffen, ihn durchwühlen, explodieren und dergleichen derbe Scherze geschehen. Da existieren keine Bedingungen für irgend ein Leben, viel weniger noch für ein Leben unseren Schlages. Die Kometen sind die eigentlich toten Körper im Weltraum, als Kometen sind sie stets tot. Alle anderen Körper können doch wenigstens vorübergehend mal 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.

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 wenigstens einige von ihnen, einen wunderbaren Reichtum an landschaftlicher Gestaltung ihrer Oberfläche. Die prachtvollen Zerklüftungen, die unseren 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 unserem Planetensystem, so können wir auch im endlosen Weltenraume so ähnliche Körper wiederfinden. Mögen dort die Grundmotive des Aufbaus aus irgendwelchen Ursachen, wie sie die Entwicklung mit sich bringt, andere sein: sie werden sich doch oft verwandt und ähnlich sein! — Kehren wir zu unserem Planetensystem zurück.

Mit Ausnahme des Merkur scheinen alle Planeten Lufthüllen zu besitzen, und auch die Trabanten der anderen Planeten scheinen Spuren von Wasserdampf aufzuweisen. Dabei zieht uns der jetzige Stand unserer Beobachtungsmittel die Grenzen für unsere Erkenntnis; unser eigener 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 stark. 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 als unser Sonnensystem? Direkte Anzeichen für ihre Bewohnbarkeit haben wir ja nicht, aber wir 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.

Unsere Betrachtungen geben uns die Gewißheit, daß wir nicht die einzigen Organismen im endlosen Weltall sind; wissen wir auch nicht, wo unsere 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 anderen Weltkörpern bestehen, sind sie freie Schöpfungen der Natur, geboren aus dem unendlich mannigfaltigen Zwange der Gesetze, in deren Grenzen die Kräfte der Natur wirken.

3. 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 unserem Mutterplaneten, daß die Weltkörper auf ihrem Entwicklungsgang 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 unserer 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 anderen 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 Lebewelt darauf zu antworten weiß.

Fangen 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 unverwüstlich sich diese Anschauung erhalten hat, beweist die Tatsache, daß der große Botaniker Linné in seinem Werke „Genera plantarum" 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 Flöhen 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 so außerordentlich ähnlich seien. Das ist doch wohl eine Art gegenteiliger Betrachtung, die durchaus ihren Sinn hat. Denn jeder Beobachter muß sehen, daß die Kinder den Eltern zwar außerordentlich ähnlich sind, aber nicht ganz genau ähnlich. 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 Bilderbuch aufweisen, das die Erdgeschichte unter unseren 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 Tierreichs allmählich und durch Umwandlung niederer Formen in höhere vor sich gehe. Die nach den genannten Männern, namentlich auf Cuviers Autorität hin einsetzende Reaktion wurde erst überwunden durch die unsterblichen Arbeiten Charles Darwins, dessen Hauptverdienst es war, der Evolutionstheorie oder Entwicklungslehre eine vorzügliche Grundlage gegeben zu haben. 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, das heißt 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 unserem Problem einen gewaltigen Schritt weitergekommen. Denn es ist etwas anderes, ob ich auf der bis dahin unbewohnten Erde plötzlich hochentwickelte Säugetiere umherwandeln sehe, als 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.

Helmholtz hat in seiner berühmten Schrift „Über die Erhaltung der Kraft" 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.

26. Bild. H. L. F. v. Helmholtz
(Siehe Seite 103)

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 Schöpfungsgeschichte unbefriedigt waren. Die großen Mikroskopiker Leeuwenhoek 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 lebhafte Bewegungen ausführten. Leeuwenhoek nennt sie „levende dierkens", lebendige Tierchen. Diese vielfach bewunderte Erscheinung erklärt sich durch die Leichtigkeit, mit welcher Keime dieser kleinen Tierchen, die ein Tausendstel bis höchstens 1 Millimeter 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 — wie Tyndall, Pasteur und Chevreul taten — 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. Namentlich Pasteur hat durch zahlreiche Arbeiten nachgewiesen, daß der Keim zur Entstehung des Lebens vorhanden sein muß.

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 welche das Leben gebunden ist. Dieses Protoplasma bildet in jeder Pflanzen- und Tierzelle

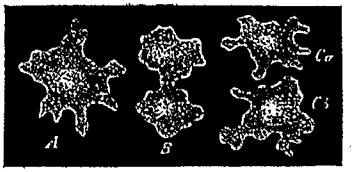
neben dem Zellkern den wesentlichsten Inhalt, abgesehen von den mehr zufälligen und auch nicht jeder Zelle zukommenden Teilen, wie Stärkekörner, Fettkügelchen usw. Das Protoplasma hat in jeder Zellform einen anderen Bau, der mitunter außerordentlich kompliziert ist. Oft ist der Aufbau des Plasmas in einzelnen Partien einer Zelle sogar anders als in anderen. Dem äußeren Ansehen nach ist das Protoplasma eine dickflüssige Masse, in welcher 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 Fette 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, Glykogenschollen, Fett- und Öltröpfchen und dergleichen 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 bisher untrennbar verbunden bekannt 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 unzerteilbare 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 zersetzt die lebende Substanz unter Nahrungsaufnahme fortwährend und erneuert aus letzterer immerzu ihren Bestand. Das ist die sogenannte Assimilation, Anähnelung 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 denen alles Leben beruht, noch herzlich wenig orientiert sind. Stört man den Lebensprozeß der Zelle, so sistieren sich eine Weile gewisse Funktionen derselben, während ein Andauern der Störung zum Tode der Zelle führt.

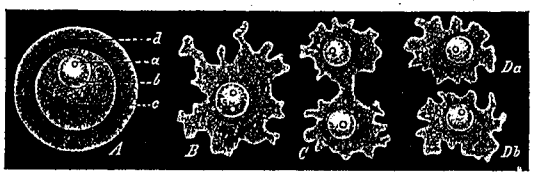


27. Bild. Amoeba vulgaris und ihre Fortpflanzung durch Selbstteilung

In der Entwicklung die einfachste Form von einzelligen Organismen sind nach unseren Kenntnissen die Amöben. Sie stellen gewissermaßen das Ideal der Zelle dar. In unseren 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. Unser Bild stellt eine gewöhnliche Amöbe (Amoeba vulgaris) dar. Sie lebt von der Nahrungsaufnahme, die in der Weise vor sich geht, daß sie irgendwelche Körperchen, die als

Nahrung geeignet sind — organische Stoffe, Wasser usw. — in sich einschließt. Der Körper nimmt die geeigneten Teile daraus auf und assimiliert sie sich. So wachsen diese Zellen. Nachdem eine Amöbe durch fortdauerndes 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 unseren eigenen Körper zusammensetzen und von denen viele beständig durch den Lebensprozeß verbraucht und durch neue ersetzt werden, vermehren sich so. Die Generationsdauer, das heißt die Zeit, welche 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. Setzen wir voraus, daß stets die Wachstumsbedingungen vorhanden sind, so teilt sich zum Beispiel der Heubazillus in einer halben Stunde, der Choleravibrion 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 von Bakterien würde ungefähr 2000 Zentner Trockensubstanz enthalten. Wollte man also einen solchen Kommabazillus sich in vollster Üppigkeit vermehren lassen, so müßte man ein Riesenexperiment 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. Die Bäume wachsen auch hier nicht in den Himmel, denn sonst bestünde die ganze Welt nur noch aus Amöben und Bakterien. Daß die Vermehrung aber riesenhafte Dimensionen annehmen kann, möge folgendes Beispiel zeigen. Die Milch fließt aus gesundem Euter steril ab,



28. Bild. Amoeba sphaerococcus und ihre Fortpflanzung durch Selbstteilung

das heißt enthält keine Keime. Schon kurze Zeit nach dem Melken kann man 9000 bis 20000 Keime in einem Kubikzentimeter — das ist 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 2½ Stunden nach dem Melken 9300 Keime pro Kubikzentimeter enthielt, die Keimzahl nach dieser Tabelle an:

	bei 15 Grad	bei 25 Grad	bei 35 Grad
In 3 Stunden . . .	10000	18000	30000
= 6 = . . .	25000	172000	12000000
= 9 = . . .	46500	1000000	35280000
= 24 = . . .	5700000	577500000	50000000

Man sieht, zu welchen anständigen Zahlen man dabei kommt.

Diese Fortpflanzung ist bisher nun stets beobachtet worden aus lebenden Zellen. Auch der menschliche und tierische Körper wächst so. Er ist ja nur eine Agglomerat (Anhäufung) von ungeheuer vielen Einzelzellen, die alle leben. In jeder Sekunde gehen in einem so großen Organismus, wie der menschliche Körper ist, Tausende von Zellteilungen vor sich. Überall, wo sich bisher Leben regte, hat man seine Entstehung aus 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 Ursprung 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. Soviel man auch versucht hat, ist es bisher doch noch nicht möglich gewesen, im chemischen Laboratorium Leben aus Stoffen zu erwecken. Man kennt die lebentragende Substanz, das Protoplasma, aus welchem die lebenden Zellen bestehen, man kennt seine chemische Zusammensetzung ganz genau, soweit dies 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.

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, das heißt 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 Kraft und Stoff Unterschiedliches ist oder von oder mit beiden Erzeugbares oder Unzertrennliches! Wir brauchen weder an den Schöpfer zu glauben, noch auch die jedes Jahr neu auftauchenden Gerüchte von dem Gelingen der Belebung toter Materie.

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 er von der Fruchtbarkeit dieser Anschauungen Gebrauch macht. Weshalb wohl nicht? Weil der Äther und seine Bewegungen nur die Bedingungen für die Begreiflichkeit der Erscheinungen des Lichtes aussprechen, wenn wir für unsere Erklärungen die Wellennatur des Lichtes als Grundlage annehmen. Ebenso drückt die Lehrmeinung von der Möglichkeit der Entstehung organischen, mit Leben begabten Stoffes aus totem unorganischem nichts anderes aus als die Begreiflichkeit der Natur. Ihre Wahrheit kann nur allmählich aus der Übereinstimmung der daraus abgeleiteten mit den beobachteten Tatsachen erkannt werden, ganz wie dies bei unserer Anschauung vom Wesen des Lichtes der Fall ist. Die Lehrmeinung 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 und dieser Voraussetzung gemäß schließen und untersuchen müsse."

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" (die Lehre von einer Allverbreitung der Keime der Lebewesen) gibt ihn an. Sie meint, daß die Lebenskeime überall im Weltraum vorhanden sind. Treffen sie bei ihrer Wanderung auf Weltkörper, welche die Bedingungen, Leben zu tragen, erfüllen können, so bevölkern sie diese.

29. Bild. Prof. Svante Arrhenius in Stockholm
(Siehe Seite 104)

Obwohl diese Anschauungsweise gar nicht so fern liegt, tauchte sie doch erst ziemlich spät auf. Doch hatte sie 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.

Bevor wir aber auf die eigentliche Frage eingehen, müssen wir einige Erläuterungen über die merkwürdige Erscheinung des Strahlungsdrucks voraufschicken.

Die Physik lehrt uns die Kenntnis mannigfacher Anziehungs- und Abstoßungskräfte. 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 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 erst 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 elektrodynamischen, die elektrischen usw. Als Abstoßungskräfte sind wohl die magnetischen am bekanntesten; es gibt aber auch elektrodynamische, elektrische und andere. 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, welche 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 noch der Lichtdruck, den das Sonnenlicht auf die getroffenen Körper ausübt, zu geringfügig ist, um direkt wahrgenommen werden zu können. Er wurde theoretisch entdeckt und später erst durch das Experiment mit den verfeinerten Hilfsmitteln nachgewiesen.

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 Millimeter 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 sie aber eine gewisse Größe, die von der Art der Strahlung abhängt (von ihrer Wellenlänge), so vermag der Lichtdruck gewissermaßen nicht mehr anzugreifen, und die Sonnengravitation überwiegt wieder. Die Körperchen werden dann wieder von der Sonne herangezogen.

Diese Erscheinung benutzt Arrhenius 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 drei bis zwei 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 her 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 Kilometer 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 Neptunbahn wird in 14 Monaten überschritten, und dann eilen die Keime hinaus in den endlosen Weltraum. Um zu dem uns nächsten Fixstern, Alpha im Sternbilde 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, 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 hineinleuchten 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 bloß 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 (Seite 14). Wir fanden, daß die niederen Lebewesen eine ganz außerordentliche Widerstandskraft haben, daß ihnen Kälte so gut wie gar nichts anhaben kann, 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 die Geschwindigkeit, mit welcher sie verlaufen, sich bei einer Temperaturerhöhung um 10 Grad auf das Doppelte bis 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 Gesetz 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 drei 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 hinausschreitet. 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 Weltraum, der sich zwischen den Weltinseln der Sterne dehnt, nicht vorhanden, so daß auch ihr Einfluß fortfällt. Nun haben trockene Keime eine außerordentliche Widerstandskraft; die auf den Baumstämmen vorkommende grüne Luftalge zum Beispiel 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 Pflanzensamen (Seite 14) 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, Eiweis, 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, ist 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, wo alle Wissenschaftlichkeit aufhören würde, weil die Dinge außerhalb unserer 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 unserer Erde gar nicht vorkommen, für Beweise der Richtigkeit der Arrheniusschen Anschauungen. Wozu hätten diese Keime diese Eigenschaften sonst? „Ist es nicht, als besäßen sie hier wirklich eine Anpassung, die aus unseren Erdverhältnissen hinausdeutet?" Als besäßen sie gewissermaßen einen „kosmischen Zug"! Auch die Existenz merkwürdiger Bakterien, zum Beispiel der Anaërobien, die den Luftsauerstoff 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 zugestehen, 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 Betracht kommenden Größenordnung nur etwa 80 Meter in einem Jahre fallen, das heißt 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 andere 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, welche negative elektrische Ladung führen. Wird diese Ladung unseren 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, so wird auch jeder andere lebentragende Himmelskörper lebenspendend wirken und seine Keime in den Raum hinaus verstreuen. Die Welt wird von ihnen mit Lebenskeimen versorgt. Treffen diese Keime auf bewohnbare Himmelskörper, so werden sie durch die gleichartige elektrische Ladung schon in großer Entfernung abgestoßen; ihre große Geschwindigkeit wird allmählich vernichtet oder wenigstens stark gehemmt, ehe sie die dort eventuell vorhandene Atmosphäre erreichen, sondern sie in diese nur mit verminderter Geschwindigkeit eintreffen. Die Atmosphäre benimmt ihnen den Rest ihrer Geschwindigkeit; die Wärme, welche 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 Handwerk 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 (Seite 89). Dabei sind ihre Lebensbedingungen so einfach, daß die Keime fast überall unter den mannigfachsten Umständen aufzugehen vermögen, wo nur die Grundbedingungen zu ihrer Existenz

gegeben sind. Man erkennt, daß unter dem Gesichtspunkt der Arrheniusschen 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 entsprießt, 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 „Panspermie" 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 Panspermie 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 fort-

Friedrich-Ebert-Stiftung

gepflanzte Leben mal einen Anfang gehabt und ein Ende hat, so bietet die Anschauung von der Panspermie 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 überall hin gelangen kann, somit fast allgegenwärtig ist. Und gerade das Verdienst Arrhenius' dabei ist es, den Weg gezeigt zu haben, wie man diese Allhinbewegung und Allgegenwart erklären kann, während vorher die ganze Panspermieanschauung 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 Gesondertes, von Energie und Stoff Unterschiedliches — dann muß es für sich ein Bestandsgesetz haben —, oder es entsteht zwar in Einzelerscheinungen immerwährend wieder durch Urzeugung. In diesem Falle entsteht es aber immer wieder neu und schon so lange wie Energie und Stoff bestehen, das heißt urewig, denn wir können keinen Zeitpunkt angeben, zu welchem es nicht schon bestanden hätte.

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

In den letzten Jahren 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, das heißt 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, das heißt in seine Moleküle zerlegt wird. Totes Eiweiß dagegen ist nach seiner Anschauung ein Stoff (Colloid), der elektrisch neutral ist. Das Protoplasma soll nun nach Kuckuck imstande sein, ungleichnamig geladene Jonen 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 Jonengruppierung respektive Jonenaustausch. Die chemische Seite des Lebensprozesses bilden die Reaktionen (molekularen Umwandlungen), die durch diesen Jonenaustausch bewirkt werden."

Nach dieser Theorie hat Kuckuck selbst auch Versuche angestellt, wobei es ihm gelungen ist, Baryumzellen, die den tierischen Zellen sehr ähnlich sind, durch Jonisierung zu erzeugen, indem er Baryumsalze auf ein Gemisch aus Gelatine-Pepton-Asparagin-Glycerin und 30prozentigem sterilisierten Meereswasser einwirken ließ. Die auf solche Weise erzeugten Zellen zeigen Ernährung, Wachstum, Fortpflanzung durch Selbstteilung, Bewegung, Vererbung und bilden den niedersten Gruppen von lebenden Zellen (Cönobien) ähnliche Vereinigungen.

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 ist, durch Jonisierung toter organischer Substanz diese zu organisieren, das heißt zu beleben, so hat 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 in der Forschung doch wirklich weiter kommen, wurden die Kuckuckschen Ideen 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 Anfang 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.

Biographische Notizen

Schiaparelli (S. 51)

Giovanni Virginio Schiaparelli erlebte den Tag seiner Geburt am 4. März 1835 in Savigliano in Piemont. Nachdem er in Turin seine Studien absolviert hatte, arbeitete er zu seiner weiteren Ausbildung auf den Sternwarten in Berlin unter Encke und in Pulkowo unter O. Struve. 1862 wurde er zweiter Astronom und zwei Jahre später Direktor der Brera-Sternwarte in Mailand und Universitätsprofessor der Astronomie daselbst. Schiaparellis Name ist jahrzehntelang in aller Munde gewesen. In breiten Kreisen war er am meisten durch seine Marsforschungen bekannt. So wichtig diese auch sind, waren sie doch nicht sein Hauptverdienst. Dieses liegt vielmehr auf dem Gebiet der Kometenforschung. 1866 fand er, daß die Perseidenmeteore in derselben Bahn laufen wie der dritte Komet des Jahres 1862. Das gab ihm Veranlassung zu weiteren Untersuchungen, wobei sich herausstellte, daß auch andere Meteorströme in den Bahnen von Kometen laufen. Er entwickelte auf Grund dieser Entdeckungen seine Theorie, deren Hauptinhalt die Identität beider Erscheinungen war, ferner die Ansicht, daß die Kometen nicht eigentlich Glieder unseres Sonnensystems seien, sondern einem weiteren Sternschwarm angehören, der unser Sonnensystem wie auch die Sterne des Stieres und des großen Bären umfasse. Schiaparellis Kometentheorie ist heutzutage ein wohleingefügtes Glied der astronomischen Wissenschaft.

Seine Marsuntersuchungen führte Schiaparelli mit einem achtzölligen Refraktor aus. Seine ungewöhnliche Beobachtungsgabe und seine scharfen Augen kamen ihm dabei vorzüglich zustatten. Später erhielt er vom Staate einen großen Achtzehnzöller (das Schwesterinstrument des Straßburger achtzehnzölligen Refraktors), mit dem er dann in den Jahren 1886, 1888 und 1890 seine Beobachtungen fortsetzte und verbesserte. Schiaparellis Beobachtungen ließen den Mars als einen Körper erscheinen, der mit einem Netz feiner Linien überzogen ist, die Schiaparelli „Kanäle" nannte, ohne damit sagen zu wollen, daß sie wirklich wasserführende Rinnen seien. Die ganze Welt fiel über diese Kanäle her und beschäftigte sich zustimmend oder ablehnend mit ihnen. Um so bemerkenswerter ist, daß die sich daraus ergebenden Kontroversen immer von anderen ausgefochten wurden, daß Schiaparelli selbst daran fast gar nicht beteiligt war

und trotz der starken Gegnerschaften mit keinem Menschen über seine Kanäle in Streit geraten ist. Er beobachtete das Gezänk draußen mit stoischer Ruhe, ohne selbst anders als in streng wissenschaftlichem Sinne sich zu äußern.

Schiaparellis weitere Verdienste liegen auch auf dem Gebiet der historischen Forschung, die ihm dank seiner Sprachkenntnisse wichtige Werke verdankt (Die Astronomie im Alten Testament; Theorie der homozentrischen Sphären des Eudoxos, der Grundlage der Aristotelischen Theorie). Auch sonst hat Schiaparelli viele kleinere Einzelarbeiten geleistet. Er zog sich 1900 von seinen Stellungen zurück, um seine noch unveröffentlichten Beobachtungen auszuarbeiten und zu veröffentlichen. Gestorben ist er am 4. Juli 1910.

Helmholtz (S. 84)

Hermann Helmholtz war ein Potsdamer Kind; am 31. August 1821 erblickte er das Licht der Welt. Sein Vater war Gymnasiallehrer, so daß das Milieu für eine wissenschaftliche Laufbahn nicht ungünstig war. Physik, die ihn stets besonders beschäftigt hatte, galt als brotlose Kunst, er studierte deshalb auf der militärärztlichen Bildungsanstalt, der sogenannten Pepiniere, in Berlin Medizin und wurde Militärarzt. Seine hervorragendste wissenschaftliche Leistung vollbrachte er bereits im 26. Lebensjahr durch die Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie, die er mit exakten Darlegungen in einem kleinen Schriftchen 1847 veröffentlichte. Er geriet dabei mit Robert Mayer, dem genialen, aber unglücklichen Heilbronner Arzte, in einen Prioritätsstreit, bei dem er einen schweren Fehler beging, an dem er sein ganzes Leben lang zu tragen hatte. Helmholtz lehrte in Königsberg, Bonn, Heidelberg und Berlin. Professor der Physik war er erst in Berlin, wo die Regierung ihn der widerspenstigen philosophischen Fakultät aufzwang. Später wurde er Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, einer wissenschaftlichen Gründung des Reiches, die wohldotiert ist und die Aufgabe hat, wissenschaftlich-technische Prüfungen, andererseits aber auch größere wissenschaftliche Arbeiten auszuführen. Helmholtz starb am 8. September 1894.

Helmholtzens Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten waren überall Leistungen allerersten Ranges, und es gibt kein Gebiet in der Physik, in dem er nicht eindrucksvolle Spuren hinterlassen hat. Auch in der Medizin hat er ganz hervorragende Verdienste wegen der Erfindung des Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. Er hat eine große Reihe anderer physiologischer Arbeiten von großer Wichtigkeit durchgeführt. In seinem klassischen Handbuch der physiologischen Optik hat er seine Entdeckungen und

Erfindungen auf diesem Gebiet zu einem Gesamtbild vereinigt. In seiner „Lehre von den Tonempfindungen" verarbeitete er seine akustischen Arbeiten in ähnlicher Weise zu einem Gesamtaspekt, wobei er zugleich die Musik auf eine wissenschaftliche Grundlage stellte und eine Theorie entwickelte. Die Zahl der wissenschaftlichen Einzelarbeiten ist sehr groß. Auch mit philosophischen und mathematischen Problemen der schwierigsten Art befaßte sich Helmholtz, ferner mit meteorologischen und astrophysikalischen Fragen (Energiehaushalt der Sonne). Breitere Kreise wird besonders interessieren, daß Helmholtz Meister populärer Behandlung wissenschaftlicher Fragen gewesen ist. Seine bereits in fünfter Auflage erschienenen beiden Bände Vorträge und Reden sind Musterstücke, die in keiner Vereinsbibliothek von Naturfreunden fehlen sollten. Sie sind in viele Sprachen übersetzt worden und werden einen dauernden Wert behalten.

An äußeren Anerkennungen hat's ihm nicht gefehlt. Seine Adelung meldete der „Kladderadatsch" höchst bezeichnend: „Dem preußischen Junkertum wurde der Professor Helmholtz verliehen."

Arrhenius (S. 91)

Svante August Arrhenius wurde am 19. Februar 1859 als Sohn eines Gutsverwalters auf Schloß Wyk in der Nähe von Upsala geboren. Er besuchte die Schulen in Upsala und war namentlich in Mathematik und Naturwissenschaften der beste Schüler. Er studierte in Upsala zuerst Chemie, widmete sich aber seit 1881 mehr der Physik und promovierte in Stockholm mit einer hochbedeutenden Arbeit: „Untersuchungen über die galvanische Leitfähigkeit der Elektrolyte", die seinen wissenschaftlichen Ruf begründete. Diese Arbeit und die nachfolgenden auch mit Wilhelm Ostwald zusammen in Riga ausgeführten warfen alle damals geltenden Anschauungen so über den Haufen, daß sich namentlich die alten Chemiker mit Händen und Füßen dagegen sträubten. Namentlich Ostwalds und Ramsays Eintreten für Arrhenius und den folgenden glänzenden Arbeiten des jungen Forschers aber war es zu danken, daß die neuen Anschauungen durchdrangen und nunmehr eine ganze große Schule begründet haben. Einem Rufe nach Gießen (1891) leistete Arrhenius nicht Folge, obwohl er in Stockholm an der neugegründeten Hochschule keine so angenehme Stellung hatte. Er wurde nach 1897 mehrmals dort zum Rektor gewählt. Wie van t'Hoff wollte man ihn 1905 als Akademiker nach Berlin ziehen. Die Verwaltung der Nobelstiftung jedoch richtete ihm daraufhin ein nach seinen Wünschen erbautes physikalisches Institut ein und übertrug ihm die Leitung desselben. So vermied Arrhenius glücklich die üble charakterverderbliche Atmosphäre der Berliner Universitätsverhältnisse.

Seine späteren Arbeiten bewegten sich auch auf rein physikalischem und meteorologischem Gebiet. Sein Lehrbuch der kosmischen Physik ist eine Frucht seiner Studien. Auch in der Serumtherapie und den verwandten Gebieten hat er gearbeitet. Neuerdings greifen seine Arbeiten auch vielfach auf das astrophysikalische Gebiet über. Seine Anschauungen haben sich zu zwei sehr glänzenden Werken verdichtet, in denen ganz neue Ansichten über das Entstehen und das Vergehen in der Welt entwickelt werden, „Das Werden der Welten" betitelt. Von ihnen sagt Ostwald treffend: Dieses Werk wird vermutlich das bleiben, aus welchem sich die weiteren Kreise der Wissenschaftsgenossen und der an der Wissenschaft Interessierten ihre Anschauungen von dem wissenschaftlichen Habitus unseres Forschers bilden werden, und man wird wohl sagen dürfen, daß dieses Bild ziemlich richtig sein wird. Die hervortretendsten Züge in Arrhenius' ganzer wissenschaftlicher Laufbahn, die Unabhängigkeit und erstaunliche Freiheit des Denkens sowie die Fähigkeit, weit auseinanderliegende Tatsachen unter gemeinsamen Gesichtspunkten zu erschauen, verbunden mit der auszeichnenden Einfachheit und umfassenden Beschaffenheit der Ergebnisse, die den Meister ersten Ranges kennzeichnen, treten in diesem in glücklicher Zeit geschriebenen Werke so klar und eindringlich in Erscheinung, daß es auch dem Laien nicht schwer fällt, die charakteristischen Züge dieser Persönlichkeit zu erfassen.

Namen- und Sach-Register

Seite

Abkühlung der Erde 40
Absoluter Nullpunkt der Temperatur . 13
Abstoßungskräfte 92
Achsenlage, Erde und Mars 60
Achsenstellung, schiefe, der Erde . . . 28
Adams 78
Aitken 29
Albedo 30, 49, 57
Albrecht 62
Alkalien 86
Allverbreitung 91
Alpha Kentauri 42, 93
Alte Planeten 76
Ammoniumnitrat, Ammoniumnitrit . 24
Amoeba sphaerococcus 88
Amoeba vulgaris 87
Amöben . . . . . 87 fg.
Anaërobien 97
Anpassung 37
Antoniadi 62, 66, 69
Anziehungskräfte 92
Apenninengebirge auf dem Monde . . 55
Argon 28
Arldt, Dr. 38
Arrhenius 11, 27, 28, 50, 52, 56, 67, 68 69, 91, 92, 93, 96, 99, 100, 104, 105
Assimilation 87, 96
Astronomische Einheit = A. E. . . . 42
Atmosphären der Planeten . . . 21, 45
Atmosphäre und das Leben . . . 23 fg.
Atmung der Organismen im Wasser . 32
Atmungsprozeß bei Tieren und Pflanzen 22
Atomistische Anschauung 13
Ätzbaryt 15
Aufguß 85
Augenspiegel 103
Ausbreitung des Lebens durch den Weltraum . . . . . 81 fg.
Ausstrahlung der Erdwärme 31
Austrocknung 70
Austrocknung der Keime bei Kälte . 15, 96
Austrocknung der Meere 34
Bacillus vulgatus, B. mycoides . . 16
Bakterien 88
Barnard 40
Baryumsalze 101
Baryumzellen 101

Seite

Bebenspalten 68, 69
Becker 62
Becquerel, Paul 14, 96
Begreiflichkeit der Natur 90, 91
Berger 19
Bestand des Lebens auf der Erde . . 11
Bewohnbarkeit der Himmelskörper, Bedingungen . . . . . 38 fg.
Bibel 81, 83
Biogen 86
Bluttemperatur 18, 19
Bölsche 96
Brenner 63
Brera-Sternwarte 102
Campbell 62, 67
Cerulli 63, 66, 69
Chevreul 85
Chlor 86
Chlorkalzium 71
Choleravibrion 88
Christiansen 47, 67
Cönobien 101
Cuvier 88
Dämmerungserscheinungen . . 30 fg., 70
Dämmerungssaum 49
Darwin, Charles 83
Darwin, G. H. 79
Deimos 72
Demokritos 5
Denning 63
Desassimilation 96
Doppelsterne 6, 43
Druckentlastungsorgane der Fische . . 33
Druckverhältnisse im Meere 32
Dunkle Sonnen 5, 43
Durchmesser, scheinbarer 60
Durchschnittstemperatur d. Erdoberfläche 31
Edelgase 24
Einfrieren von Tieren 20
Einsturzzentren 68
Eintrocknen von Tieren 17
Einzelzelle 83, 87
Eisenstaub 70
Eispunkt 13
Eiszeit 28
Eiterstreptokokken 14
Eiweiß, Gerinnen des 18

Seite

Eiweiß, seine Zersetzungsprodukte . . 86
Embolien, Gasembolien 33
Encke 78, 102
Enckescher Komet 10
Entfernungen der Planeten von der Sonne 8
Entwicklungsgrenzen für die organische Natur . . . . . 12 fg., 34 fg.
Entwicklungslehre 83
Entwicklungsrichtung 99
Entwicklungsspielraum des Lebens . . 21
Erdatmosphäre 10, 23, 47
Erdatmosphäre, i. Entwicklungsgeschichte 68 fg.
Erde 7
Erdgeschichte . . . . . 38 fg.
Erhaltung der Energie 84
Erlöschen der Sonne 22
Erloschene Sonnen 11
Eros 8
Evolutionstheorie 88
Existenzbedingungen des Lebens auf der Erde . . . . . 12 fg., 34
Exzentrizität der Marsbahn . . 60, 61 fg.
Farbe des Lichts und Pflanzenatmung 23
Fauna der Tiefsee 22
Fette 86
Feuchtigkeit, Wirkung der, auf Keime bei Kälte . . . . . 14 fg.
Fiebertemperatur 18
Fixsterne, durchmesserlos 42
Fixsterne, Temperatur derselben . . . 43
Flammarion 63
Fortpflanzung durch Teilung 88
Fourier 27
Frank Very 55
Galilei 75
Galle, Prof. 77, 78
Gase in Erdatmosphäre 23, 24
Gase, Verflüssigung derselben 13
Gauß 58
Gefrieren der organischen Flüssigkeiten . 15
Geiser 34
Geistiges Niveau des Menschengeschlechtes 35
Gelatine-Pepton-Asparagin-Glyzerin . 101
Generationsdauer 88
Geologische Berechnungstafel, Arldts . 39
Geschwindigkeit der Sonne 11
Geschwindigkeit des Lichtdruckes . . . 98
Giordano Bruno 5
Girsu, Priesterkönige, babylonische . . 40
Gleichmäßiges Leuchten des Saturnringes 9
Gletscher und Klima 31, 33, 35
Glykogenschollen 85
Goethe 82

Seite

Gott, sein Eingreifen in die Natur . 35 fg.
Gravitation 44, 92
Green 63
Groombridge 1830, Stern, Geschwindigkeit desselben 11
Größenverhältnis der Planeten . . . 60
Gummi- und Gipskugel 50
Guthnick 76
Halleyscher Komet, Bahnlage des . 9, 10
Harkneß 63
Harzer 72
Heißluftsterilisierapparat 16
Helium 13, 23, 46
Helligkeit der Sterne 47
Helmholtz 84, 103
Herrschaftsbereich der Sonne . . . 10, 76
Herschel 76
Herztätigkeit 19
Heubazillus 88
Himmelsgrund, Farbe 47
van t'Hoffsches Gesetz 95, 104
Höhenmessung der Mondberge . . . 58
Holden, Prof. 63
Huggins 67, 77
Infusorien 83, 85
Ionisation 100, 101
Italien 69
Janssen 67, 77
Jenner-Institut 14
Jessesche Wolken . . . . . 80 fg.
Jungfräuliche Kohlensäure 24
Jupiter, Achsendrehung 73
Jupiter, Atmosphäre 74
Jupiter, Eigenwärme 74
Jupitermonde 74, 75
Jupiter, Streifen und Flecken . . . 73
Jupitersystem 73
Juveniles (jungfräuliches) Wasser . . 34
Juvisy 62
Kaiser 63
Kalorie 47
Kaltes Licht 22
Kalzium 86
Kamerlingh Onnes 15
Keeler 63, 67, 73
Keime in Milch 89
Keimfähigkeit 95
Keimfähigkeit von Bakterien in Kälte . 14
Kepler 8
Kinetische Wärmetheorie 13
Kladderadatsch 104
Kleidung, Behausung, Intellekt . . . 20
Klimatische Unterschiede 28, 31
Koenen 27

Seite

Kohlehydrate 80
Kohlendioxyd 23
Kohlenlager u. atmosphärischer Sauerstoff 27
Kohlensäure . . . . 23, 27 fg., 87, 86
Kohlensäureabsorption 24
Kohlenverbrennung 30
Kolloide 96, 100
Kommabazillus 88
Kometen 10, 78, 79, 102
Kometenheftung 10
Kondensation der Planetenatmosphären 46
Kopernikus 8
Körpertemperatur bei warmblütigen Tieren 17
Körpertemperatur, normale menschliche 17
Kosmischer Zug 97
Kosmische Staubmassen 11, 69
Krustenbildung 38, 40
Krypton 23
Kuckuck, Martin 100
Labilität des Lebens . . . . . 35 fg.
Ladung, elektrische, des Staubes . . 29
Lamarck 82
Langley 28
Leben als chemischer Vorgang . . 13, 18
Leben, ewig 100
Leben, künstliche Herstellung . . 100, 101
Lebensmöglichkeit auf größeren Himmelskörpern 21
Lebensprozeß . . . . . 86 fg.
Lebenszähigkeit der Milzbrandsporen . 16
Lebentragende Sterne 7
Lebentragende Substanz 89
Leeuwenhoek 84
Leuchtbakterien 14
Leuchtende Nachtwolken . . . . . 80 fg.
Leuchtinsekten 22
Leuchtorgan 22
Leverrier 72, 78
Lichtdruck 79, 92, 97
Lichtjahr 42
Licht und Leben 22
Liebig, Justus 26
Linné 81
Lockyer 63
Lohse, Prof. 63
Lowell 63
Lowellsternwarte 62
Luftalge, grüne 96
Luftfeuchtigkeit 29
Luft, flüssige 13
Luft, gelöste 32
Luftleere, Wirkung der, auf Keime bei Kälte . . . . . 15 fg.

Seite

Macfayden 14
Mädler 80
Magnesium 86
Marchand 67
Mare Australe 71
Mare Crisium 54
Marsatmosphäre 61, 62
Mars, Atmosphärendruck 21
Marsbewohnbarkeit 65
Marsfarbe 61, 70
Mars, gelbe Schleier 62
Mars, Generalkarte 63, 64
Mars, Jahreszeiten 60, 61
Marskanäle . . . . . 63 fg., 102
Marskanäle, ihre Fleckenhaftigkeit . 69 fg.
Mars, Klimatische Zonen 60
Mars, Lichtzone 61
Mars, Marsmonde . . . . . 59 fg., 80
Mars, Oasen 68, 71
Mars, Oberflächeneinzelheiten . . . 62
Marsrotation 60
Mars, Sauerstoff 61, 62
Marsspektrum 62
Mars unbewohnt 72
Mars, Wasser und Wolken . . 62, 65, 67
Mayer, Robert 103
Meere des Mondes 54
Meeresströmungen und Klima . . . 31
Meerestemperatur 34
Meereswasser, Masse desselben . . . 32
Meereswasser, sterilisiertes 101
Meer und das Leben 32
Mehrfache Sternsysteme 43, 64
Menschen auf anderen Himmelskörpern 41
Mensch, Existenzdauer 40
Mensch und Klima 20, 34
Merkur . . . . . 44 fg., 80
Merkursatmosphäre 47
Meteoriten . . . 10, 69, 70, 71, 80, 102
Meudon, Sonnenwarte 62, 66
Meyer, Dr. M. Wilhelm 87
Milch 88
Milchstraße, ihre perspektivische Natur . 5
Milzbrandsporen und Kälte . . 14, 16, 94
Mitteltemperatur der Planeten 48, 61, 67, 68
Molekularbewegung 13
Molekularbewegung der Luftgase . . 46, 56
Molekulare Umwandlung 101
Mond . . . . . 53 fg., 80
Mondatmosphäre 56, 57
Mondbewohner, Größe derselben . . 58
Mond, Rillen und Strahlen . . . 68 fg.
Mondspektrum 62
Monismus 99

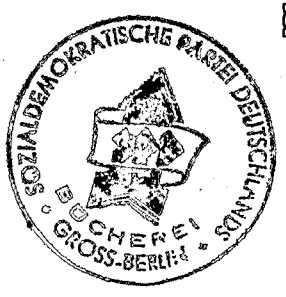
Seite

Montblanc 21
Müller, Prof. 45
Nachtlicht der Planeten 45
Nachtseite der Planeten 46
Nahrungsaufnahme 87
Natrium 86
Nebel, ultravioletter 7, 8
Neon 23
Neptun . . . . . 76 fg.
Nestler 16, 94
Nieſten 51
Normalbruck 16, 33
Normalsiedepunkt 17
Nullpunkt, absoluter, der Temperatur . 13
Oberflächengestaltung der Planeten . 68 fg.
Oken 82
Opposition 60, 67
Ordnendes Wesen, Gott 35
Ostwald, Wilhelm 105
Panspermie d. Mikroorganismen 25, 91, 98 fg.
Pasteur 86
Perioden, geologische . . . . . 38 fg.
Perrotin 63
Perspektivische Natur der Milchstraße . 5
Pflanzenatmung bei Licht und bei Dunkelheit 23
Pflanzenleben ohne Sauerstoff . . . 27
Pflanzensamen, Unzerstörbarkeit durch Kälte 14
Phasen der Planeten und Monde . . 44
Phobos 72
Phosphor 86
Pictet 14
Pikes Peak in Kolorado 28
Planckſches Gesetz 43
Planetarischer Nebel 38
Planeten und Monde, Zahl der . . . 7
Planetoiden 72
Planetoiden der Jupitersgruppe . . . 8
Planktonpflanzen 22
Plasma 86
Polarflecken 50
Polarflecken auf Mars 62, 63, 71
Polarströmungen 34
Pouillet 27
Protistenreich 85
Protoplasma 18, 80
Quecksilbersäule 16, 33
Radioaktivität 36
Ramsay 104
Ranke 19
Reaktionsfähigkeit, chemische, der Keime bei Feuchtigkeit 15
Regenbildung und Staub 29

Seite

Reguliervorrichtungen für Bluttemperatur 19, 20
De la Roche 19
Ruß 30, 70
Salzschichten als Planetendecke . . . 71
Saturnsring, Natur desselben . . . 75
Saturnstrabanten 76
Saturnsystem 75
Sauerstoff . . . . . 23, 26 fg.
Saum, dunkler bei Marspolarkalotten . 67
Schaffen 84
Schiaparelli 45, 50, 63, 102
Schöpfungsgeschichte, mosaische . . 81, 83
Schröder 96
Schwan, unsichtbarer ultravioletter Nebel im Sternbilde des 8
Schwarzer Körper 47
Schwarzschild 92
Schwefel 86
Schweifbildung 79
Schweiß, Funktion desselben 19
Schwerkraft auf den Planeten . . . 58
Schwille 19
Sedimente 29
Selektion 36
Serumtherapie 105
Setchell 16
Sichel der Venus 49
Siedetemperatur kein fester Punkt . . 16
Silizium im Stoffwechsel 37
Skandinavien 69
Slipher 62
Sola, J. Comas 75
Sonne als Quelle alles Lichtes . . . 22
Sonnenauf- und -untergang 70
Sonnengravitation 93
Sonnenstaub, elektrische Ladung . . . 70
Sonnenstaub und Erdatmosphäre . . . 25
Sonnenstrahlung und Veränderung derselben 62
Sonnensystem 8
Sonnentheorie 104
Spalanzani 85
Spektralanalyse 44
Spektroskop 50, 57
Sprudel 34
Stammbaum des Lebens 99
Statik 58
Staub als Kondensationskerne . . . 29
Staub, Fallgeschwindigkeit desselben 30, 97
Staub in Erdatmosphäre 29, 97
Steinkohlenzeit 52
Stellung im Weltall, unsere 8
Sternbedeckung durch Mond 57

	Seite
Sternenhimmel, Anblick vom Monde	54, 55
Sterne, Zahl der sichtbaren	7
Sternschnuppen, Aufleuchten derselben	10
Sternschwärme	102
Stevenson	27
Stickstoff	23, 25 fg., 70
Stoffwechsel	23, 37, 87
Stoffwechsel bei hoher und niedriger Temperatur	37
Strahlung	92
Strahlungsdruck	91, 97
Swammerdam	84
Synthese	101
Tauchen	33
Temperaturbedingungen f. d. Leben	12 fg., 34 fg.
Temperatur der Erdoberfläche	28
Temperatur der Mondoberfläche	55, 56
Temperatur des Weltalls	13
Temperaturgrenzen, obere, des Lebens	15
Temperatur, niedrigste erreichte	13
Temperatursturz durch Kohlensäuremangel	28
Temperaturunterschied zwischen Boden und Luft	68
Tiefe Temperatur	94
Tiefseefische	22, 33
Trabanten der Planeten	9
Transport der Lebenskeime durch den Raum	97, 98
Treviranus	82
Tycho, Mondkrater	56
Tyndall	28, 85
Tyrrhenisches Meer	69
Ultramikroskop	93
Ultraviolette Nebel	7, 8
Ultraviolettes Licht	7
Untergehen	84
Unveränderlichkeit der Arten	82
Uranus	76 fg.
Urtiere	85
Urzeugung	84, 99
Venus	48 fg., 80
Venusdurchgänge	49
Venusrotation	50
Vererbung	101
Verflüssigung der Gase	13
Vergrößerung, anwendbare	60
Versteinerungen	82
Vesuvausbrüche	30 fg.
Villiger	50, 64
Vogel, H. C.	67
Vulkane und Staub	30 fg.
Wärmeausstrahlung der Erde	28
Wärmehaushalt der Erde, Kohlensäure und Wasserdampf der Atmosphäre	27, 30, 37
Wärme, helle und dunkle	27
Wärmekonservierung durch Wolken	30 fg.
Wasser auf dem Monde	57
Wasser, Bindung an feste Gesteine	34, 58, 71
Wasserstoff	13, 14, 15, 23, 46
Wassertümpel, Tierwelt in denselben	17
Weinek, Prof.	56
Weiße Kohle	22
Weizen	94
Weltall, Temperatur desselben	13
Weltgeschichtliche Überlieferung	40
Werden der Welten	105
Whitney, Mount, höchster Punkt d. U.S.A.	67
Winterruhe	10, 95
Wissenschaft und Gott	36
Wolf, Prof. Max	7
Wolkenbildung	29
Wolkenrückstrahlungsfähigkeit	46
Wüstenklima	71
Xenon	23
Yellowstonepark	16
Zahl der bewohnbaren Himmelskörper	38
Zahl der sichtbaren Sterne	7
Zelle	87 fg.
Zenker	30
Zöllner	90
Zusammenstöße von Sternen	11



○ ○ ○ Verlag von J. H. W. Dietz Nachf. in Stuttgart ○ ○ ○

Wir empfehlen:

Sechzehn Jahre in Sibirien

Erinnerungen eines russischen Revolutionärs von L. G. Deutsch.

Mit 7 Porträts und 6 Illustrationen. 350 Seiten. Gebunden M. 3.50.

Achtes Tausend.

○ ○ ○

„Neben Dostojewskis erschütternden ‚Memoiren aus einem Totenhause' und Kennans ‚Sibirien' kann das im Verlag von J. H. W. Dietz Nachf. in Stuttgart erschienene Buch unseres Parteigenossen Leo Deutsch ‚Sechzehn Jahre in Sibirien' wohl eines der besten Werke genannt werden, die über die Zustände in jenem ungeheuren Kerker Auskunft geben. Ja, in seiner ergreifenden Einfachheit übertrifft das Buch von Leo Deutsch bei weitem die Darstellungen des Amerikaners. Der Verfasser hat ungewollt, nur von seinem tragischen Stoff gedrängt, seiner Schilderung einen straffen künstlerischen Gehalt gegeben, eine Steigerung, die uns beim Anblick der vielen düsteren Bilder kaum zum Aufatmen kommen läßt. . . .

„. . . Das Buch wird von neuem die Parteigenossen mit Bewunderung für die russischen Helden erfüllen, von neuem zu Protesten gegen den russischen Knuten-Absolutismus anspornen."

„Vorwärts", Berlin.

„Leo Deutsch schildert in seinem Buche, das in vier Sprachen erschien, seine Erlebnisse von seiner Verhaftung in Freiburg im März 1884 an bis zu seiner Flucht aus Sibirien im Jahre 1901 in eingehender und anziehender Weise. Die interessantesten Teile des Werkes sind natürlich diejenigen, welche sich auf den Transport der Verurteilten und das Leben derselben in den sibirischen Strafanstalten beziehen. Deutsch war in das Gefängnis von Kara gebracht worden. Wahrhaft ergreifend sind seine Mitteilungen über die Schicksale einer ganzen Reihe hochgebildeter Frauen, die es vorzogen, sich freiwillig den Tod zu geben, als sich den brutalen Mißhandlungen zu unterwerfen. Dabei bleibt der Verfasser stets maßvoll in seinen Ausdrücken, selbst wenn er die erschütterndsten Tragödien schildert, und das bei ihm vorherrschende Gefühl ist doch nur das Bedauern, daß solche Dinge in seinem Vaterland, das er so sehr liebt, vorkommen können. Deutsch befand sich im Sommer 1900 in Blagoweschtschensk, als Tausende von Chinesen im Amur ertränkt wurden, und der Verfasser schildert nun in ausführlicher Weise die Vorgänge, denen er zum Teil als Augenzeuge beigewohnt hat. Das sehr lesenswerte Buch schmücken verschiedene Bilder, so das Porträt des Verfassers selbst und die Porträts von sechs anderen Verbannten, drei Frauen und drei Männern, sowie Bilder von den Etappenstationen und der Strafkolonie Kara."

„Frankfurter Zeitung".

„Deutsch schildert ganz meisterhaft das deutsche und russische Gefängnisleben, die Zwangsarbeit in Sibirien, den Verkehr der Behörden mit den Gefangenen, und vor allem die russischen Revolutionäre selbst. Es ist selten, daß ein wissenschaftlich vielseitig gebildeter Mann sich so, wie der Verfasser, ein konkretes, naives Verhältnis zu allen Dingen bewahrt hat, Menschen verschiedenster Art gleich liebevoll und mit gleich feinem psychologischen Verständnis beobachtet. Vor der Seelengröße der revolutionären Offiziere, Studenten, Arbeiter, Beamten muß man die allergrößte Hochachtung haben. Sie leben nur dem Kampfe für ihre Sache. Hunderte, Tausende von Angehörigen der Bildungsschicht, deren Existenz der Zarismus zertritt, verhungern in den Gefängnissen, erfrieren in der Steppe, brechen unter ihren Ketten zusammen. Doppelt soviele folgen nach. Unabsehbar, wie der Weg zum Ziel, das vor ihnen liegt, ist die Kolonne der Kämpfer. Werden alle Opfer etwas helfen?"

„Die Hilfe", Nr. 41.

Wir empfehlen:

Viermal entflohen

Von Leo Deutsch

Verfasser von „Sechzehn Jahre in Sibirien".

Preis gebunden Mk. 2.—

○ ○ ○

Leo Deutsch hat in dem ersten Teil seines neuen Buches **„Viermal entflohen"** eine sehr interessante Ergänzung zu **„Sechzehn Jahre in Sibirien"** gegeben. In dem umfangreichen zweiten Teil schildert er seine Erlebnisse in direktem Anschluß an sein früheres Werk: seine Flucht aus Sibirien, seinen Aufenthalt im Ausland und in der Hauptsache seine Rückkehr nach Rußland im Jahre 1905.

Wir erleben an der Hand seiner Darstellung mit ihm die Revolution selbst und gewinnen dabei einen tiefen Einblick in die treibenden Kräfte der Revolutionäre sowohl wie der Reaktion. Im hohen Grade spannend sind die Schilderungen seiner Verhaftung und seiner Einkerkerung in verschiedenen Gefängnissen St. Petersburgs, der Leiden während seines Aufenthalts in der Peter-Pauls-Festung, der administrativen Verbannung und des Transports nach dem schrecklichen Turuchansk in Sibirien und seiner abermaligen glücklichen Flucht. Und stets ist der liebenswürdige Erzähler, der bereits an der Schwelle des Greisenalters steht, voll guten Muts und starken Vertrauens auf den kommenden Sieg seiner Sache.

○ ○ ○

Vaterlandslose Gesellen

Kurze Biographien der verstorbenen hervorragenden Sozialisten des 19. Jahrhunderts.

Soweit Porträts zu erlangen waren, sind solche den Biographien beigefügt.

106 Seiten. Preis 50 Pfennig.