

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I

747

L. inw.

...m Dekker
...en und
...menschen





Aus der Bücherei von

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

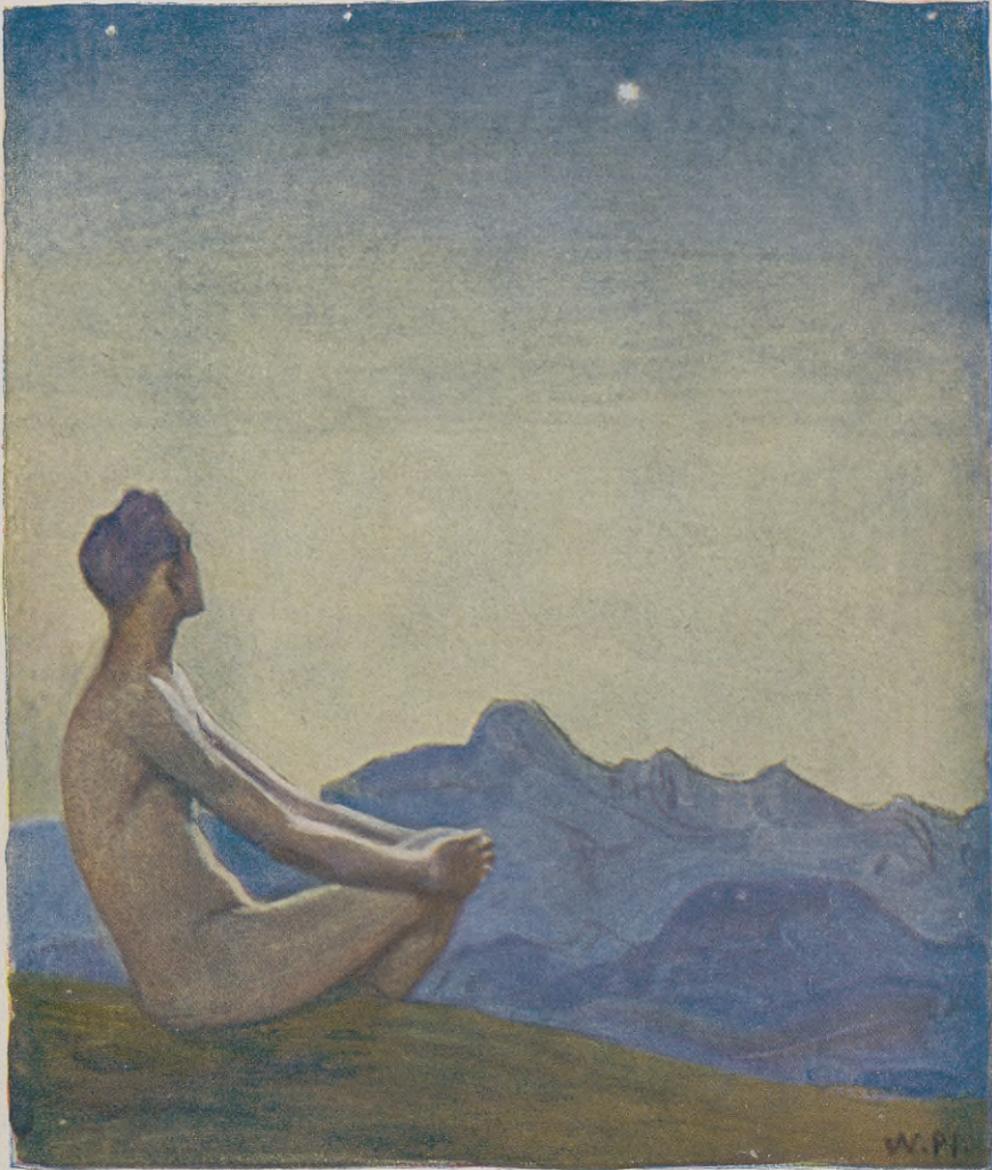


100000339976



Dr. H. Dekker

Planeten und Menschen



Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde
Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart



Akc. Nr. _____



Planeten und Menschen

Die Gesellschaft Kosmos bezweckt, die Kenntnis der Naturwissenschaften und damit die Freude an der Natur und das Verständnis ihrer Erscheinungen in den weitesten Kreisen unseres Volkes zu verbreiten. — Dieses Ziel sucht die Gesellschaft durch Verbreitung guter naturwissenschaftlicher Literatur zu erreichen im

Kosmos, Handweiser für Naturfreunde

Jährlich 12 Hefte mit 4 Buchbeilagen

Diese Buchbeilagen sind, von ersten Verfassern geschrieben im guten Sinne gemeinverständliche Werke naturwissenschaftlichen Inhalts. Vorläufig sind für das Vereinsjahr 1926 festgelegt (Reihenfolge und Änderungen auch im Text vorbehalten):

R. H. Francé, Die Harmonie in der Natur

Dr. K. Floerike, Zwischen Äquator und Pol

Tiergeographische Lebensbilder

W. Bölsche, Die Abstammung der Kunst

Dr. H. Dekker, Planeten und Menschen

Jedes Bändchen reich illustriert.

Diese Veröffentlichungen sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen; daselbst werden Beitrittserklärungen zum Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, entgegengenommen. Auch die früher erschienenen Jahrgänge sind noch erhältlich.

Planeten und Menschen

Von

Dr. Hermann Dekker

Mit zahlreichen Abbildungen



Stuttgart

Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde

Geschäftsstelle: Franckh'sche Verlagshandlung

Alle Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, vorbehalten.

Gesetzliche Formel für den Rechtsichuß in
den Vereinigten Staaten von Nordamerika:

Copyright 1926 by
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

Printed in Germany

I 747



Stuttgarter Seßmaschinendruckerei Holzinger & Co., Stuttgart.

Akc. Nr. _____

4715 / 50

Planeten und Leben

Nacht! . . . Stille schweigende Nacht! . . . Vom schwarzblauen Samtgrund des gewölbten Himmels grüßen die blinkenden Sterne freundlich und fröhlich. Wie lieblich das funkelt und glitzert! Kleine und große; rote, gelbe, weiße, und solche, die in bläulichem Lichte flackern. Und hinter ihnen schleiern das fahlsilbrige Band der duftigzarten Milchstraße weit, weit über die dunkle Himmelskuppel. Wie ist die Welt so stille! In weihervoller Feierstimmung erschauert der Mensch beim Anblick dieser erhabenen Pracht, und seine Seele wird auf Ehrfurcht gestimmt. Es ist, als ob einem die Mutter die beruhigende und besänftigende Hand auf die Stirn legte. Wo ein zerbrochener, verlassener Mensch in Ängsten und Verzweiflung seine Augen aufhebt zu dieser himmlischen Herrlichkeit, da fließt Trost und Beruhigung in das gequälte Herz, alles Leid und Sehnen wird gestillet. Über den Sternen wohnt der Friede!

Aber jäh erwachen wir aus diesen sanften Träumen. Was wir dort oben am Himmelsgewölbe so zart und lieblich leuchten sehen, das ist nicht ein friedliches Idyll, eine fröhliche Augenweide, um den Menschen zu trösten und zu entzücken, das ist ein kosmisches Schauspiel von unermeslichem Ausmaß, aus der winzigen Perspektive eines Erdenbewohners gesehen. Es bedurfte großer Geister und besonderer Hilfsmittel, um das naivmenschliche Abbild des unendlichen Weltalls richtig zu deuten. Die blinzelnden Lichtchen dort oben sind lodernde, tosende Glutbälle, sind gasglühende Feuerkugeln, millionenmal größer als unsere kleine Erde, sind Sonnen, die zu Hunderttausenden und Millionen durch das Weltall rasen in Entfernungen, für die unsere Vorstellung keinen Maßstab kennt. Jede dieser wirbelnden Glutwelten vielleicht umgeben von einem Ring abgekühlter Himmelskugeln, von Wandelsternen, wie auch unsere Sonne umgeben ist von Planeten. Wie viele Millionen erdenähnliche Himmelskörper mögen in unendlicher Ferne als kugelige Inseln durch das Weltall sausen! Wir bohren unsere Augen in das Sternenheer, und je mehr wir uns hineindenken in dieses von riesengeistigen Menschen erschlossene Weltbild, desto kleiner werden wir selbst, und desto mehr

schrumpft unsere Erde zu einem Nichts, zu einem winzigen Weltenstäubchen. Unsere Erde, die uns so weit und groß erscheint, auf deren Oberfläche Ozeane und Kontinente sich dehnen, auf der Wälder und Wiesen grünen und welken, auf der Meer und Land wimmeln von Legionenscharen von Getier aller Art. Unsere Erde, auf der der Mensch sein vergängliches Leben mit geblähtem Wichtigkeit in Nichtigkeiten vergeudet, und die ganze Menschheit sich in sinnlosem Haß zerfleischt und vernichtet. Und diese Erde, die im Weltall unter den Millionen und aber Millionen von riesenhaften Weltenkugeln so ganz verschwindet, sollte eine Ausnahmestellung einnehmen? Sollte allein berufen sein, Lebendiges zu tragen, Pflanzen und Tiere und verstandbegabte Wesen, die über Pflanze und Tier hinausragen? Wenn man's so ansieht, erscheint's von vornherein wenig wahrscheinlich. Ja, der Gedanke, daß die Erde unter Millionen von Geschwistern eine einzig bevorzugte Stellung haben sollte, erscheint ungeheuerlich. Nur menschliche Beschränktheit und Überhebung kann sich mit einer solchen Auffassung zufrieden geben. Seitdem den Menschen die Augen geöffnet sind für die ungeheuren Ausmessungen des Weltraums, hat diese Frage mit bösem Zweifel an den Herzen der nachdenklichsten Menschen genagt. Philosophen, von der Vorstellung der Einheit des Weltalls und der Einheitlichkeit allen Weltgeschehens durchdrungen, stellten die Verbreitung des Lebens durch das ganze Weltall als Forderung der Vernunft. Man erhitzte sich die Köpfe. Spötter lachten über die komischen Gelehrten, die sich über aussichtslose Fragen ereiferten. Sie rechnen nicht mit der Grübelsucht der Menschen. Wir werden die Frage nicht mehr los. Viele Menschen quält es, daß sie sich nicht durch beweisende Erkenntnis lösen läßt. Andere kümmern sich nicht um Beweise, sie halten es für selbstverständlich, daß auch „jenseits des Sirius“ Menschen wohnen. Der Marsmensch ist beinahe eine volkstümliche Gestalt.

Wenn wir uns jetzt selbst einmal mit der Frage beschäftigen, dürfen wir uns nicht einschüchtern lassen von dem überlegenen Witzeln der Philister: „Was hat das für einen Zweck? Es läßt sich doch nichts beweisen!“ Wohl nicht, aber die Frage ernstlich als Problem gestellt, zwingt unsere Gedanken in ungewohnte Bahnen, weitert unseren Blick in ungeahnter Weise. Wir können ja nicht anders, als von unserer Erdenerfahrung ausgehen. Sie ist die einzige Quelle, aus der wir Erkenntnis schöpfen. Wir müssen uns zunächst klar werden über die Fragen: In welchem Verhältnis stehen wir

Menschen zur Erde, die Erde zur Menschheit? Warum ist die Erde bewohnbar? Warum ist sie überhaupt bewohnt? Wie kommt die Erde zum Leben? Zu unserer grenzenlosen Verblüffung merken wir; daß diese so einfachen und harmlosen Fragen über das Alleralltäglichsie gar nicht so einfach zu lösen sind. Aber auch das fühlen wir: Nur, wenn wir diese Fragen beantwortet haben, werden wir vielleicht unser Wissen so weit vermehrt haben, daß wir auf Grund von Ähnlichkeiten und Vergleichen Schlüsse ziehen können auf das Leben in den Tiefen des Weltalls.

Was Leben ist, weiß heute noch kein Mensch. Wir können es nicht „erklären“. Das einzige, was wir können, ist: die Eigenschaften aufzählen, die Lebendiges vom Leblosen unterscheiden. Alle lebenden Wesen, Pflanzen, Tiere und Menschen bestehen aus Zellen, winzigen Klümpchen (im Durchschnitt etwa $\frac{1}{100}$ mm) einer glasigen schleimigen Masse, des Protoplasmas. Der chemische Grundstoff dieses Protoplasmas ist ein sehr verwickelt gebauter Stoff, das Eiweiß. Zur Lebensführung braucht das Protoplasma viererlei: Nahrung, Wasser, Sauerstoff und eine gewisse Wärme. Das ist das Rüst- und Handwerkszeug des Lebendigen. Mit diesen Mitteln bezwingt alles, was auf Erden lebt, die große Aufgabe, die der Beruf des Lebens ist: Sich selbst erhalten! Sich — selbst — erhalten! Jedes Wort ist gewichtig. Jedes voll von Geheimnissen, Rätseln und Wundern. Sich selbst erhalten, das bedeutet gegenüber den fortwährend sich ändernden, nie sich gleichbleibenden, ewig wechselnden Einflüssen der Außenwelt sich behaupten, das bleiben, was man war. Es wechselt ja ewig alltäglich, stündlich, ja man kann sagen jede Sekunde, Kälte und Wärme, Dürre und Nässe, Licht und Dunkel, Nahrungsüberfluß und Mangel auch unter den günstigsten Lebensverhältnissen. Jede Veränderung der Außenwelt berührt das Lebendige, greift es an, schädigt die lebendige Masse, wenn auch oft nur in kaum merkbarer Weise. Dauernd müssen diese Schädigungen überwunden, die Störungen ausgeglichen, unermüdlich muß wieder aufgebaut werden, was soeben zerfiel. Denn sonst würde das Lebendige sofort untergehen. Über die Selbsterhaltung hinaus geht etwas anderes, die Erhaltung von seinesgleichen: jedes lebende Wesen stellt Nachkommen aus sich heraus, gleiche oder höchst ähnliche Wesen derselben Art, desselben Baus mit denselben Fähigkeiten, so daß die Kette des Lebens nicht abreißt, wenn das Einzelwesen selbst, unfähig geworden, seinen Lebensberuf zu erfüllen, dem Tode verfällt.

Diese Kunst des Lebendigen, dauernd auf der Hut zu sein, bald hier, bald dort auszubessern, aufzubauen, sich zu schützen, Nahrung, Wasser aufzunehmen und zu verarbeiten — das setzt eine Fülle von Fertigkeiten schon der allereinfachsten lebenden Wesen voraus. Und das wiederum eine besondere Eignung und Organisation. Tausende von verschiedenen chemischen Vorgängen laufen gleichzeitig in dem Lebewesen (auch in unserem Körper) nebeneinander her, um den Organismus lebensfähig zu erhalten. So fein aufeinander abgestimmt, daß sie jeweils dem Bedürfnis des Ganzen entsprechen. Diese Wunderleistung ist das Werk der Zellen. Jede einzelne geht für sich mit einer gewissen Selbständigkeit vor, jede Zelle, auch des Menschen, ernährt und erhält sich selbst, aber alle zusammen arbeiten Hand in Hand, gemeinsam im Dienst und zum Wohl des Ganzen, in dem sie ein wirkendes Teilchen sind.

Alle Achtung vor den großen Leistungen der Chemie, aber im Vergleich zu den Zellen sind die Chemiker armselige Stümper. Wenn der Chemiker es fertig brächte, die chemischen Kunstgriffe bloß einer grünen Pflanzenzelle nachzuahmen, dann hätte alle Not und Sorge des Menschengeschlechts ein Ende, ein neues Zeitalter würde anbrechen, das des Schlaraffenlandes. Schon das bringt der Chemiker nicht fertig, in einem engen Raum, sagen wir wie unser Körper, gleichzeitig verschiedene chemische Vorgänge nach gewolltem Plan sinnvoll nebeneinander herlaufen zu lassen und alle entsprechend zu leiten. Eine Leberzelle, so klein, daß sie mit bloßem Auge gar nicht gesehen werden kann, nimmt in ihrem winzigen Leib eine ganze Reihe, wohl an die 30, solcher Umwandlungen gleichzeitig vor, ohne daß sie sich stören, alle im Zusammenhang mit den Bedürfnissen der Zelle und des ganzen Körpers. Diese unbegreifliche Leistung wird nur möglich durch die besondere Organisation der Zelle, dadurch, daß das Gestänge und Gefüge dieser winzigen Lebensmaschine, das geheimnisvolle flüssigschleimige Protoplasma, aufgebaut ist aus Eiweiß und einigen verwandten Stoffen. Was ist Eiweiß? Ja, wer's wüßte! Unsere Chemiker bemühen sich — bis jetzt vergeblich — den inneren Aufbau dieses der chemischen Analyse so schwer zugängigen Stoffes zu entwirren. Man weiß allerdings einiges davon, und in den letzten Jahren haben unsere Kenntnisse des Eiweißes bedeutende Erweiterung erfahren, besonders durch die wundervollen Arbeiten Emil Fischers. Alle Eiweißverbindungen enthalten Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, daneben geringe Mengen von Schwefel. Man weiß, daß das Eiweißmolekül

von einer — im Vergleich zu anderen chemischen Verbindungen geradezu ungeheuren Größe ist. Wie die einzelnen Elemente sich im Eiweiß zusammensfügen, weiß man noch nicht, aber das wiederum weiß man, daß die Elemente gruppenweise zu eigentümlichen, verschiedenen Verbindungen, sog. Aminosäuren angeordnet sind, deren Zusammenkoppelung Eiweiß ergibt. Diese Aminosäuren — es sind etwa 20 bekannt, und viel mehr wird es nicht geben — treten in verschiedenster Gruppierung zusammen. Und wie man aus 25 Buchstaben alle möglichen Wörter in allen möglichen Sprachen formen kann, so lassen sich aus der Vereinigung von 20 verschiedenen Aminosäuren Millionen, ja Billionen verschiedener Zusammenstellungen ermöglichen. Und alle diese Verbindungen sind Eiweiße! In der Tat gibt es Millionen verschiedener Arten von Eiweiß. Jedes Tier, jedes lebende Wesen hat sein nur ihm zukommendes Eiweiß, und in dem Tier wieder jedes Organ und jede Zelle eines Gewebes. Um so ähnlicher sind diese Eiweißstoffe, je näher die Tiere verwandt sind. Die ungeheure Größe eines Eiweißmoleküls ist es, die seine Eignung als Träger der Lebenserscheinungen ausmacht. Es löst sich nicht in Wasser, sondern quillt hochgradig, so daß es gallertig, glasartig weich erscheint. Es ist ein sog. Kolloid.*) Das Kolloid also bildet den Baustoff der Zelle, nicht allein das Eiweißkolloid, sondern in Verbindung mit anderen, auch fettähnlichen Kolloiden, in der Zelle zu feinstem, schaumigem, ewigfließendem Netz- und Fächerwerk geordnet, in dessen kleinen chemisch gegeneinander abgeschlossenen Maschen und Kämmerchen die zum Leben nötigen chemischen Vorgänge sich anscheinend mühelos abspielen. Freilich — wie die Kolloide, an sich tote chemische Stoffe, in dieser kunstvollen Anordnung zum Leben kommen, das wissen wir nicht, wir müssen uns mit der Feststellung begnügen, daß die Lebenserscheinungen an die Kolloide gebunden sind, ja, wir dürfen mehr sagen, daß Leben, d. h. eine Vielheit von lebensnotwendigen Vorgängen, die auf kleinstem Raum vorgenommen werden muß, nur durch Kolloide ermöglicht wird. Das Handwerkszeug der Zelle, das die chemischen Vorgänge anbahnt, fördert, regelt, je nachdem beschleunigt oder hemmt, sind die sog. Enzyme (auch kolloide Stoffe), die wie mit einem Zauberstab durch bloße Berührung die Umwandlungen vornehmen, ohne Apparate, ohne Hitze und scharfe Säuren, ganz einfach durch Handauflegen — und

*) Näheres über Kolloide und ihre Eignung zu Trägern der Lebenserscheinungen in dem Kosmosbändchen „Kolloidchemie“ von Behm.

der gewünschte Erfolg ist da. Wie die Enzyme das machen, wie sie chemisch zusammengesetzt sind, davon wissen wir gar nichts. Wir sehen sie nur an der Arbeit, und es gelingt einem Chemiker hier und da, ein solches Enzym aus pflanzlichen oder tierischen Geweben auszuziehen, einzufangen und auch im Laboratorium seine Künste spielen zu lassen.

Nur in Wasser können die lebenswirkenden Kolloide ihre Künste entfalten. Bei Mangel an Wasser wird das Kolloid unbrauchbar. Nur in Wasser geht der Stoffwechsel vor sich. Das Wasser führt Nahrungstoffe und Salze gelöst herbei und nimmt die Abfallstoffe der verbrauchten Zellmasse in Lösung, um sie auszuscheiden. Ja, alles, was im lebenden Leibe geschieht, geschieht in und mit dem Wasser. Einer unserer großen Physiologen (Heidenhain) hat den geistvollen Ausdruck gebraucht: Wir leben in Wasser, und zwar in fließendem. In der Tat, reichlich 60% unseres Körpers sind Wasser (Abb. 1). Nach Wasser schreitet alles Lebendige. Mangel an Wasser führt schneller zum Tode als das Aussetzen der Zufuhr irgendeines anderen Stoffes. Wenn bei Mensch und Tier in den Organen und Geweben das Wasser knapp zu werden anfängt, macht sich eine quälende Stimme warnend bemerkbar, die immer bedrohlicher wird und gebieterisch die Beschaffung des lebenswichtigen Wassers erzwingt: der Durst. Und es ist ein Glück für uns, für die Tiere und Pflanzen, daß das Wasser so verbreitet, allgegenwärtig ist. Wasserleere Gegenden sind „Wüsten“, unfruchtbar, unbewohnbar und werden von allem Lebendigen gemieden.

Das Wasser der Gewebe, des Blutes, der Körperflüssigkeiten, der Pflanzensäfte, das die tätigen Zellen durchrieselt, das Protoplasma umspült, ist nicht reines Wasser. Es enthält einige Salze gelöst. Das sieht so ganz nebensächlich, zufällig aus. Aber es handelt sich nicht um irgendwelche beliebige, sondern um ganz bestimmte Salze in ganz bestimmtem Verhältnis. Am stärksten vertreten ist das Kochsalz, chemisch Chlornatrium, eine Verbindung von Chlor und Natrium. Nicht das Chlor, das Natrium hat den beherrschenden und bestimmenden Einfluß auf das Kolloid. Wenn es allein — ohne das Gegengewicht der anderen Salze — auf das Protoplasma wirkt, so wird dieses geschädigt, die Gallerte wird verflüssigt, abgetötet. Die anderen Salze, die in den Zellsäften angetroffen werden, sind Chlorkalium und Chlorkalzium. Das Chlorkalzium wirkt schon in schwächster Lösung ganz entgegengesetzt wie das Chlornatrium: Es

macht das Protoplasma, vor allem die Außenwände, die Zellhüllen, fester und derber. Entzieht man der Gewebsflüssigkeit das Kalzium vollständig, so fallen miteinander verbundene Zellen leicht auseinander. Über die Rolle des Kaliums ist man noch nicht völlig im klaren, nur weiß man, daß auch dieses nicht fehlen darf. Bei der Pflanze erhöht es die Fähigkeit, Zucker, Stärke, Zellulose zu bilden; die Kalidüngung macht Zucker- und Baumwollzucht ertragreicher! Eines ist sicher: alle drei Salze sind nötig, und zwar gerade in diesem bestimmten Verhältnis, das man in den Zellen aller lebenden Wesen antrifft. Nur wenn sie in diesem Mengenverhältnis vorhanden sind, ist die Zelle in höchstem Maße leistungsfähig und schlagfertig. Das Verhältnis ist:

auf 100 Moleküle Chlornatrium
2 Moleküle Chlorkalium und
2 Moleküle Chlorkalzium.

Alles Lebendige ist auf diese bestimmte Salzmischung angewiesen: Menschen, Tiere bis hinab zu den Einzelligen, ja wir finden es auch in der Pflanze. Ein merkwürdiges Spiel des Zufalls! Oder doch nicht Zufall? Es stimmt nachdenklich, wenn man erfährt, daß man dasselbe Salzverhältnis auch im Meerwasser wiederfindet. Das Meer mag einmal salziger oder weniger salzig sein, das Mischungsverhältnis ist immer dasselbe: 100:2:2 Alle lebenden Wesen haben also verdünntes Seewasser in den Adern und in den Gewebssäften. Ist das nicht eine Bestätigung der Auffassung, daß alles Lebendige seine Urheimat im Ozean hat? Ist nicht die Salzmischung eine Erbschaft aus jenen Urtagen der Erde, da das Leben nur erst im Meere sich zeigte? — Natürlich muß bei allen Tieren diese Mischung stets reinlich erhalten werden. Die Seetiere haben es ja einfach. Aber wir Menschen? Mit unseren Lebensmitteln nehmen wir genügend von den Salzen zu uns, um das fehlende wieder zu ersetzen. Nur das Chlornatrium ist zuweilen etwas spärlich in unserer Nahrung vertreten. Dann sind wir gezwungen, eine Anleihe bei dem Meer zu



Abb. 1 Soviel Wasser
(etwa 48 Liter)
ist in diesem Menschen
(75 kg Körpergewicht)

machen: Wir greifen auf die Salzlager zurück, die das Meer einst zurückgelassen. Kochsalz ist der einzige mineralische Nahrungstoff, den wir uns zuführen. Das richtige Verhältnis herzustellen, ist Sache des Körpers.

Das ist der die Zellen umspülende Gewebsaft. In den Zellen selbst, in der lebendigen Kolloidmaschine sind winzigste Mengen von anderen Salzen gelöst, je nach der Zellenart und ihrer Tätigkeit, ihrem „Beruf“, verschieden. Das sind die „Binnensalze“. Um einen derben Vergleich zu gebrauchen: Alle Maschinen in den Fabriken sind aus Eisen, aber durch Zusätze ist das Eisen verschieden: Schmiede- und Gußeisen, Stahl (Nickel-, Chrom-, Wolframstahl). Und alles das hat seine Bedeutung.

Sollen die lebenden Wesen, was sie kraft ihrer Natur und ihrer Stellung im Weltganzen müssen, sich selbst erhalten, sich zur Wehr setzen, Lebenserscheinungen zeigen, tätig sein, dann muß ihnen eine Kraftquelle zur Verfügung stehen, die ihnen diese Kraftentfaltung ermöglicht. „Aus nichts wird nichts.“ Der Ingenieur, der in einer Maschine Bewegung erzielen will, braucht dazu die in der Kohle steckende chemische Spannkraft, oder — beim Auto — die chemische Energie des Benzins. Er erzeugt Elektrizität aus der lebendigen Kraft des fallenden Wassers oder wiederum aus der Kohle. Und die Elektrizität dient ihm, um daraus Licht, Wärme oder — im elektrischen Wagen — Bewegung zu erzeugen. Nur wenn man Energie in ein Unternehmen hineinsteckt, kann man Energie und durch Energie Geschaffenes ernten. Woher bezieht das Lebendige die zum Leben nötige Energie? Stellen wir uns vor: Tot ist der Erdball, tot sind alle Stoffe, aus denen er aufgebaut ist. Das Lebendige, das in Legionenscharen die tote Erde umkränzt und sich auf der Oberfläche tummelt, braucht zu seiner Tätigkeit geradezu ungeheure Mengen von Energie. Der toten Masse der Erde kann sie nicht ohne weiteres entnommen werden, da dazu wieder Energie, Kraft gebraucht werden müßte, die eben erst beschafft werden soll. Wer schafft sie? Die Sonne! Aus 150 Millionen Kilometern Entfernung läßt sie mit ihren Lichtwellen ungeheure Mengen von Energie auf die Erde fluten. Diese Energie, sie ganz allein ist es, die alle Räder des Lebens am Laufen erhält. Wie wird das möglich? Dadurch, daß die Pflanze in dem Grün der Blätter Maschinen aufgestellt hat, durch die sie die Energie der Lichtwellen verarbeitet, in eine geeignete Form umwandelt, um damit die Lebensleistungen des

Protoplasmas zu treiben. Wie diese Maschinchen gebaut sind, wir wissen es nicht, wissen nur, daß dazu die Anwesenheit bestimmter Farbstoffe, hauptsächlich des Blattgrüns, des Chlorophylls, nötig ist. Alle grünen Pflanzen drängen sich mit Gier zum Licht, weil sie nur mit Licht ihre Grünmaschinen treiben können. Die Sonne strahlt dauernd jedem senkrecht getroffenen Quadratmeter der Erdoberfläche 74, der ganzen Erde rund 160 Billionen Pferdestärken zu. Nur einen ganz bescheidenen Teil des Lichtes nützen die Pflanzen aus. Brown hat berechnet, daß die Pflanzen im Sonnenlicht etwa $\frac{1}{2}\%$, im zerstreuten Tageslicht etwa 2% der auf ihre Blätter fallenden Lichtstrahlen verwenden. Das Licht besteht aus verschiedenen „Farben“, d. h. aus Licht verschiedener Wellenlängen, die uns als Farben erscheinen. Im bunten Band des Sonnenspektrums erscheint es auseinandergezogen zu den 7 Regenbogenfarben. Das rote Licht hat die längsten Wellen, das violette die kürzesten. Nach dem roten Ende des Spektrums hin zeichnen sich die Wellen mehr durch Wärme-, nach dem violetten durch chemische Wirkung aus. Es sind die wärmenden, leuchtenden, roten und die gelben Strahlen von 0,00055 bis 0,00059 Millimeter Wellenlängen, von denen die Lichtmühlen der Pflanzen getrieben werden. Doch können auch kürzere — blaue, violette, ultraviolette — Strahlen verwertet werden, nachdem sie (im fluoreszierenden Chlorophyll) in langwelliges Licht umgesetzt sind. Der Betrieb der Lichtumsetzung ist also an langwelliges Licht gebunden, aber die Pflanze hat die Fähigkeit, alle Lichtstrahlen, die im Sonnenspektrum zur Verfügung stehen, auszunutzen. Mit dieser Energie, die die grüne Pflanze in ihren Betrieb steckt, gewinnt sie chemische Energie aus den toten Stoffen der Erde. Der Rohstoff, den sie verarbeitet, ist die Kohlensäure der Luft (Abb. 2). Die Kohlensäure, dieses für Menschen und Tiere giftige Gas, der giftige Hauch der Vulkane, das Endergebnis jeder Verbrennung, Vermoderung und Verwesung. Chemisch ist die Kohlensäure eine Verbindung des Kohlenstoffs — Kohle, Graphit, Diamant sind Kohlenstoff — mit Sauerstoff. Nach dem Kohlenstoff trachtet die Pflanze. Er ist ein Element — sein chemisches Abkürzungszeichen ist C —, und zwar ein ganz eigentümliches Element. Eine besondere Eigenschaft von ihm ist, daß es vierwertig ist, chemisch-symbolisch so ausgedrückt:

$\begin{array}{c} | \\ \text{—C—} \\ | \end{array}$, d. h. ein Atom Kohlenstoff vermag 4 Atome eines einwertigen

Elementes zu binden (etwa Wasserstoff [H], also $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H} = \text{CH}_4$

[Sumpfgas] oder 2 Atome eines zweiwertigen, etwa Sauerstoff [O], also $\text{O}=\text{C}=\text{O} = \text{CO}_2$ [Kohlendioxyd, Kohlensäure] oder ein drei- und ein einwertiges). Es kann sich auch ein Kohlenstoffatom mit einem

anderen verbinden $\overset{|}{\text{C}}-\overset{|}{\text{C}}$ und die sechs freien Wertigkeiten

können wieder mit verschiedenen Atomen oder Atomgruppen besetzt werden. Ja, es können die Kohlenstoffatome zu langen Ketten an-

einandergereiht werden $\overset{|}{\text{C}}-\overset{|}{\text{C}}-\overset{|}{\text{C}}-\overset{|}{\text{C}}-\overset{|}{\text{C}}$, deren Wertigkeiten

in mannigfaltigster Weise gesättigt werden, oder zu Ringen mit vielen Anheftungsmöglichkeiten. Und das wichtigste ist, daß der Kohlenstoff sich mit Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N) verbinden kann, ohne zu irgendeinem dieser Elemente eine Vorliebe zu zeigen. Es ist klar, daß die Zahl der Kohlenstoffverbindungen unerschöpflich ist, schon wenn man den einfachen Fall annimmt, daß nur Wasserstoff und Sauerstoff an die freien Bindungen treten. Es gibt kein anderes Element, das zu einer so unübersehbaren Mannigfaltigkeit und Fülle verschiedenartigster Stoffe die Grundlage bilden könnte wie der Kohlenstoff. Unsere Chemiker haben in den Fabriken schon über 100 000 solcher „organischer“ Verbindungen hergestellt. Was die Pflanze tut, ist dies: die feste Bindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff, das Kohlendioxyd, $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, d. i. die Kohlensäure, die überall in der Luft vorkommt, sprengt sie mit Hilfe der Lichtenergie, um den Kohlenstoff mit dem überall vorhandenen Wasser (H_2O) zu verbinden. Den Sauerstoff gibt die Pflanze an die Luft zurück. Der Kohlenstoff mit dem Wasser verbunden, gibt die verschiedensten „Kohlenhydrate“, von denen die wichtigsten Stärke und Zucker sind. Der Zucker ist das Betriebsmittel. Er wird in den lebenden Wesen mit Sauerstoff vereinigt, verbrannt, und die dabei entstehende Energie, die ist's, die alle Lebenstätigkeit möglich macht. Die Pflanze bringt also die Sonnenenergie unter Verwendung von Kohlenstoff und Wasser in eine handliche Form, die allen übrigen lebenden Wesen als Quelle der Kraft dient. Aus dem Zucker versteht sodann die Pflanze alle möglichen weiteren für ihren Haushalt nötigen Stoffe herzustellen: Zellulose, Gummi, Fette, Säure-

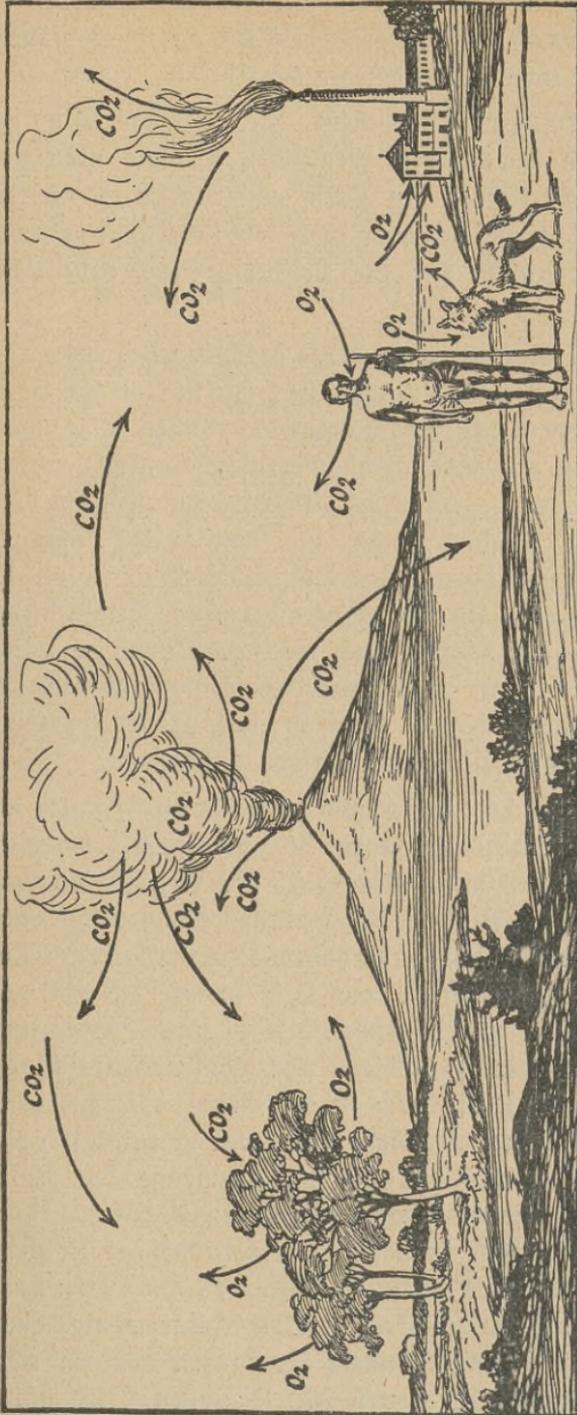


Abb. 2. Herkunft und Verwandlung der Kohlenäure

Die Kohlenäure, der irdische Kohstoff, aus dem die chemische Kunst der Pflanze alle Nährstoffe für alles Lebendige herstellt (Stärke, Zucker, Fett, Eimeiß), strömt in ungeheuren Mengen aus dem Erdinnern durch Kohlenäure, Quellen und Bultane. Geringere, immer noch gewaltige Mengen von Kohlenäure entstehen durch Verwesung und Verbrennung und bei der Atmung von Mensch und Tier. Diese Kohlenäure verteilt sich gasförmig in der Luft und im Ozean. Das Zwielf an Kohlenäure wird in unterfechtigen Krebesechwämmen und festsitzenden Korallenkolonien als kohlen-saurer Kalk eingefangen in den Schalen der Muscheln und Knochen der Fische. Auf dem Lande wird Kohlenäure in den Knochen von Mensch und Tier festgelegt, auch bei der Verwitterung von Felsen gebunden und so für immer dem Verthehr entzogen. Infolge dieser Regulierung enthält die Luft dauernd 0,03 % Kohlenäuregas. Aus diesem Vorrat schöpft die Pflanze ihren Bedarf an Kohlenäure. Bei ihrer Verarbeitung gibt die Pflanze Sauerstoff in die Luft, das Gas, das alle Verbrennung und alle Lebens-tätigkeit unterhält. Hier Sauerstoff der Luft kommt aus der kohlenäure-sparenden Tätigkeit der Pflanze. Der Sauerstoffvorrat, aus dem alles Lebendige zehrt, wird durch Pflanzentätigkeit immer wieder aufgefüllt. Die Größe dieses Vorrats (20 % der Luft) ist abhängig von der Menge des Pflanzennwachses

ren, Basen in unerschöpflicher Reichhaltigkeit. Mit einer Selbstverständlichkeit und Leichtigkeit, daß unsere Chemiker vor Neid plagen möchten. Die Pflanze ist eben eine Meisterin der Chemie.

Ja, die Pflanze vermag noch viel mehr. Sie sorgt vor. Was sie im Augenblick von der gewonnenen chemischen Energie nicht erwarten kann, das speichert sie — in Form von Stärke — auf in Wurzeln, Knollen, Samen, wo sie, oder auch der Keimling, es stets zur Verfügung hat, wenn es für die Lebensführung gebraucht wird.

Und die Menschen? Und die Tiere? Sie verstehen sich nicht auf solch feine chemischen Künste. Was machen sie? Sie stürzen sich über die Pflanzen her, plündern ihre Schatzkammern, rauben alles, was die Pflanze für sich selbst und ihre Nachkommenschaft aufgespeichert hat an chemischer Kraft, und — essen es. Auch sie benutzen die von der Pflanze gebildeten Kohlenhydrate, um damit ihre Lebensmaschinen zu heizen. Gerade darum sind diese Kohlenhydrate ein so wunderbarer Brennstoff, weil sie rasch ohne allzu große Erwärmung verbrennen, weil sie — als Stärke, auch tierische Stärke — leicht gespeichert und ebenso leicht, in Zucker verwandelt, im Gewebsstrom gelöst befördert werden können. Wir leben in einer großen Gemeinschaft des Lebens, und die Pflanze ist unsere Erhalterin.

Man stelle sich die Größe der Aufgabe vor, die die Pflanze im Erdenhaushalt leistet! Die Kohlensäure ist in der Luft verteilt, allgegenwärtig. Aber nur 0,03%, also $\frac{1}{3000}$, der Luft ist Kohlensäure! Das sind so winzige Mengen, daß es lange gedauert hat, bis unsere Chemiker ihre Anwesenheit überhaupt bemerkt haben. Aus diesem geringen Kohlensäuregehalt der Luft schöpft die gesamte Pflanzenwelt, schöpfen Tier und Menschen alle Energie, die sie zum Leben brauchen. Ja, was wir als Kohle in den Öfen und Maschinen verbrennen, und alle Kohle, die noch in der Erde ruht, ein kostbarer Schatz für Jahrhunderte, alle diese Kohle war ursprünglich ein Teil dieser anscheinend so winzigen Kohlensäuremenge der Luft, wurde von der Pflanze in fester Form gespeichert. Die Betrachtung wird noch überraschender, wenn man sich überlegt, daß der Kohlenstoff nur $\frac{3}{11}$ der Kohlensäure ausmacht, daß in 10 000 Litern Luft nur 2 Gramm Kohlenstoff enthalten sind. Das scheint wenig, aber wenn man die Rechnung für das Luftmeer der ganzen Erde anstellt, kommt man doch auf einen Vorrat von 800 Billionen Kilogramm Kohlenstoff, der in Form von Kohlensäure in der Luft schwebt.

Immerhin scheint es schier unbegreiflich, wie die Pflanze die Kohlensäure aus dieser ungeheuren Verdünnung abzufassen und zu veredeln vermag.

Die chemischen Künste der Pflanze reichen noch viel, viel weiter. Die Pflanze liefert nicht nur für sich und uns den Brennstoff, den Träger der chemischen Energie, sie bildet auch den Baustoff, das Eiweiß. Die Eiweißstoffe und die Aminosäuren, aus denen sie sich zusammensetzen, sind chemische Verbindungen, die mit den Fetten einige Verwandtschaft haben. Aber sie sind stickstoffhaltig. Stickstoff muß mit den im Sonnenlicht geprägten Stoffen zusammenschmolzen werden, wenn es Eiweiß oder zunächst einmal die Urstoffe, die Bausteine des Eiweißes geben soll. Stickstoff ist überall reichlich in der Luft, 79% der Luft sind Stickstoff. Aber er ist ein träges, schwerfälliges Gas, wohl das trügste Element überhaupt. Mit ihm ist nicht viel anzufangen. Gewitterschläge und überhaupt elektrische Entladungen bringen ihn zuweilen dazu, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu vereinen. Die so gebildeten Stickoxide lösen sich im Regen, werden in den Erdboden geschwemmt und kommen an die Würzelchen der Pflanzen. Gewiß nehmen die Wurzeln sie als willkommene Gabe an. Aber was will diese geringe Menge in dem Riesenbetrieb bedeuten? Mehr Stickstoff erhält die Pflanze schon aus den verwesenden Resten von Pflanzen und Tieren. Ihr ehemals lebendiges, jetzt totes Eiweiß ward eine Beute von Bakterien, die es zersetzen und zerlegen, bis es schließlich zu einfachem Ammoniak zerstückelt ist. Das ist Rohmaterial, in dieser Form für die Pflanze unbrauchbar. Durch Sauerstoffanlagerung wird es zu salpetrigsauren und salpetersauren Salzen umgewandelt, vom Regenwasser gelöst und den Würzelchen zugeführt. So kann's die Pflanze gebrauchen. Aber diese Morgengabe, die das Verwesende, das schon einmal Tier- oder Pflanzenleib war, in den Pflanzenbetrieb einbringt, um wieder zu lebendigem Baustoff umgeschmolzen zu werden, genügt auch noch nicht. Es ist Zufall, wieviel davon den Weg an die Pflanzenwurzeln findet. Wäre die Pflanzenwelt allein darauf angewiesen, so würde sie kümmerlich eingehen. Die Pflanze hat noch einen Trumpf: Sie bezwingt den trägen Stickstoff der Luft! Von dem gibt's genug! Nicht sie selbst. Sie hält sich in den feinen Würzelchen Sklaven und Arbeiter, die das besorgen müssen, das sind — Bakterien. Diese leben in den Würzelchen, haben hier Wohnung und Unterhalt, dafür stellen sie der Pflanze ihre Kunst zur Verfügung, den freien Stickstoff der Luft zu bändigen, aus dem sie salpetrigsaure Salze machen.

(Diese Ausnützung von Bakterien ist nicht von allen Pflanzen bekannt, hauptsächlich von Leguminosen.) Die Gegenleistung der Bakterien erschließt der Pflanzenwelt den ganzen Reichtum des natürlichen Stickstoffs. Wie die Pflanze aus diesem stickstoffhaltigen Baustoff Eiweiß macht, das wissen wir allerdings nicht. Man vermutet, daß aus der im Licht gebildeten Stärke (oder ihren Abkömmlingen) durch Spaltung und Sauerstoffabtrennung Fettsäuren entstehen, die auf rätselhafte Weise mit Ammoniak verbunden werden, das — ebenso rätselhaft — aus den salpetrigsauren Salzen gebildet wurde. So entstanden verschiedene Aminosäuren, die in mannigfaltiger Weise zu Eiweiß zusammengekoppelt werden. Ob das richtig ist, weiß man nicht. Jedenfalls ist die Pflanze die Lieferantin auch des Eiweißes, die einzige Lieferantin. Auch für das Eiweiß sind wir bei der Pflanze zu Gast. Alle unsere Nahrung, die wir in den Verdauungsorganen für unsere Lebensführung umformen, stammt aus der Pflanze. Auch das Fleisch von Tieren, das uns als Nahrung dient, die Milch, das Hühnerei, waren ehemals Pflanzenbestand. Die Pflanze ist — für sich allein und in Verbindung mit Bakterien — der leitende Chemiker des Erdballs. Wir brauchen sie, um unseren Körper zu entwickeln und aufzubauen, um zu wachsen und unbrauchbar gewordenen Zellenbaustoff zu ersetzen; in jeder Tätigkeit, wenn unser Körper verdaut, wenn unser Herz schlägt, wenn wir heben und tragen, ja wenn wir sprechen und denken, steckt Pflanzenarbeit, steckt schließlich — durch die Pflanze vermittelt — Sonnenenergie. Ja, wir müssen uns fast schämen vor der Pflanze, nicht einmal verdauen und richtig verwerten können wir die von der Pflanze gelieferten Nahrungstoffe. Auch hierzu muß sie noch besondere Ergänzungsstoffe liefern, die Vitamine. Ohne die geht es nicht.

Wenn die Pflanze ihr Sonnenwerk verrichtet, bei ihrer chemischen Tätigkeit die Kohlensäure der Luft zersprengt und den Kohlenstoff der Luft zu allerlei nützlichen Dingen verarbeitet, so gibt sie den Sauerstoff wieder an die Luft. Die Luft, die wir atmen, enthält in 1000 Litern 208 Liter Sauerstoff, das andere ist für die Atmung unbrauchbarer Stickstoff. Dieses Verhältnis gilt überall auf der Erde. Wir Menschen verbrauchen in Ruhe jeder täglich etwa 500 Liter Sauerstoff (bei der Arbeit viel mehr!). Die ganze Menschheit verbraucht täglich mindestens 500 Millionen Kubikmeter Sauerstoff. Dieser eingeatmete und verbrauchte Sauerstoff ist fort, erledigt, da er — mit Kohlenstoff verbunden — als Kohlensäure ausgeatmet wird. Wenn man bedenkt, daß die gesamte Tier-

welt noch viel, viel mehr verzehrt, daß bei jeder Verbrennung, jeder Verwesung Sauerstoff der Luft entnommen wird, um als Kohlensäure wieder in die Luft zu gehen, so fragt man besorgt, wo soll das hinaus? Keine Angst! Dafür ist die Pflanzenwelt ja da, daß sie aus der Kohlensäure den Sauerstoff wieder befreit und uns zurückgibt. Das geschieht fortwährend, ununterbrochen. Ewig wechselt der Sauerstoff seinen Platz zwischen Menschen, Tieren und Pflanzen; hin Kohlensäure, zurück freier Sauerstoff. Aller Sauerstoff in unserer Luft ist ein Gnadengeschenk der Pflanze. Aller Sauerstoff in der Luft war schon Kohlensäure. Daß seine Menge in der Luft immer dieselbe bleibt, das hängt von der Menge des Pflanzenwuchses ab.

Wehe uns armen Menschen, wenn die Pflanzenwelt zur Hälfte verschwände! Dann würden nicht genügend dienende Geister da sein, um allen Menschen und Tieren Sauerstoff zu liefern. Ohne Sauerstoff kann kein lebendes Wesen leben. Er ist es, der aus den pflanzlichen Nährstoffen in unserem Leibe die chemische Energie zur Lebensführung freimachen muß. Bei verringertem Pflanzenwuchs hätten Mensch und Tier obendrein nicht genug Nahrung, Baustoff und Kraftspender. Furchtbare Kriege würden — trotz aller Friedensschalmeien — entbrennen um die wenigen Futterplätze, und ein großer Teil der Tiere und Menschen müßte vom Erdboden verschwinden! Hier die tote nackte Erde, eine kugelige Insel, im Weltall schwimmend. Dort die Sonne, in blendender Helle strahlend: Sie bringt der Erde Licht und Leben. Die Menschheit ist nur ein Teil des Lebendigen, aber ihr Schicksal ist mit dem der Lebensgenossen so verkettet und verknüpft, daß es von dem Wohlergehen und der Fülle von Pflanzen und Bakterien abhängt, ob der Mensch auf der Erde geduldet wird, und wie er sein Leben einzurichten hat.

Alles Leben ist mit chemischen Vorgängen verknüpft. Aber die chemischen Vorgänge sind in weitem Maße von der Wärme abhängig. Für den gewöhnlichen Sterblichen dreht sich das Interesse an der Wärme nur um die Wärmegrade, die für seine Behaglichkeit angenehm oder störend empfunden werden. Das ist ein kleiner Spielraum, nach Graden gemessen in engen Grenzen um 0° herum. Darunter ist es kalt, darüber wird es heiß. 100° C, die Temperatur des kochenden Wassers, bedeutet für den Menschen im allgemeinen Verderben und Tod. Die Gradeinteilung der Wärme ist ziemlich willkürlich aus kleinlichen menschlichen Rücksichten und Nützlichkeitsgründen vorgenommen. 0° ist der Punkt, an dem das Wasser ge-

friert. Die Physiker rechnen mit einem anderen Nullpunkt. Von 0° geht es noch viel weiter abwärts in die Kältetiefe. Immerhin nur bis zu einer gewissen Grenze: die tiefste, überhaupt mögliche Kälte ist -273° Celsius. Wenn Wärme eine Bewegung ist, so ist dies die vollkommene Bewegungslosigkeit und Starre. Dies ist die Temperatur des Weltenraumes. Nach oben hin läßt sich die Wärme gewaltig steigern. Auf der Oberfläche der Sonne hat man mit ziemlicher Genauigkeit eine Wärme von etwa 6500° errechnet. Es gibt andere Sonnen, die heißer sind, etwa 10000° C. Für das Erdinnere nimmt man eine Wärme von $10-20000^{\circ}$ an. Daß sie sich nicht unangenehm bemerkbar macht, daß wir nichts von dieser Glühhitze wissen und spüren, das danken wir dem Schutz der Erdkruste. Inmitten des über alle menschliche Vorstellungsmöglichkeit kalten Weltenraums schwimmt die Kugelinsel Erde, dreht sich und nimmt von der Sonne Licht und Wärme. Und alles, was auf Erden lebt, genießt die Sonnenwärme und nützt sie zur Lebensführung. Tätiges Leben ist aber nur innerhalb enger Wärmegrenzen möglich. Kälte unter 0° wird nur dann von lebenden Wesen ertragen, wenn das Wasser innerhalb der Zellen nicht gefrieren kann. Gefrierendes Wasser zersprengt den kunstvollen Bau des Protoplasmas und vernichtet das Leben. Umgekehrt erträgt lebendiges Eiweiß keine hohen Wärmegrade. Bei 55° gerinnt das Eiweiß, bei etwa 45° C setzt diese ertötende Wirkung schon ein. Es muß also dafür gesorgt sein, daß die lebenden Wesen vor allzu großen Pendelausschlägen der Wärme nach der heißen und der kalten Seite bewahrt werden. Und das ist auf der Erdoberfläche verwirklicht. Erst dann konnte das Leben auf der Erde erscheinen und sich so machtvoll entfalten, als die sich stetig abkühlende Erde eine für alle Lebensmöglichkeiten günstige Wärmelage darbot. Natürlich mußte die Oberfläche der Erde zu einer harten, dicken Kruste erstarrt sein. Die Sonne ist die alleinige Lieferantin von Wärme auf der Erdoberfläche. Das will viel heißen, wenn man bedenkt, daß doch die Erde sich in dem kalten Weltenraum von -273° bewegt. Und fast scheint es unerklärlich und unverständlich, wie es bei den Gegensätzen zwischen Weltraumkälte und Sonnenwärme möglich ist, daß die Wärme auf der Oberfläche der Erde sich so beständig innerhalb der engen lebenerhaltenden Grenzen hält.

Die mittlere Wärme auf der Erde beträgt 16° C. Natürlich gibt es starke klimatische Abweichungen. Daneben gibt es für den einzelnen Ort Schwankungen je nach der Jahres- und Tageszeit.

meter Wasser dem Meere entgeggetragen, werden aus den Wolken gespeist. So ist das Wasser in ewigem Kreislauf: Unsichtbar unserem Auge aus dem Meere als Wasserdampf fortgetragen, nimmt es sichtbar in den Wasserläufen seinen Weg ins Meer zurück (Abb. 3). Der Luftmantel der Erde mit seinem Wasserdampf — und dem Staub — schützt die Erde vor allzu großer Erwärmung durch die Sonnenstrahlen und vor allzu großer Abkühlung, vor zu großer Ausstrahlung — nachts — gegen den kalten Weltenraum. In unseren wissenschaftlichen Laboratorien nennen wir Vorrichtungen, die eine bestimmte Wärme, sagen wir 50° , in einem abgeschlossenen Raum dauernd erhalten, Thermostaten. Es ist ungeheuer schwierig, einen Thermostaten über einige Tage hinaus reguliert zu erhalten. Nun wohl, die Erde ist ein solcher Thermostat (Abb. 4), der seinen mittleren Wärmestand von 16°C an der Oberfläche dauernd durch Jahrtausende hindurch festgehalten hat — jedenfalls kann man das wohl für die der geschichtlichen Forschung zugängliche Zeit behaupten. Und was hat nicht alles Einfluß auf die Erwärmung der Erde: nicht nur die Luftmasse, der Staub, der Wasserdampf, Wolken und Niederschläge, auch die Größe der Ozeane und der Landmassen, die Mächtigkeit der Gebirge und die Verbreitung der Wüsten, die Üppigkeit der Pflanzenwelt und der Wälder, die Länge von Tag und Nacht und der Wechsel der Jahreszeiten und gewiß noch manches andere. Die Oberflächenwärme der Erde dauernd auf der mittleren Höhe von 16° zu erhalten, ist nur möglich, wenn die Wärmeeinnahme der Erde mit der Ausgabe gegen den Weltenraum übereinstimmt. Die Erdoberfläche würde sich viel stärker abkühlen, viel mehr Wärme ausgeben, wenn nicht ein wärmender Mantel sie schützte. Das ist die Lufthülle, und in der Luft — nach Arrhenius — die Kohlensäure! Schon wieder die Kohlensäure! Wir haben schon erfahren, daß in 10 000 Litern Luft 3 Liter Kohlensäure gefunden werden. Dieser geringe Kohlensäuregehalt gibt der Luft die Eigenschaft, der Erde die Wärme zu erhalten. Wie in einem Treibhaus die Glasscheiben „helle“ Wärme (d. h. die unserem Auge sichtbaren Strahlen) durchlassen, durch die die Erde erwärmt wird, der dunklen Wärmestrahlung des Bodens aber den Austritt verwehren, so daß der Treibkasten gegen Wärmeverlust geschützt wird, genau so wirkt die Kohlensäure in der Luft. Arrhenius hat berechnet, daß, wenn alle Kohlensäure aus der Luft verschwände, die Wärme der Erdoberfläche um etwa 21° sinken würde. Ein Herabgehen des Kohlensäuregehaltes auf die Hälfte (also 0,015%) würde die Temperatur

- 273°
Luftleerer Weltenraum



Abb. 4. Im eisigen Weltenraum von -273° schwimmt die winzige kugelige Erdeninsel, oberflächlich abgekühlt und verkrustet mit einer inneren Erdwärme von rund 20000° . Sie bringt durch ihre Umdrehung, wobei jeder Punkt abwechselnd von der Sonne Wärme empfängt und — nachts — gegen den Weltenraum ausstrahlt, das erstaunliche Kunststück fertig, einen jetzt schon durch Jahrtausende dauernde durchschnittliche Oberflächenwärme von etwa 16° zu bewahren. Das ist nur möglich durch den Besitz des Luftmantels, die Luftfeuchtigkeit, Verteilung von Wasser und Land, von Wüsten und begrünten Flächen, vom Verhältnis von Gebirgen und Ebenen

um ungefähr 4° C herabsetzen. Andererseits würde eine Verdoppelung des Gehaltes die Wärme der Erdoberfläche um 4° erhöhen. „Dabei würde ein Sinken des Kohlensäuregehaltes die Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen Teilen der Erde verschärfen, eine Erhöhung sie wieder ausgleichen.“

Arrhenius ist sehr geneigt, die einschneidenden Klimaänderungen, die unser Planet durchgemacht hat, mit solchen Schwankungen der Kohlensäuremenge in der Luft in Verbindung zu bringen. Er meint, und Prof. Frech, der bekannte Geologe, stimmt ihm zu, daß das einstmals tropisch warme Klima seine Ursache gehabt habe in erhöhter vulkanischer Tätigkeit, die Riesenmengen von Kohlensäure in die Luft gehaucht, und daß sich die Eiszeit durch nahezu vollkommenes Aufhören des Vulkanismus ausgezeichnet habe. Trotzdem waren die Schwankungen der Durchschnittswärme auf der Erde nie so hoch, daß das Leben in seinem Bestand jemals ernstlich erschüttert wäre. An sich können die Pflanzen, um ihre chemischen Aufgaben zu erfüllen, mit einem geringeren oder auch bedeutend höheren Gehalt an Kohlensäure sich abfinden. Und den Menschen und Tieren würde für die Atmung ein Mehrfaches an Kohlensäure in der Luft keinen Schaden tun. Aber für den irdischen Wärmehaushalt, der Einnahme und Ausgabe so regelt, daß das Leben nicht Schaden leidet, ist dieser bestimmte Gehalt von 0,05% unerlässlich. Wir fragen erstaunt, wie kommt eine so genaue Einstellung auf diese Menge zustande? Wenn es sich nur um das wechselnde Ballspiel zwischen Pflanzen und Tieren handelte, wenn die Menge der Kohlensäure auf der Erde dieselbe bliebe, die von den Pflanzen gespalten, und — als Ergebnis der Sauerstoffverwertung im tierischen Körper — den Pflanzen als Kohlensäure zurückgegeben wurde, so könnte man das begreifen; aber fortwährend fließen ungeheure Mengen von Kohlensäure neu in die Luft, aus Verbrennung und Verwesung, aus Vulkanen, aus Erdspalten, aus der Kohlensäure von „Mineralwässern“ — wo bleibt sie? Nun, ein großer Teil dieser Kohlensäure wird von Tieren außer Kurs gesetzt, in den Knochen als feste steinharte Masse von kohlenurem Kalk festgelegt. Kleinigkeiten. Billionen von Muscheln, Schnecken bilden unter Verwendung von Kohlensäure und Kalk ihre Schalen. Tausende von Billionen winziger Infusorien und Schwämme bauen aus demselben Stoff ihre Gehäuse. Die gewaltigen Korallenriffe sind ein ungeheures Laboratorium, in dem die Kohlensäure eingefangen und dem Luftverkehr entzogen wird. Die ganze Masse der Kohlensäure aller

Kreidefelsen, jedes Marmorblocks, war ehemals Bestandteil der Luft und nahm teil am Leben eines tierischen Organismus. Und dieses Spiel wird heute noch dauernd fortgesetzt. Die Regelung des Kohlen säuregehalts der Luft besorgt der Ozean. Er enthält Kohlen säure gelöst, ja der ganze Ozean enthält an freier Kohlen säure ungefähr zehnmal so viel wie die Lufthülle der Erde. Wenn der Gehalt der Kohlen säure in der Luft ansteigt, so löst das Meerwasser das Zuviel in der Luft und umgekehrt, beim Sinken des Kohlen säuregehalts in der Luft, gibt das Meer aus seinem Vorrat ab. Solange die Spannung der Kohlen säure im Meer und in der Luft dieselbe ist, geschieht nichts, aber sobald das Spannungsgleichgewicht gestört ist, stellt der Ozean es wieder her. So ist durch die Größe der Wassermassen auf der Erdoberfläche der Kohlen säuregehalt der Luft bestimmt, und wird in dieser für alles Lebendige so wichtigen Höhe unverrückt fest gehalten — es sei denn, daß plötzlich alle Vulkane zu gleicher Zeit anfangen, in grauenhaften Entladungen die Erde mit so viel Kohlen säure zu überschütten, daß das Meer sie nicht auf einmal aufnehmen kann.

Wie doch eines in das andere greift! Da hatten wir uns in die Frage versenkt, wie die große Lebensgesamtheit es fertig bringt, sich aus den toten Kräften des Erdballs das zur Lebensführung nötige Rüstzeug zu beschaffen, und verstricken uns in kosmische Probleme. Aber wir kommen der Beantwortung unserer Fragen näher. Bewohnbar ist unsere Erde, weil sie ohne allzu große Schwankungen den Lebewesen die vier Grunderfordernisse des Lebens seit jeher bot und noch bietet: Nahrung, Sauerstoff, Wasser und Wärme. Das kann die Erde eben nur wegen ihrer ihr selbst anhaftenden Eigentümlichkeiten, wegen ihrer Stellung im Weltall und ihres Verhältnisses zu anderen Himmelskörpern. Himmel und Erde und das ganze Weltall muß zu Hilfe kommen, damit im Teich das Fröschen schwimmen soll. Es fällt uns nicht schwer, uns auszudenken, daß das Leben, nachdem es einmal in allereinfachster Gestalt auf Erden erschienen war, sich immer höher und höher entwickelte. Dazu stand es als Lebendiges unter dem Zwang, sich anzupassen, um sich zu erhalten; und unter dem ewigen Wechsel der Verhältnisse spielte sich das Drama der Entwicklung als schöpferische Anpassung ab. Aber, wo kam denn nur das Leben her? Wie kommt es, daß die Erde überhaupt bewohnt ist? Zweierlei Möglichkeiten gibt es: Entweder ist das Leben auf der Erde entstanden, oder — was entschieden weniger glaubhaft klingt — es ist von außen, irgendwoher vom

Weltraum auf die Erde versetzt. Eine andere Möglichkeit gibt es nicht. Unsere Väter machten sich die Antwort bequem. Sie nahmen ohne weiteres an, daß Lebendiges „von selbst“ entstehen könnte, Maden aus faulendem Fleisch, Frösche und Ungeziefer aus eklem Schlamm, Spulwürmer nach Schwarzbrotgenuß im Darm der Kinder. Das war dummes Zeug. Alle diese Tiere entkriechen Eiern oder — winzigere Wesen — Samen, Keimen, Sporen. Jedes Lebewesen hat lebendige Vorfahren. Aber es gibt eine Reihe von Forschern, die annehmen, daß einmal, vor Millionen von Jahren, als die Erde sich eben durch den niederprasselnden Regen oberflächlich abgekühlt, ein einziges Mal eine Ausnahme gemacht wurde, daß damals Lebendiges von selbst aus toten Stoffen entstanden sei. Nicht gerade Maden und Würmer, sondern zunächst einfaches lebendiges Eiweiß. Ursprünglich habe sich vielleicht der Kohlenstoff mit dem Stickstoff zu Cyan verbunden, dann sei zufällig noch dies dazugekommen und das und das, und dann habe sich Eiweiß gebildet und das Eiweiß habe gelebt. So sei Lebendiges aus Nichtlebendigem entstanden. „Urzeugung“. Wer will's beweisen? Wer will's ableugnen? Jede Einsicht in die Möglichkeit oder Unmöglichkeit dieses Vorgangs fehlt uns. In den Laboratorien ist eine Urzeugung nie gelungen (woraus an sich noch nicht die Unmöglichkeit überhaupt gefolgert werden dürfte). In der freien Natur gibt es heute sicher keine Lebensschöpfung durch Urzeugung, schon aus dem einfachen Grunde nicht, weil die Erde so bevölkert ist, daß jedes junge, neu auftauchende lebendige Eiweiß mit Sicherheit der Gefräßigkeit von Lebensgenossen zum Opfer fiel. Aber es will mir scheinen, als ob durch eine „Urzeugung“ die Entstehung des Lebens überhaupt nicht zu erklären wäre. Schon daß der Zufall eine so unglaublich große Zahl von Glückswürfen werfen muß, um ein so verwickeltes Ding wie das Eiweiß zu bauen. Und wenn schon — Eiweiß ist noch nicht Zelle und noch nicht Leben. Das Protoplasma ist nicht einfach Stoff, sondern ein technisches Gebilde, mit Organisation und Arbeitsteilung und der Fähigkeit, sich selbst zu erhalten. Wie kommt alles dieses, wie kommt „Leben“ in diesen zufällig zusammengewürfelten chemischen Glückstreffer? Kann denn überhaupt Totes zu Lebendigem werden, ohne die Mitwirkung von Lebendigem?

Die Zuhilfenahme des Wunders der Urzeugung schien so unbefriedigend, daß einige sehr ernsthafte Gelehrte sich für die andere, auf den ersten Anblick unwahrscheinliche Möglichkeit entschieden haben: daß das Leben von „außen“ auf die Erde geweht sei. Das

Leben sei ewig. Vielleicht so alt, wie der Stoff überhaupt. Schon 1865 vertrat Richter diese Ansicht. Ihm folgten Träger berühmtester Namen: Thomson (Lord Kelvin) und Helmholtz, jeder selbständig, ohne von den Ansichten und Auffassungen der anderen zu wissen. Ganz neuerdings hat der bekannte schwedische Physiker Svante Arrhenius diese Auffassung äußerst geschickt vertreten. Nach ihm schwirren Lebenskeime in den Räumen des Weltalls, abgelöst auf irgendeinem Planeten von irgendwelchem Lebendigen. Winzig kleinste Lebenskeimchen. Hinaufgetrieben in die Atmosphäre wie Staubkörnchen, immer höher, schließlich durch elektrische Abstoßung so hoch getragen, daß die Einwirkung der Schwerkraft nicht mehr in Betracht kommt, würden sie von dem „Strahlungsdruck“ des Sonnenlichts weit, weit fortgetrieben durch den Weltenraum. Mit ungeheurer Schnelligkeit, denn der Weltenraum ist leer. Arrhenius errechnet eine Geschwindigkeit, daß ein solcher Lebenskeim in 20 Tagen von der Erde zum Mars, in etwa 80 Tagen zum Jupiter, in 14 Monaten zum Neptun befördert werden könnte. Wo diese Lebensstäubchen auf einem anderen Planeten landen, da erwachen sie zu neuem Leben, wenn sie dort günstige Verhältnisse vorfinden, und dann ist es möglich, daß sie den Anfang eines Lebens bilden, das in immer weiterer Dervollkommnung den Planeten füllt und sich zur Blüte entwickelt. Theoretisch mag das möglich sein, denn es gibt einen solchen Strahlungsdruck des Lichts. Seine näheren Fachgenossen der Physik haben keine ernstlichen Einwände erhoben. Der Einwand, daß diese kleinen Keime in der graufigen Weltenraumsälte vernichtet würden, ist nicht triftig. Man hat monatelang niederste Lebewesen bei Temperaturen von -200° am Leben erhalten können. Das scheint zwar nicht zu stimmen mit dem, was wir früher erfahren haben, daß die lebenden Wesen empfindlich seien gegen Kälte; doch ist beides richtig. Es ist manchen niedrigen Lebewesen die Fähigkeit gegeben, bei Austrocknung ihren Lebensbetrieb einstweilen einzustellen. Sie leben, ohne zu leben. Auch ein Weizenkorn hat ein einstweilen stillgestelltes Leben, das, unter günstige Bedingungen gebracht, keimt und kräftige Lebensäußerungen zeigt. So erwacht pulverförmiger Staub der Dachrinnen, mit Wasser angefeuchtet, unter dem Mikroskop zu munteren lebhaften Tieren. Im trockenen Zustand können die kleinen Tierchen große Kältegrade überdauern. Und mit den winzigen Lebenskeimen, die nach Arrhenius ihre Weltenreise unternehmen, könnte es ebenso sein, da sie schon vor der Abreise in den höheren Luftschichten ihr Wasser verloren. Gewiß, damit ist

die Frage nach der Entstehung des Lebens nicht gelöst, sondern nur verschoben, aber — können wir auch nur eine der brennenden Ewigkeitsfragen lösen?

Ja, wenn man wüßte, ob diese Annahme einer Weltallsbekeimung richtig wäre! Wäre sie erwiesen, dann müßte man folgerichtig schließen, daß das Leben eine allgemein kosmische Angelegenheit sei, daß es Fuß gefaßt habe auf allen möglichen Himmelskörpern, wo nur eben die Bedingungen zur Weiterentwicklung gegeben sind, und man dürfte weiter annehmen, daß die stoffliche Grundlage des Lebens überall, auf allen Himmelskörpern dasselbe vielseitige Protoplasma sei, wie hier auf Erden. Indessen beharren andere Forscher hartnäckig auf ihrer Ansicht, daß das Leben entstanden sei auf der erkaltenden Erde, durch Urzeugung aus Umlagerung von chemischen Stoffen. Möglich — wer will's entscheiden? Aber ob dann der Zufall diese glückliche Rolle auch auf anderen sich abkühlenden Planeten spielte? Oder auf allen? Und sollte der Zufall überall lebendiges Eiweiß geschaffen haben — vorausgesetzt, daß so etwas möglich ist? Aber, wenn wir nicht Eiweiß als Grundlage des Lebens auch auf anderen Planeten annehmen wollen, dann müssen wir alle Hoffnung hinter uns lassen, jemals irgend etwas über die Bewohnbarkeit ferner Himmelskugeln auszuklügeln. Denn ein Leben ohne Eiweiß als Grundlage liegt für uns außer aller Denkmöglichkeit. So sind wir hier in einer Sackgasse? Müssen wir darauf verzichten, dem Geheimnis jemals näher zu kommen? Fast scheint es so!

Dem dunkeln Nachthimmel leuchten Millionen von Sonnen und Sternen grüßend zu mir herüber, in unnahbarer Majestät, mit feierlichem Schweigen. Es nützt mir nichts, daß ich meine Augen fragend hineintauche in die rätselhafte Weltallstiefe. Was wir vom Leben wissen wollen, können wir nur auf der Erde erfahren. Und die Erde hat uns noch manches über das Leben selbst und über den Menschen zu sagen.

Wie die Erde zum Menschen kam

Aus den Dokumenten, die unsere Erde in den Steinen und Schichten ihrer Kruste versteckt bewahrt hat, kann man lesen, daß sie Jahrmillionen in feurig-glühendem Zustand, unbewohnbar war, daß, nachdem die spröde Kruste sich gebildet, Lebendiges jahrmillionenlang zuerst spärlich, dann mit üppiger Fülle vertreten war in altmodischen Gestalten, die jetzt größtenteils längst ausgestorben sind, daß dann

nacheinander in langen, langen Zwischenräumen Fische, Lurche, Echsen, Vögel, Säugetiere erschienen. In allen diesen äonenhaften Zeitläuften fehlte der Mensch. Er kam ganz zuletzt. Die Spanne, die das Menschengeschlecht auf der Erde weilt, ist auf der Weltenuhr eine lächerlich geringe Zeit. In seinem Kosmosbändchen „Jahreszahlen der Weltgeschichte“ hat Loze einen überraschend anschaulichen Vergleich gegeben. Wenn wir die ganze Erdgeschichte seit dem Kambrium, dem Erdalter mit den ersten nachweisbaren Lebensresten, in einem Riesenfilm von 129 Kilometern Länge zur Abwicklung brächten, einem Film, der 100 Stunden zur ununterbrochenen Vorführung braucht, also 4 Tage und 4 Nächte und 4 Stunden, dann wäre ein Menschenleben von 70 Jahren ein einziges winziges Bildchen von $\frac{1}{20}$ Sekunde Dauer. In einer Sekunde wären 1400 Jahre vergangen, in den 30 letzten Bildchen von $1\frac{1}{2}$ Sekunden Vorführungsdauer kämen wir über Christi Geburt hinaus, und die ganze Entstehung des Menschengeschlechts vom ersten Auftreten bis zur Gegenwart wäre etwa in den letzten 3 Minuten der Vorführung zu sehen! Danach läge das erste nachweisbare Leben auf Erden 2000mal so weit zurück wie das vermutliche erste Auftreten des Menschen. Aber diese erste in Versteinerungen gefundene Lebewelt war selbst schon die hochentwickelte Krönung einer ungeheuer langen Entwicklung des Lebens! Wir müßten noch viel weiter zurückgreifen, um die wirklichen ersten Anfänge des Lebens auf der Erde zu finden. Und das Erdendasein des Menschen schrumpft auf der Weltenuhr in eine noch kleinere Spanne zusammen. Aber dieser kurze Ewigkeitsaugenblick hat dem Menschen, dem jüngsten der Geschöpfe, genügt, den Erdball zu erobern und alle lebendige Kreatur sich untertan zu machen. Mitten unter allem Lebendigen steht der Mensch als Herrscher und König, groß und aufrecht, mit seinem Geist Welten umspannend. Als Alleinherrscher, denn er duldet keine Machthaber neben sich! Woher kam er? Wie kam die Erde zu ihm?

Der Mensch fiel nicht eines Tages fertig vom Himmel. Auch er hat sich aus anderen vormenschlichen Formen entwickelt. Heute noch erkennen wir in der menschlichen Gestalt die allgemein tierischen Grundzüge, dieselbe äußere Gliederung, denselben Bauplan, dieselben Organe mit denselben Verrichtungen wie bei den Säugetieren. Schon vor 200 Jahren stellte der alte Linné, der den ersten gelungenen Versuch machte, das Reich der Natur durch eine logische Einteilung in ein wohlgeordnetes System zu bringen, den Menschen in eine Reihe mit den Säugetieren. Und unter den Säugetieren in eine Klasse mit

den Affen. Nicht aus irgendwelcher böswilligen Absicht, sondern ganz harmlos und selbstverständlich, in einfacher Tatsachenanerkennung nüchtern registrierend. Sicherlich hat der Mensch mit dem Affen viel äußerlich Gemeinsames, und der Affe hat so viel Menschenähnliches, daß er ja gerade deswegen den Hauptanziehungspunkt in den zoologischen Gärten bildet. Aus dieser Ähnlichkeit darf man indessen nicht folgern, daß der Mensch aus dem Affen sich entwickelt habe, daß er von ihm abstamme. Weil sich der Menschenstolz gegen eine solche Beleidigung der Majestät des Menschen aufbäumt, rückt man gern diese angebliche Folgerung des Darwinismus in den Vordergrund, um die Entwicklungslehre lächerlich zu machen. Darwin selbst hat diese Folgerung nie gezogen, und sicher ist sie nicht richtig. Aber — so ganz fremd sind sich Mensch und Affe nicht. Es trifft das Richtige, wenn man sagt, daß beide gemeinsame Vorfahren haben, daß sie Vettern sind. Das zeigt uns in eindeutiger Weise die Untersuchung des Blutes. Je weiter die Tiere voneinander unterschieden sind, etwa Frosch und Pferd, oder Haiisch und Kaninchen, desto unähnlicher ist das Blut in seinen chemischen Eigenschaften, desto weniger verträgt es sich mit dem der anderen Art. Durch solche Blutuntersuchungen, von Uhlenhuth, Friedenthal und Nuttall an vielen Tieren vergleichend vorgenommen, hat man geradezu Verwandtschaftskreise von Tieren festlegen können: Hund—Wolf, Gans—Ente, Kamel—Lama, und in einen solchen gemeinsamen Kreis gehört der Mensch mit den menschenähnlichen Affen. Sie sind also wirklich „blutsverwandt“. Wissenschaftliche Wahrhaftigkeit verlangt diese Verwandtschaft mutig zugeben. Eine Verwandtschaft also auf Grund gemeinsamer Ahnen. Mit emsigem Eifer haben sich einige übereifrige Verfechter der Entwicklungslehre bemüht, einen Stammbaum des Menschen aufzustellen, der zurückgeht über affenähnliche Säugetiere hinweg zu Reptilien, Fischen und weiter. Das ist geistvolle Theorie. Wir wissen nichts darüber, wissen nur ganz allgemein, daß der Stammbaum mit seinen Wurzeln hinabreicht in die ersten einfachsten Lebensformen, aus denen er über höhere Formen aufstieg bis zur Krone. Vorläufig ist man noch eifrig auf der Suche nach dem Vorläufer des Menschen, dem fehlenden Glied in der Ahnenkette, das ihn mit der Tierwelt verbindet, dem „missing link“. Noch nicht Mensch, eben noch Tier. Die kärglich spendende Erde liefert gelegentlich in gutmütiger Gebelauene wertvolle Knochen-Trümmer zum Rätselnraten. Nach jedem solchen Fund zweifelhafter Art hört man scharfsinnigen, oft erregten Meinungsstreit der Ge-

lehrten. Bis jetzt hat man sich bei allen diesen ungewissen Resten für die Diagnose „Mensch“ entscheiden müssen. Es ist auch schwer, vielleicht unmöglich, auf Grund von Knochenstücken die Grenzlinie zu ziehen. Was unterscheidet Mensch und Tier? Was ist denn überhaupt ein Mensch?

Um das beantworten zu können, müssen wir uns zuerst den Blick schärfen durch eine Übersicht über den vermutlichen Hergang der Menschwerdung und den Gang der Entwicklung überhaupt.

Was uns Menschen von jeher bei der Betrachtung der lebenden Wesen mit ehrfürchtigem Staunen erfüllt hat, das ist die wunderbare Übereinstimmung des Körperbaus, der Organe und der Fähigkeiten mit der Lebensweise und ihren Anforderungen. Es gibt lebende Wesen, die in der nassen Meeresflut leben, andere halten sich in der Feuchtigkeit des Erdbodens auf. Für wieder andere ist die Luft ihr Lebensraum. Jedes sucht und findet seine Nahrung: die Pflanzen im Boden und in der Luft, die Tiere an Pflanzen, an Früchten, Wurzeln, Blättern, an anderen Tieren, an Aas, an Moder — und jedes ist in seinem Bau und in seiner Lebenstätigkeit auf diesen „Lebensrahmen“ eingestellt. Auch auf die Möglichkeit des Gefressenwerdens. Auf die geforderte Bewegungsart: Schwimmen, Laufen, Klettern, Kriechen, im Boden Wühlen, Fliegen. So überwältigend „zweckmäßig“ ist der Körper der Schwalbe zum Fliegen geeignet, daß die Flugtechniker eine Fülle von Anregung finden beim Studium des Flügelbaus, der Federform, der Rumpfgestalt, und der Beherrschung dieser Apparate zur Ausnutzung der Luftströmungen. Genau so erstaunlich ist der Fisch durch seine äußere Form und den inneren Bau zum Schwimmen geeignet. Oder der Maulwurf, oder jedes andere Tier für seine besondere Tätigkeit. Ja, jede noch so abenteuerliche Tiergestalt, die uns Menschen komisch, unbegreiflich, vielleicht sinnlos vorkommt, wird sofort verständlich, wenn wir die Rolle kennen, die es im Naturgeschehen spielt, wenn wir seine Stellung zur Umwelt, sein Verhältnis zu anderen Lebewesen klar durchschauen. Dieses Angepaßtsein an den Lebensrahmen, in dem es lebt, ist Voraussetzung, Vorbedingung. Ohne das ist — und war von jeher — Leben unmöglich.

Die tote Erde, der Wohnsitz alles Lebendigen, ist aber in steter Veränderung. Dafür sorgt die tägliche Erdumdrehung, der Lauf um die Sonne, die ewig wechselnde Stellung zu den Gestirnen und — vor allem — die Abnahme der Erdwärme. Es wechselten von jeher

Frost und Hitze, Sommer und Winter, Tag und Nacht. Unaufhörlich bliesen Winde und Stürme über die Oberfläche. Berge tauchten auf und wurden wieder abgetragen. Rastlos vertauschte das Wasser seinen Platz zwischen Ozean, Wolken und Festland. Das glühende Feuer im Innern drängt nach Entladung; Vulkane speien feurige Gase. Langsam schrumpft die sich abkühlende Erde zusammen mit Hebungen, Falten und Verwerfungen, zuweilen unter krachendem Bruch der Kruste, daß die Oberfläche bebte. Alle diese Kräfte verändern in einem fort das Antlitz der Erde. Hohe Gebirge, die heute wolkenumhüllt ihre Spitze zum Himmel heben, zeigen unverkennbare Spuren, daß sie einstmals Meeresboden waren. Sandsteingebirge mit riesigen Wäldern waren ehemals loser Sand auf dem Boden des Meeres. Mit der sich wandelnden Gestaltung der Erdoberfläche wechselte das Klima. Es gab eine Zeit, da war in Europa ein feuchtwarmes, üppiges Tropenklima. Am Nordpol sind einst Palmen gewachsen. Wieder zu anderen Zeiten war der größte Teil Europas, wiederholt, in vieltausendjährigen Zwischenräumen unter einer ungeheuren — bis 1000 Meter dicken — Eisschicht begraben. Und in allen diesen Zeiten hat sich das Leben geregelt, und alle die Änderungen des Klimas und der Umgebung fanden ihren Niederschlag in der Pflanzen- und Tierwelt, die — wollte sie nicht untergehen — sich anpassen mußte. Ein Besuch im Museum läßt uns staunend seltsame Tiere sehen, die in jenen andersgearteten Zeiten als sinn-gemäße Anpassungen lebten. Sie sind dahin, weil neue, veränderte Zeiten andere Anpassungen, andere Gestalten und Formen erforderten. Was sich nicht anpassen konnte, das ging unter. Die glücklicheren Wesen, die es fertig brachten, die Forderungen der neuen Zeit zu erfüllen, sie trugen den Strom des Lebens weiter, weiter bis in unsere Zeit.

Anpassung! Ein Wort, keine Erklärung. Wie die lebenden Wesen es fertig brachten, sich neuen Verhältnissen anzuschmiegen, das ist durchaus strittig. Darwin glaubte das Rätsel mit der mechanistischen Formel erklären zu können, daß bei Änderung der Umwelt die Lebewesen am Leben blieben, die zufällig winzige vorteilhafte Änderungen an sich trugen, während die vom Glück weniger begünstigten, weil nicht angepaßt, untergingen. Natürliche Auslese, Überleben des am besten Angepaßten. Man ist heute mehr geneigt, den alten Lamarck'schen Gedanken wieder aufzunehmen, daß die Lebewesen bei einer Änderung „sich selbst“ umstellten. Daß so etwas möglich ist, erkennt man im kleinen, wenn z. B. ein Löwenzahn in

die Alpenregion versetzt, sofort die Alpenform, d. h. die für diesen trockenen, windigen, kalten Standort zweckmäßig angepasste Form annimmt, oder wenn dem in unser Winterklima versetzten Löwen sofort, auf Antrieb, ein wärmendes Fell, dem Strauß ein dichteres Federkleid wächst. Die Anpassungsfähigkeit ist eine Voraussetzung der allem Lebendigen eigenen Kunst, sich selbst zu erhalten. Gegen jede Gefährdung stemmt sich das lebende Wesen. Entweder entzieht es sich der Gefahr durch Flucht, oder es überwindet sie durch schlagfertige Betätigung. Kann es das nicht, so geht es zugrunde. Die vollzogene Anpassung ist eine neu gewonnene Fähigkeit oder Einrichtung, die Bedrängnis zu überwinden. Immer wieder bringt die Natur neue Aufgaben an die lebenden Wesen. Sie werden alle überwunden, vorausgesetzt, daß die Änderung nicht zu plötzlich kommt, sondern ganz allmählich sich einschleicht.

Man mag sich streiten über die Art und Weise, wie Anpassung zustande gekommen sei, jedenfalls hat bei dem ewigen Wechsel der Lebensverhältnisse eine fortschreitende Anpassung stattgefunden. Immer paßten die Erde mit allen ihren Eigentümlichkeiten und Ansprüchen, und ihre Bewohner aufeinander wie Form und Abguß. Wenn sich die Form änderte, schob sich das Lebendige, ewig im Fluß, in die Lücken. Niemals kann zwischen Welt und Leben ein Spalt klaffen. Aber — so wird gesagt — wenn das Leben so durch die Jahrtausende im Siegesschritt vorwärts eilte, warum gibt's so viele Lebewesen, die nicht Schritt gehalten, die stehen blieben in der Entwicklung? Weil das Leben sich nie freiwillig verändert, sondern nur unter dem Druck der Not, des harten Muß. Wo dieser Zwang nicht vorlag — wozu sich verändern? Heute noch lebt im Meeresschlamm ein kleiner Armfüßler, die *Lingula*, wie vor Jahrmillionen im Silur. Nur die Not hatte die eiserne Faust, die zur Anpassung trieb. Not war vielleicht einsetzende Kälte, zunehmende Trockenheit, Überschwemmung des bewohnten Gebietes. Not ist Knappwerden der Nahrung. Das zwingt zum Auffuchen neuer Futterplätze, zum schärfsten Wettkampf mit Mitbewerbern, vielleicht zum Ergreifen einer ganz anderen Lebensweise. Not ist das Auftreten von räuberischen Tieren, vor deren Nachstellung man sich durch Flucht schützt, etwa durch Abwanderung in ferne Gegenden, die wieder mit ihren Eigenheiten neue Anpassungen erfordern. Not brachte jeder Wechsel, jede Veränderung. Tausende von Möglichkeiten. Meist waren die Änderungen so allmählich, die verlangten Anpassungsfortschritte so winzig, daß die betroffenen Lebewesen Zeit hatten, sie zu über-

winden. Wir sehen nur das Endergebnis jahrmillionenlanger Anpassungsarbeit.

Fortschreitende Anpassung, das ist eben Entwicklung. Entwicklung hat kein vorgeschriebenes Ziel, keine bestimmte Richtung, sie ist das Endergebnis, wenn immer und immer wieder die einzelnen Lebewesen, jedes für sich, unter dem Druck des Augenblicks ihr Möglichstes taten, um sich am Leben zu erhalten. Kein Organ, keine Tätigkeit, an die nicht irgendeinmal noch nicht dagewesene Ansprüche gestellt wurden, und — die nicht vielleicht noch einmal unfreiwillige Träger einer fortschreitenden Anpassung werden könnten.

Billiarden von Lebewesen leben jetzt in dieser Sekunde. In dieser selben Sekunde sterben Millionen, und Millionen treten neu ins Leben. Das ist ein ewiges Werden und Vergehen. Was heute lebt, ist der Querschnitt, durch den das aus der Vergangenheit, aus der Urzeit brandende Meer des Lebens sich ergießt in die Zukunft. Jedes einzelne Wesen, das heute lebt, trat eine Erbschaft an. Die Eltern vererbten auf die Kinder ihren Leib, ihre Organe und ihre Fähigkeiten, die ihnen Anpassung waren für ihr Leben. Und die neu ins Dasein tretende Geschöpfe benutzen dieses Rüstzeug als Werkzeug bei dem Eintritt in die neue Welt, die — mag sie sein, wie sie will — von der der Eltern immer etwas abweicht. Und das erprobte Rüstzeug, das den Eltern gut und dienlich war, sich mit dem Leben abzufinden, muß sachte etwas umgeformt werden, daß es weiter brauchbar bleibe. Das Lebendige ist nichts Seiendes, sondern etwas Gewordenes und ewig werdendes. Jeder Querschnitt weicht von jedem früheren Querschnitt etwas ab. Alles fließt.

Und der Mensch? Auch er ist ein Ergebnis fortschreitender Anpassung. Verfolgen wir unsere Ahnenkette zurück über Vater, Großvater und Urahnen, immer weiter zurück 10 — 20 — hunderttausend Jahre — noch weiter! — so gelangen wir schließlich rückwärts suchend zu Vorfahren, deren Verwandtschaft wir uns vielleicht schämen würden. Noch nicht Mensch, Vorläufer des Menschen. Sicher war dieser tierische Ahnherr ein Baumbewohner, ein kletterndes Wesen, das sich von Baumfrüchten nährte. Mund, Zähne, Schlund, überhaupt alle Verdauungsorgane, wie wir sie heute besitzen, sprechen deutlich dafür, daß sie einst auf diese Nahrung zugeschnitten wurden. Uns fehlt das Gebiß des Raubtiers, aber auch das ausgebildete Mahlgebiß des ausschließlichen Pflanzenfressers. Wir haben auch nicht den weiten Schlund des gierig schlingenden Fleischfressers, sondern den engeren eines gemächlich kauenden und

schluckenden, von pflanzlicher Nahrung lebenden Geschöpfes. Auf ehemalige Pflanzenkost weist auch der Wurmfortsatz des Blinddarms; jetzt — da wir zu einer anderen Ernährung übergangen — ein wert-

loses Anhängsel, aber ehemals, da er länger war, von großer Bedeutung zur Erschließung von holzigen Pflanzenteilen. Der Vorläufer des Menschen lebte von den Früchten des Baumes. Nie haben sich jemals unsere tierischen Ahnen von derber Pflanzenkost ganz allgemein, etwa von Gras und frischen Blättern genährt. Denn hätten sie es getan, so wären sie nie Menschen geworden. Bei diesem Futterreichtum wäre nie Nahrungsnot gekommen, die den Verstand und die Sinne geschärft hätten, dem Hunger abzuhelpfen. Wir müssen von den Vorfahren des Menschen annehmen, daß die Beschaffung des Lebensnotwendigen Mühe und Anstrengung kostete, vielleicht auch etwas Überlegung und vorausschauende

— durch Erfahrung gewichtigte — Klugheit, um den bei der Nahrungssuche drohenden Gefahren zu entgehen.

Wir sprachen von der Annahme, daß der Ahnherr des Menschen



Abb. 5. Fährten eines „vierhändigen“ Landwirbeltieres aus der Trias

(Der Abdruck ist in Natur etwas größer als eine Menschenhand)



Abb. 6. Abguß der linken Hand eines Landwirbeltiers aus der Permperiode (Links der dickwüßtige Daumen, man erkennt auch die Gelenkfaltungen in den Fingern)

auf Bäumen lebte. Alles, alles spricht dafür. Der Bau des Fußes, der gar nicht anders zu erklären ist, als durch die Annahme, daß er ursprünglich einmal zum Klettern diente, der Bau der Beine, die Ausbildung der Hand, die Gestaltung der Wirbelsäule. Jedenfalls hat weder der Vorläufer des Menschen noch haben seine Ahnen jemals ein Leben geführt, das sie zwang, in rascher Flucht ihr Heil zu versuchen. Das geht sicher aus dem Bau der Gliedmaßen hervor. Das Erbstück aller Säuger ist die ursprünglich fünfstrahlige

Hand, ein Erbe aus der Urzeit des Lebens. In uraltem Gestein, wie es in Tambach in Thüringen (auch in England!) zutage kam, fand man als Abdruck eines wahrscheinlich schleichenden oder langsam gehenden unbekanntes Vierfüßlers die Spuren von Hand und Fuß (Abb. 6), die eine erstaunliche Ähnlichkeit mit menschlichen Handabdrücken haben. Diese „Urhand“ war Besitz eines Tieres, das zu einer Zeit lebte, als die Säugetiere noch nicht auf der Erde erschienen waren. Sie ging als kostbares Erbstück auf die Nachkommen, auch auf Säugetiere und Vögel. Aber was ist aus dieser „Hand“ geworden! Sie war Ausgangspunkt, der neutrale Bildungstoff, aus dem je nach den Ansprüchen der Umwelt, nach den Bedürfnissen des Tieres, ein geeignetes Werkzeug geformt wurde.

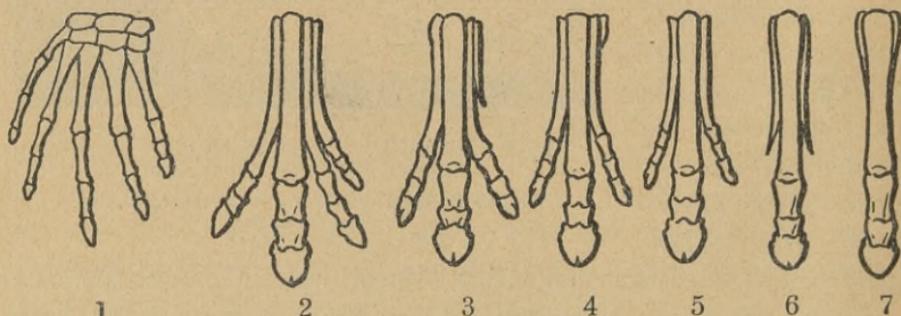


Abb. 7. Entwicklung der Hand der Vorfahrenreihe des Pferdes

1. Phenacodus, 2. Orohippus (Eozän). 3. Mesohippus. 4. Miohippus (Miozän). 5. Protohippus, 6. Pliohippus (Pliozän). 7. Pferd

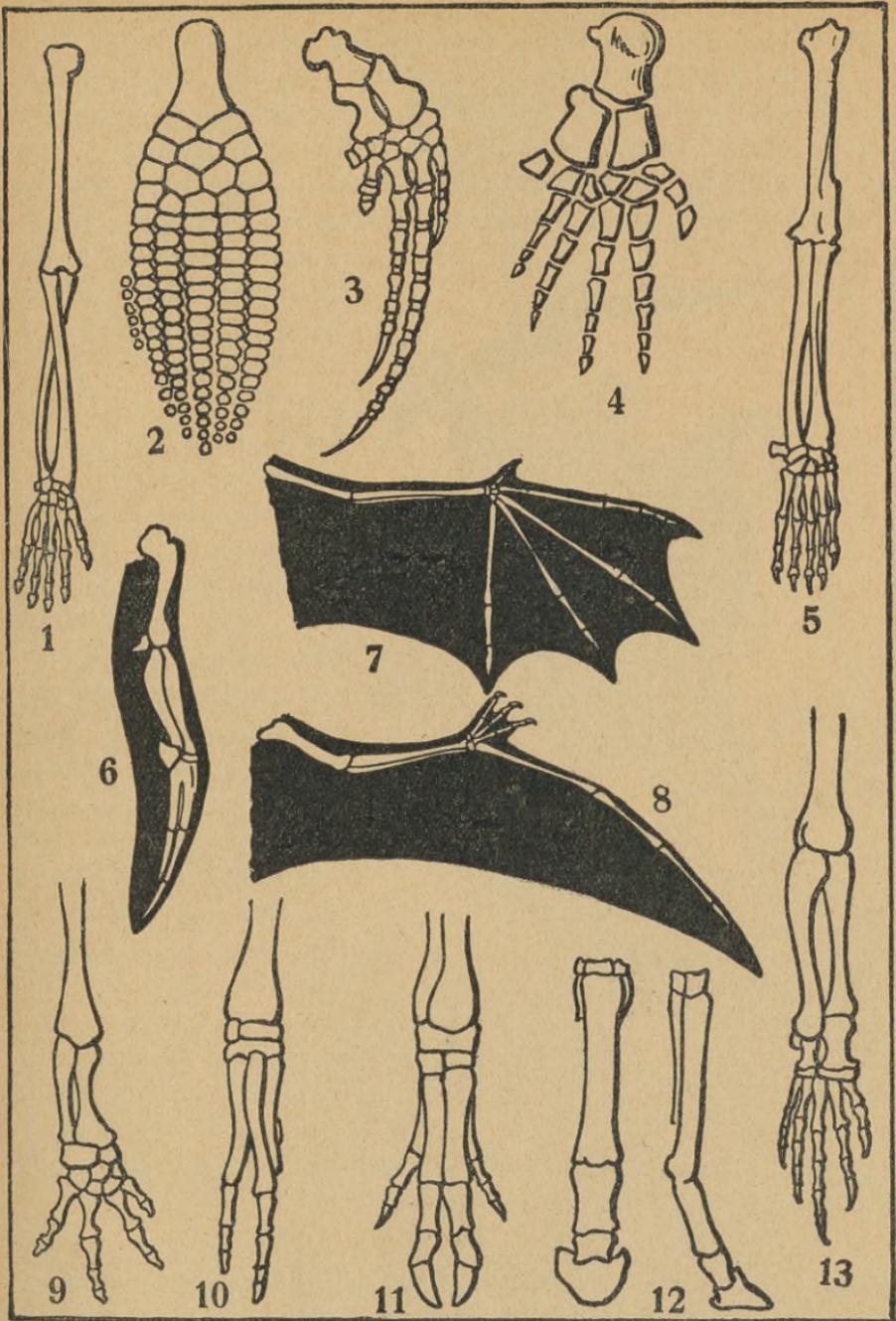


Abb. 8. Was aus einer Hand werden kann

1. Mensch. 2. SchthyoSaurus. 3. Bindwal. 4. Grönlandwal. 5. Bär. 6. Pinguine. 7. Fledermaus. 8. Pterodaktylus. 9. Landsalamander. 10. Strauß. 11. Schwein. 12. Pferd. 13. Krokobil

Das Pferd, das auf der öden kahlen Steppe, verfolgt von reißenden Tieren, sein Heil in der Flucht suchte, paßte die Hand seiner vier Beine dem schnellen Laufe an. Wir sind über die Vorfahren des Pferdes ziemlich gut unterrichtet und erkennen an ihnen, daß sie die „Hand“ immer mehr zum Laufen brauchbar machten, bis das Pferd schließlich nur noch auf dem verdickten Mittelfinger lief, der mit hartem Huf umhüllt wurde (Abb. 7). Das brauchbarste Laufwerk-



Abb. 9. Gibbon mit Greifhand und Greiffuß

zeug für die Steppe! Der Maulwurf machte aus der Hand eine Grabspatze, der Seehund eine Flosse zum Rudern. Das Raubtier änderte die Hand zu furchtbarer Waffe, einer krallenbewehrten Pranke. Man kann diese Aufzählung beliebig verlängern. War die fünfstrahlige Hand einmal zu besonderem Dienst umgebaut, war sie „spezialisiert“, dann war sie zu nichts mehr zu gebrauchen, als zu dieser ihrer einseitigen Verrichtung (Abb. 8). Ein Pferdefuß kann nie wieder ein Werkzeug zum Halten und Fassen werden. Die Umbildung der Hand — wie eines jeden Organs — ist ein Verrennen in eine Sackgasse. Sobald der verhäng-

nisvolle Schritt zur Umänderung getan, sind alle anderen Wege, auch der Rückweg zum Ausgangspunkt, verrammelt.

Des Menschen Vorfahren — wir gehen weit zurück in seine tierische Ahnenreihe — haben die Hand völlig unverändert erhalten. Niemals also ist an sie der Zwang zur Umänderung herangetreten. Niemals haben Vorfahren des Menschen als Raubtiere gelebt, niemals haben sie in eiliger Flucht über kahle Felder im raschen Laufen Rettung gesucht. Wohl haben sie sich auch vor räuberischen Über-

fällen schützen und sichern müssen; dazu half aber wohl die Geschicklichkeit, sich zu verstecken, ihre Schlaueit und List, den Feind zu täuschen und die Gewandtheit im Erklettern von Bäumen, wozu die unverbildete ursprüngliche Hand die besten Dienste bot. Der „Fuß“ ist freilich eine schon umgebaute Hand. Die Affen, die von Ast zu Ast schwingen, haben den Fuß ursprünglicher, dem Urbild ähnlicher erhalten. Ihr Fuß blieb Greifhand (Abb.9). Der menschliche Vorläufer war anscheinend nicht ein Schwingkletterer, der auch mit den Füßendünne Zweige umklammert, er bestieg gemächlich dicke Stämme, indem er die Innenseite des Fußes zum Gegenstemmen, zum Anschmiegen an die Rinde benutzte (wie es



Abb. 10. Kletternder Australneger

noch heute die Australneger tun) (Abb. 10). Dadurch wurde der Fuß allerdings der ursprünglichen Fähigkeit zum Fassen entfremdet, aber doch nicht so weit, daß die Zehen ihre Beweglichkeit völlig eingebüßt hätten. Aber die Hand! Nur dadurch, daß im letzten Augenblick noch die durch alle Fährnisse gerettete unverbildete Urhand zur Verfügung stand, dieses wundervolle Werkzeug, das durch die Gegenüberstellung von Daumen zu den anderen Fingern geeignet ist zum Greifen, Fassen und Halten, nur dadurch ward schließlich die Geburt des Menschen ermöglicht. Ohne dieses natürliche Werkzeug hätte der Mensch nie ein künstliches anfertigen können.

Wenn der unmittelbare Vorläufer des Menschen auf Bäumen lebte und sich von Früchten nährte, so muß ein besonderer Zwang an ihn herangetreten sein, der den letzten Schritt zur Menschwerdung ermöglichte. Wahrscheinlich war es zunehmende Nahrungsknappheit. Die vormenschlichen Wesen mußten sich auf Nahrungssuche begeben. Zuerst versuchten sie wohl, entferntere Bäume aufzusuchen, um dort Früchte zu finden. Mußten dazu verstoßen über den flachen Boden hüpfen, stets auf der Hut vor feindlichem Überfall. Körperliche Waffen hatten sie nicht, so entfernten sie sich wohl nicht sehr weit von den rettenden Bäumen. Da bei dem Kletterleben die aufrechte Haltung schon geübt, die Schultern-, Lenden- und Gesäßmuskeln schon mächtig entwickelt waren, bot der — ursprünglich wohl halbaufgerichtete — Gang, vielleicht zuerst auch nur das zweibeinige Sich-aufrichten, um sich durch Rundschauern vor gefährlichen Tieren zu sichern, keine besonderen Schwierigkeiten. War doch durch das Baumleben das vierfüßige Gehen schon verlernt! — Als die Nahrung immer noch knapper wurde, schließlich gar nicht mehr aufzutreiben war, gingen sie — durch die Not gezwungen — zu einer anderen Ernährungsweise über. Vielleicht fingen sie zuerst Insekten und kleine Säugetiere. Größere Tiere zu erbeuten, dazu fehlten ihnen die natürlichen Hilfsmittel der Raubtiere, da sie sie bisher nie nötig gehabt: geschärfte Sinnesorgane zum Wittern, Aufspüren und Beschleichen, scharfe Zähne und Krallen zum Bewältigen der lebenden Opfer. Aber der lang geübte Verstand war ein wirksameres Jagdwerkzeug. Not macht erfinderisch. Der Verstand und die Hand vereint begannen eine Rolle zu spielen. An die Stelle der versagten natürlichen Waffen traten künstliche. Vielleicht war es zuerst der Steinwurf, der Beute brachte. Und dann zündete der Götterfunke: Der Verstand erfand das Werkzeug, zu bestimmtem Zweck be-

wußt geformt! Steine wurden durch Aufeinanderschlagen behauen und bearbeitet zu Handkeulen, später auch zu Messern, Schabern, Dolchen, Speerspitzen. Dieses bewußte Formen eines Werkzeugs zu vorausbestimmtem Zweck, das war's, das war Menschenwerk! Ob der Mensch dabei schon seine heutige menschliche Gestalt besaß oder nicht, ist gleichgültig. Durch die Schöpfung des Werkzeugs war der entscheidende Schritt getan. Mit dieser Tat riß der Mensch einen Abgrund zwischen sich und der übrigen Tierwelt und allem, was bis dahin gelebt. Hier ist ein Wendepunkt der Erdgeschichte!

Nun dieser Schritt getan, entfernte sich der Mensch immer weiter von seinen früheren Lebensgenossen. Die Jagd zwang zu immer neuen Listen und Erfindungen, zur „Strategie“. Das Großwild, das besonders geschätzt war nicht nur wegen der Nahrungsfülle, sondern auch, weil es in den Knochen Rohstoff bot zur Herstellung von Werkzeug und Jagdgerät, wurde in Fallen erbeutet oder durch hordenweises Hetzen und Treiben über Abgründe. Je mehr der Verstand in den Vordergrund trat, desto geschickter wurden die Hände. Hatten sie — beim Klettern — noch wenigstens teilweise im Dienst der Fortbewegung gestanden, so wurden sie, je mehr der aufrechte Gang ausschließliche Bewegungsform wurde, von aller untergeordneten Tätigkeit entlastet und zu immer geschickteren, feinfühligern Dienern des vorwärtstürenden Verstandes. Der aufrechte Gang hatte zur Folge, daß der Brustkorb entlastet, die Atmung freier wurde. Das war die körperliche, mechanische Vorbedingung für willkürliche Beherrschung des Atmens und die Ausbildung einer gegliederten Sprache. Die Sprache entstand nicht mit einem Male, sie entwickelte sich aus den einfachen Vorstufen einer ungliederten Lautsprache, wie wir sie bei vielen Tieren vorfinden in ihren Warn-, Lock- und Liebesrufen, auch schon als Hilfsmittel der Verständigung.

Mit dem Menschen erschien etwas grundsätzlich Neues auf der Erde, etwas von allen bis dahin gewesenen Lebewesen Verschiedenes. Bis dahin hatten alle Geschöpfe, solange die Erde Leben trug, bei Änderung der Umwelt untergehen oder den Zwang beantworten müssen mit einer zweckmäßigen Änderung ihres Leibesbestandes. Zu diesen ausgleichenden Anpassungen bedurfte es langer, langer Zeiträume. Was erworben war, wurde durch Vererbung festgelegt, in den Keimzellen als sicherer Bestand auf die Nachkommenschaft übertragen. Jetzt kam der Mensch, der überwand den Druck der Umwelt nicht, indem er auf körperliche Anpassung wartete, sondern indem

er mit seinem Verstand und den Händen, die des Verstandes Weisungen ausführten, sich überkörperlich anpaßte. Gegen tierische Feinde schützte er sich durch selbstgefertigte Waffen. Die schädlichen Einflüsse der Umwelt hielt er fern durch wärmende Felle, durch Kleidung und Wohnung. Vermöge der Erfindungsgabe seines Gehirns erreichte er im Lauf eines Lebens, wozu sonst viele Generationen nötig waren. Und was der einzelne errungen, das wurde Eigentum seiner Zeitgenossen und Nachkommen nicht durch Vererbung, sondern durch Beispiel und Vorleben, durch Unterweisung und Belehrung. Je größer die Bedrängnis, desto mehr wurde die Erfindungsgabe angeregt. Sie gab dem Menschen die Möglichkeit zu gesteigerter Lebensentfaltung, so daß er auch aus schwerer Not Vorteile zu ziehen und alle Lebenslagen vielseitig auszunutzen lernte. Er konnte es wagen, auch ohne Waffen abzuwandern, unwirtliche Gegenden aufzusuchen. Er eroberte den ganzen Erdball, drang vor „bis ans Ende der Welt“.

Sicher waren auch Klimaänderungen für die weitere Entwicklung des Menschengeschlechts von großer Bedeutung. Der Mensch war Zeuge der Eiszeit und hat die lange Leidenschule dieser entbehrungsreichen unwirtlichen Zeit durch Jahrtausende hindurch am eigenen Leibe mitmachen müssen. Der Erfolg war Gewinn für ihn und geistiger Fortschritt. Und alle weitere Entwicklung, auch des Verstandes, ging nur unter dem Druck der Not vor sich. Nahrungsmangel reizte die Erfindungsgabe immer wieder. Neue Jagdgründe wurden aufgesucht, neues Jagdwild aufgestöbert. Not zwang dazu, wieder die Pflanzen selbst in den Dienst der Ernährung zu stellen, und führte zum Ackerbau. Eine grausame Schule war der Streit. Streit unter sich um die Nahrung, um Jagd- und Weideplätze, um die Weiber, um die Führerschaft. Die Kriege, so bedauerlich sie sind, haben nie aufgehört. Es gibt kein Fleckchen auf der Erdoberfläche, das nicht mit dem Blut von Menschenhand erschlagener Menschen getränkt wäre. Alle Reiche, so viele die Welt gesehen hat, sind mit Blut errichtet, haben sich nur unter Menschenopfern behaupten können und sind mit Blutvergießen gestürzt. Auch dieser entsetzliche ewige Brudermord hat zur Entwicklung des Menschengeistes beigetragen, er trieb die menschliche Erfindungskraft auf höchste Höhe. Was Menschenggeist weiter schuf, das ist grundsätzlich nichts Neues. In rasendem Gang geht die Entwicklung weiter, zuletzt sich überstürzend und überschlagend. Der Mensch wartet nicht mehr auf die Nöte, in die ihn Klima und Umwelt versetzt. Er stellt sich Aufgaben,

die zu erfüllen er für wünschenswert hält. Er findet es vorteilhaft zu fliegen, wie die Vögel — siehe, er erfindet das Flugzeug. Er will sich schneller fortbewegen, er benützt dazu das Pferd, erfindet Wagen, Eisenbahn, Fahrrad, Auto. Der Mensch übertrumpft die Natur.

Er dringt mit seinem Verstand in die Tiefen des Lebens und in die Weiten des Weltalls. Aus qualvollen Ängsten erwuchs die Sehnsucht nach besserem Sein, erblühten sittliche Regungen, keimte das Mitgefühl mit dem Nächsten, und es öffneten sich die Tore zur Kunst und Religion. Und die Menschheit schaute ehrfürchtig zu den Idealgestalten eines Buddha und Christus, zu schöpferischen Genies wie Raffael und Michelangelo, Bach und Beethoven, Shakespeare und Goethe.

Der Mensch ist unumstrittener Herrscher auf dem Erdball. So groß ist seine Machtfülle, daß er alle seine Mitbewerber um Herrschaft und Menschentum von vornherein nicht mehr aufkommen läßt. Mit der Menschwerdung irgendeines anderen Wesens ist es ein für allemal vorbei!

Nie wäre der Mensch zum Menschen geworden, wenn er nicht diese, gerade diese Vorgeschichte gehabt, wenn nicht das Lebendige gerade diese Stufenfolge der Entwicklung durchgemacht hätte. Mit dem Vermächtnis seiner tierischen Vorfahren, dem in Jahrmillionen harter Anpassungsarbeit errungenen Leib mit seinen Organen und mit der ererbten, schon hochentwickelten Ausbildung des Gehirns trat der Vorläufer des Menschen seine hohe Aufgabe an. Wohl ihm, daß die vor ihm wandelnden Ahnen sich nicht zur Einseitigkeit entwickelt hatten! Er hätte den Weg zur Menschwerdung nicht gefunden. Nie wäre er auch Mensch geworden, wenn er nicht von Ängsten und Nöten geheßt gewesen wäre, gerade in dieser Art und Reihenfolge. Der Mensch ist das Endergebnis einer langen Geschichte: der Geschichte seines Geschlechts und seiner Ahnenkette, der Geschichte des Lebens auf der Erde, schließlich der Geschichte der Erde selbst.

Ein Mensch ist ein Lebewesen, das sein Verhältnis zur Umwelt mit dem Verstande regelt. Indessen, er ist nicht völlig frei. Noch hält ihn die Erde mit ehernen Fesseln geklammert. Trotz seines Verstandes kann sich der Mensch den Einflüssen der irdischen Umwelt nicht entziehen. Seine Organe, die die Grundlage des Lebens bilden, von deren Zusammenwirken auch die Leistungsfähigkeit des

Verstandes abhängt, haben sich immer noch abzufinden mit Schwere-
kraft und Licht und Wärme, mit Hunger und Durst und der Ver-
arbeitung der Nahrung. Und das ist gut so!

Im Banne der Erde

Da rollt unsere liebe Erde freischwebend wie eine kugelige
Insel durch den Weltenraum. Sie dreht sich wie ein Kreisel in dem-
selben schwindelnden Gleichmaß von 24 Stunden um sich selbst und
rast mit 30 Kilometer Schnelligkeit in der Sekunde ihre Bahn um
die Sonne, deren Umlauf sie in 365 Tagen vollendet. Ein Planet
der Sonne.

Stellen wir uns die Erde einmal verkleinert vor. Als einen
Globus von $6\frac{1}{3}$ Metern Durchmesser, also doppelte Zimmerhöhe.
Immerhin eine für einen Globus beachtenswerte Größe. Dieses
etwas merkwürdige Maß ist gewählt, weil damit die Erde genau
dem zweimillionsten Teil ihrer wirklichen Größe entspricht. Also
stellen wir uns die Erde so vor, hier handgreiflich vor unseren Augen!
Und mit der Erde sei alles, alles, was sich in und auf und an der
Erdoberfläche findet, in demselben Maße verkleinert. Dieses mächtige
Erdmodell hat eine Kruste, eine glasartig spröde Schale von $2\frac{1}{2}$ Zenti-
meter Dicke. Alles andere, das ganze Innere, ist glühend-bildsame,
feurig-flüssige, gasartig-elastische Masse! Der Gedanke, daß wir auf
einer so dünnen Schale, auf einem so zweifelhaften, zerbrechlichen
Boden über Höllengluten uns bewegen, ist etwas ungemütlich. So
ganz ungefährlich ist die Sache ja auch nicht. Von Zeit zu Zeit pocht
und rumort es aus dem ungeheuren Glutofen an die Oberfläche.
Durch feine Kanäle und Schlünde findet der Feuerbrei mit Qualm
und Wasserdampf seinen Weg nach außen, und wenn die Kruste
einen Spalt, einen Riß bekommt, dann gibt es — menschlich ge-
sprochen — unerhörte Katastrophen. Und den Menschen, die gerade
dort wohnen, wird es handgreiflich gemacht, daß auf die Festigkeit
der Erdkruste doch nur gar wenig Verlaß ist. Indessen geht die
Erde unbekümmert und ungestört ihren ewigen Gang weiter.

Sieh, da erkennen wir auf unserem Riesenglobus ja die einzel-
nen Erdteile! Dort ist Amerika, und dort Europa. Dort ist auch
Deutschland und unsere Heimat. Es springt ganz auffällig in die
Augen, daß die Oberfläche viel mehr Wasser als Land zeigt. $\frac{2}{3}$,
fast $\frac{4}{5}$ ist von den Weltmeeren bedeckt (Abb. 11). Bei der durch-
schnittlichen Tiefe des Ozeans von 4000 Meter ist das auf unserem
Modell eine ganz feine, dünne, glitzernde Schicht von 2 Millimetern

Tiefe! Aus diesem feuchten Grund leuchten die gewölbten Erdteile. Blendend weiß schimmern die Polgenden und die winzigen Eisregionen der Alpen. Gelb leuchten die Wüsten Afrikas, rot die von Arabien und Innerasien. Ein großer Teil Europas erscheint grün in allen Schattierungen, grün von Wäldern und Wiesen. Die majestätischen Gipfel der Alpen, die schneebedeckten Spitzen der Alpen sind unscheinbare 1—3 Millimeter hohe Höckerchen. Wir fühlen sie kaum, wenn wir mit sanfter Hand über unseren Globus streichen. Da alles auf ein Zweimillionstel verkleinert ist, erkennen wir Einzelheiten nicht. Ein Mensch wäre nur mit den besten Bakterien-Mikroskopen zu ent-

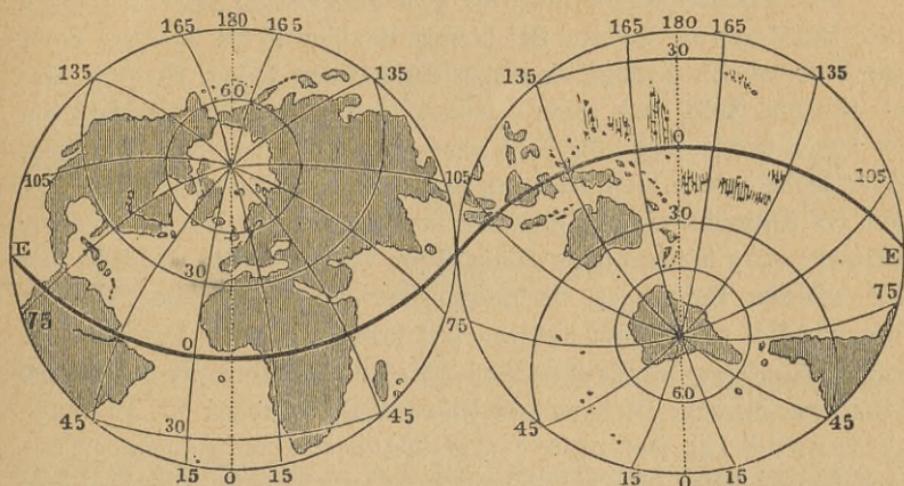


Abb. 11. Verteilung von Wasser und Land auf der Erde
(Nach Walthert)

decken: Nur von dem, was Menschenhände geschaffen, erkennen wir einiges: die großen Städte Newyork, London, Paris als häßliche graue Flecke. Gesezt einmal, wir hätten solche Augen, daß wir allumfassend Menschen und Tiere und alles Lebendige auf der Kugel beobachten könnten: wir würden staunen über die erdrückende Fülle des Lebens im Wasser, auf dem Lande, in Höhlen und Spalten und unterirdischen Gängen. Wir würden erkennen, daß das Leben nicht gleichmäßig verteilt ist. Wie öde die Wüsten Afrikas gegenüber der strotzenden Überfülle von Leben auf den tropischen Inseln, oder auch auf dem europäischen Festland. Und überall sind die Arten verschieden. Afrika trägt andere Tiere und Pflanzen und in anderen Gemeinschaften als der Boden Amerikas und Europas. Der Löwe hat ein anderes Wohn- und Verbreitungsgebiet als der Eisbär, die Palme ein anderes als die Linde. Nur der Mensch ist überall vertreten, wo

ihm die Erde nur Platz gelassen; wir finden ihn an der Küste Grönlands so gut wie in der sengenden Wüstenglut oder in dem buschigen Urwald Brasiliens. Freilich nicht gleichmäßig verteilt. Das eisbedeckte Grönland ist etwa 40mal so groß wie Deutschland und hat nur $1\frac{1}{2}$ Millionen Einwohner. Was die Erde so verschieden bewohnbar macht, ist Bodenbeschaffenheit und Klima. Es gibt Gegenden, die für den Menschen unbewohnbar sind, felsige Gebirge, dürrende Wüsten, unzugängliche Moore. Trostlose Inseln der Verlassenheit inmitten lachender Siedelungen. Und das Klima! Das Klima ist nicht irdischen Ursprungs. Dahinter steckt die Sonne!

Seit Ewigkeitstagen läuft die Erde gleichmäßig jahraus, jahrein ihre Bahn um die Sonne. Bei diesem Kreisen ist die Erdachse leicht zur Sonnenbahn geneigt, in einem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$. An sich wäre es für die Erde, den toten Himmelskörper, ja ganz gleichgültig, ob die Erdachse senkrecht steht oder in dieser oder jener Neigung. Aber diese, gerade diese Neigung war für die Gestaltung des Lebens und die Entwicklung des Menschen von Bedeutung. Durch die schiefe Achsenstellung werden beim Umlauf um die Sonne die nördliche und die südliche Halbkugel verschieden erwärmt. Der im Schatten liegende Pol vereist, am anderen Pol leckt die Sonne. Derselbe Ort hat im Lauf des Jahres immer verschiedene Stellung zur Sonne und erhält verschiedene Mengen von Wärme. So entstehen die Jahreszeiten (Abb. 12). Daß wir diese, gerade diese Jahreszeiten haben, das hat eben in dieser schiefen Achsenstellung seine Ursache. Wäre die Erdachse noch mehr geneigt, so wären die Wärmegegensätze von Nord- und Südhalbkugel größer, die Jahreszeiten wären schärfer ausgeprägt: die Winter kälter, die Sommer heißer. Die Pole würden noch mehr vereisen. Stände die Erdachse senkrecht auf ihrer Bahn, dann gäbe es keine Jahreszeiten. Tag und Nacht wären überall, an jedem Ort, das ganze Jahr hindurch gleich lang, je 12 Stunden. Jeder Ort hätte ein eigenes, während des ganzen Jahres gleichbleibendes Klima, die Pole wären nicht vereist. Die Wärme- und Klimaunterschiede wären nicht sehr groß. Wind und Wasserströmungen blieben sich im ganzen gleich. In unseren Breiten hätten wir eine milde Dauerwärme entsprechend unserem März das ganze Jahr hindurch. Die Tierwelt wäre nicht gezwungen gewesen, sich auf Jahreswechsel einzustellen, Winterschlaf, Larven, Puppen, Sommer- und Winterformen zu schaffen. Die Fortpflanzung der Tiere brauchte nicht — wie jetzt — darauf angelegt zu sein, daß die junge Nachkommenschaft zu günstiger Jahreszeit erschiene. Einjährige Pflanzen

gäbe es nicht. Die Bäume brauchten im Herbst ihr Laub nicht abzuwerfen. Sie würden, wie alle Pflanzen, zu gleicher Zeit Knospen, Blüten, Früchte tragen. Es hätte keine Eiszeiten gegeben, ja die meisten der umwälzenden Veränderungen der Erdoberfläche wären ausgeblieben. Gerade diese Gegensätze von Sommer und Winter, von Klima und Wetter waren es, die die Mannigfaltigkeit der Tiere und Pflanzen schuf. Ohne sie wäre alles beim alten geblieben. Wahrscheinlich hätte die Tierwelt nie unter dem Zwang gestanden, sich eine eigene Körperwärme zu schaffen. Der Mensch wäre nicht geworden. Selbst wenn ein hochentwickeltes Wesen sich — etwa unter

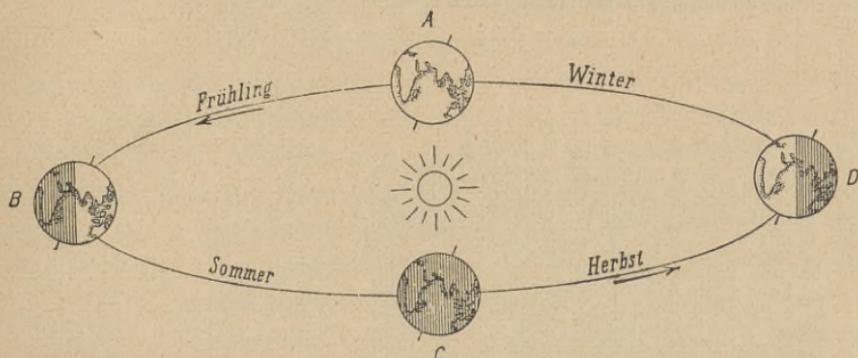
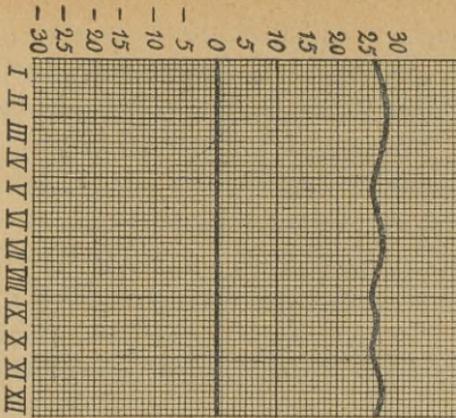


Abb. 12. Wechsel der Jahreszeit infolge der schrägen Achsenstellung der Erde beim Umlauf um die Sonne

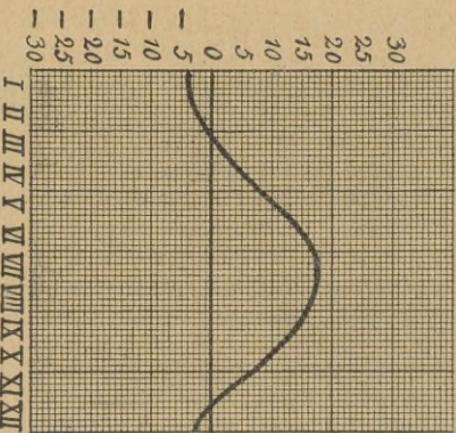
dem Druck des Hungers — aus der Tierwelt herausgehoben hätte, selbst wenn es vielleicht zum Gebrauch von Werkzeugen sich durchgerungen hätte, zur Schaffung eines höheren sittlichen Menschentums wäre es nie gekommen. Denn, abgesehen davon, daß die starken Förderungen durch einschneidende Klimaänderungen fortfielen, vor allem der Eiszeit, unter deren Druck der Mensch ungeheure geistige Fortschritte machte — der Wechsel der Jahreszeiten war es, der aus dem Menschen die höchsten geistigen und sittlichen Werte lockte. Er zwang ihn, sich für den ungastrischen Teil des Jahres mit Nahrung einzudecken, vorsorglich auf geeignete Kleidung und Unterkunft bedacht zu sein. Durch den Wechsel der Jahreszeiten lernte der Mensch vorausschauen, sich einrichten, sich beherrschen in der Nahrungsgier. Die Familie wurde zur sorgenden Gemeinschaft, und in der Familie wurde der Mann der Führer, der einteilt, organisiert, befiehlt. In hartnäckigem, zähem Ringen mit der Natur kommt der Mensch zum Ackerbau, zu festem Wohnsitz, zu Besitz. Das führte zu Zusammenschluß, zu gegenseitiger Hilfe. Zu Stammes- und Staaten-

bildung, zu Rechtsbegriffen und Gesetz. Führt auch zu Spaltung in Gemeinschaften und Parteien, zu Streit und Kampf. Kampf aber schärft den Geist und weckt die Erfindungsgabe. So schritt die Kulturentwicklung voran Schritt für Schritt. Und alles, weil die Erdachse ein wenig geneigt ist!

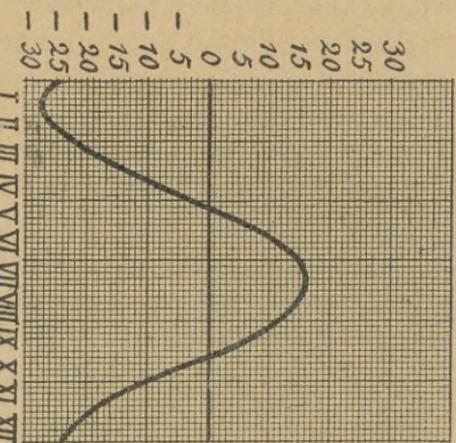
Wir haben früher feststellen müssen, daß die mittlere Durchschnittsjahrestemperatur der Erdoberfläche + 16° C beträgt. In dieses Durchschnittsmaß bringen die Jahreszeiten erhebliche Schwankungen. Immerhin sind die Pendelausschläge der Jahreswärme tragbar. Auch der Wechsel von Tag und Nacht bringt Schwankungen, kleinere bei bedecktem Himmel, über dem Ozean und auf hohen Bergen, große bei heiterem Himmel über dem Festland. Die Jahreschwankungen an der Erdoberfläche, verursacht durch die Schiefe der Erdachse und die dadurch bedingte Sonnenhöhe und Tageslänge — am Pol wechselt halbjähriger Tag mit halbjähriger Nacht, während am Äquator beide das ganze



Tropischer Sinfel (Salinit)



Sährlicher Unterschieß der Temperatur (Mönatsmittel) vom: München



Sterftinfa

Abb. 13. Sährlicher Unterschieß der Temperatur (Mönatsmittel) vom: München

Jahr hindurch gleich sind — werden weitgehend beeinflusst durch den Gegensatz zwischen Meer und Festland. Das Wasser erwärmt sich nur sehr langsam, behält aber die aufgenommene Wärme lange, der Erdboden wird stark erwärmt und strahlt stark aus. Darum eben ist's über dem Meer im Sommer verhältnismäßig kalt, im Winter verhältnismäßig warm. Kann man sich größere Verschiedenheiten denken als zwischen der jahraus, jahrein gleichbleibenden Wärme der tropischen Insel Jaluit und dem Gegensatz von 50° C zwischen Sommer- und Winterwärme, wie ihn das festländische Nertschinsk zeigt? (Trabert.) (Abb. 13.)

Wir haben schon betont, daß die Temperaturgegensätze stärker wären, wenn die Erdachse stärker geneigt wäre. Sie wären ebenfalls größer, wenn die Erdumdrehung langsamer vonstatten ginge.

In den verlängerten Nächten würde die Erde länger der Grabeskälte des eisigen Weltenraumes ausgesetzt sein und die Abkühlung so stark werden, daß alle Gewässer auch im Sommer zufrieren, so daß selbst die mächtige Erhitzung während der längeren Tage sie nicht zum Auftauen brächte. Die Berge des Festlandes würden unter dem schroffen Wärmewechsel von Tag und Nacht zerspringen und zerbröckeln. Leben wäre bei solchen Gegensätzen unmöglich. Es ist also gut so, daß die Erde diese Achsenstellung und diese 24stündige Umdrehung hat. Die dadurch bedingten Wärmeunterschiede stören das Leben nicht. Selbst die außergewöhnlichen Ausschreitungen dieser Wärmeschwankungen in Frost und Hitze erträgt der Mensch, der sich in allen Erdtemperaturen mit seinem Körper zurechtfindet. Freilich gegen Kälte ist er — durch Kleidung und Wohnung — besser geschützt als gegen übermäßige tropische, besonders feuchte Wärme.

In früheren Jahrhunderten glaubte man, daß das Innere Afrikas unbewohnbar sei. Dieser Erdteil sei ganz ausgebrannt und ausgekocht. Die braune Hautfarbe des Negers, die man für Randbewohner des gefährlichen Gebietes hielt, sei schon ein Zeichen des langsamen Anbratens. Ist dem wirklich so? Wenn blonde Europäer im tropischen Afrika ihre bloßen Hände und das Gesicht unvorsichtig der Sonne aussetzen, so bilden sich in kurzer Zeit Blasen auf diesen Stellen. Ein Neger darf das ungestraft tun. Warum? Weil seine Haut braun ist. Was so äzend auf die Haut des Weißen wirkt, ist nicht die Wärme der Sonnenstrahlen, sondern die Überfülle des Lichts. Licht und Wärme der Sonnenstrahlen ist zweierlei. Der Neuling auf Gletscherwanderungen erlebt dieselbe Hautschädigung; auch hier ist es das ungewohnte, an kurzwelligen ultra-

violetten Strahlen reiche Licht, das schonungslos die Haut zerfetzt. Färbt man vor einer Gletscherwanderung seine Haut braun — etwa mit Tischlerbeize —, so bleibt die schädliche Wirkung aus. Die Haut sommersprossiger Menschen bleibt im Hochgebirge an den braun gesprenkelten Stellen unverfehrt, entzündet sich nur an den hellen farblosen, „gesunden“ Teilen. Die braune Farbe ist also an sich ein Schutz. Bekanntlich bräunt sich die Haut nach Sonnenbädern, oder nach Bestrahlung mit „künstlicher Höhen Sonne“, d. h. ultraviolettem Licht. Der Körper schützt sich dadurch gegen die weitere Ätzwirkung des Lichts. Die braune Negerfarbe ist also eine Anpassung an die tropische Lichtfülle. Daß die Bewohner der gemäßigten Zone eine weiße Hautfarbe haben, ist schon schwieriger zu erklären. Sicher war der Vorläufer des Menschen behaart und hatte eine dunklere Hautfarbe. Die Behaarung schwand, als der Mensch gezwungen war, sich zu bekleiden. Das Haarkleid, überflüssig geworden, verkümmerte, wenn es auch heute noch gelegentlich bei einzelnen Menschen recht kräftig zum Vorschein kommt. Wegen der Lichtundurchlässigkeit der Kleidung brauchte die Haut aber nicht mehr den braunen Farbstoff, der, ein Eiweißabkömmling, immer von neuem erzeugt werden muß. Das ließ sich sparen, als der Mensch sich bekleidete und an Orten ansiedelte, die lichtärmer waren.

Nicht nur das Licht. Auch die Wärme hat verderbliche Wirkung. Sie äußert sich anders. Bekanntlich hat der menschliche Körper im Innern dauernd eine Wärme von 37°. Es ist dies eine Einrichtung, die der Mensch von den Säugetieren geerbt hat. Die „Kaltblüter“, Fische und Lurche, sind vollkommen abhängig von den Schwankungen der Umweltwärme, und diese Schwankungen müssen ihre Körperzellen mitmachen. Schon bei geringer Kälte sind die Zellen unfähig zu reger Tätigkeit. Man vergleiche die träge Riesenschlange oder das Krokodil im Zoologischen Garten mit ihren freilebenden Genossen in der tropischen Heimat, die sehr lebendige gefährliche Bestien sind. Die Warmblüter, Säugetiere und Vögel, schufen ihren Zellen ein von allen Schwankungen der Außenwärme unabhängiges „Innenklima“. Eine Erfindung ohne gleichen! Ein Trutz den Schwankungen! Die Tiere brauchten sich nicht in grimiger Winterkälte zu verkriechen und in Untätigkeit zu verharren, sie brauchten nicht zu warten, bis das Wetter warm war. Ihre Zellen im Innern haben eine gleichbleibende Wärme, die die Lebensvorgänge begünstigt und beschleunigt. Ihre Organe sind in steter Bereitschaft, schlagfertig jede Störung zu überwinden. Weil sie ihr

Klima in sich trugen, konnten die Warmblüter unabhängig von den Launen von Sonne und Wetter sich über den ganzen Erdball ausbreiten und ihr Leben zu höchster Blüte entfalten. Vergessen wir nicht: diese Dauerwärme war ein Kunstgriff, geboren aus Not und Zwang gegenüber der Bedrückung durch die Kältelaunen des Klimas, also eine Anpassung an die Jahreszeiten und die Folgen der schiefen Achsenstellung.

Warum zeigt der Mensch die immerhin merkwürdige Festlegung der Eigenwärme auf 37°C ? Nun, wenn schon eine dauernde Innenwärme eingerichtet wurde, dann eine möglichst hohe, um möglichst große Lebensbereitschaft zu erreichen. Die Warmblüter sind bis an die Grenzen des Erlaubten gegangen. Denn das Eiweiß gerinnt schon bei 55° , ja diese Störung, die jedes Leben vernichtet, setzt schon bei niedrigerer Temperatur ein. Die Beschleunigung der chemischen Vorgänge ist aber nicht für alle Organtätigkeit gleich. Für manche Zellarten ist übergroße Beschleunigung nicht einmal erwünscht. Im Sieber z. B., einer an sich sinnreichen Einrichtung, bei der ohne Schaden eine um mehrere Grade erhöhte Körperwärme überstanden wird, ist die Einheitlichkeit der Lebensvorgänge schon etwas gestört: die empfindlichen Gehirnzellen sind übererregt. Die günstigste Wärmelage für den Menschen ist 37° , da bei dieser eine freie Entfaltung aller Lebenskräfte erreicht wird, daneben die größte Anhäufungsmöglichkeit von Betriebsstoff und lebendiger Masse bei geringstem Verbrauch von Nahrung und Sauerstoff. Daß die Vögel eine um einige Grad höhere Körperwärme haben — die Schwalbe 42° — hat darin seinen Grund, daß sie bei schnellem Fliegen viel schneller handeln müssen, etwa um plötzlich auszuweichen, Windstöße zu überwinden, Insekten zu erhaschen. Das erfordert noch größere Beschleunigung der Lebensvorgänge. Daß diese Einrichtung der inneren Körperwärme überhaupt getroffen wurde, das war Notwendigkeit, bedingt durch den Wärmehaushalt der Erde. Hätte die Erde überall ein gleiches, gleichmäßig warmes Klima ohne Schwankungen geboten, bei dem ein ungehemmter Ablauf der Lebensvorgänge möglich gewesen, dann wäre die Notwendigkeit nicht an die Tiere herangetreten, sich im Innern ein eigenes lebensförderndes Klima zu schaffen. Das wäre eben schon gewesen, wenn die Erdachse senkrecht auf ihrer Sonnenbahn stände.

Im kalten Klima schafft sich der Warmblüter seine Wärme durch Muskelarbeit oder durch wärmebildende Nahrung und kann die gebildete Wärme festhalten, weil er — im Fettpolster, im Haar-

oder Federkleid oder in der Kleidung — einen Kälteschutz hat. Nicht so einfach ist der Schutz gegen übermäßige Wärme. Wärme bildet sich auch in der Ruhe im Körper. Wenn sie sich ansammelte, würde die Innenwärme bald so steigen, daß das Leben unmöglich würde. Also muß sie hinausgejagt, verschwendet werden, um so mehr, je wärmer es draußen ist. Das wichtigste Abkühlungsmittel ist das Schwitzen. Der Schweiß, der bei Hitze reichlich abgesondert wird, kühlt bei seiner Verdunstung den Körper; je trockener die Luft, desto besser und energischer. Die Haut des Negers ist reicher an Schweißdrüsen; diese leisten auch mehr als die unseren, die durch die Kleidung verkümmert sind. Die Negerhaut ist dadurch saftig, samtartig weich. Die braune Farbe unterstützt die Wärmeabgabe: wohl nimmt sie mehr Wärme auf, aber noch mehr gibt sie ab; es spielt sich auf der braunen Haut ein lebhafterer Wärmeumsatz ab. Durch seine natürlichen und künstlichen Hilfsmittel ist der Mensch imstande, sich unter den verschiedensten Klimaten zu behaupten. Die Menschheit bewohnt die ganze Erdoberfläche und bewegt sich in der ganzen Wärmestufenleiter von -30° bis $+30^{\circ}$, ja übersteht ausnahmsweise die außergewöhnlichsten Temperaturüberschreitungen. Der Mensch erträgt — mit seinen wärmenden Hilfsmitteln — eine sibirische Kälte von -60° und unbedeckt eine flimmernde Wüstenhitze von $+60^{\circ}$. Im Versuch hält er bei trockener Luft und reichlicher Schweißabsonderung sogar für kurze Zeit eine Backofenhitze von 150° aus, wobei natürlich die innere Körperwärme immer dieselbe bleibt.

Die Menschenrassen sind geographische Lokalformen, deren Eigentümlichkeiten durch viele Geschlechterfolgen festgelegt sind. Wohl ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß ursprünglich bei der Entwicklung des Tieres zum Menschen mehreren verwandten Arten unabhängig voneinander gleichzeitig — wobei einige hundert oder tausend Jahre keine Rolle spielen — der entscheidende Schritt zum „Menschen“ glückte. Es gäbe dann mehrere Stammväter des Menschengeschlechts, die sich nebeneinander entwickelten, aber, um die vielen Rassen zu schaffen, dazu wirkten doch die örtlichen Verschiedenheiten mit. Nicht nur die klimatischen, bedingt durch Insel oder Festland, Hoch- oder Tieflage, Bodenbeschaffenheit, Wärme und Feuchtigkeit, Winde und Windschutz. Auch die Ernährungsmöglichkeiten, die Art der Ernährung, die Schwierigkeit der Nahrungsbeschaffung und Vorratsanlage gaben den Bewohnern ein besonderes Gepräge. Es kamen hinzu soziale Verhältnisse, Sitten und Gebräuche: das Untereinanderheiraten unter Abschluß von anderen

Stämmen, Kriege und viele unwägbarren Einflüsse. Zu guter Letzt ist aber doch immer wieder die Eigentümlichkeit der Erde und die Verschiedenheit der Erdoberfläche schuld an der Gestaltung des Menschen und der Ausbildung seiner Rassenmerkmale.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf unseren Erdglobus von $6\frac{1}{3}$ Meter Durchmesser! Sollte man's glauben, daß die kleinen Höckerchen, die Unebenheiten und Rauigkeiten eine für das Menschenleben entscheidende Rolle spielen? Daß sie Hindernisse des Lebens sind, die kaum überwunden werden können? Man versuche nur einmal, diese kleinen Wärczchen zu besteigen! Wer in den Alpen 3000 Meter oder höher hinaufklettert, der kann unliebsame Bekanntschaft machen mit der Bergkrankheit: Herzklopfen, Atemnot, Übelkeit, Erbrechen sind ihre ersten Anzeichen. Man wird unfähig, sich zu bewegen, sogar zu sprechen. In schweren Fällen färbt sich die Haut bläulich, Ohnmachtsanfälle, Bewußtlosigkeit setzen ein, oft macht der Tod den Abschluß, hier ein Erlöser aus schwerer Qual. Alle Krankheitserrscheinungen schwinden plötzlich, wenn der Befallene zurückgeht in die Ebene oder nur in eine geringere Höhe. Was ist denn anders dort oben, daß so etwas eintreten kann? Nach langem Suchen und Forschen kennen wir jetzt die Ursache: Es ist der herabgesetzte Luftdruck. Betrachten wir den Globus: Ein ganz dünner, gasiger, unsichtbarer Mantel hüllt ihn ein, die Atmosphäre. Sie wird durch die Erdanziehung an die Erde gepreßt. Unmittelbar auf der Erdoberfläche am stärksten mit einem Druck von 760 Millimeter Quecksilber, also, als wenn eine $\frac{3}{4}$ Meter hohe Quecksilberschicht die Erde umgäbe. Je weiter nach außen von der Erde, desto geringer ist der Druck. Die Luft hat auf den Bergesspitzen noch dieselbe Zusammensetzung wie über dem Flachland, aber sie ist dünner, ausgedehnter. 10 Liter Luft enthalten in der Meeresebene 2,67 Gramm Sauerstoff, in 3000 Meter Höhe nur 1,86. Mit jedem Atemzuge erhalten wir also viel weniger Sauerstoff, der dazu unter viel geringerem Druck steht. Diese Sauerstoffversorgung genügt nicht. Bergkrankheit ist Erstikung; sie wird um so bedrohlicher, je mehr Sauerstoff der Körper benötigt, also beim Marschieren. Ritt man den Berg hinauf, ließ man sich mit der Bahn hinauffahren, so setzt die Krankheit meist erst dann ein, wenn man absteigt und zu gehen anfängt. Hat man die bedrohlichen Erscheinungen überwunden, so stellt sich der Körper bei längerem Höhengaufenthalt in wunderbarer Weise auf die neuen Verhältnisse um: Er bildet in kürzester Zeit gewaltige Mengen neuer roter Blutkörperchen, besonders für diesen

Fall geeigneter, die mehr Sauerstoff aufnehmen können. So bringt er es fertig — genügend tiefes Atmen vorausgesetzt —, seine Organe auch in der dünnen Luft von Alpenhöhen mit dem angeforderten Sauerstoff zu versehen. Es gibt über 4000 Meter hoch gelegene Siedelungen in den Anden und in Tibet. Menschen und Tiere dieser Siedelungen haben eine größere Zahl roter Blutkörperchen. Die Menschen sehen in Erstaunen durch den unförmig breiten und tiefen Brustkasten, an dem die Gliedmaßen wie in einem lächerlichen Mißverhältnis angeheftet scheinen. Die reinen Nachkommen jener Spanier, die sich vor einigen Jahrhunderten in den Hochgebirgen Kolumbiens ansiedelten, sind als Glieder der kastilianischen Rasse gar nicht wieder zu erkennen. Die Höhenanpassung ist ein Nothbehelf, um das Leben zu retten: Des Menschen angestammte Heimat ist das Flachland, nicht die Höhe.

Nun stelle man sich vor: auf unserem 6 Meter großen Erdmodell ist die Oberfläche der Erdteile die Wohnstätte des Menschen. 3 Millimeter über der Oberfläche kann der Mensch kaum noch, 5 Millimeter darüber nicht mehr leben. Hier erkennen wir handgreiflich, in wie enge Umweltsgrenzen unser Menschenleben eingezwängt ist! Wir kleben an der Oberfläche. Die höchste Ballonfahrt, die je gemacht ist, erreichten Berson und Süring mit 10500 Meter Höhe. Das sind auf unserem Riesenglobus 5 Millimeter über der Erdoberfläche. Die Fahrt war mit allen Vorsichtsmaßregeln unternommen, besonders sorgfältig war die Sauerstoffversorgung geregelt, da traurige Erfahrungen früherer Ballonaufstiege mit Todesfällen schon in geringerer Höhe drohend warnten. 5 Millimeter über dem Globus bedeutet Tod! Vom Erdenstandpunkt aus eine überwältigende Höhe, bei umfassendem Überblick lächerlich wenig. Goethe sagt in seinem herrlichen Gedicht „Grenzen der Menschheit“ vom Menschen im Hinblick auf die ersten damals gelungenen Ballonaufstiege:

Hebt er sich aufwärts
Und berührt mit dem Scheitel die Sterne,
Nirgends haften da
Die unsicheren Sohlen,
Und mit ihm spielen Wolken und Winde.

Berührt mit dem Scheitel die Sterne — — das Bild ist kühn! Ist doch der nächste Himmelskörper — nicht einmal Stern, sondern unser irdischer Begleiter, der Mond, — in dieser Modellgröße 190 Meter vom Globus entfernt zu denken! Und wir erheben uns zu

5 Millimeter Entfernung nur unter Anwendung umfassender Sicherungen!

Wir Menschen sind Kinder der Erde, unfähig, unsere Erdgebundenheit zu verleugnen. Alle Organe und Glieder unseres Leibes zeugen von unserer Abhängigkeit. Schon die Körpergröße. Unser Körper hat das Bestreben zu wachsen, das äußerst Mögliche an Länge zu erreichen. Aber wir wachsen nicht in den Himmel. Dem Wachstum sind Grenzen gesteckt vor allem durch die Menge der Nahrung. Die Japaner, in ihrem dichtbevölkerten Reich zusammengepfercht, sind klein, weil die Nahrung seit Jahrhunderten knapp ist. Umgekehrt hat man feststellen können, daß in den letzten 50 Jahren in allen Kulturländern Europas die durchschnittliche Größe der Einwohner um mehrere Zentimeter zugenommen hat, die der Holländer um rund 10 cm, der holländischen Juden um 6,5 cm. Man hat das dadurch zu erklären versucht, daß der Ackerbau ertragreicher betrieben wurde. Indessen spielen hier auch noch andere Dinge mit: die Kälte oder Wärme des Klimas — in kalten Klimaten sind die Tiere durchschnittlich größer — und die Macht der Vererbung. Je größer der Körper, desto mehr Nahrung verbraucht er. Wir haben den Krieg zuletzt deswegen verloren, weil die Nahrung uns ausging. Wären wir — im Durchschnitt — 20 Zentimeter kleiner gewesen, dann hätten wir erheblich weniger Nahrung nötig gehabt und hätten mit den Vorräten länger auskommen können. Wären alle Menschen — alles andere gleich vorausgesetzt — seit Jahrtausenden 20 Zentimeter länger gewesen, dann wäre der Wettbewerb unter den Völkern noch viel schärfer zum Ausdruck gekommen. Wanderungen und Kriege hätten noch öfter bestimmenden Einfluß auf die Entwicklung des Menschengeschlechts ausgeübt, und die Geschichte der Menschheit hätte überhaupt einen anderen Gang genommen.

Im Grunde genommen hängt die Menschengröße nicht nur, sondern auch die Bevölkerungszahl von der verfügbaren Menge des Pflanzenwuchses ab. Der Nahrungsvorrat der wildwachsenden Pflanzen hat lange aufgehört, der Menschheit zu genügen. Der Ackerbau muß uns helfen. Aus eingehenden Untersuchungen hat Prof. Fischer-Wien die Anzahl der um 1800 lebenden Menschen auf 735 Millionen festgestellt, während sie heute 1700 Millionen beträgt. In Rußland, Java und Ägypten hat sich im 19. Jahrhundert die Bevölkerungsziffer vervierfacht. Hauptsächlich infolge von ärztlichen Maßnahmen durch Seuchenbekämpfung und Krankheitsverhütung. „Raum für alle hat die Erde,“ sagt Schiller, aber — was

heißt „alle“? Wieviele Menschen kann die bewohnbare Erde tragen? Das hängt natürlich zunächst von der Entwicklung der Landwirtschaft ab, die die Ausdehnungsfähigkeit des Bodenanbaus, die Ertragssteigerung der Ernten und die Art der Bodenfrucht zu berücksichtigen hat. (Ein großer Teil des Bodens wird für die Lieferung von Kleidung und auch von Holz in Anspruch genommen werden müssen.) Man hat unter der Voraussetzung der äußersten Ausnutzung des Bodens die größtmögliche Bevölkerungsziffer der Erde auf 6000 Millionen angenommen (Penck 8000 Mill.). Freilich müßten Politik und sozialer Verkehr der Völker von Grund auf umgeändert und die ganze Menschheit von einem Geist höheren Menschentums beseelt werden, damit die in einigen gesegneten Landstrichen bis zum Überfluß üppigen Nahrungsstoffe auch anderen überbevölkerten, weniger glücklichen Ländern zugute kämen.*) Auch darf man eines nicht vergessen, daß durch so umfassend umgestaltende Eingriffe in die Beschaffenheit der Erdoberfläche Tier- und Pflanzenwelt vor ganz neue Lebensbedingungen gestellt und eine Umgestaltung erfahren würde, deren Umfang gar nicht abzusehen ist. Denn: solange das Leben die Erde schmückt, haben alle Pflanzen und Tiere sich mit den eben vorhandenen Besonderheiten der Erdoberfläche abfinden müssen. Sie waren die Umwelt, die die Lebensäußerungen, die Lebensführung, die Gestalt und Aussehen eines jeden Lebewesens und aller Lebensformen bestimmt. Sie waren die Ursache von Anpassung und Entwicklung. Aber alle Besonderheiten der Erde, auch die scheinbar unbedeutendsten Eigentümlichkeiten, stehen nicht unvermittelt nebeneinander, sondern sind miteinander verwebt, verknüpft, verflochten. Wäre eine — auch scheinbar nebensächliche — Eigenschaft der Erde anders, so wären tausend andere Dinge anders, so wäre auch alles Lebendige anders. Änderte sich jetzt etwas an der Erde, so würde bei dem weitreichenden überraschenden und kaum geahnten Einfluß dieser Änderung auf das ganze Erdgeschehen alles Lebendige mit der Außenwelt zerfallen; es müßte untergehen oder sich mit neuen Anpassungen versehen.

Wie scheinbar ganz nebensächliche Dinge größte Bedeutung haben, zeigt uns der Staub. Daß Staub in der Luft ist, viel Staub, enthüllt uns jeder Sonnenstrahl, der durch einen Spalt in ein dunkles Zimmer fällt. Der Strahl leuchtet vor Staub. Der Staub scheint uns höchst überflüssig, die Ärzte schimpfen auf ihn, den Hausfrauen ist er

*) Diese Frage behandelt das Kosmosbändchen „Lämmel, Sozialphysik“ sehr eingehend.

ein Greuel. Und doch — ohne Staub wäre die Welt öde. Es wäre nichts in der Luft, das die Sonnenstrahlen abfangen, verschlucken, beugen, brechen, zurückwerfen, spiegeln könnte. (Wenigstens nicht in dem Maße. Wasserdampf verschluckt auch Lichtwellen.) Was nicht von der Sonne beschienen wäre, würde in finstere Nacht getaucht sein. Hart nebeneinander ständen helles Licht und dunkle Schatten. Der Himmel wäre auch am Tage von schaurig schwarzblauer Farbe. Die Sonne ginge abends nicht als milder roter Feuerball zur Ruhe, sondern blendete mit Mittagsschärfe. Sofort nach Sonnenuntergang ohne vermittelnde Dämmerung tiefe nächtliche Finsternis. Infolge der ungeminderten Strahlung wäre die Fülle blendenden Lichts so stark, daß die Augen und die Haut besonders geschützt sein müßten, um nicht von dieser Lichtfülle zerstört zu werden. Die Verdunstung vom Meere wäre ungeheuer; unfasßbare Mengen von Wasserdampf schwebten in der Luft, aber unsichtbar. Kein Nebel, keine Wolken! Denn Nebel und Wolken bilden sich um kleinste Staubkerne. Also auch kein Regen. Die hohe Luftfeuchtigkeit schlug sich als Tau nieder, wo die geringste Abkühlung wäre, nicht nur nachts, sondern auch am Tage im Schatten. Alles wäre betaut, triefte vor Nässe. Wir selbst würden, wenn wir nicht gerade in der Sonne stünden, dauernd durchnäßt sein. Das läßt man sich gelegentlich einmal gefallen (in der staubarmen Luft der Alpenhöhen geschieht es schon zuweilen), als Dauerzustand wäre es unerträglich. Jedenfalls wäre es unmöglich, bekleidet zu gehen. Auch die Haare müßten fehlen. Behaarte Tiere gäbe es ebensowenig wie gefiederte. Auch keine fliegenden Insekten, Bienen und Schmetterlinge. Also gäbe es dann auch keine Pflanzen in unserem Sinne, die auf die Befruchtung von Insekten angewiesen sind. Auch keine windblütigen Bäume, Gräser und Getreidearten, da es keinen Staub, auch keinen Blütenstaub gäbe. Unsere Haut müßte ganz, ganz anders sein: geschützt gegen die starke Lichtwirkung, gegen die hohe Wärme, gegen Verdunstung und Austrocknung, geschützt gegen die Nässe. Schweißdrüsen gäbe es nicht, da die Luft schon mit Wasserdampf gesättigt wäre. Ja, es wäre wohl überhaupt kein Leben möglich, weil die starke Erhitzung am Tage und die starke Abkühlung in der Nacht Wärmeunterschiede von so ungewöhnlichem Ausmaß erzeugten, daß innerhalb dieser weiten Grenzen Leben nicht bestehen könnte. So dürfen wir also mit unserem Staub recht zufrieden sein.

Freilich ist dieses Beispiel vom fehlenden Staub nur eben ein Spiel, ein Bei- und Gedankenspiel, das nach physikalischen Gesetzen

niemals Verwirklichung finden kann. Es gibt Gedankenspiele, die fruchtbarer sind, weil sie mit Möglichkeiten rechnen, die auf fremden Planeten erfüllt sein können. Stellen wir uns vor, unsere Erde, die doch nur ganz zufällig so groß, so schwer, so weit von der Sonne, mit diesen Umlaufzeiten bedacht, unsere Erde wäre zufällig etwas anders ausgefallen. Gewiß, wieder nutzloses Spielen mit Gedanken. Aber wir können aus diesem Spiel und aus der Ausmalung dessen, was dann folgen würde, viel lernen. Also stellen wir uns vor, unsere Erde sei — alles andere zunächst einmal unverändert angenommen — von Anfang an größer gewesen. Dann wäre als natürliche Folge die Anziehung der Erde, die Schwerkraft entsprechend größer. Es hätte sich auch dann um die Erde eine Kruste gebildet, und das Wasser füllte die Ozeane. Das Meer — schwer beweglich und träge — würde keine hohen Wellen, Ebbe und Flut deuteten sich kaum an. Unter dem Druck der Gletscher und des jäh fallenden Wassers wären die Berge rasch abgetragen, die Erdoberfläche bald eingeebnet. Es fehlten also die Wasserscheiden der hohen Gebirge, es flössen keine Ströme zum Meer, sondern das Wasser versickerte im Flachland, bildete Sümpfe und Moore. Und da auch die Atmosphäre dichter, wasserreicher wäre und die Wärme mehr zusammenhielte, so wäre das Klima gleichmäßiger, wärmer. Die Luft hätte ganz andere Zusammensetzung, weil sie, von der Erde stärker angezogen, nicht die leichteren Gase in den Weltenraum fortfliegen ließe. Der Sauerstoff, unter dem starken Druck der Luft, würde den Ozean in viel größerem Ausmaß anfüllen, und auf der Erdoberfläche eben wegen seiner durch den Druck stark erhöhten Energie mit Heftigkeit chemische Vorgänge von ungeheurem Umfang auslösen: Jeder Ofen, jede Kerze, jede Flamme würde mit rasender Schnelligkeit weggischen. Das Oberflächengestein würde zerbröckeln und zerkrümeln; freie Metalle, hart und glänzend, würden in kürzester Zeit rosten und zerfallen. Und das Leben? Die größere Anziehungskraft würde dem Leben ganz gewaltige Lasten aufbürden! Denn auch jetzt schon, auf unserer unveränderten Erde, muß alles Lebendige den größten Teil seines Kraftvorrats dazu aufwenden, um die Schwere zu überwinden. Auf einer größeren Erde könnten unsere Bäume in der jetzigen Gestalt und Größe nicht bestehen, die weit ausladenden Zweige und Äste wären bei der stärkeren Anziehung unmöglich. Wenn wir Menschen — in unserer jetzigen Größe — auf eine solche stärker anziehende Erde gesetzt würden, wir würden unsere Beine nicht von dem Boden losreißen, unsere ungeheuer

schweren Arme nicht heben können. Wir würden zusammensinkend auf dem Erdboden liegen bleiben, unfähig, uns aufzurichten. Wenn schon Lebendiges den Planeten besiedelt hätte, dann hätte es auch unter diesen Umständen seinen Anfang im Wasser genommen, denn das Leben im Wasser ist so viel einfacher, stellt so viel weniger Anforderungen, daß das erste beginnende Leben auf diese Hilfen sich stützen muß. Wie das Leben sich im Wasser unter der verstärkten Wirkung der Schwerkraft, dem größeren Sauerstoffreichtum und der wahrscheinlichen größeren Wasserwärme entwickelt hätte, wer weiß es? Jedenfalls hätte sich ein üppiges Leben entfalten können. Bei der Gleichmäßigkeit der Lebensbedingungen wohl nicht ein vielseitiges in mannigfaltigen Formen. Aber: der Schritt aus dem Wasser zum Landleben wäre viel schwerer gewesen, da die unheimliche Anziehung für das Landleben sofort ein außerordentlich starkes Stützgerüst nötig machte. Stützlose Tiere, wie etwa unsere Würmer und Schnecken, könnte es nicht geben, weil sie von der Schwere zusammengedrückt würden. Kleine Landtiere hätten schon ein massiges, plumpes Knochengewicht nötig. Alle Landtiere und — wenn es ihn gäbe — auch der Mensch verbrauchten viel Sauerstoff zur Bestreitung des gewaltigen Kraftaufwandes. Da er unter hohem Druck steht, müßten ganz besondere Organe vorhanden sein, ihn aufzunehmen, jedenfalls keine Lungen, wie wir sie jetzt haben. Zwar hätten alle „höheren Tiere“ ein Herz, um das Blut durch alle Organe zu treiben, aber welche Arbeit für dieses Herz, um den Luftdruck, der die Haut und die Organe zusammenpreßt, zu überwinden und das Blut diesem Druck entgegen zu verteilen! Dieses Herz dürfte nicht allzu hoch über dem Boden liegen, damit das Blut der Schwere entgegen zum Herzen zurückfließen kann, wie denn überhaupt die Lebewesen nicht sehr groß sein dürften! Der Kopf dürfte sich kaum über das Herz erheben, wenn wir annehmen, daß er das Gehirn und die Sinnesorgane trüge. Ob es da wohl überhaupt zu einem aufrechten Gang gekommen wäre? Und zu einem Lebewesen, das in aufrechter Stellung durch seine Größe eine immerhin erhebliche Übersicht über die nächste Umgebung sich verschafft? Eine Übersicht, die doch zur Entwicklung des Verstandes und zur Schaffung einer Herrscherstellung nötig war? Ich glaube alles das nicht!

Und wenn wir das Umgekehrte annehmen, daß die Erde von Anfang an kleiner war? Luftmantel und Wasser würde von der Oberfläche in großen Massen in den Weltraum verdunsten. Die dünne Atmosphäre hätte kälteres Klima zur Folge, die hohen Berge

wären schneebedeckt, die Pole mehr vereist. Der ganze Erdball wäre rascher abgekühlt, die Kruste stark verdickt, starr, zu einem harten Panzer fest zusammengezogen, daß Vulkane und heiße Quellen längst versiegt wären. Die Erde wäre rasch gealtert, vielleicht heute schon ausgestorben. In dem überbeweglichen Ozean, der von Ebbe und Flut hin und her geschleudert wird, konnte sich nur schwer eine Tierwelt entwickeln, aber eine vielseitige Tierwelt, eingestellt auf alle Umweltsabstufungen zwischen Tieffseeruhe und Brandungsstürmen. Ob daraus ein aufrecht gehendes Wesen sich entwickelt hätte in der Art des Menschen? Möglich. Die Lebensführung der landlebenden Wesen war leichter, da die Schwere nicht so harte Aufgaben stellte, da die Größe nicht so eng begrenzt und das Gewicht der Knochen nebensächlich wurde. Wie aber so ein Lebewesen, das dem Menschen geistig gleiche, aussehen möchte, das wollen wir gar nicht zu beschreiben versuchen; das ist uns unvorstellbar.

Soviel ist sicher, die Erde hat viele Eigenschaften, die ganz zufällig sind, die jedenfalls bei der ersten Entstehung der Erde vor Jahrmillionen nicht von entscheidender Bedeutung für ihr Sein oder Nichtsein gewesen sind. Zufall ist's, daß die Erde gerade diese Masse hat und in dieser Entfernung von der Sonne ihre Bahn fährt. Davon hängt aber die Länge des Tages und des Jahres ab. Zufall ist die Bildung eines Mondes und ein noch größerer, daß sich gerade dieser Mond von dieser Zusammensetzung und dieser Größe bildete, Zufall ist die Zusammensetzung der Erdkruste, die Achsenstellung, die Verteilung von Land und Wasser und damit schließlich der Salzgehalt des Meeres, die Entstehung und die Lage der Gebirge, und vieles andere. Jedenfalls hätte alles ganz anders sein können, und jedenfalls findet sich diese Summe zufälliger Eigenschaften in diesem Zusammenklang kaum noch auf einem anderen Planeten. Doch bestimmt das Zusammenspiel der anscheinend so zufällig zusammengewürfelten Eigenschaften der Erde die Richtung der Entwicklung des Lebendigen bis zum Menschen hinauf. Wie mit Stiften und Zapfen scheint das ganze Getriebe des irdischen Uhrwerks zusammengefügt und zu einheitlichem Gang geregelt.

Mag man auch die Äußerung des französischen Geschichtsschreibers Michaud, daß die ganze Weltordnung gestört wäre, wenn nur eine einzige Insektenart verschwände, für geistvolle Übertreibung halten, so reichen doch die Zusammenhänge weit über unser Vermuten hinaus. Eines ist sicher: wäre auch nur eine der vielen Zufälligkeiten, mit denen die Erde dank ihrer eigenen Beschaffenheit

und durch die Verbindung mit kosmischen Kräften ausgestattet ist, von Anfang an nicht im Spiele gewesen, dann wäre das, was wir Mensch nennen, nicht auf der Erde erschienen.

Auf anderen Planeten

Wieder heben wir unsere Augen sinnend zu dem friedlichen Sternenhimmel. Nun wir unseren Blick geschärft haben für die Voraussetzungen und Möglichkeiten des Lebens überhaupt, wagen wir uns zuversichtlicher an die große Frage, ob auf fremden Himmelskörpern vernunftbegabte Wesen leben, die gleich uns sich emporgehoben haben aus der Welt des Lebendigen. Vielleicht tragen schon unsere nächsten Planeten, die Schicksalsgenossen der Erde, die mit erborgtem Licht so fröhlich strahlend ihre Himmelsbahn ziehen, ihre Bewohner? Menschen?? Menschen gleich uns, von Fleisch und Blut, unseres Wesens und unseres Aussehens? Solche Menschen gibt es dort sicher nicht. Nirgends. Denn der Mensch ist ein Kind der Erde. Sollte sich noch ein Planet finden, der zufällig dieselbe Größe, Masse, Dichte hat wie unsere Erde? Dieselbe Sonne in derselben Entfernung, dieselbe Erdbahn um die Sonne mit derselben Länge von Tag und Nacht und Jahr und demselben Wechsel der Jahreszeiten? Mit derselben Verteilung von Land und Wasser, von Wäldern und Wüsten, von Bergen und Tälern? Mit derselben Tiefe der Meere, demselben Lauf der Flüsse? Mit demselben Mond als Trabanten? Mit diesem selben Wechsel der Geschehnisse in derselben Folge? Mit derselben vulkanischen Vorzeit, denselben Polschwankungen, demselben Wandern von Meer und Festland, denselben Eiszeiten und Klimawechseln? Ein Planet, auf dem unter tausend Entwicklungsmöglichkeiten das Leben denselben Gang der Entwicklung genommen, aus dem ein einziger enger Weg in Jahrmillionen durch ganz besonders glückliche Zufälle zum Menschen geführt hätte? Es müßte jener erdenferne Stern nicht nur ein photographisch getreues Abbild, er müßte dieselbe bildgetreue kinematographische Wiederholung unserer Erde sein, ohne die Freiheit geringster Abweichung. Wie unter Milliarden Menschen es noch nie zwei gegeben, die sich völlig äußerlich und in ihrer Lebensführung glichen, so unter den Millionen von weltenfernen Himmelskörpern, die nicht durch irgendwelche Bildungsrücksichten miteinander verbunden sind, ganz gewiß nicht. Damit müssen wir einen „Menschen“ auf anderen Planeten endgültig begraben.

Aber vielleicht gibt es dort „vernunftbegabte“ Wesen, in denen das Naturgeschehen auf irgendeinem anderen Weg zum Ziele gekommen ist? Möglich! Möglich auch, daß solche Wesen eine noch erstaunlichere Technik besitzen, daß sie ihren Planeten in noch ganz anderer Weise zu meistern verstehen als wir, und daß sie über Naturkräfte verfügen, die uns noch unbekannt sind. Möglich auch, daß sie sich aufgeschwungen zu höchstem künstlerischem Schaffen, und daß sie uns leuchtende Vorbilder sein könnten in der Nächstenliebe und in der Befolgung der Gebote sittlichen Wirkens. Wer will das wissen! Was wir mit dem Rüstzeug der Wissenschaft im günstigsten Fall feststellen können, ist, ob auf einem anderen Himmelskörper überhaupt Leben möglich ist. Dann kommt die zweite Frage, ob die Entwicklung des Lebendigen dort einen solchen Gang genommen haben kann, daß es seine Krönung fand in einem Wesen, das dem Menschen in seinem planetenbeherrschenden Einfluß zu vergleichen wäre. Eins wirkt in der Fülle der Unsicherheiten beruhigend: die Naturgesetze sind auf anderen Himmelskörpern dieselben wie auf unserer Erde. Das dürfen wir getrost behaupten. Die Richtigkeit und Genauigkeit der astronomischen Voraussagungen und Berechnungen beweisen uns die Anwesenheit derselben Kräfte, die auf Erden wirksam sind, mit derselben Gesetzmäßigkeit ihres Wirkens. Und wir wissen, daß es dieselben Stoffe sind, die unsere Erde wie das ganze Weltall aufbauen. Das lehrt nicht nur der Augenschein an den Bruchstücken von anderen Himmelskörpern, die gelegentlich auf die Erde fallen, den Meteoriten, das beweist uns auch die chemische Untersuchung von Gestirnen mit Hilfe des Spektralapparats. So fein ist diese Analyse, daß man fast Genaueres über die Zusammensetzung ferner Sonnen weiß als über die unserer Erde. Als man vor Jahren auf der Sonne ein merkwürdiges Element, das Helium, entdeckte, das auf Erden noch nicht gefunden war, ging man auch hier auf die Suche, und da man wußte, welche Eigenschaften es haben mußte, fand man es auch. Heute füllen die Amerikaner mit diesem gasförmigen Element Luftschiffe. Auch das lehrt uns die Spektralanalyse, daß die chemischen Stoffe sich überall, auf allen Weltenkörpern, unter denselben Bedingungen nach denselben Gesetzen binden und lösen. Wir sind also sehr wohl in der Lage, einen Planeten oder fernen Stern beurteilen und mit unserer Erde vergleichen zu können.

Wie müßte also ein Planet beschaffen sein, wenn er Leben, so wie wir es auf der Erde kennen, tätiges, wirkendes Leben — wenn auch nur in bescheidenem Ausmaß — tragen soll?

Selbstverständlich müßte er zunächst schon so viele Hunderttausend Jahre im Weltall herumgerast sein, daß er sich gründlich abgekühlt hätte. Nicht nur so weit, daß das Wasser sich niederschlug und Meer und Festland eine — wenn auch nur vorläufige — Regelung gefunden, sondern bis die erstarrte Kruste dick genug war, um die Glut im Innern auf der Oberfläche nicht mehr bemerkbar zu machen.

Soll das Lebendige, was es eben tun muß, die Kräfte des Lebens aus dem toten Stoffe der Weltkugel gewinnen, so muß ihm eine Quelle zur Verfügung stehen, der es Energie entnimmt. Es muß ihm eine Sonne leuchten. Hinreichend groß und aus nicht zu weiter Entfernung, denn es bedarf für die Fülle des Lebens großer Mengen von Energie. Es darf die Sonne wieder nicht zu groß sein, um nicht durch eine Überfülle von Licht und Wärme das Lebendige zu schrecken, und sie muß im richtigen Abkühlungszustand sein. Unsere Sonne ist ein absterbender Stern, nicht mehr weißglühend, sondern schon gelblich glutend. Weißglühendes Licht wirkt durch seinen Reichtum an ultravioletten Strahlen zerstörend auf alle chemischen Verbindungen, also auch auf Lebendiges. Nur in der allerersten Zeit des Lebens, da es nur erst im Wasser sich regt, könnte Lebendiges in einer Überfülle von Licht sich erhalten, und auch dann nur unter Schaffung besonderer Anpassungsapparate.

Mit Hilfe dieser Energiequelle müßten sich die lebenden Wesen die Kohlensäure der Luft dienstbar machen, aus dem Kohlenstoff in Verbindung mit Wasser und dem Stickstoff der Luft ihren Leib aufbauen und chemische Spannkraft aufspeichern, die, durch Sauerstoff entflammt, das Leben weckte. Also müßte ein solcher Planet eine Lufthülle haben mit Stickstoff und Sauerstoff und Kohlensäure, und viel Wasser, da Wasser erst die Lebensströme fließen macht. Woher die Lufthülle? Sie entsteht sicher bei der Abkühlung der Planeten aus den dem Glutkern entweichenden Elementen und ihrer Vereinigung. Ursprünglich enthält jede Lufthülle jedes Planeten Wasserdampf, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure und andere Gase. Daß diese Lufthülle, eine Atmosphäre, erhalten wurde, was die notwendige Voraussetzung ist, damit das Leben eine dauernde Wohnstätte fand, das war nur dann möglich, wenn der Planet Masse genug besaß, um mit der festen Hand der Anziehungskraft die luftige Hülle an sich zu fesseln. Auch muß sich der Planet um seine Achse drehen, wenn er seine Atmosphäre behalten will, und zwar ziemlich schnell, denn

sonst wären die Nächte zu lang und die lange Abkühlung während der nächtlichen Kälte würde die Luftgase verdichten und verflüssigen. Da der Anziehungskraft eines Himmelskörpers die bei rascher Umdrehung immer stärker werdende Fliehkraft (Zentrifugalkraft) entgegenwirkt, darf die Geschwindigkeit der Umdrehung auch wieder nicht so groß werden, daß die Lufthülle abgeschleudert wird. Also ein solches Verhältnis von Planetenmasse und Umdrehungsgeschwindigkeit, daß die Umdrehung möglichst rasch geschieht, aber doch nicht so rasch, daß sich die Fliehkraft unangenehm bemerkbar machen kann.

Weiter ist Voraussetzung, daß Kohlensäure in jedem Augenblick überall in der Luft zu finden ist. Das will sagen, daß, da sie aus Erdspalten und Vulkanen aus den Glutgasen des Innern erzeugt wird, der Planet nicht zu alt, nicht so sehr abgekühlt sein darf, daß eine undurchdringliche Kruste wie ein Panzer die Oberfläche von dem Innern völlig abschließt.

Auch das Wasser muß allgegenwärtig sein auf einer Wohnstätte des Lebens. Man stelle sich vor, wie auf unserer Erde das Wasser erschienen ist. Zu jener Zeit, als die glühende Erdmasse eben anfang, sich abzukühlen, da umgab das Wasser unserer heutigen Seen und Flüsse die Erde als Dampfhülle von unvorstellbarem Umfang. In dieser Hülle verwandelte sich die oberste, kälteste Schicht in tropfendes Wasser und stürzte in „Wolkenbrüchen“ tosend zur Erde. Hier gelangte das Wasser wieder auf das glühende Gestein und wurde unter brausendem Kochen als wallender Dampf wieder in die Höhe gezielt. Weltmeere stürzten nieder und wurden dampfend hinausgeschleudert. Nicht durch Tage und Wochen, sondern durch Jahrhunderte und vielleicht Jahrtausende, bis die Steinhülle der Erde dick und abgekühlt genug war, um — gebändigt — die Wassermassen auf sich zu dulden und die großen Meere auf der Oberfläche zu sammeln. So war es auf jedem anderen Planeten auch, denn aus jeder glühenden Weltenmasse entweicht Wasserdampf. Aber es fragt sich, ob das lebenswichtige Wasser auf anderen abgekühlten Planeten so reichlich vorkommt, daß es überall zu finden ist. Die Ozeane müssen eine solche Größe haben, daß unter dem Einfluß der Sonnenwärme ganze Meere als Wasserdampf sich auf die Wanderung begeben, um niederzufallen und von den Bergen und Hügeln in Bächen und Strömen dem Meere wieder entgegenzueilen. Damit das Wasser dem Planeten erhalten bleibt, nicht in Dampfform in dem Weltraum verschwindet — auch dazu ist wieder hinreichende

Größe und entsprechende Anziehungskraft des Planeten erforderlich, und eine rasche Umdrehung, damit das flüssige Wasser nachts nicht zu Eis erstarrt. Auch die Neigung der Planetenachse auf der Sonnen-umlaufsbahn darf nicht so groß werden, daß ungeheure Eismassen sich an den Polen häufen, von Jahr zu Jahr mehr. Die mittlere Jahreswärme würde dann so absinken, daß sie nicht mehr ausreichte, das Leben zu erhalten. Die Grenzen, in denen sich die sonnengelieferte Wärme zwischen Hitze und Kälte bewegte, dürften überhaupt nicht wesentlich anders sein als auf der Erde. Immerhin könnte der Planet sich wesentlich von der Erde unterscheiden! In der Größe und der Helligkeit seiner Sonne, in seiner Entfernung von dieser Quelle des Lebens, in der Schiefe der Achsenstellung, der Länge und Gestalt der Jahresbahn, der Länge der Jahreszeiten und von Tag und Nacht, der Masse und Dichte des Planeten — alles Dinge, die das Leben gewiß von Grund auf in andere Entwicklungsbahnen lenken würden, aber an sich der Entwicklung des Lebens, seiner Ausbreitung und vielleicht auch seinem Aufsteigen zu einem bewußt schaffenden Wesen nicht gerade hindernd im Wege stünden.

Ob wohl auf solchem Planeten das Leben auf seiner einfachsten Stufe so organisiert wäre, wie auf der Erde? In welcher Weise mag die Entwicklung vor sich gegangen sein? Das sind Fragen, über die man nur Vermutungen haben kann.

Sicher hat das Leben auch auf anderen Planeten sich zuerst in aller-einfachster, allerniedrigster Form gezeigt. Diese Formen konnten nur im Wasser gedeihen. So beginnt das Schöpfungs-drama auch auf anderen Planeten im Meer. „Im Wasser mußt du anbeginnen.“ Im Meer können selbst die kleinsten, schwächsten und einfachsten Wesen leben, weil sie nach Nahrung und Sauerstoff nicht zu suchen haben. Schon die ersten Lebewesen des Meeres müssen es verstanden haben, die Sonnenenergie auszunützen. Bei uns auf Erden bilden jetzt die grünen Pflanzen die Ernährungsgrundlage des Lebens für sich, für uns und die Tierwelt. Aber diese höheren Pflanzen sind höchst organisierte, sehr verwickelt gebaute Lebewesen, die erst sehr spät entstanden sind, zu einer Zeit, da es längst Tiere, ja schon Wirbeltiere gab. Die riesenhaften Fische, die einst unsere Erde bevölkerten, hatten bei der Entstehung dieser hochentwickelten Pflanzenwelt, die Wurzel, Blätter und Blüten trieb, schon die Höhe ihrer Entwicklung überschritten. Auch auf der Erde hat die Ausnützung der Sonnenenergie zuerst — wie heute noch zu geringem Teile — im Meere stattgefunden, durch grüne Algen vielleicht, die

von Tieren gefressen wurden, diese wiederum waren willkommene Beute für andere Tiere oder starben ab und dienten mit den Leichen wieder als Nahrung für einfachste Lebewesen. Die ersten Wesen der Erde waren naturgemäß nur sehr klein, weil sie Sauerstoff aufnehmen mußten, und konnten nur so weit wachsen, als sie sich vom Sauerstoff durchdringen lassen konnten. Frühzeitig tat auf Erden die Natur den großen Wurf der Erfindung mehrzelliger Lebewesen. Viele Zellen taten sich zusammen zu einem Ganzen, jede Zelle mit einer gewissen Selbständigkeit begabt, sich zu ernähren und Sauerstoff aufzunehmen, aber alle im Dienst der Gemeinschaft. Die einzelnen Zellen blieben klein, denn nur durch ihre Kleinheit konnten die Zellen sich vom Sauerstoff und dem nährenden Saft durchdringen lassen. Da nur die Oberfläche der Zellengemeinschaft mit der Außenwelt in Verbindung stand, mußte den im Innern verstaute Zellen und zelligen Organen alles, was sie zum Leben gebrauchten, zugeleitet werden. Die Versorgung mit allem Lebensnotwendigem durch eine fließende Leitung — bei den Pflanzen Saftanstieg, bei den Tieren Blutkreislauf oder Lymphstrom — ist die selbstverständliche Eigentümlichkeit aller Vielzeller. Nur dadurch, daß die Zellen so klein sind, können sie, allseitig von Lebenssaft und Blut umspült, sich ernähren und mit der Lebensluft beladen. Lebende Wesen auf fernen Planeten müssen genau so aus Zellen, kleinsten Wirkungsbezirken des Lebens bestehen, so groß oder so klein, daß sie für Sauerstoff und die Nährflüssigkeit durchdringbar sind. Das wird je nach der Größe des Planeten, je nach dem dort herrschenden Luftdruck oder der Beschaffenheit des Protoplasmas verschieden sein. Mehrzellige Wesen müßten auch dort einen Umlauf der Körpersäfte haben, vielleicht auch ein Herz zur Verteilung des Blutes. Und das Blut müßte dort wie hier eine wässrige Flüssigkeit sein, da nur das Wasser Vermittler von chemischen Vorgängen sein kann. Die allerersten lebenden Wesen auf fremdem Planet müßten die Fähigkeit gehabt haben, mit Hilfe des Sonnenlichts oder der Sonnenwärme aus totem Baustoff lebendige Masse zu schaffen, nicht mit Hilfe eines Blattgrüns, denn das ist ein viel zu verwickelter Stoff, sondern auf irgend eine andere unbekanntere Weise. Sie hatten natürlich die Fähigkeit, sich selbst zu erhalten, auch unter wechselnden Verhältnissen — denn das ist das Kennzeichen des Lebens — und damit besaßen sie die Kunst der Anpassung, und die Weiterentwicklung war nur eine notwendige Folge dieser Kunst, veranlaßt durch den stetigen Wechsel der Kräfte der Außenwelt. Auch auf anderen

Planeten wird das Leben bis zur Umgestaltung in die höchsten Formen Jahrmillionen gebraucht haben. Und wenn es dort „menschenartige“ Wesen gäbe, was könnten wir von ihnen wissen? Sicher lebten sie nicht im Wasser. Denn im Wasser kann sich keine Einsicht entwickeln. Die Lebensführung ist zu leicht. Nahrung und Sauerstoff sind im Überfluß vorhanden. Selbst die schwächsten und am einfachsten organisierten Tiere finden hier ihr Auskommen. Die Verhältnisse sind zu einfach, zu wenig dem Wechsel unterworfen. Hier ist keine Vielseitigkeit, die zur Auswahl veranlaßt. Die Bewegungsorgane sind kümmerlich ausgebildet, die Sinnesorgane mangelhaft entwickelt, die Stimmorgane fehlen. Die Wassertiere treten nicht miteinander in Verkehr, nicht einmal in eheliches Verhältnis, sie kommen auch nicht zum Wettbewerb miteinander. Das gibt keine menschenähnlichen Wesen! Im Wasser können sie nicht gesucht werden! Also auf dem Lande! Können wir erwarten, daß jene Bewohner fremder Himmelskörper selbst mit der Gabe bedacht sind, vielleicht durch besondere Ausbildung der Haut, die Sonnenenergie für ihre Lebensführung auszunutzen und aus den Stoffen der Umwelt sich Nahrung zusammenzubauen? Sicher nicht! Sie müßten ja dauernd im Sonnenlicht sich aufhalten, bodenständig und selbsthaft sein, wie die Pflanzen. Dann bräuchten sie keinen Schritt zu tun, um sich ihre Nahrung zu verschaffen, bräuchten keinen Verstand und keine Werkzeuge. Um Vernunft zu entwickeln, dazu ist nötig, daß Nahrung mit Mühe gewonnen wird, mit List und Scharfsinn. Nicht das Schlaraffenland war auch auf jenem Planeten die Geburtsstätte eines Verstandeswesens, nicht aus einem goldenen Zeitalter oder Paradiese gingen sie hervor, sondern durch die harte Schule der Not führte auch dort der Weg. Die Nahrungsbeschaffung aus den toten Planetenstoffen mußte auf einem anderen Planeten auch Sache „niederer“ Wesen, Tiere oder Pflanzen sein. Befreit von diesem nüchternen Geschäft wird auch der „Mensch“ jener Welten — wenn es einen gibt — sich zur Höhe entwickelt haben, inmitten einer Lebensgemeinschaft mit anderen Geschöpfen. Wie er aussieht, wir wissen es nicht. Nur das können wir mit Gewißheit behaupten, daß er — wenn er da ist — auf dem Lande lebt, aus vielen Zellen gebaut, und in seinem Innern einen Kreislauf einer nährenden, sauerstoffhaltigen Flüssigkeit hat. Da er sich auf dem Lande bewegt, bewegen muß, um Nahrung zu gewinnen, hat er ein Vorn und Hinten und Rechts und Links. Er hat dann auch wohl Sinnesorgane, die ihn warnen. Es ist möglich, daß die Augen bei genau denselben

Lichtverhältnissen von denselben Wellenlängen wie auf der Erde denselben Bau haben wie hier. Bei jeder anderen Lichtversorgung durch ihre Sonne sind die Augen ganz anders, wird auch das Sehen verändert. Möglich auch, daß unsere fernen Genossen nur ein Auge haben, oder auch drei oder vier. Das hängt von ihrer Vorgeschichte und den Lebensnöten der Ahnen ab. Die Ohren, wenn überhaupt vorhanden, sind in ihrem Bau ganz abhängig von dem Druck der Luft, der wechselnd ist nach der Masse des Planeten. Ob die „Men-

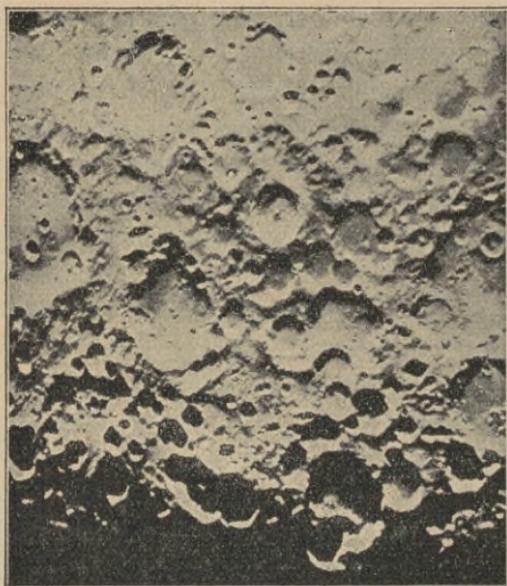


Abb. 14. Oberfläche des Mondes

schen“ dort aufrecht gehen? Jedenfalls ist der „Kopf“ mit den Augen hoch aufgerichtet, um einen weiten Horizont zu überschauen. Aber ob unser Freund zweibeinig oder vier- oder gar sechsbeinig einherwandelt, wer will das wissen? Sicher muß er ein handähnliches, natürliches Werkzeug an sich tragen, denn ohne ein solches könnte er weder ein künstliches Werkzeug erzeugen noch irgendein Hilfsmittel, mit dem er sich außerkörperliche Anpassungen schafft. Ob das eine

Hand ist? Es könnten ja schließlich auch bewegliche Saugröhren sein, wie bei dem Elefanten der Rüssel, oder Arme mit Saugnäpfen, wie bei den Tintenfischen. Auch das dürfen wir wohl von unserem fernen Genossen vermuten, daß er eine gleichbleibende innere Wärme hat, denn wie soll ohne diese sich geistiges Leben entwickeln? Wenn bei sinkender Außenwärme der ganze Lebensbetrieb stillgelegt wird? Freilich würde, die Eigenwärme nur nötig sein bei Schwankungen der Außenwärme. Aber diese sind nun einmal da. Es sei denn, daß man annimmt, daß der „Mensch“ auf einem Planeten mit senkrechter Achsenstellung lebte, ohne Jahreszeiten mit stets gleichbleibender Wärme. Aber dann könnte er nicht die Pole, ja nicht einmal eine entfernte Gegend bereisen, also auch den Planeten nicht beherrschen — ja, gäbe es dann überhaupt ein geistig hochstehendes Wesen?

Genug der Theorie! Laßt uns Umschau halten auf anderen Himmelskugeln. Zunächst auf unseren Nachbarn, von denen wir noch am meisten wissen!

Kein Himmelskörper ist der Erde so nahe wie der Mond. Er ist nur 380 000 Kilometer von der Erde entfernt. Das ist astronomisch überhaupt kein nennenswerter Abstand. Der uns nächste

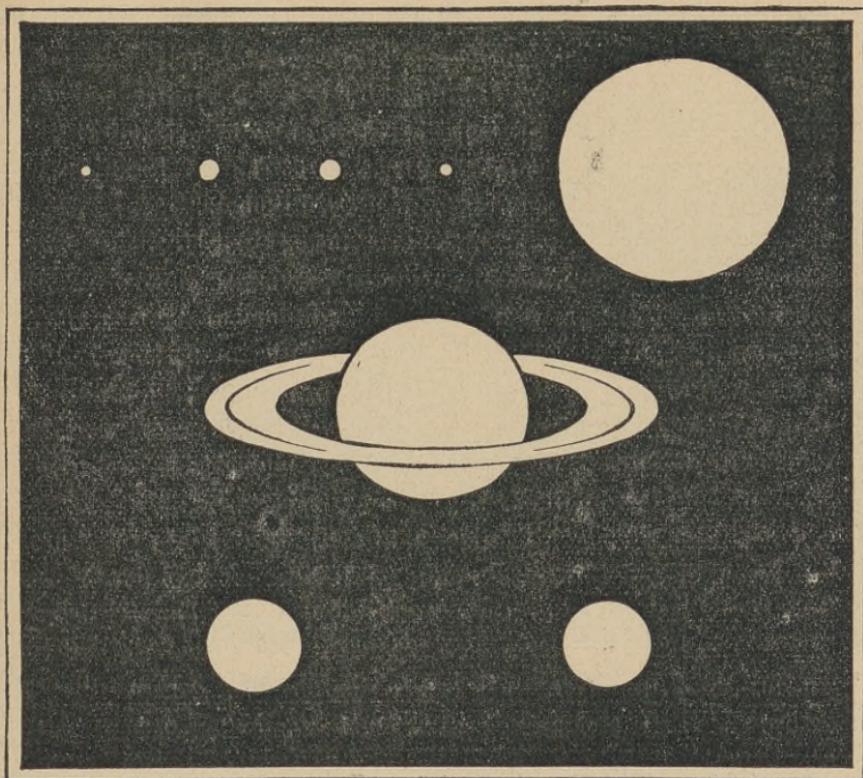


Abb. 15. Größenverhältnisse der Planeten im Sonnensystem, oben Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, in der Mitte Saturn, unten Uranus und Neptun

Planet, die Venus, ist, wenn sie uns auf ihrer Bahn am nächsten kommt, immer noch hundertmal weiter entfernt. Der Mond war immer ein verhätschelter Liebling des Volkes. Sage und Märchen haben sich mit ihm beschäftigt; der Mann im Monde war eine Figur, an deren Wirklichkeit frühere Geschlechter ernsthaft glaubten. Heute sind wir so weit, dank unseren vorzüglichen Fernrohren, daß wir die Mondoberfläche genauer kennen als manche Gebiete unserer Erde, wie etwa das Land um den Südpol. Wir können noch Geländever-schiedenheiten von 100 bis 200 Metern erkennen. Die

Mondkarte, die man angefertigt hat, zeigt uns Bergketten, Krater und Ringberge (Abb. 14). Die höchsten Berge sind 8000 Meter hoch. Nichts von irgendwelchen Wohnstätten, von Wäldern oder Pflanzenwuchs, oder auch von Spuren früheren Lebens! Mit einer staunenswerten Klarheit zeigt sich die Mondoberfläche dem bewaffneten Auge. Warum? Weil es auf dem Monde keinen Tropfen Wasser gibt, keine Wolken und keinen Regen. Staub fehlt vollständig. Wohin die Sonne scheint, ist alles grell beleuchtet, im Schatten ist alles hart und schwarz. Jede Spur einer Lufthülle fehlt. Da der Mond der Erde immer dieselbe Seite zukehrt und in 28 Tagen um die Erde kreist,

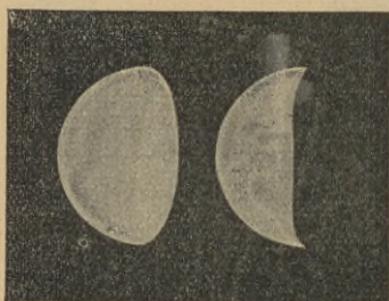


Abb. 16. Merkur

Zeigt ausgeprägte Phasen, wie der Mond

150° berechnet, während in der langen Nacht die Temperatur auf etwa — 250° sinkt. Das sind Wärmegegensätze, die jedes Leben unmöglich machen. Wohl hat ursprünglich der Mond auf seiner Oberfläche Wasser und Luft besessen, aber beides ist entschwunden, da es von der geringen Anziehung nicht gehalten werden konnte. Der Mond ist völlig erstarrt, aus seinem Innern entweichen keine Dämpfe und Gase, strömt keine Lava mehr zur Oberfläche. Schweigender, eisiger Tod!

Suchen wir weiter! Unser Weg ist vorgezeichnet. Wir halten Umschau unter den Genossen unserer Erde, die ihre Bahnen um die Sonne ziehen (Abb. 15). Die äußeren Planeten, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, sind gewaltig glühende Massen, die keine feste Kruste besitzen — also auch kein Leben tragen. Bei ihrer großen Entfernung von der Sonne empfangen sie so wenig Licht und Wärme, daß sie auch später, wenn sie abgekühlt sind, nicht als Wohnstätten des Lebens in Frage kommen. Sie scheiden ohne weiteres aus. Die inneren Planeten, Merkur, Venus, Erde und Mars, haben eine feste Rinde. Die erste Vorbedingung einer Wohnstätte des Lebens ist also erfüllt. Sollten sie wirklich alle bewohnt sein? Betrachten wir sie. Merkur (Abb. 16), der innerste der Planeten, der Sonne am nächsten,

vollendet seine Bahn um die Sonne schon in 88 Tagen und dreht dabei der Sonne immer dieselbe Seite zu. Diese Seite ist also immer von der Sonne bestrahlt, die andere stets dem eisigen Weltraum zugewandt. Das bedeutet, daß Merkur keine Lufthülle haben kann. Die kalte Seite würde alle Luft zu sich herüberziehen und verdichten. Obendrein ist der Planet auch so klein, daß seine Anziehung einen Luftmantel überhaupt nicht an sich fesseln kann. Merkur ist eine tote Steinwüste wie der Mond.

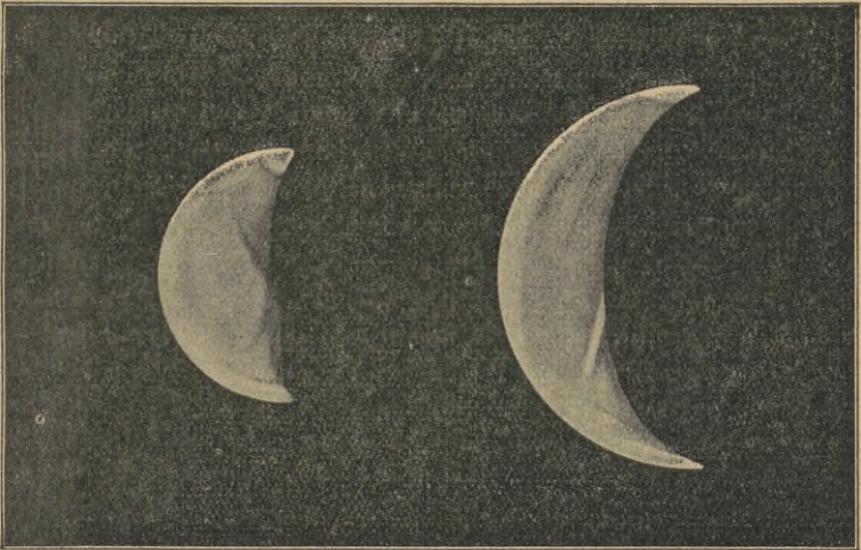


Abb. 17. Phasen des Planeten Venus
(Nach Halley)

Venus, der glänzende Abendstern mit seinem ruhigen, weißen Licht, ist der hellste aller Sterne, so hell, daß man ihn schon am Tage erkennen kann (Abb. 17). Und doch weiß man, daß Venus ein „dunkler“ Stern ist, mit einer wenn auch vielleicht noch dünnen Kruste. Das Licht ist von der Sonne geborgt. Daß der Stern so glänzend schimmert, rührt daher, daß er einen dichten Luftmantel hat mit sehr viel Wasserdampf, der drei Viertel des grell auffallenden Sonnenlichts zurückwirft. Man hat früher geglaubt, daß auch Venus der Sonne immer dieselbe Seite zukehre. Man kann das mit den in das Weltall spähenden Fernrohren nicht entscheiden, aber das Vorhandensein von dichten Wolken, also einem Luftmantel, spricht dagegen. Man muß annehmen, daß der Planet sich um seine Achse dreht, vielleicht so rasch wie die Erde. Die Durchschnittswärme auf dem Planeten berechnet Arrhenius zu etwa $+ 40^{\circ}$ C. Wegen

der Sonnennähe ist eben die Hitze so groß. Der dichte Wolkenmantel ist ein starker Schutz gegen zu heftige Sonneneinstrahlung, aber auch gegen Wärmeverlust in der Nacht. Wie sich unter dieser Wolkendecke die Temperaturen an verschiedenen Punkten der Oberfläche verhalten, wissen wir nicht, besonders da wir nicht die Neigung der Planetenachse während ihres Sonnenumlaufes kennen, den sie in 225 Erdentagen vollendet. Wahrscheinlich hat die Venus das Wasser in Meeren und Sümpfen auf der Oberfläche gesammelt. Vielleicht ist die Kruste dieses Planeten noch dünn, so daß das glühende Innere sich oft in gewaltigen Ausbrüchen entlädt. Man weiß das nicht. Man hat aber Grund anzunehmen, da der Wasserdampf in der Luft stark ausgleichend wirkt, daß das Klima ein üppig feuchtwarmes Tropenklima ist, ohne nennenswerten Wechsel der Temperatur zwischen Pol und Äquator, zwischen Sommer und Winter und Tag und Nacht. Unter solchen Verhältnissen wäre ein Leben auf diesem Planeten nicht unmöglich. Kein „höheres“ Leben. Vielleicht — wenn das Leben dort einen ähnlichen Entwicklungsgang nimmt wie auf der Erde — Pflanzen in üppiger Fülle und „niedere“ Tiere. In diesem vor Nässe triefenden feuchtwarmen Klima gibt's keine Nahrungs- und keine Kältesorgen. Intelligenz, Klugheit, List zur Erlangung von Nahrung wäre unnötig. Keine natürliche Kälteanpassung durch Schaffung einer Eigenwärme, erst recht keine künstliche durch Kleidung und Wohnung. Einen „Menschen“ oder ein ähnliches höheres Wesen hier zu suchen, wäre vergebliches Beginnen. Man hält Venus für einen jungen Planeten, etwa vergleichbar mit unserer Erde in ihren Jugendtagen. Aber — sollte unter diesem Wolkenhimmel mit ewig gleicher Tropenwärme sich überhaupt jemals eine Entwicklung zu einem verstandesbegabten Wesen vollziehen können? Schwerlich, denn wodurch sollte der Verstand geweckt werden? Vielleicht, wenn der Planet in ein gefetzteres Alter gekommen? Wir müssen annehmen, daß seine Luft dann wasserärmer geworden, daß Wasser durch Verwitterung verbraucht, oder als Wasserdampf in den Weltenraum entwichen ist, denn die Venus ist kleiner als unsere Erde und hat geringere Masse. Dann aber würde bei der großen Nähe der Sonne und der starken Überwärmung wahrscheinlich auch wohl kein „höheres Leben“ sich ausbilden können. Freilich — das ist Vermutung.

Bleibt der Mars. Mars! Kein Planet ist so eingehend Gegenstand ernsthafter Forschung gewesen wie er, über keinen ist so viel geschrieben und — phantasiert, keiner erfreut sich in weitesten

Kreisen einer solchen Beliebtheit wie dieser rotstrahlende „kriegerische“ Planet. Daß er von einsichtigen höheren Wesen bewohnt ist, gilt in „gebildeten“ Kreisen schon als Selbstverständlichkeit. Wer nicht daran glaubt, wird fast als rückständig angesehen. Hat man denn nicht von den Marskanälen gehört, die der treffliche italienische Astronom Schiaparelli auffand, jenen langen, schnurgeraden, über große Teile des Planeten laufenden, nebartig sich kreuzenden Linien, die so mathematisch gerade angeordnet sind, daß nur Vernunftbegabte sie haben anlegen können? Können sie etwas anderes sein als Bewässerungsanlagen von — für uns Menschen — unerhörter kühner Technik, die von einer der unsrigen weit überlegenen Verstandesentwicklung zeugen? Mit Eifer wurde — auf Grund dieser Auffassung — die Ansicht von der Besiedelung des Mars mit klugen Bewohnern besonders von dem Franzosen Camille Flammarion und dem Amerikaner Percival Lowell verfochten, also von astronomischen Sachmännern ersten Ranges.

Eine Hochflut von spannenden Marsromanen und Marserzählungen ergoß sich über den Bühnenmarkt, die meisten läppisch und dumm. Aus ihnen ragt turmhoch der wundervolle Roman von Kurd Laßwitz: „Auf zwei Planeten“, der in geistreicher, fesselnder und wissenschaftlich nicht gerade unmöglicher Form uns die Martier vorführt. — Es gab Menschen, die mit Spannung auf einen Besuch von „drüben“ warteten. Preise wurden ausgesetzt für die erste gelungene Verständigung mit den Marsbewohnern. Riesensummen wurden zur Verfügung gestellt für die Einrichtung von Signalanlagen. Amerikanische Forscher wollten Lichtzeichen auf dem Mars haben aufblitzen sehen. Andere deuteten das plötzliche Auftauchen der riesenhaften Kanäle — in wenigen Stunden, als Zeichen eines Annäherungsversuchs. Marconi wollte aus dem Weltenraum drahtlose — leider unentzifferbare — Mitteilungen erhalten haben, von denen er annahm, daß sie vom Mars stammten.

Bei solchem „Marsrummel“ tut es gut, mit kühlem Kopf, nüchternem Verstand und offenen Augen an die Frage der Bewohnbarkeit des Mars heranzugehen. Die Frage ist eine biologische. Der Lebensforscher kann zu einem Ergebnis aber nur kommen, wenn er alle Angaben berücksichtigt, die ihm Astronomie und Astrophysik liefert.

Wir wissen vom Mars allerhand*) (Abb. 18). Er ist bedeutend

*) Siehe Kosmosbändchen von Rob. Henseling, „Mars, seine Rätsel und seine Geschichte“.

kleiner als die Erde. Sein Durchmesser ist rund halb so groß. Auch seine „Dichte“, sein spezifisches Gewicht, ist geringer als die der Erde, nur $\frac{7}{10}$ der Erddichte. Daraus folgt, daß die Anziehung auf der Oberfläche des Mars nur $\frac{1}{3}$ von der auf der Erdoberfläche wirkenden beträgt, daß also alle Gegenstände dort dreimal leichter sind als hier. Mars hat wie die Erde eine erstarrte Kruste, ist also ein dunkler Stern, der Licht und Wärme von der Sonne erhält. Von seiner Sonne, die auch die unsere ist. Er dreht sich um seine Achse, so daß er rundherum von der Sonne beschienen wird. Er hat also wie die Erde auch Tag und Nacht, nur braucht er zu einer Umdrehung etwas mehr als die Erde, nämlich 24 Stunden und 37 Minuten. Seine

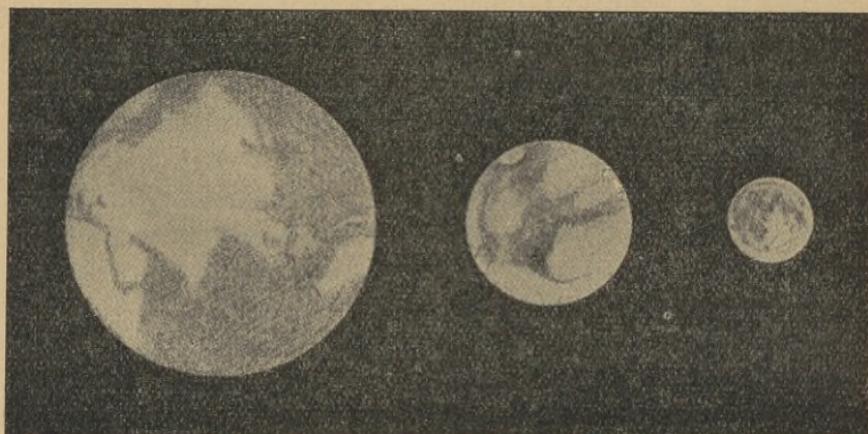


Abb. 18. Größenverhältnisse von Erde, Mars und Mond
(Aus Hensjeling, Mars)

mittlere Entfernung von der Sonne ist 226 Millionen Kilometer (Erde 149,5). Da er anderthalbmal so weit entfernt ist, erhält jeder Punkt seiner Oberfläche $2\frac{1}{4}$ mal weniger Licht und Wärme von der Sonne als ein Punkt der Erde. Die „jährliche“ Bahn um die Sonne durchläuft er in 687 Tagen, eine Bahn, die mehr vom Kreise abweicht, elliptischer ist als die Jahresbahn der Erde. Dabei steht die Marsachse in einem Winkel von 25° zur Sonnenbahn geneigt (Erde $23\frac{1}{2}^\circ$). Der Mars hat also auch Jahreszeiten. Bei seinem Sonnenlauf dreht er — wie die Erde — der Sonne abwechselnd, d. h. in mars-halbjährlichem Wechsel, den Nord- und Südpol zu, und danach hat der Nord- oder Südpol seinen Sommer. Aber das Winterhalbjahr seiner Nordhälfte dauert 306, das Sommerhalbjahr 381 Tage. An dieser Ungleichheit ist die stark in die Länge gezogene Sonnenbahn schuld (Abb. 19).

In Sonnennähe wird der Planet — als Ganzes genommen — wesentlich stärker erwärmt, so daß der an sich schon kürzere Winter der Nordhälfte gemildert wird. Der Sommer dieser nördlichen Mars-hälfte ist lang und kühl. Die jahreszeitlichen Wärmegegensätze dieser nördlichen Hälfte sind also nicht allzu groß. Die Südhalbkugel hat kürzeren, heißen Sommer und langen, strengen Winter.

Während des Marswinters ist der von Winterfrost gekältete Pol mit einer glänzendweißen Haube bedeckt. Diese schneeweißen

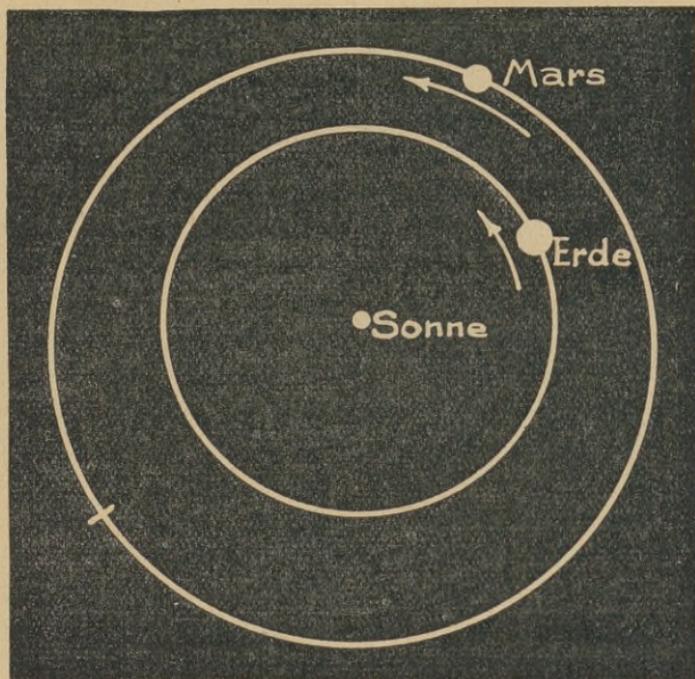


Abb. 19. Bahnen von Erde und Mars um die Sonne

Polkappen werden kleiner, je weiter die Sommerszeit für den betreffenden Pol vorrückt (Abb. 20). Nur der Fleck am Südpol verschwindet manchmal vollständig, der am Nordpol nicht. Die Sommerwärme am Südpol muß also zur dortigen Hochsommerzeit über dem Gefrierpunkt des Wassers liegen. Natürlich handelt es sich bei den weißen Polkappen um Schnee und Eisbildung (Abb. 21). (Die gelegentlich geäußerte Annahme, daß es sich um Kohlen Säure handeln könne, ist irrig, da zur Bildung und Erhaltung von fester Kohlen Säure ein großer Druck nötig ist, der aber auf dem Mars nicht ist.) Wenn irgend jemand von irgendwo draußen im Weltall sich die Erde mit einem großen Fernrohr betrachten könnte, so würde er genau solche

Polkappen erkennen, nur bei weitem nicht so ausgedehnt, und sie verschwinden im Sommer nicht. Das ist eine merkwürdige Sache. Wenn die Sonnenstrahlung auf dem Mars $2\frac{1}{4}$ mal geringer ist als auf der Erde (Atmosphäreneinfluß unberücksichtigt), dann sollte man doch annehmen, daß die Polvereisung auf dem Mars, die zuweilen in Winterszeit bis zum Äquator hinübergreift, so ungeheuerlich stark sein müßte, daß das Eis im Sommer nicht mehr forttauen könnte. Wenn die für irdische Begriffe recht ungemütlich kalte Sommerwärme des Mars es trotzdem fortlockt, dann gibt's dafür nur die eine Er-

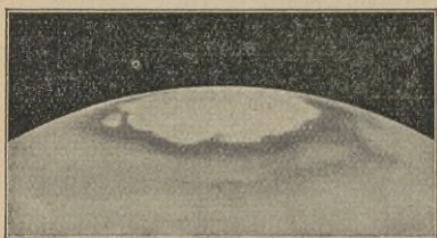


Abb. 20. Südpolarfleck des Mars
am 1. und 3. September 1877
(Nach Green)

klärung, daß es sich gar nicht um eine — unseren irdischen Verhältnissen zu vergleichende — Eisbildung handeln kann. Nicht einmal um dicke Schneefelder. Das ist ein ganz dünner, zarter Hauch von Reif! In der Tat, so wenig Wasser hat die Luft des Mars, daß es gar nicht zu ausgedehnten Niederschlägen kommen kann. Aus langwierigen Messungen von Campell kann man schließen, daß sehr wenig Wasserdampf in der Marsluft vorkommt, höchstens 0,4 Gramm im Kubikmeter (nach Arrhenius).

Der Wassergehalt der Luft auf unserer Erde ist sehr wechselnd, aber erheblich größer. Er kann bei 0° 4,9 Gramm, bei 30° 30,1 Gramm betragen. Nur in einem sehr trockenen Wüstenklima können diese Zahlen bis auf ein Drittel absinken. Ob wenig, oder viel — Mars hat Wasserdampf in der Luft. Er hat also einen Luftmantel. Das ist für uns sehr wertvoll zu wissen. Das ließ sich auch schon aus gewissen Beugungserscheinungen des Lichtes vermuten. Es geht auch daraus hervor, daß man oft gelbrote Trübungen über dem Mars hat hinwegziehen sehen, die man nur als Wirkung von Winden auffassen kann. Wind aber ist nichts anderes als bewegte Luft. Aber diese Luftpille ist außerordentlich dünn, nur wenig dichter als die des Merkur. Der Luftdruck auf der Marsoberfläche wird von Lowell auf 64 Millimeter geschätzt, also auf $\frac{1}{12}$ des irdischen Luftdrucks. Dieser niedrige Luftdruck begünstigt außerordentlich die Verdampfung des Schnees und die Ver-

donstung von Wasser, wenn Wasser in Ozeanen oder Seen vorkommen sollte. Alles vorhandene und verfügbare Wasser müßte — wenigstens im Marshochsommer — in die Luft entweichen. Da also die Marsluft, trotz ihrer „Dünne“, so wasserarm ist, so ist eben nicht mehr verfügbares Wasser da, also gibt's dort auch kein fließendes oder stehendes Wasser. Es ist eben nicht mehr da! Die Luft ist klar, so klar, daß man die Oberfläche des Mars gut übersehen kann, wenn nicht gerade Stürme mit gelbrottem Staub das Bild

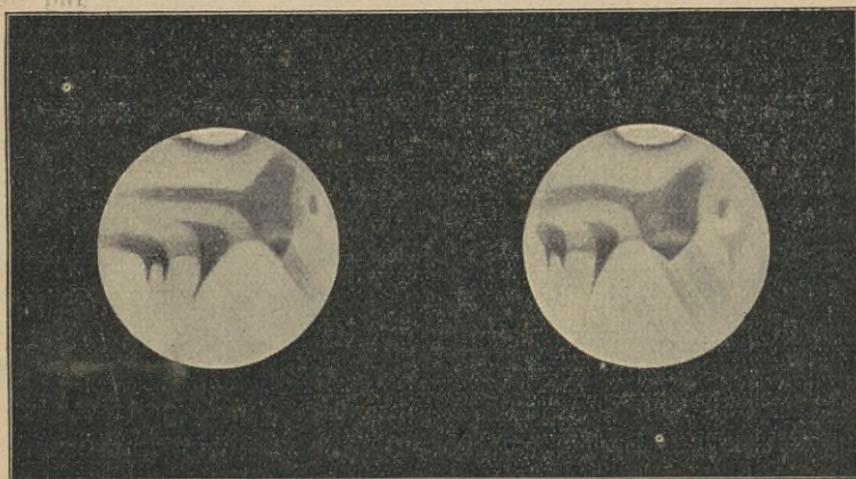


Abb. 21. Drehung der Marskugel im Verlauf von $1\frac{1}{2}$ Stunden am 17. August 1892 (Nach Keeler)

verschleiern. Wolken kommen vor, aber nur sehr spärlich, kaum angedeutet, und sehr selten.

Es ist zu begreifen, daß die Lufthülle des Mars so dünn ist. Mars könnte als kleiner Himmelskörper wegen der geringen Anziehung die gasige Hülle nicht genügend festhalten. Sie ist bis auf die geringen Überbleibsel in den Weltraum ausgerissen. Wie mag der spärliche Rest beschaffen sein? Wahrscheinlich enthält er Kohlensäure. Die Luft eines jeden Planeten enthält unter anderen Gasen immer Kohlensäure. Mars ist — kosmogonisch gesprochen — älter als unsere Erde. Er hat eine stärkere Abkühlung erfahren und eine dickere Kruste. Je dicker aber die Kruste, desto langsamer erfolgt die Abkühlung des Innern, desto spärlicher wird der Zufluß von Wasser und Kohlensäure (und der anderen Gase) in die Luft. Zuletzt, wenn durch die Verkrustung der Oberfläche die Ventile immer mehr geschlossen werden, hört die Zufuhr auf. Der vorhandene Bestand bleibt noch eine Zeitlang in der Luft. Langsam wird die Kohlensäure

und das Wasser auf der Oberfläche verbraucht zur Verwitterung der Gesteine, und das Wasser verdunstet immer mehr in den Weltenraum. — Der ausgezeichnete amerikanische Forscher Slipher hat auf dem Mars spektroskopisch auch Sauerstoff festgestellt. Ob Stickstoff in seiner Luft vorkommt, wissen wir nicht. Jedenfalls ist sicher, daß Wasserstoff oder ein anderes leichtes Gas keinen Bestandteil seiner Atmosphäre bildet.

Man kann sich danach ein ungefähres Bild von dem Klima machen, das auf dem Mars herrscht. Unter Berücksichtigung der Wärmeeinstrahlung, der vermutlichen Ausstrahlung, der Aufsaugung durch den Luftmantel hat man berechnet, daß die Mitteltemperatur im Jahresdurchschnitt auf dem Mars im ganzen etwa -17° beträgt, und zwar verteilt sich (nach Köppen) der mittlere Jahresdurchschnitt auf die einzelnen Breiten etwa so:*)

Breite:	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Temperatur:	-3°	-4°	-7°	-12°	-18°	-27°	-38°	-41°	-51°	-52°

Selbst am Äquator herrschen, da -3° das Mittel ist, „sibirische“ Temperaturen (Tobolsk hat ein Jahresmittel von 0°). Da der Mars ein sehr trockenes Klima hat, beträgt der Unterschied zwischen Tag und Nacht 30° C und mehr. Am Mittag kann die Temperatur über dem Äquator im Hochsommer über 0° steigen. Wenn irgendwelches Leben den Mars krönen soll, dann muß wenigstens ein Teil der Geschöpfe die Fähigkeit haben, die Sonnenenergie zu nutzen, um sie dem Leben dienstbar zu machen, wie es auf Erden die Pflanzen tun. Es brauchen ja nicht gerade „Pflanzen“ zu sein mit dem feinen Apparat des Blattgrüns, aber doch feststehende Wesen (da im Wasser frei treibende wegen des Fehlens freier Wasserflächen nicht in Frage kämen). Diese Wesen müßten in so ungeheurer Fülle vorkommen, daß ihre Arbeit im Dienste des Lebens auch die Eigenschaften des Planeten und seiner Lufthülle beeinflussten. Auf Erden entstand der erste freie Sauerstoff in der Luft, als die Erdkruste sich gebildet hatte, vermutlich zuerst in geringen Mengen auf kosmisch-chemischem Wege infolge der Spaltung des in der Luft schwebenden Wasserdampfes durch die Sonnenstrahlen. Soviel, um den ersten Lebewesen zu genügen. Vielleicht waren dazu Jahrtausende nötig. Gehäuft wurde dieser Sauerstoffvorrat durch die Tätigkeit der Pflanzen und in seinem Bestand immer wieder aufgefüllt und ergänzt. Heute sind wir in unserer Sauerstoffversorgung auf der Erde ganz auf die freundliche Hilfe der

*) Die neuesten Untersuchungen (1924 von Pettit und Nicholson, Coblenz und Sampland) bestätigen diese Zahlen in überraschender Weise.

Pflanzen angewiesen. Auf dem Mars gibt es nicht eine solche Pflanzenfülle, daß sie in entscheidender Menge Sauerstoff für eine große Lebensgemeinschaft durch ihre Tätigkeit bereitstellen könnte. Ja, es gibt wohl überhaupt keine Pflanzen. Denn es fehlt das Wichtigste zu dieser Lebensarbeit, das Wasser. Wasser in überquellenden Mengen, allgegenwärtiges Wasser, das überall zur Verfügung steht. Also keine Pflanzen, keine Verarbeiter des Sonnenlichts! Aber ohne diese Wegbereiter des Lebens ist höheres Leben undenkbar. Ja, ohne Wasser gibt's überhaupt kein Leben!

Aber die Kanäle! Das periodische Auftreten dieser geradlinigen Kanäle gerade zur Sommerszeit, zur Zeit der Schneeschmelze, soll ja eben ein Zeichen und Beweis dafür sein, daß auch heute noch der Mars bewohnt ist, und zwar von technisch hochgebildeten „Menschen“, die das gewaltige Kanalsystem geschaffen haben, um das trockene und ausgedörrte Wüstenland zu bewässern. Aber sind denn die Kanäle „Kanäle“? Es ist lange gestritten worden, ob sie nicht überhaupt optische Täuschungen sind. Der französische Forscher Antoniadi hält die ganzen Kanäle mit ihrer geometrisch-regelmäßigen Linienführung für eine Illusion. Er sieht darin ein Gewirr verschieden geformter Flecke, die nur in besonderen großen Hauptzügen angeordnet sind und als Kanäle erscheinen. Aber, wie sie auch aufzufassen sind, sie sind da. Indessen, wasserführende Kanäle sind sie nicht, weil eben auf dem Mars bei der großen Kälte und der geringen Dichte der Luft kein freies Wasser fließen kann. Auch im Hochsommer nicht. Damit fällt das Kanalnetz, fällt auch die Annahme von hochbegabten Marsbewohnern, die diese Wunderwerke der Technik geschaffen (Abb. 22).

Der geistreiche Arrhenius hält sie für Verwerfungsspalten, mit Salzen und Sand gefüllt, die gelegentlich einmal bei der Schneeschmelze feucht werden und das merkwürdige Liniennetz bilden können.

Leben gibt's auf dem Mars nicht mehr. Überhaupt keines! Möglich, daß Mars früher Leben getragen hat. Warum nicht? Er war sicher in seinen jungen Tagen auch einmal reich an Wasser. Und er hatte einstmals einen Luftmantel, der die bei der geringen Sonnenbestrahlung kärglich zugemessene Wärme dem Planeten erhielt. Möglich — wenn auch wenig wahrscheinlich —, daß auch auf dem Mars das Leben in jahrmillionenlanger Entwicklung zu einem Wesen gekommen ist, das sich, wie der Erdenmensch, seine Umwelt selbst formte. Wenn es so war, dann ist es lange her.

Freilich — man könnte eines einwenden. Zugegeben, daß es auf dem Mars keine Pflanzen gibt, oder andere Wesen, die die Sonnenenergie zugunsten der lebendigen Mitwelt ausnützen. Das gilt für den Mars von heute. Aber wenn man zugeben muß, daß die Möglichkeit zum Leben früher bestanden haben kann, und daß auch „Marsmenschen“ entstanden sein können — ist es denn nicht möglich, daß diese Marsbewohner unter dem steigenden Druck der Not sich

entwickelt haben zu einer Höhe, von der wir Erdmenschen keine Ahnung haben? Daß sie gelernt, die Naturkräfte in einem Maße zu beherrschen, das alle menschliche Vorstellung überschreitet? Während alle anderen lebenden Wesen in Kälte und Hunger zugrunde gingen, blieben sie als einzige Lebensgenießer übrig dank ihrer großartigen Erfindungen? Vielleicht leben die Marsbewohner heute noch auf ihrem Planeten, etwa in unterirdischen Städten, um der

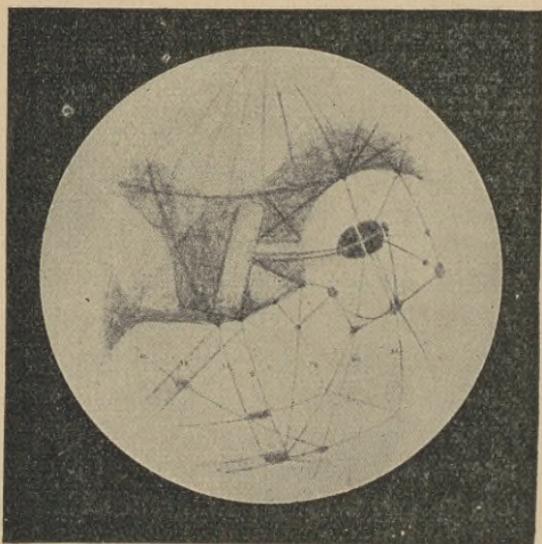


Abb. 22. Mars mit „Kanalsystem“
nach P. Lowell (1895)
(Aus Henjeling, Mars)

Kälte zu entgehen? Könnte der Marsmensch nicht auch die Ernährungsfrage von Grund auf gelöst haben? Sollte er nicht den Pflanzen ihre Kunst abgesehen haben, die Sonnenkraft für seine Lebensführung zu verwerten? Was die Pflanze auf Erden tut, das ist doch, daß sie aus der Kohlensäure der Luft Zucker und Stärke, und aus diesen Stoffen unter Heranziehung des Stickstoffs Eiweißstoffe aufbaut. Das ist zwar für unsere Begriffe ein gewaltiges chemisches Kunststück; aber technisch unmöglich wäre es nicht, das nachzumachen. Unsere Chemiker sind der Überzeugung, daß es auch uns einmal gelingen wird, vielleicht schon vor Ablauf von 100 Jahren, die gewünschten Baustoffe künstlich, ohne Mitwirkung der Pflanzen, zum Zweck der Menschnernährung darzustellen. Den zum Atmen nötigen Sauerstoff verständen die Marschemiker schließlich auch in genügenden Mengen aus der Kohlensäure für den Gebrauch ihrer Lebensgenossen

zu bereiten. Das alles wäre technisch denkbar. Ob ein solches künstlich galvanisiertes Leben in der Einsamkeit ohne die Gemeinschaft mit anderem Lebendigem lebenswert wäre, das ist eine Frage für sich. Jedenfalls wäre es ein steter Kampf mit der Sorge. Aber — geht es denn überhaupt? Woher beziehen die Marsmenschen die Rohstoffe? Die Kohlen säure, die immer knapper wird, wenn der ständige Zufluß aus dem Planeteninnern allmählich ausbleibt? Immerhin reicht sie für lange Zeit aus. Aber, die Hauptsache: woher die ungeheuren Mengen von Wasser, die nicht nur im Laboratorium zum Betriebe nötig wären, sondern für jeden einzelnen Bewohner ebenso reichlich zur Hand sein müssen wie für uns hier auf Erden? Sie sind nicht da! Damit fällt auch dieser letzte phantastische Einwand, den man zuweilen gegen die Unbewohnbarkeit des Mars ins Feld führt.

Es hilft nichts: Mars ist tot. Eine nackte, öde, von allem Lebendigem entblößte Wüste, auf der es Tag und Nacht und Sommer und Winter wird, über die gelegentlich heftige Stürme braungelbe Wolken von Wüstensand verwehen. Bis auch das aufhört. Bis der Planet, immer mehr erkaltend, eine so dicke Kruste trägt, daß die vielleicht noch vorhandenen Spalten, aus denen gelegentlich noch Gase aus dem Innern hochschossen, sich vollständig schließen. Bis Luft und Wasser bis auf den letzten Rest verschwunden sind. Dann hört jegliche Bewegung an der Oberfläche auf. Mit starrem, totem Antlitz — wie der Mond — zieht der abgestorbene Mars in schauriger Grabesruhe seine öde Ewigkeitsbahn weiter durch das Weltall.

Wir machen eine Pause, um zurückzublicken und uns von der Gedankenarbeit zu verschöpfen. Das ist also das Ergebnis unserer Umschau auf den Nachbarplaneten. Dürftig genug! Zwar gibt's noch im Kreise der Planeten an die tausend kleinere „Planetoiden“, Weltensplitter, wahrscheinlich Trümmer eines oder mehrerer zerfallener Himmelskugeln, aber sie sind so klein, daß sie als Lebens-träger überhaupt nicht in Betracht kommen. Kein Planet ist in unserem Sonnensystem, der verstandbegabte Bewohner trüge! Der Mars nun einmal gar nicht. Wenn Leben überhaupt heute irgendwo auf einem Planeten unserer Sonnen blühen soll, dann käme nur Venus in Frage. Und auch das ist noch zweifelhaft!

Wir sind enttäuscht! Die Erde, dieses winzige Weltenstäubchen, also doch bevorzugt in der Sonnenwelt? Sie der einzige Himmelskörper, der ein Menschengeschlecht herbergt? Wir haben das Ergebnis unserer Untersuchungen noch nicht zu Ende durchdacht.

Es gibt ja nicht nur dieses eine, unser Sonnensystem. Es gibt außer ihm noch Millionen anderer, Millionen ferner Welten mit Sonnen, Planeten und Monden. Vielleicht gäbe es — auf weltenfernen dunklen, abgekühlten Himmelskugeln, von denen niemals Kunde zu uns dringt — doch noch Lebensmöglichkeiten?

Wie war es doch? Zog nicht der Erdball Jahrmillionen geduldig seine Sonnenbahn, bevor Lebendiges in der allereinfachsten Form auf ihm sich niederließ? Der Mangel an Lebendigem auf einem Stern spricht also an sich noch nicht gegen Besiedlungsmöglichkeit überhaupt.

War nicht die Erde Jahrmillionen von Pflanzen und „niederem“ Getier bewohnt, bevor die Schöpfung gekrönt wurde mit dem Auftreten des Menschen? Erschien der Mensch nicht eben erst in allerletzter Minute auf der Erde, als unsere Erde schon nicht mehr in strahlender Jugendfrische prangte? Denn, täuschen wir uns nicht, unser Planet, der uns noch so vollkräftig und üppig erscheint, zeigt doch schon bedenkliche Altersspuren. Er wird weiter altern, und schließlich wird er — es mag noch viele, viele, viele Jahre dauern — wie alle Weltenkugeln austrocknen, erkalten, unbewohnbar werden und wird dann weiter Jahrmillionen einsam durch das Weltall rollen. Zulezt so kahl und starr wie der Mond!

Wo wir heute andere Planeten als unbelebt annehmen müssen, da mag es also sein, daß sie noch nicht reif sind zum Hüten von Lebendigem, oder daß sie nach einem prangenden Lebensjauchzen schon das letzte Lebendige zu Grabe getragen. Alles Leben auf einem Weltenkörper ist ja nur eine vorübergehende Erscheinung.

Warum sollten wir also nicht annehmen dürfen, daß viele Himmelskörper in einem kurzen Abschnitt ihres Ewigkeitsdaseins, in der Zeit ihres Erkalten, vorübergehend dem Leben bieten konnten, was es brauchte? Warum sollen wir nicht annehmen dürfen, daß auch die Sonnen, die jetzt noch in lodernder Glut leuchten und doch einmal erkalten werden, vor ihrem Absterben reif werden zum Leben, wenn sie von einer anderen Sonne Licht und Wärme erhalten? Auch Monde werden Wohnstätten des Lebens sein können. Warum nicht einmal in einem Abschnitt ihrer Entwicklung die Monde des Jupiter?

Da taucht ein Gedanke blitzartig auf. Ein Gedanke nur. Ein flüchtiger Einfall! Was ist das Weltall ohne Leben? Wäre es nicht doch denkbar, daß der ganze wunderbare Kosmos erst durch die Durchdringung mit Leben Sinn bekäme?

Leben und Kosmos

Wir haben stillschweigend angenommen, daß das Handwerkszeug des Lebens, das Werkzeug, mit dem es seinen Siegerwillen gegenüber den Anforderungen der Umwelt durchsetzt, auch auf fremden Planeten ein eiweißgebautes Protoplasma sei. Ohne diese Annahme wäre es uns unmöglich, auch nur das Allergeringste über die Bewohnbarkeit anderer Himmelskörper auszusagen. Das ist aber natürlich nur eine Annahme, kein Beweis dafür, daß es so sein muß. Gewiß, wenn wir wüßten, daß sich Lebenskeime von Stern zu Stern verbreiteten, dann wäre die stoffliche Grundlage des Lebens auf allen Himmelskörpern dieselbe, und wir bräuchten uns über andere Möglichkeiten den Kopf nicht zu zerbrechen. Wenn nun aber die Anhänger der Urzeugung recht hätten? Wenn das Leben auf vielen Sternen blühte und auf jedem Stern neu entstanden wäre? Sollte der Zufall, dem schon so viel vernünftiges Schaffen zugetraut wird, so gespielt haben, daß überall Eiweiß den Baustoff des Lebens bildete? Von vornherein wäre es wenig glaubhaft, daß dem Zufall, der bei der ersten Herstellung lebenden Eiweißes auf Erden eine so unglaublich glückliche Hand gehabt hätte, dieser seltene Treffer gewohnheitsmäßig überall glücken sollte. Wenn man dem Zufall schon eine schöpferische Rolle zuerkennen will, dann sollte man meinen, daß unter den besonderen Verhältnissen eines anders gearteten Himmelskörpers ganz andere chemische Stoffe zu einer Grundlage des Lebens sich zusammengefunden hätten. Überlegen wir! Leben kann nirgendwo anders betrieben werden als durch vielseitige chemische Vorgänge, die nebeneinander herlaufen und von dem „lebendigen“ Baustoff selbst geleitet und geregelt werden. Nur Kolloide, und zwar verwickelt zusammengesetzte Kolloide, sind imstande, einen solchen Baustoff zu stellen, nur diese sind empfindlich gegen die leisesten Eindrücke, chemisch leicht zerstörbar und — das ist eben Leben — sich im Nu wieder herstellend. Nur mit Hilfe von Kolloiden bringt das Leben es fertig, die vielen Vorgänge auch gleichzeitig ungestört nebeneinander ablaufen zu lassen und in feinsten Abstönung und Abstufung zu vollziehen. Was unser irdisches Eiweiß so besonders geeignet macht zum Sachwalter des Lebens, das ist sein Aufbau aus wenigen Elementen, die durch die Kunst der Pflanze aus unerschöpflichen Vorräten immer wieder herangeholt und neu zusammengesetzt werden können. Weiter, daß diese wenigen Elemente eine solche Millionenfülle scharf umrissener Ei-

weiße zu bauen erlauben, daß jedes Tier, jede Pflanze sein eigenes sich leisten kann. Ursache ist, daß der Mittelpunkt und Kern der Eiweißverbindungen der Kohlenstoff ist, dieses überall verbreitete, merkwürdige Element, das sich fast gleich gern mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff verbindet, ohne für eines dieser Elemente besondere Vorliebe zu zeigen. Nun also, wenn auf anderen Weltkörpern auch ein Kolloid Lebensträger sein soll, dann muß es sich — seine übrige Lebenseignung vorausgesetzt — auch leicht aus natürlichen Rohstoffen ersetzen lassen. Es mußte auch dort leicht zerfallend, leicht wieder aufbaubar sein, und eine große Vielheit chemischer Vorgänge ermöglichen. Muß das Hauptelement, um das sich alles gruppiert, dort auch Kohlenstoff sein? Nicht unbedingt. Es gibt allerdings unter allen Elementen nur eines, das eine den Kohlenstoffverbindungen vergleichbare Mannigfaltigkeit chemischen Geschehens zuließe. Das ist der Kieselstoff, das Silizium. Es ist sicher auf anderen Himmelskörpern zu finden, vielleicht auf allen. Und in ungeheurer Verbreitung. Unser Erdboden enthält Unmengen dieses Elements gebunden an Sauerstoff als Sand, Bergkristall, Quarz, Kiesel, Achat. Man hat versucht, dieses Element wie seinen berühmten Bruder, den Kohlenstoff, mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff zu vereinigen, gewissermaßen den Kohlenstoff der organischen Verbindungen durch Kieselstoff zu ersetzen. In der Tat haben einige Chemiker, in neuester Zeit besonders erfolgreich Stock und Kautsky, das fertig gebracht.*) Man hat sogar — genau wie beim Kohlenstoff — ringförmige Bindungen erreicht (Silogene), deren Abkömmlinge zu ausgesprochen farbigen Verbindungen führen. Aber die Bildung längerer Ketten, die die organischen Verbindungen so lebensgeeignet machen, sind nicht möglich, da die Vereinigung der Kieselstoffatome unter sich zu locker ist. Außerdem ist Kieselstoff nicht so unparteiisch wie Kohlenstoff, er bevorzugt den Sauerstoff in unerlaubter Weise. Mit Wasserstoff eine Verbindung einzugehen, hat er wenig Neigung, die Vereinigung wird sofort vom Sauerstoff gesprengt. Mit einem solchen Lebensstoff läßt sich die zum Leben nötige feine Abstufung chemischer Vorgänge nicht erreichen. Überhaupt wäre Lebensführung auf dieser chemischen Grundlage unmöglich. Es müßte ja Lebewesen geben, die die überall reichlich vorhandene Kieselsäure mit Hilfe einer von außen zuflutenden Sonnenenergie spalteten. Festsetzende, die von beiden, Licht und Kieselsäure, gleichzeitig berührt würden. Unmöglich wäre es ja

*) Nach dem Artikel „Siliziumchemie“ v. Dr. Hurwitz (Umschau 1925, 38)

schließlich nicht, was erfindet das Leben nicht alles! Die Rolle von Zucker und Stärke müßten schon „Kieselhydrate“ spielen, die mit Sauerstoff verbunden die Energie der Lebensleistungen lieferte. Und das Verbrennungsergebnis wäre nicht, wie hier, Kohlensäure, ein Gas, das ausgeatmet werden kann, und im Körperbetrieb noch wertvolle Arbeit leistet, sondern Kieselsäure — Quarz, Sand —, ein fester Stoff, den wir uns als chemisches Glied in der Kette des Kreislaufs gar nicht vorstellen können. Nein, Kieselstoff wäre für Aufbau und Betrieb des Lebens ganz unbrauchbarer Kohlenstoffersatz! Aber ist es nicht gesucht, solchen Möglichkeiten überhaupt nachzugehen? Wenn Leben irgendwo auf anderen Sternen zu finden ist, dann muß, mag die chemische Grundlage des Lebens sein, wie sie will, ein Luftmantel ihn umhüllen. Eine solche Atmosphäre enthielte mit Naturnotwendigkeit überall Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdampf. Diese Stoffe am ehesten. Alle anderen Stoffe wären ungewisser. Und wenn, was doch zweifellos ist, eine von außen einströmende Sonnenenergie zu Hilfe genommen werden muß, um aus den toten Stoffen des Planeten Kräfte zu gewinnen für den Dienst am Leben — dann sollte es dort anders sein wie hier auf Erden? Da doch die Bausteine des Eiweiß überall in greifbarer, handlicher Form bereit liegen und die Betriebsstoffe des Lebens aus allgegenwärtigen Stoffen in üppigster Fülle zu beschaffen sind? Nur für einen Stoff wie Eiweiß finden sich unerschöpfliche Rohstofflager auf jedem einzelnen Himmelskörper, für keinen anderen chemischen Baustoff. Das gibt uns einiges Recht, zu behaupten: Entweder gibt es Leben auf fernen Planeten, dann ist seine Grundlage Eiweiß, oder wir müssen verzichten, dort Leben zu finden. Mag das erste lebendige Eiweiß nun von außen auf den Himmelskörper geschneit oder durch Urzeugung entstanden sein. Ist aber der Baustoff auf allen Wohnstätten des Lebens derselbe, dann muß der Ablauf des Lebens grundsätzlich auch in derselben Art vor sich gehen: durch Kohlensäurespaltung unter Aufwand von Sonnenkraft. Dann muß sich auch die Welt des Lebendigen überall in derselben Weise entfalten wie hier auf Erden, durch Selbsterhaltung, ausgleichende Regelung, schlagfertige Überwindung von Schwierigkeiten, zweckentsprechende Bildung von Organen und Leibesgestalt. Das aber ist Anpassung und fortschreitende Entwicklung.

Im Jahre 1914 schrieb der amerikanische Professor Lawrence E. Henderson ein Buch mit dem Titel: „Die Umwelt des Lebens, eine physikalisch-chemische Untersuchung über die Eignung des An-

organischen für die Bedürfnisse des Organischen“. Ein merkwürdiges Buch, das allgemein ernsthafte Beachtung fand. Wenn — so ungefähr meint Henderfon — alle Lebewesen wunderbar angepaßt sind, so setzt das eine Umwelt voraus, an die sie sich anpassen konnten. Auch die Umwelt erscheint zweckmäßig, nicht für ihre eigene Erhaltung, sondern für die Erhaltung der in ihr lebenden Geschöpfe.

Was Henderfon meint, das wird uns an einem Beispiel klar. Nehmen wir das Wasser, das für alle Lebensführung eine so große Rolle spielt. Das Wasser ist der merkwürdigste Stoff, den es gibt. Seine spezifische Wärme ist außerordentlich hoch, viel höher als man es nach dem Vergleich mit anderen Stoffen ähnlicher Zusammensetzung vermuten sollte. Man versteht darunter die Wärmemenge, die nötig ist, um 1 Gramm um 1° zu erwärmen. Erhitzt man mit derselben Wärmemenge 1 Kilogramm Wasser und einen Eisenblock von 1 Kilogramm, so ist, wenn das Eisen nach einer Minute zum Nichtanfassen heiß geworden, das Wasser, das dieselbe Wärmemenge empfangen, kaum lau. Ist die spezifische Wärme des Wassers = 1, so ist die des Eisens = 0,1, des Glases 0,2, des Quecksilbers 0,033. Das hat ungeheure Bedeutung. Die schwere Erwärmbarkeit des Wassers macht's, daß bei starker Sonnenwärme Ozeane, Seen, Ströme sich nicht zu stark erhitzen, sondern eine gleichmäßige Wärme in engen Grenzen bewahren. Das ist für das Leben der Seetiere von größter Bedeutung. Durch den Ausgleich der warmen Wassermassen am Äquator und der kalten am Pol entstehen Strömungen im Ozean, die die Wärme austauschen und über die ganze Erdoberfläche gleichmäßig verteilen. Das greift tief in den Wärmehaushalt unseres Planeten und trägt wesentlich dazu bei, ihn zu einer Wohnstätte des Lebens zu machen.

Die Warmblüter ziehen bei ihrer Lebensführung großen Vorteil aus dieser Eigenschaft des Wassers. Ein erwachsener Mensch von 75 Kilogramm erzeugt durch die Tätigkeit seiner inneren Organe schon in Ruhe täglich eine Wärme von 2400 großen Kalorien. Würde die spezifische Wärme der Körperflüssigkeiten der anderer ähnlicher Stoffe entsprechen, so stiege durch die erzeugte Wärme die Körperwärme um $100\text{--}150^{\circ}$. Aber, da es eben Wasser ist, das alle Zellen durchtränkt und umspült, so steigt die Körperwärme nur um 32° . Immerhin zuviel, um von den Körperzellen ertragen werden zu können. Es muß Wärme aus dem Körper gejagt werden. Dazu besitzt der Organismus Einrichtungen. Ob es — bei aller Achtung vor den Leistungen der lebenden Wesen — möglich wäre,

Regulierungsvorrichtungen zu schaffen, die ein Zuviel von 150° Wärme aus dem Körper treiben könnten? Man stelle sich vor: wenn das Wasser diese günstige Eigenschaft nicht hätte, dann würde die Körperwärme so steigen, daß jede Regulierung versagen müßte. Wenn schon in Ruhe der Körper sich so unheimlich erwärmte, wie erst bei Tätigkeit, da jede geringste Anstrengung (wegen der dabei gebildeten Wärme) die Körperwärme plötzlich sprunghaft in unerträgliche Höhe triebe! Das machte das Leben unmöglich.

Die Wärmemenge, die nötig ist, um 1 Gramm eines Körpers zu schmelzen, nennt man die Schmelzwärme. Auch die Schmelzwärme des Wassers ist über alles Erwartete groß. Wasser hat — mit der einzigen Ausnahme des Ammoniaks — die größte bis jetzt beobachtete Schmelzwärme. Um 1 Gramm Eis von 0° zu schmelzen, braucht man ebensoviel Wärme, wie um 1 Gramm Wasser von 0° auf 80° zu erhitzen. Die Folge ist u. a., daß das Eis der Gewässer und die Gletscher nur sehr langsam schmelzen. Hätte das Eis die Schmelzwärme anderer ähnlicher Stoffe, so würden die Gletscher so rasch abschmelzen, daß die im Frühjahr abstürzenden Wassermassen mit reißender Gewalt alles überschwemmen und vernichten würden.

Weiter: auch die zur Verwandlung von Wasser in Dampf nötige Wärme, die Verdampfungswärme, ist außerordentlich groß. Sie ist bei weitem die höchste bisher bekannte und beträgt 536, d. h. um eine Schicht von 1 Millimeter Wasser zu verdampfen, dazu bedarf es derselben Wärmemenge, wie um eine Schicht von rund 54 Zentimetern Wassers um 1° zu erwärmen, und diese Wärmemenge ist schon über alles Ausmaß groß. Da die Verdampfung auf der Erdoberfläche ununterbrochen vor sich geht und in der Hauptsache unter dem Einfluß der Sonnenwärme, so wird dazu außerordentlich viel Wärme verbraucht. Man stelle sich vor, daß am Äquator jährlich $2\frac{1}{3}$ Meter Wasser vom Ozean verdampfen! Bei dieser Verdampfung werden so große Mengen von Wärme der Umgebung entzogen, daß das Tropenklima abgekühlt wird. Die verbrauchte Wärme ist nicht verschwunden. Sie steckt im Wasserdampf. Wenn dieser in Luftströmungen weit fortgetragen, sich in Wolken verdichtet und im Regen niederfällt, so kommt die Wärme wieder zum Vorschein und erwärmt die kälteren Gegenden. Die atmosphärischen Niederschläge verteilen die Wärme gleichmäßig über den Erdball, sie wirken viel stärker ausgleichend als die erwähnten Wasserströmungen der Ozeane. Es gibt keine Flüssigkeit, die beim Ver-

dampfen soviel Wärme bindet, und keinen Dampf, der bei der Verflüssigung soviel Wärme abgibt.

Auch diese gegen alle Regel verstößende Eigenschaft des Wassers haben die Warmblüter sich dienstbar gemacht. Von der starken Wärmebindung bei der Verdunstung wird Gebrauch gemacht bei der Regelung der Körperwärme mit Hilfe des Schwitzens. Die zur Verdunstung des Schweißes nötigen großen Mengen von Wärme werden dem Körper entzogen; dadurch wird das Zuviel an Wärme herausgejagt und der Körper vor Überhitzung geschützt. Das ist die Kühlvorrichtung, von der wir sprachen, die nur bei Hitzebedrohung in Betrieb gesetzt wird.

Noch eine rätselhafte Ausnahme: das Wasser hat einen unglaublich hohen Gefrierpunkt (Schmelzpunkt). Er liegt bekanntlich bei 0° . Um rund 100° höher als der Schmelzpunkt aller anderen ähnlich zusammengesetzten Verbindungen (Kohlensäure — 57° , Schweflige Säure — $72,7^{\circ}$, Ammoniak — 75° , Stickoxyd — 167°). Ozeane und Seen können sich nicht erheblich unter 0° abkühlen. Also kann das Klima der kalten Gegenden nicht in Abgrundtiefe absinken. Auch das entscheidet über die Bewohnbarkeit des Erdballs.

Der Ausnahmen noch nicht genug: Wenn im Winter das Wasser in der obersten Schicht der Gewässer sich abkühlt, so zieht es sich, wie alle Stoffe, zusammen; es wird also schwerer, sinkt nach unten, wärmere Schichten steigen dafür nach oben. Auch sie kühlen sich ab und versinken, und so wird die ganze Wassermasse kälter. Das ist selbstverständlich. Aber plötzlich macht die ganze Bewegung im Wasser halt: sobald die oberste Schicht sich auf $+4^{\circ}$ abgekühlt hat, zieht sie sich nicht weiter zusammen, sondern dehnt sich bei weiterer Abkühlung wieder aus, um so mehr, je kälter sie wird. Sie wird also leichter, bleibt oben auf, während unten Wasser von $+4^{\circ}$ liegt und liegen bleibt. Bis das Wasser an der Oberfläche gefriert und im Augenblick des Erstarrens noch erheblich — um $\frac{1}{10}$ — leichter wird und als Eis obenauf schwimmt. Diese Eigentümlichkeit des Wassers, sich bei Abkühlung nicht regelmäßig zunehmend zu verdichten, zeigt innerhalb der irdischen Wärmegrenzen kein anderer Stoff. Sie ist etwas durchaus Außergewöhnliches, Regelwidriges, Unerwartetes. Warum das Wasser diese einzige Ausnahme macht, warum das so ist, wie das kommt, darauf gibt's keine einleuchtende wissenschaftliche Antwort. Sie ist eben da! Aber dieser Eigenschaft verdanken wir, daß Flüsse und Bäche nicht auf den Grund zufrieren, daß die

unten lagernde Wasserschicht von $+4^{\circ}$ den Fischen und anderen Lebewesen das Leben auch im Winter ermöglicht. Wäre das Wasser wie alle anderen Flüssigkeiten, so müßten die kältesten Schichten zu Boden sinken und dort gefrieren. Das einmal gebildete Eis könnte nie mehr schmelzen, denn das wärmere Wasser stände darüber. Die Menge des Eises würde von Jahr zu Jahr zunehmen, bis schließlich alles Wasser in Eis verwandelt wäre. Dann müßte das große Sterben beginnen.

Es gibt noch viel mehr außergewöhnlicher Abweichungen des Wassers, schon allein in seinen Wärmeeigenschaften (z. B. die Erniedrigung [statt Erhöhung] des Schmelzpunktes bei Druck; das Minimum der spezifischen Wärme bei 27° ; die Abnahme [statt Zunahme] der Schmelzwärme bei sinkender Temperatur). Sie alle sind von einschneidender Bedeutung für die Ermöglichung des Lebens. „Wir können also“, so sagt Henderson, „mit Sicherheit annehmen, daß das Wasser schon durch seine Wärmeeigenschaften die einzige, für die Vorgänge der Weltallentwicklung geeignete Substanz ist, wenn wir diese Vorgänge vom biozentrischen*) Standpunkt aus betrachten wollen.“

Damit sind die verwunderlichen Eigenschaften des Wassers immer noch nicht erschöpft. Es gibt keinen anderen Stoff, keine andere Flüssigkeit, die mit dem Wasser als Lösungsmittel verglichen werden könnte. Selbst chemisch träge, vermag es eine ungeheure Menge von Stoffen zu lösen und sie miteinander in chemische Berührung zu bringen. Durch eine eigentümliche, wieder einzigartige Eigenschaft hat das Wasser eine außerordentliche elektrische Spaltfähigkeit (Ionisationsvermögen). Dadurch wird die Mannigfaltigkeit chemischer Vorgänge außerordentlich gesteigert. Gewebssaft und Blut — wässerige Lösungen — werden dadurch befähigt, ihre bedeutungsvolle Rolle für das Leben zu spielen. Unzählige Stoffe sind in ihnen gelöst, die als Nahrungs- und Betriebsmittel das Leben so erstaunlich vielseitig und schlagfertig machen.

Auch die Kohlensäure, dieser merkwürdige Stoff, von dem schon so viel die Rede war, hat ganz sonderbare Eigenschaften. Eben auch solche, die außer aller Regel sind, aber gerade durch diese Ausnahmestellung erst das Auftreten und die Ausbreitung des Lebens ermöglichen. Die Kohlensäure ist leichter im Wasser löslich, als jedes andere in der Luft vorkommende Gas. 1 Liter Wasser löst bei 0°

*) Biozentrisch = Leben im Mittelpunkt alles Geschehens annehmend.

1,797 Liter Kohlenäure, bei 20° 0,9 Liter. (Von Sauerstoff nur etwa den vierzigsten, von Wasserstoff und Stickstoff etwa den achtzigsten Teil.) Überall, wo Wasser ist, ist also auch Kohlenäure. Bei der großen Rolle, die Kohlenäure als lebenbauender Grundstoff spielt, ist das von entscheidender Wichtigkeit: sie ist allgegenwärtig, wie das Wasser, überall leicht zu beschaffen und zu erreichen. Eine besondere Ausnahmeeigenschaft ist von besonderer Wichtigkeit: „Sie hat die merkwürdige Eigenschaft, daß sie in jeder Lösung, in der sie sich neben ihren Salzen befindet, eine neutrale Reaktion besitzt, vorausgesetzt, daß sich die Säure im Überschuß befindet.“ Was das für die Reinhaltung des Blutes bedeutet, das weiß jeder, der sich mit Chemie und den chemischen Leistungen des Körpers befaßt hat. „Es gibt wohl, außer in der Mechanik der Himmelskörper, keinen zweiten Fall von einer derartigen Genauigkeit in der natürlichen Regulation der Umgebung.“ (Henderson.)

Ich will nicht weiter in die für den Laien etwas schwierigen Gedankengänge eindringen. Es genügt hier nur zu erwähnen, daß auch dem Sauerstoff, dem Stickstoff und den Kohlenstoffverbindungen ganz unvermutete Eignungen zur Ermöglichung des Lebens anhaften. Henderson kommt zum Schluß, „daß vernunftgemäß, in einer noch unerklärlichen Weise, die kosmische und biologische Entwicklung ein Ganzes bilden“. „Es ist unleugbar, daß zwei Dinge, welche miteinander auf eine so komplizierte Weise durch eine gegenseitige Eignung verbunden sind, im wahrsten Sinne eine Einheit bilden . . . Der Biologe darf mit Recht annehmen, daß das Weltall in seinem innersten Wesen biozentrisch ist.“

Und die Erklärung? Wie sollen wir mit unserem menschlichen Verstand eine Erklärung für diese merkwürdige Einheitlichkeit finden! Sie geht über alle menschliche Begreifbarkeit hinaus. Auerbach, der sich auch mit den merkwürdigen lebensfördernden, regelwidrigen Eigenschaften des Wassers beschäftigte („Himmel und Erde“ 1914), meint, „bei der einstigen Bildung der gegenwärtigen Bestandteile des Kosmos und insbesondere unserer Erde haben zweifellos starke Kämpfe der Stoffe ums Dasein stattgefunden, und aus diesen ist, wenigstens auf dem Erdplaneten, das Wasser siegreich hervorgegangen“. Kämpfe? Unter toten Stoffen? Wofür, um was? Und sehen wir denn nicht noch heute, daß Wasser und Kohlenäure ganz mühelos und ohne Kampf dem Erdinnern entweichen? Und muß nicht auch jetzt noch auf jedem Himmelskörper naturnotwendig, wenn sich ein Luftmantel bildet, Wasser und Kohlenäure, vielleicht

auch Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff in der Lufthülle vorhanden sein? So leicht ist das Geheimnis nicht zu lösen. Hendersen verwahrt sich gegen den Vorwurf der Mystik, oder daß man in seiner Auffassung von der Einheitlichkeit des Kosmos und des Lebens etwas Religiöses sehen könne. Für ihn handelt es sich um etwas seit Erschaffung des Stoffes und der Kräfte von Anbeginn Gegebenes. „Materie und Energie haben nach dieser Anschauung eine ursprüngliche, natürliche, aber teleologische [zweckdienliche] Eigenschaft, oder vielmehr ihre Eigenschaften sind teleologisch geartet, gewiß nicht durch Zufall, und durch diese Tatsache wird das Weltall in Raum und Zeit bestimmt.“

Und damit, mit diesem Eingeständnis, das gewiß keine „Erklärung“ ist, wollen wir es bewenden lassen.

Aber — wir erschrecken fast vor den Folgerungen, die man aus den Tatsachen ziehen muß: Wenn alle diejenigen Stoffe, aus denen das Leben sich ergänzt und auffrischt, und aus dem es seine Kräfte zieht, nur dadurch überhaupt erst Leben möglich machen, daß sie Ausnahmen bilden von aller Regel, daß sie außergewöhnliche und abweichende Eigenschaften besitzen und ganz aus dem Rahmen der übrigen Stoffe fallen; wenn diese selben Stoffe mit Naturnotwendigkeit auf jedem anderen sich abkühlenden Planeten sich vorfinden, und zwar mit denselben Ausnahmeeigenschaften; wenn sie auf unserer Erdkugel waren, wie sie sind, lange bevor die Erde Leben trug, dann ist und war seit Ewigkeit und Urbeginn jede neu aufglühende Weltenkugel so beschaffen, daß dereinst einmal Leben auf ihr erscheinen kann. Über diese Möglichkeit war schon entschieden, als der Baustoff der Welten sich zum Urnebel ballte.

Wenn also im ganzen All, auf allen Weltenkugeln von jeher die Tore geöffnet waren für einen triumphierenden Einzug des Lebens, dann ist es allerdings vermessen, die Erde als alleinigen Schauplatz des Lebens zu verherrlichen. Die Besiedelung auch anderer Planeten, bislang nur geträumt, gewinnt unter diesen neuen Gesichtspunkten eine an Gewißheit grenzende Wahrscheinlichkeit. Nicht die Erde, sondern das Leben steht im Mittelpunkt des Kosmos!

Gewiß hat die Erde etwas ganz Besonderes an sich, ihre besonderen irdischen Eigenschaften, die dem Leben die Möglichkeit zur Selbsterhaltung, zu fortschreitender Anpassung zur Weiterentwicklung, schließlich zur Krönung im Menschen boten. Diese Eigenschaften, die die Entwicklungsrichtung bestimmten, Eigenschaften, die

unserer Erde zufällig anhafteten, könnten, wenn sie auch in diesem zusammenklingenden Verein auf anderen Planeten nicht zu finden sind, dort sehr wohl mit anderen ausgleichenden Eigenschaften so verbunden sein, daß Leben — wahrscheinlich in ganz anderen Formen — sich entwickelte; warum nicht auch zu einem verstandesbegabten Vernunftgeschöpf?

Nicht so, als ob nun alle Planeten bewohnt wären! Viele scheiden aus, weil sie noch zu heiß, oder zu sonnenentfernt, zu klein sind. Andere vielleicht, weil sie sich zu langsam drehen. Auch die, die geeignet wären, sind nicht ohne weiteres von Leben besiedelt. Lief doch die Erde jahrmillionenlang in nackter Einsamkeit ihre Bahn, ohne Leben zu tragen, und wird dereinst wieder Jahrmillionen lang als ausgestorbener Weltenball ihre Bahn weiter ziehen. Aber alle Entwicklung von Sonnen und Weltkugeln ist Vorbereitung für das Leben, ob es nun kommen kann, kommen wird oder nicht. Leben ist die Verheißung, ehe die Nebel geboren waren, und vielen Weltenkugeln ward die Erfüllung!

So ergibt sich ein großartiges einheitliches Weltbild, überwältigend, hinreißend! Diese Vielheit von glühenden und erloschenen Sternen, von Sonnen, Planeten, Trabanten: eine geschmückte Ordnung, ein Kosmos, eine Einheit! Durch diesen Kosmos geht der Zug des Lebens über alle Himmelskugeln. Nebel leuchten auf und verdichten sich zu Sonnen, Millionen, Millionen. Und glühende Planeten kreisen an unsichtbaren Fäden um die feuerlodernden Sonnenbälle. Langsam kühlt sich die Glut eines leuchtenden Sterns. In Millionen und aber Millionen von Jahren wird die glühflüssige Oberfläche zu hartem, sprödem Gestein. Weitere Jahrmillionen rollt das Gestirn nackt und kahl seine vorgeschriebene Bahn, bis es reif ist, die höchste Bestimmung eines Sternes zu erreichen, das ist: dem Leben eine Heimstätte zu bieten. Oftmals wird auf diesem Stern in den ewigkeitslangen Zeiten ein winziges Lebensfünkchen aufgeglommen sein, das sich zu wenig kräftig erwies und erlosch. Weil die Zeit noch nicht erfüllet war. Dann eines Tages leuchtete ein Funken auf, der erlosch nicht. Er glomm weiter, blieb am Leben, zündete an seinem Feuerchen die Flamme des Lebens in der Nachkommenschaft an, hier — dort — oftmals. Und auch die Nachkommen hielten sich: Das Schicksal des Gestirns war entschieden, da es dem Lebendigen eine gastliche Stätte bot. Nun sprudelte das Leben aus sich heraus immer neues Leben; weil es Leben war, schmiegte es sich in unerhörte Lebensmöglichkeiten, regte sich in tausend Formen und ergoß sich

unerschöpflich in immer neue lebenskräftige Gestalten. Mit dieser rührigen, beweglichen Last zieht der Stern Jahrtausende lang seine Bahn und das Leben auf seiner Oberfläche schreitet in jauchzendem Triumph vorwärts.

Es mag Sterne geben, deren Entwicklung nicht bis zur höchsten Krönung gelangte. Etwa weil sie zu klein waren, um durch die Hunderte von Jahrtausenden, die bis zu diesem Endziel nötig waren, den nährenden und wärmenden Luftmantel festzuhalten. Sie alterten zu früh, verfielen, und allem Lebendigen wurde der Boden unter den Füßen fortgezogen. Sternenschicksal — Lebensschicksal!

Aber auf anderen, die mit blutvollem Leben beladen durch die Jahrtausende weiterzogen, entfaltete sich die lebendige Kreatur in immer neuen Geschöpfen, füllte Meer und Land mit überquellendem Reichtum, bis von der unermüdet gebärenden Natur ein Wesen geboren ward, das selbstschöpferisch wurde, wie die in ihm schaffende Natur. Es zwang die Kräfte der Natur in seinen Dienst. Es machte sich zum Herrscher über seine Mitgeschöpfe. Es meisterte selbst seinen Stern, zwang ihm das Joch auf den Nacken und formte an ihm. Aber auch der Stern formte noch an dem unbändigen Überwesen und hielt es unter seinem Joch. Vielleicht, daß sich dieses Wesen irgendwo auf einem Stern „jenseits des Sirius“ zur höchsten Höhe sittlicher Reinheit und Vollkommenheit erhob, daß sein Stern eine Wohnstätte des Friedens, der Gerechtigkeit und der Liebe wurde.

Aber weiter nach einem Tag von Jahrtausenden ruft eine Stimme vergeblich über dem Stern: Wo ist das machtvolle Wesen, das den Stern krönte mit Liebe und Gerechtigkeit? Wo ist das Leben überhaupt? Keine Antwort wird laut. Denn alles Leben ist vernichtet. Vernichtet alles Blühen Öde und kahl die eisige Oberfläche. Und mit starrem, totem Antlitz zieht der erloschene, erkaltete Stern unbekümmert seine gewohnte Bahn.

Das Leben ist tot! Es lebe das Leben! Schon leuchtet's auf einem anderen himmelsfernen Planeten, wo von neuem die Lebensflamme entzündet ward zu fröhlicher Verheißung.

Auch der erloschenen, ausgestorbenen Weltenkörper harret noch eine lebenprangende Zukunft. Einst, in Ewigkeitsferne, wird kommen der Tag, da auch sie wieder aussprühen in rasender Feuerglut, da sie wieder einbezogen werden in den Kreislauf des Werdens. Dann formt sich aus wallendem Nebel wieder eine feurige Weltenkugel, und wieder wird in der langen Zeit zwischen Werden und Vergehen alles vorbereitet auf den Empfang des Lebens.



Inhaltsverzeichnis

- Planeten und Leben.** Was ist Leben? Erfordernisse des Lebens: Wasser, Nahrung (Sonnenkraft und Kohlensäure; wir leben von der Gnade der Pflanzen), Sauerstoff, Wärme. — Entstehung des Lebens, Urzeugung und Weltkeimlehre Seite 5—28
- Wie die Erde zum Menschen kam.** Der Mensch das jüngste Geschöpf. Die Erde ändert sich und mit ihr die lebenden Wesen. Der Mensch als Anpassung. Der Vorläufer des Menschen. Die Rettung der Hand. Die Ueberwindung des Tierischen Seite 28—44
- Im Banne der Erde.** Sonne und Klima. Die schiefe Achsenstellung als Ursache der Kultur. Einfluß von Meer und Land: Größe der Dzeane. — Die Hautfarbe des Negers. Gletscherbrand und Tischlerbeize. Warum gerade 37° Körperwärme? Menschenrassen als Lokalformen. — Bergkrankheit und Höhenanpassung. Erde und Körpergröße. Wieviel Menschen kann die Erde fassen? — Lob des Staubes. — Wenn die Erde größer wäre? Oder kleiner? Dann gäbe es keine Menschen. Seite 44—61
- Auf anderen Planeten.** Gibt's dort auch „Menschen“? Was ein Himmelskörper nötig hat, um Leben zu tragen. Wie sich auf fremden Planeten Leben entwickelt, und wie die Menschen dort aussehen müßten. Was die Vulkane mit dem Leben zu tun haben. — Der Mann im Mond. Venus als Wohnstätte. Ist der Mars bewohnt? Die Erde nicht der einzige belebte Himmelskörper Seite 61—82
- Leben und Kosmos.** Eiweiß-Ersatz. Die Eignung der Umwelt. Das Wasser der merkwürdigste Stoff, den es gibt. Alle Himmelskörper sind bereit zum Empfang des Lebens. Das Leben im Mittelpunkt des Weltgeschehens Seite 83—93

Sachregister

- | | | |
|--|--|--|
| Achsenstellung der Erde 46 | Dauerwärme als Anpassung an kaltes Klima 51 | Erdumdrehungsgeschwindigkeit, ihr Einfluß auf Wärme und Klima 49 |
| Achsenstellung der Erde als Ursache der Klimaunterschiede 47 | Daumen 40 | Erdzeitalter 29 |
| Achsenstellung der Planeten 65 | Durchschnittsjahrestemperatur der Erdoberfläche 48 | Festland und Meere 44 |
| Affe, Greifhand 39 | Eigenschaften, zufällige, der Erde 58 | Fuß 39 |
| Affen, Verwandtschaft mit Menschen 30 | Eigenwärme des Menschen 51 | Gang, aufrechter 41 |
| Ahnherr des Menschen 35 | Eigenwärme der Vögel 51 | Greifhand der Affen 39 |
| Allbelebtheit 26 | Einzellige und mehrzellige Lebewesen 66 | Größe der Erde, Einfluß auf das Lebendige 58 |
| Aminosäuren 8 | Eiszeit 42 | Hand 36 |
| Anpassung 32 | Eiweiß, Aufbau i. d. Pflanze 17 | Hand, Anpassungs-Umwänderungen 38 |
| Anpassung als Zwang an veränderte Lebenslage 33 | Eiweiß als stoffliche Grundlage des Lebens 8, 28, 83 | Haut und Licht 49 |
| Anpassung an Höhenklima 53 | Eiweiß, Verschiedenheit 8 | Hautfarbe 49 |
| Anpassung, überkörperliche 41 | Entwicklung 34 | Höhenanpassung 54 |
| Aufrechter Gang 41 | Enzym 9 | Höhenklima, Anpassung 54 |
| Bergkrankheit 53 | Epochen der Erdgeschichte 29 | Höhenjonne 50 |
| Bevölkerung 55 | Erde als Thermofast 22 | Jahreszeiten, abhängig von Achsenstellung 46 |
| Bevölkerungszahl der Erde 56 | Erde als Wohnsitz d. Lebens 31 | Jahreszeiten als Wecker der Kultur 47 |
| Bevölkerungsziffer, größtmögliche 56 | Erde und Wasserverteilung der Erdoberfläche 44 | Kaltblüter 50 |
| Bewohnbarkeit der Erde 25 | Erdgröße, Einfluß auf das Leben 58 | Kälteschutz 52 |
| Bewohnbarkeit anderer Himmelskörper 63 | Erdoberfläche in ewigem Wechsel 44 | Kieselstoffeiweiß 84 |
| Braune Farbe des Negers 49 | Erdoberfläche in ewigem Wechsel 31 | Kieselstoffverbindungen als Grundlage des Lebens 85 |
| Chemie der Zellen 8 | | |
| Chlorophyll 13 | | |
| Dauerwarme Tiere 51 | | |

- Klima 46
 Klima, wechselndes 32
 Kohlenhydrate, Bildung bei der Pflanze 14
 Kohlenäure, Allgegenwärtigkeit 64, 90
 Kohlenäure als chemischer Urstoff des Lebens 13
 Kohlenäure, Festlegung in Knochen, Muskeln, Korallen, Infusorien 24
 Kohlenäure, ihre lebenermöglichsen Eigenschaften 89
 Kohlenäure der Luft als Wärmeschutz der Erde 22
 Kohlenäure, Herkunft 24
 Kohlenäuregehalt der Luft 16
 Kohlenäuregehalt der Luft, Regelung 25
 Kohlenäuremenge der Luft, ihre Bedeutung 24
 Kohlenstoffverbindungen 14
 Kolloide 9, 83
 Korallen 24
 Körpergröße, Abhängigkeit von Nahrung 55
 Körpergröße, Einfluß auf die Menschheitsgeschichte 55
 Kreide 25
 Kreislauf der Kohlenäure 24
 Kraftspeicherung der Pflanze 16
 Kreislauf des Sauerstoffes 18
 Kreislauf des Stickstoffes 17
 Kreislauf des Wassers 21
 Krieg, Einfluß auf die Entwicklung des Menschengeschlechts 42
 Künstliche Höhensonne 50
 Leben, Charakteristikum 7
 Leben, Entstehung i. Wasser 65
 Leben, Ewigkeit desselben 27
 Leben, Haupterfordernisse, Wohnung, Wasser, Sauerstoff, Wärme 7
 Leben, seine Herkunft 25
 Leben, ungleiche Verteilung auf der Erde 45
 Lebendiges, seine Abhängigkeit von den Eigenschaften der Erde 58
 Lebensbedingungen, ihr Wechsel auf der Erde 32
 Lebenseigenschaften 7
 Lebensrahmen 31
 Licht als Energieträger 13
 Lichtwirkung auf Haut 49
 Marmor 25
 Mars, sein Aussehen und seine Eigenschaften 74
 Mars, seine Wohnbarkeit 71
 Mars, Mittel der Sahrestemperatur 77
 Mars, Jahreszeiten 75
 Mars, Kanäle 79
 Mars, Kohlenäure in der Luft 77
 Mars, Pflanzenwelt 79
 Mars, Polklappen 75
 Mars, vernunftbegabte Bewohner? 80
 Mars, Wassergehalt der Luft 76
 Meerwasser, dieselbe Salzmenge wie Blut 11
 Mehrzellige Lebewesen 66
 Mensch, Änderung der Umwelt 42
 Mensch, sein erstes Auftreten auf der Erde 29
 Mensch als Ergebnis der Erdgeschichte 43
 Mensch und Eiszeit 42
 Mensch, Stammbaum 30
 Mensch, seine Stellung in der Natur 30
 Mensch, seine überkörperliche Anpassung 41
 Mensch, Unterschied von Tier 31 ff.
 Mensch, Verwandtschaft mit Affen 30
 Mensch, Vorläufer 30, 34
 Menschenanzahl, größtmögliche 56
 Menschen auf anderen Planeten 61, 67
 Menschenrassen 52
 Menschenwerdung 31, 40
 Mond, seine Wohnbarkeit 69
 Nahrung des Urmenschen 40
 Nahrung des Vorläufers des Menschen 35
 Naturgesetze, ihre allgemeine Weltgültigkeit 62
 Neger 49
 Not als Ursache von Anpassung 33
 Ozeane, notwendige Größe derselben 64
 Pflanze als Eiweißlieferantin 17
 Pflanze als Erhalterin alles Lebendigen 16
 Pflanzen, Kraftspeicherung 16
 Pflanze als Nutzbarmacher der Sonnenenergie 13
 Pflanze, chemische Rünste 13 ff.
 Pflanzenwuchs (Einfluß auf die Bevölkerungszahl) 56
 Pflanzenwuchs und Sauerstoff 19
 Planet. Wie muß er beschaffen sein, um Leben zu tragen 63
 Planeten, Achsenstellung 65
 Planeten, erforderliche Größe 65
 Planeten, Lebenserfordernisse auf ihnen 66
 Planeten, Notwendigkeit rascher Umdrehung 65
 Planeten und Leben 5
 Planeten als Träger vernunftbegabter Wesen 66
 Protoplasma 7
 Rassen 52
 Salzmischung im Blut 10
 Sauerstoff 18
 Schutz gegen Kälte 52
 Schutz gegen Wärme 52, 88
 Schwitzen 52, 88
 Siliziumweiß 84
 Sonne als Erhalterin des Lebens 12
 Sonne als Kraftquelle 12
 Sprache, Entwicklung der menschlichen 41
 Stammbaum des Menschen 30
 Stärke 16
 Staub, Bedeutung für das Leben 57
 Stickstoff der Luft (Bindung durch Bakterien der Pflanzen) 17
 Strahlungsdruck des Sonnenlichts 27
 Temperatur, Jahresgang über Festland und Inseln 48
 Temperatur, Jahresschwankungen 48
 Ultraviolettes Licht 50
 Umlauf der Erde um die Sonne 46
 Umwelt, Veränderung 31
 Urhand 36
 Urzeugung 26
 Venus, ihre Wohnbarkeit 71
 Vererbung 34, 43
 Vernunftbegabte Wesen auf anderen Himmelskörpern 67
 Vielzeller, Allgemeiner Aufbau 66
 Warmblüter 50
 Wärme des Erdinnern 19
 Wärme der Erdoberfläche 19
 Wärme der Sonne 19
 Wärme des Weltraumes 19
 Wärme, Wirkung auf Menschen und Tiere 50
 Wärmeausgleich auf die Erdoberfläche 21, 86
 Wärmegrenzen des Lebens 20
 Wärmeschwankungen der Erdoberfläche 21
 Wärmespielraum des Lebendigen 20
 Wärmespielraum des Menschen 52
 Wasser, Allgegenwärtigkeit 10, 64
 Wasser, Bedeutung für das Leben 10
 Wasser, Bedeutung seiner Wärmeeigenschaften für das Leben 86
 Wasser, sein erstes Erscheinen auf einem Planeten 64
 Wasser, Gefrierpunkt 88
 Wasser, größte Dichte b. +4° 88
 Wasser, Kreislauf 21
 Wasser, seine lebenermöglichsten Eigenschaften 86
 Wasser, Schmelzwärme 87
 Wasser, spezifische Wärme 86
 Wasser, Verdampfungswärme 87
 Wasser und Land auf der Erdoberfläche 45
 Wassergehalt des menschlichen Körpers 10
 Werkzeug des Urmenschen 40
 Zucker 14

Sollende seit Bestehen des Kosmos erschienene Buchbeilagen

erhalten Mitglieder, solange vorrätig, zu Ausnahmepreisen:

- 1904** Bölsche, W., Abstammung des Menschen. — Meyer, Dr. M. W., Weltuntergang. — Zell, Ist das Tier unvernünftig? (Dopp.-Bd.). — Meyer, Dr. M. W., Welterschöpfung.
- 1905** Bölsche, Stammbaum d. Tiere. — Francé, Sinnesleben d. Pflanzen. — Zell, Tierfabeln. — Teichmann, Dr. E., Leben u. Tod. — Meyer, Dr. M. W., Sonne u. Sterne.
- 1906** Francé, Liebesleben d. Pflanzen. — Meyer, Rätsel d. Erdpole. — Zell, Streifzüge d. d. Tierwelt. — Bölsche, Im Steinkohlenwald. — Ament, Seele d. Kindes.
- 1907** Francé, Streifzüge im Wassertropfen. — Zell, Dr. Th., Straußenpolitik. — Meyer, Dr. M. W., Kometen und Meteore. — Teichmann, Sortpflanzung und Zeugung. — Floerike, Dr. K., Die Vögel des deutschen Waldes.
- 1908** Meyer, Dr. M. W., Erdbeben und Vulkane. — Teichmann, Dr. E., Die Vererbung. — Sajó, Krieg und Frieden im Amensstaat. — Dekker, Naturgeschichte des Kindes. — Floerike, Dr. K., Säugtiere des deutschen Waldes.
- 1909** Francé, Bilder aus dem Leben des Waldes. — Meyer, Dr. M. W., Der Mond. — Sajó, Prof. K., Die Honigbiene. — Floerike, Kriechtiere und Lurche Deutschlands. — Bölsche, W., Der Mensch in der Tertiärzeit.
- 1910** Koelsch, Pflanzen zw. Dorf u. Trift. — Dekker, Söhne u. Hören. — Meyer, Welt d. Planeten. — Floerike, Säugtiere fremd. Länder. — Weule, Kultur d. Kulturlosen.
- 1911** Koelsch, Durch Heide und Moor. — Dekker, Sehen, Riechen und Schmecken. — Bölsche, Der Mensch der Pfahlbauzeit. — Floerike, Vögel fremder Länder. — Weule, Kulturelemente der Menschheit.
- 1912** Gibson-Günther, Was ist Elektrizität? — Dannemann, Wie unser Weltbild entstand. — Floerike, Fremde Kriechtiere und Lurche. — Weule, Die Urgesellschaft und ihre Lebensfürsorge. — Koelsch, Würger im Pflanzenreich.
- 1913** Bölsche, Festländer u. Meere. — Floerike, Einheimische Fische. — Koelsch, Der blühende See. — Sart, Bausteine des Weltalls. — Dekker, Vom siegh. Zellenstaat.
- 1914** Bölsche, W., Tierwanderungen in der Urwelt. — Floerike, Dr. Kurt, Meeresfische. — Lipschütz, Dr. A., Warum wir sterben. — Kahn, Dr. Fritz, Die Milchstraße. — Nagel, Dr. Osk., Romantik der Chemie.
- 1915** Bölsche, W., Der Mensch der Zukunft. — Floerike, Dr. K., Gepanzerte Ritter. — Weule, Prof. Dr. K., Vom Kerbsock zum Alphabet. — Müller, A. E., Gedächtnis und seine Pflege. — Besser, H., Raubwild und Dachsäuer.
- 1916** Bölsche, Stammbaum der Insekten. — Siebera, Wetterbüchlein — Zell, Pferd als Steppentier. — Weule, Krieg in den Tiefen der Menschheit (Dopp.-Bd.).
- 1917** Besser, Natur- u. Jagdstud. i. Deutsch-Ostafrika. — Floerike, Dr., Plagegeister. Hajterlik, Dr., Speise u. Trank. — Bölsche, Schüz- u. Trutzbündnisse i. d. Natur.
- 1918** Bölsche, Sieg des Lebens. — Fischer-Defon, Schlafen und Träumen. — Kurth, Zwischen Keller u. Dach. — Hajterlik, Dr., Von Reiz- u. Rauschmitteln.
- 1919** Bölsche, Eiszeit und Klimawechsel. — Zell, Neue Tierbeobachtungen. — Floerike, Spinnen und Spinnleben. — Kahn, Die Zelle.
- 1920** Fischer-Defon, Lebensgefahr in Haus u. Hof. — Francé, Die Pflanze als Erfinder. — Floerike, Schnecken und Muscheln. — Lämmel, Wege zur Relativitätstheorie.
- 1921** Weule, Naturbeherrschung I. — Floerike, Gewürm. — Günther, Radiotechnik. — Sanders, Hypnose und Suggestion.
- 1922** Weule; Naturbeherrschung II. — Francé, Leben im Ackerboden. — Floerike, Heuschrecken und Libellen. — Loze, Jahreszahlen der Erdgeschichte.
- 1923** Flaig, Kampf um Tschomo-lungna. — Floerike, Falterleben. — Francé, Entdeckung der Heimat. — Behm, Kleidung und Gewebe.
- 1924** Floerike, Käfervolk. — Hensjeling, Astrologie. — Bölsche, Tierseele und Menschenseele. — Behm, Von der Faser zum Gewand.
- 1925** Lämmel, Sozialphysik. — Floerike, Wundertiere des Meeres. — Hensjeling, Mars. — Behm, Kolloidchemie

Preise: Die Jahrgänge 1904—16 (je 5 Bände) kosten für Mitglieder:
 brosch. je RM 5.40, geb. je RM 8.—
 Die Jahrgänge 1917—25 (je 4 Bände) brosch. je RM 4.30, geb. je RM 6.40
 Einzelne bezogen kostet jeder Band brosch. RM 1.20, geb. RM 1.80
 für Nichtmitglieder je RM 1.50 bezw. RM 2.40

Besonders niedrige Preise bei Gruppenbezug
 nach Wahl des Bestellers

10 Bände geb.	für nur RM 13.50
10 Bände brosch.	für nur RM 10.—
20 Bände geb.	für nur RM 24.50
20 Bände brosch.	für nur RM 18.50
50 Bände geb.	für nur RM 55.—
50 Bände brosch.	für nur RM 42.—

Auf Wunsch können größere Beträge nach vorhergehender Vereinbarung auch in Teilzahlungen entrichtet werden.







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000339976