sind seit einem halben Jahrhundert tot. Ihre eigentümliche und neue Leistung liegt noch ein Menschenalter weiter zurück. Seitdem trottet die gelehrte Zunft auf dem alten Wege, ohne Entwicklung, ohne Konsequenz, ohne neue Idee.

Es müßte auch hier eine Verbindung zweier Fakultäten hergestellt werden, der Medizin und der Philologie, nämlich der Anatomie und der Sprachforschung. Dazu käme gleich die Naturgeschichte überhaupt. Man schreibt so viel von der Spezialisierung der heutigen Wissenschaft, von der längst verlorenen Universalität der Gelehrten. Aber man lobt diese Spezialisierung zu sehr, man betrachtet sie als das zu Erstrebende, als den Gipfel. Indessen, was sollen uns all diese Einzelforschungen, wenn nicht Leute da sind, die sie unter einen Hut zu bringen verstehen? Auf den praktischen Gebieten der Medizin, auch der Justiz usw. tritt die verhängnisvolle Wirkung der Spezialisierung alle Augenblicke drastisch in die Erscheinung. Nicht so bei den theoretischen Disziplinen. „Sprachforschung!“ Du lieber Himmel, wer kümmert sich darum! sagt man. Laßt sie doch machen, was sie wollen. Schaden können sie nicht anrichten. — Zugegeben, wenigstens als möglich zugegeben, daß sie keinen Schaden anrichten können. Aber genügt das? Für eine Beschäftigung, die so viel Arbeitskraft, so viel (staatliche!) Mittel verschlingt? Man sollte doch der wahren Wissenschaft, die der Erkenntnis und damit dem Wohle der Menschheit dient, zu nützen suchen! Was aber nützt es, wenn Privatdozent Soundso ein Buch darüber schreibt, wann und wo dieser Dichter jenen Vers wohl umgearbeitet habe! Oder wenn Professor Soundso über die Frage „handelt“, seit wann wohl die Schreibung eines Wortes mit a statt e allgemein geworden sei! Gegen diese Aneisen ist jener Jörgen Tesman, der über die „Brabanter Hausindustrie im Mittelalter“ schreibt, ein Universalgenie, das nützliche Arbeit leistet. Es käme darauf an, ausfindig zu machen, warum in einer gewissen Gegend vermöge der ökonomischen, der klimatischen, der geographischen (und gewiß auch, unter Umständen, der metaphysischen) Einflüsse das e jenes Wortes zum a werden mußte.

Kurz, wie alle Wissenschaft muß auch die Sprachforschung auf die Naturwissenschaft im weitesten Sinne zurückgeführt werden. Bisher hat auch sie sich auf ideologische Betrachtungen beschränkt und eben deswegen nur Vorarbeiten geleistet. Nun verläuft sie sich auf zahllosen Holzwegen. Ein materieller Unterbau muß auch hier geschaffen werden. Das Erkennen der Sprache, die doch in der Menschwerdung des Tieres einen gewaltigen Faktor (oder ein gewaltiges Resultat) bildet, ist für das Gesamterkennen des menschlichen Organismus zu wichtig, als daß man noch länger Zeit und Kraft in metaphysischen und haltlosen Arbeiten gelehrter Parasiten vergeuden dürfte.

Die Entwicklung des Weltalls.

Von Anton Pannekoek.

7. Der Mond und die Gezeiten.

Die Erde ist also entstanden aus einem unbedeutenden Stückchen, das sich einmal — unbekannt durch welchen Zufall — von dem großen Sonnennebel abgesplittert hat. Damit fängt ihre Geschichte als Weltkörper erst an.

Wir sehen hier ab von der allmählichen Erstarrung ihrer Oberfläche, von der Gesteins-, der Gebirgs- und der Ozeanbildung, denn das gehört alles zur

Geologie. Aber zuvor hat die Erde noch eine andere Umbildung erfahren, die zu dem astronomischen Gebiet der Bildung von Weltkörpern und des Umsatzes von Weltenergie gehört. Sie hat den Mond von sich abgespalten.

Der Mond, das lieblichste aller Gestirne, der Freund der nächtlichen Reisenden, der treue Begleiter der Erde auf ihrer jährlichen Wanderung um die Sonne, ist ein Kind der Erde, gerade so wie die Planeten alle Kinder der Sonne sind. Sein Durchmesser ist ein Drittel des Erddurchmessers, seine Masse ein Achtzigstel der Erdmasse; er steht also der Erde nicht so weit an Größe nach, wie die Planeten der Sonne nachstehen. Das Doppelgestirn Erde-Mond ist also einigermassen einem Doppelstern zu vergleichen, und die Trennung der beiden Gesellen ist nicht wie die Abspaltung eines unbedeutenden Teilchens anzusehen, sondern vielmehr als die von der Theorie erklärte Spaltung eines zu rasch drehenden Körpers in zwei ungleiche Hälften.

Nun fragt sich aber: Wenn Erde und Mond früher einen einzigen Körper bildeten, der sich in zwei sich berührende Körper spaltete, wie ist es dann gekommen, daß heute der Mond dreißig Erddurchmesser von der Erde entfernt ist und in gut 27 Tagen um sie herumläuft, während sich die Erde in 24 Stunden um ihre Achse dreht? Wie war das früher und welche Kraft hat das geändert? Diese Frage hat der englische Mathematiker George H. Darwin, der Sohn des berühmten Naturforschers, durch seine Rechnungen beantwortet, die zugleich einen tieferen Einblick in die Art gestatten, wie sich die Bahnen der Himmelskörper bilden.

Jedermann weiß, daß an unseren Küsten das Meerwasser täglich zweimal anschwillt und zweimal zurückweicht und daß diese Gezeiten, Ebbe und Flut, mit dem Monde zusammenhängen. Die höchste Erhebung des Wassers folgt immer der Zeit, wo der Mond im Norden und im Süden steht, um eine bestimmte Anzahl von Stunden, und fällt also an jedem nächsten Tage fast eine Stunde später als am vorigen. Wäre die Erde ganz mit Wasser bedeckt und wäre das Wasser so leicht beweglich, daß es jeder Kraft sofort nachgeben könnte, ohne durch Reibung gehemmt zu werden, so würde auf der ganzen Erde die Zeit des höchsten Wassers genau in die Zeit fallen, wo der Mond im Süden hoch am Himmel oder an der entgegengesetzten Seite des Himmels steht, und die Zeit des niedrigen Wassers in die Zeit, wo der Mond im Osten auf- oder im Westen untergeht. Würde man die Erde von weitem betrachten, so würde man sehen, daß das Wasser sich an der dem Monde zugewandten und an der dem Monde abgewandten Seite erhebt, seitwärts davon aber niedriger wird; das Wasser würde nicht eine Kugelgestalt, sondern — wegen der Verschiedenheit, die die Anziehungskraft des Mondes auf seine verschiedenen Teile ausübt — eine Eigestalt zeigen, deren Spitze sich dem Monde zuwendet. Die Spitze bliebe immer dem Monde zugewandt, während die Erde und das Wasser selbst sich unter ihr hindurchdrehen; die Flutwelle striche also über die Erde her, und jeder Ort würde abwechselnd von Flut und Ebbe berührt.

Nun bedecken die Meere aber nicht die ganze Erde, und die Bewegung des Wassers wird durch seine innere Reibung und durch die Reibung am Meeresboden etwas gehemmt. Dadurch wird die Flutwelle aufgehalten und die Zeit des Hochwassers tritt etwas später ein, nachdem der Mond im Süden stand. Stellen wir uns auf die Erde und sehen wir von diesem Standpunkt den Mond (scheinbar) in einem Tage um die Erde und die Flutwelle ihm nachlaufen, so würden wir sagen: der Mond zieht die Flutwelle hinter

sich her; durch die Hemmnisse des festen Bodens und ihrer inneren Reibung kann sie nicht mitkommen und folgt ihm in bestimmter Entfernung, indem sie sich in unregelmäßigen Kurven zwischen den Kontinenten schiebt und windet. Stellen wir uns dagegen auf den Mond und sehen wir die Erde sich um ihre Achse drehen, so würden wir sagen: die Flutwelle auf der Erde, die Spitze des Wassereies, versucht unter dem Monde zu bleiben, aber durch die drehenden festen Erdmassen, die gegen sie prallen, wird sie ein Stück mitgerissen und schaukelt hin und her, durch den Mond zurückgezogen, in stetem Kampfe mit dem sie fortreisenden Erdkörper. Beide Ausdrucksweisen kommen auf eins hinaus.

Durch dies fortwährende Anprallen der Flutwelle gegen die festen, um ihre Achse sich drehenden Erdmassen muß die Achsendrehung eine Hemmung erfahren. Heute ist sie so unbedeutend, daß man von einer dadurch verursachten Verlängerung des Tages noch nichts gespürt hat; ist es ja auch nur eine dünne Schicht leichtbeweglichen Wassers, die der Mond anzieht. Aber in früheren Zeitaltern, wo der ganze Erdenkörper noch flüssig und weich, aber dabei zugleich dicht zusammengepreßt und zähe war, mußte diese Gezeitenreibung viel bedeutender sein. Sie hat in der Entwicklung des Erde-Mondsystems eine gewaltige Rolle gespielt, die Darwin im einzelnen erforscht hat, und dieselbe Rolle spielt sie in allen Systemen von einander naheliegenden Weltkörpern, die eine leichte, deformierbare Beschaffenheit haben.

Wir setzen den Erdkörper also als vollkommen plastisch und zähe voraus, so daß er sich nach dem Monde hin verlängert. Drehen die Erde um ihre Achse und der Mond um die Erde sich zur selben Zeit, so daß dem Monde immer derselbe Teil der Erde zugewandt wird, so würde sich die Spitze genau dem Monde zuwenden. Das gleiche würde stattfinden, wenn die Erdmaterie so beweglich und dünnflüssig wäre, daß gar keine Reibung darin stattfände, aber solche Materien gibt es nicht. Geht die Erdrotation rascher vor sich und ist die Erdmaterie zähe, so führt die Erde durch ihre Rotation die Spitze weg und reißt sie eine Strecke mit sich fort, so daß sie seitwärts vom Monde gerichtet ist, wie es ähnlich heute mit den Ozeangezeiten liegt. Der Mond sucht durch seine Anziehung die Spitze zurückzuziehen und hemmt damit die ganze Rotation; dieselbe Anziehung übt jedoch umgekehrt diese Spitze auf den Mond aus, indem sie ihn mit sich zu reißen sucht. Da der Mond, wenn auch langsamer, in derselben Richtung seine Bahn durchläuft, worin die Erde sich dreht, so reißt ihn diese Anziehung in derselben Richtung fort, worin er sich schon bewegt.

Die Wirkung der Gezeitenreibung kommt also darauf hinaus, daß eine Kraft die Rotation der Erde verzögert und eine gleich große Kraft die Bewegung des Mondes in seiner Bahn zu beschleunigen sucht. Hier macht sich nun das widerspruchsvolle Gesetz geltend, das wir schon früher kennen gelernt haben, wonach Widerstand der Umlaufsbewegung eine Beschleunigung, Antrieb der Bewegung eine Verzögerung bewirkt. Indem die Gezeitenreibung die Bewegung des Mondes antreibt, entfernt sich der Mond von der Erde, wird seine Bewegung langsamer, seine Umlaufszeit größer, alles, weil seine Flächengeschwindigkeit durch den Antrieb größer werden muß. Diese Flächengeschwindigkeit ist genau das, was wir bei einem an einer Schnur sich herum drehenden Gegenstand die Drehungsquantität nennen würden. Die Umwandlung, die in dem Doppelsystem durch seine inneren Wirkungen stattfindet, ist also auch so zu erläutern, daß die Drehungsquantität anders über die beiden

Körper verteilt wird: die langsamer werdende Achsendrehung verliert, und gleich viel gewinnt der in einer stets weiteren Bahn umherschweifende Mond.

Nennen wir die Umdrehungszeit der Erde um ihre Achse einen Tag und die Umlaufszeit des Mondes um die Erde einen Monat, so kommt das Ergebnis darauf hinaus, daß der Tag und der Monat beide fortwährend größer werden, wenn auch nicht in gleichem Verhältnis. Darwin hat von dem heutigen Zustand ab die früheren Entwicklungszustände zurückverfolgt, bis zu einem Urzustand, wo Tag und Monat beide ungefähr vier unserer heutigen Stunden dauerten, Erde und Mond mit ihren Oberflächen sich fast berührten und zusammen herumwälzten, als seien sie fest verbunden. Offenbar war die Trennung der ursprünglichen Gesamtmasse erst kurz vorher erfolgt. Solange Achsenrotation und Mondbewegung in derselben Zeit erfolgten, konnte keine Gezeitenreibung auftreten; sobald jedoch die Achsenrotation sich etwas beschleunigte — und das mußte die weitere Zusammenschrumpfung des Erdkörpers bewirken —, trat die Gezeitenreibung auf, und damit begann die Entwicklung, durch die der Tag und stärker noch der Monat sich allmählich verlängerten, während die beiden Körper sich immer weiter voneinander entfernten.

Es liegt nahe, anzunehmen, daß die Teilung der ursprünglichen Erdmasse in Erde und Mond ein Beispiel des theoretischen Falles bietet, wo durch die Zusammenschrumpfung die Rotation für eine einzige ungeteilte Figur zu rasch wird. Jedoch stellt sich bei der Rechnung heraus, daß bei einer Rotationszeit von vier Stunden noch gar kein Anlaß für eine Trennung vorliegt; dazu wäre eine viel raschere Rotation in weniger als zwei Stunden nötig. Darwin sucht die Ursache der Spaltung in starken Ebbe- und Flutwirkungen, die gerade bei einer Rotation von vier Stunden die Sonne in dem noch ungeteilten Erdkörper bewirken mußte. Die starke Anziehung der Sonne verursacht überhaupt viele Unregelmäßigkeiten und Abweichungen von dem einfachen Vorgang, der hier skizziert wird.

Geht diese Entwicklung nun noch weiter? Die Gezeitenreibung ist im Vergleich zu früheren Zeiten außerordentlich gering geworden; immerhin muß, weil das Innere der Erde wohl noch nicht ganz fest ist und das Meereswasser Ebbe und Flut zeigt, noch etwas davon übrig sein, und die Entwicklung muß also, wenn auch fast unmerklich, noch weitergehen. Darwin hat berechnet, daß durch sie der Tag und der Monat sich noch immer verlängern werden, aber nun der Tag am meisten, bis sie schließlich beide denselben Umfang von 55 der heutigen Tage erreicht haben. Dann hört die Gezeitenreibung auf, da die Erde dem Monde immer dieselbe Seite zuwendet. Ein starrer Endzustand der Entwicklung ist erreicht worden. Ob er in Wirklichkeit je erreicht werden wird, ist fraglich, denn lange zuvor könnte durch die Abkühlung der Sonne das Meereswasser und durch die Abkühlung der Erde das Erdinnere vollkommen starr geworden sein. Dabei würde die Gezeitenreibung aufhören und mit ihr auch die Änderung in der Länge der Tage und Monate.

Die Untersuchungen Darwins über die Urgeschichte der Erde und des Mondes finden eine noch weit größere Anwendbarkeit. Zwar spielt die Gezeitenreibung bei den Planetenbahnen um die Sonne und bei den Monden der anderen Planeten keine Rolle, da die Planeten im Vergleich zur Sonne und die anderen Monde im Vergleich zu ihren Planeten viel zu klein sind. Dagegen hat sie bei der Entwicklung der Doppelsterne eine große Rolle gespielt. Sie erklärt, weshalb die beiden Körper sich immer weiter voneinander entfernen, sobald sie sich getrennt haben; sie erklärt auch, weshalb nur aus-

nahmsweise noch weitere Spaltungen erfolgen konnten, denn die Gezeitenreibung verzögert die Rotationen und führt den größten Teil der Drehungsquantität, die sich zuerst in den rasch rotierenden Körpern befand, in die Umlaufsbewegung bei großer gegenseitiger Entfernung über. So stellt sich die Gezeitenreibung als eine der wichtigsten Ursachen in der Entwicklung des Weltalls dar.

Daß diese Entwicklung dem allgemeinen Gesetz der Weltentwicklung entspricht, das zeigt sich, sobald man ihre Energiewandlungen betrachtet. Indem die Bahn des Mondes sich vergrößert und seine Bewegung darin sich verlangsamt, wächst die Distanzenergie in stärkerem Maße, als die Geschwindigkeit abnimmt; daß seine Totalenergie wächst, kann nicht wundernehmen, da er von der Anziehung des Flutberges einen Antrieb in seiner Bewegung erfährt. Diese Vermehrung stammt also von der Bewegungsenergie der drehenden Erde her, die durch die Verzögerung der Drehung stetig abnimmt. Diese Abnahme ist jedoch größer als dort die Zunahme; es findet nicht nur Übertragung, sondern zugleich Verlust an Bewegungsenergie statt, die durch die Reibung absorbiert, das heißt in Wirklichkeit in Wärme umgewandelt wird, die zur Ausstrahlung mitwirkt. In dieser Evolution wandelt sich also, wie immer, Bewegungsenergie in Wärme um.

Die Kunstindustrie und das Qualitätsproblem.

Von Josef August Lux (Dresden).

Das Problem der Qualität beruht auf drei Grundpfeilern: auf der künstlerischen Idee, auf der Echtheit des Materials und auf der vorzüglichen Arbeit, die von der Freude des Herstellers zeugen soll und gleichzeitig unerlässlich ist, um den inneren Wert seiner Sache und die Freude am Besitz zu erhöhen. Die Arbeitsfreude ist nach John Ruskin das wichtigste Fundament der Qualität.

Darüber besteht kein Zweifel mehr. Ein hochstehendes Kunsthandwerk wird zu jeder Zeit Kunstwerke hervorbringen können, die diese Forderung der Qualität ohne Rest erfüllen. Wenn sich Künstlerhände nicht nur entwerfend, sondern auch ausführend mit einem Material beschäftigen, so werden sie sogar auch in einem schlechten Material Kunstwerke hervorbringen, denen als solchen die Qualität angeboren ist. Wenn man von den Pfändern des Faches absieht, so gibt es für das Kunstwerk eigentlich kein Problem der Qualität. Hier ist alles selbstverständlich, der ideelle Mehrwert, der sich nicht nur aus der hingebungsvollen Arbeitsfreude, aus der persönlich interessanten Handarbeit und aus der jeder Konvention spottenden Inspiration ergibt, die über der Technik und, wie schon gesagt, auch über dem Material steht. Die Materialfrage erledigt sich hier durch die einfache Erwägung, daß der Künstler das Beste wählt, nicht nur weil es von größerem Bestand, sondern künstlerisch von größerer Suggestivität ist.

John Ruskin und sein Jüngerkreis, die sich mit diesen Aufgaben beschäftigten, hatten ebenfalls nur das Handwerk, keinesfalls aber die Industrie vor Augen. Die moderne Bewegung in Deutschland jedoch hat es mit der Industrie zu tun. Eine unumschränkte Anwendung dieser künstlerischen Glaubenssätze auf die Arbeiterindustrie muß notwendig auf den Holzweg führen. Hier ist alles problematisch. Auf die Industrie angewendet, macht der Glaubenssatz von der Arbeitsfreude als dem wichtigsten Fundament der menschlich be-