

Die Entwicklung des Kosmos.^{*)}

Eine naturphilosophische Studie

von

Hans Götz,

Kgl. Professor der Physik.

^{*)} Auszug aus einer Serie von Vorträgen, die unter dem Titel „Strahlende Energie“ im Winter 1895 in den Vereinsversammlungen gehalten wurden.

§ 1. Unter den grossen Fragen des Daseins, den sogenannten Welträtseln, ragen besonders zwei hervor, welche die Menschheit schon seit den grauesten Urzeiten beschäftigt haben, nämlich die Frage nach dem Ursprunge des Weltalls, nach der Entstehung aller Dinge, sowie diejenige nach dem Ziele, dem alles Seiende zustrebt, nach dem endlichen Schicksale des Universums oder dem Weltuntergange. Zwei Ansichten namentlich sind es, die in den letzten Dezennien mit der grössten Zähigkeit verfochten wurden, einerseits die materialistische, die jeden Gottesbegriff beseitigen und bloss die Natur und ihre Kräfte walten lassen will, anderseits die teleologische, welche überall die ordnende und leitende Hand eines allmächtigen, allgütigen und allweisen Schöpfers erblickt. Erstere stützt sich auf die Ergebnisse der modernen Forschung, und indem sie aus diesen theils richtige, theils sehr gewagte Folgerungen zieht, glaubt sie, das Übersinnliche überhaupt negieren und alles Seiende lediglich als ein Produkt der allwaltenden, ewigen und unveränderlichen Naturkräfte darstellen zu können. In diametralem Gegensatze dazu findet letztere ihre alleinige Stütze in der Offenbarung, und ihre einsichtigeren Vertreter lassen die Forschungsergebnisse zwar in ihrem vollen Umfange gelten, suchen sie aber so zu interpretieren, dass dieselben stets im Einklänge mit den geoffenbarten Wahrheiten, mit der Mosaischen Schöpfungsgeschichte bleiben, was begreiflicher Weise häufig nicht ohne Zwangsmassregeln geschehen kann.

Die erste und wichtigste Forderung, die eine rationelle Naturphilosophie erfüllen muss, ist die, dass sie sich auf das Gebiet der Forschung und des Wissens beschränkt und nicht jene Dinge in den Bereich ihrer Erörterung zieht, die wir wegen der unserer Erkenntnis gesetzten Schranken nicht wissen können und trotz aller Fortschritte auch niemals wissen werden. Sobald sie den realen Boden der Thatsachen, auf dem allein sie festen

Fuss fassen und weiter bauen kann, verlässt, artet sie in ein Chaos von Spekulationen aus, die uns zwar eine Reihe von Möglichkeiten vorführen, aber in keinem Punkte Gewissheit verschaffen. Die Geschichte der Philosophie im letzten Jahrhunderte bietet zahlreiche Belege hiefür. Und die geistreichsten Spekulationen über den Ursprung der Dinge reichen noch lange nicht hin an die erhabene Einfachheit des Mosaischen Ausspruches: „Im Anfange schuf Gott Himmel und Erde“.

Ein nur einigermaßen befriedigender Aufschluss über die Entwicklung des Kosmos ist nicht von der Spekulation, sondern lediglich von der soliden physikalischen Forschung zu erwarten. Deshalb ist alles Unsichere, sowie alles Übersinnliche von der Erörterung streng auszuschliessen. Letztere darf insbesondere nicht in jenen Rahmen übergreifen, in dem sich die Gefühle und Anschauungen der einzelnen Religionsgenossenschaften bewegen. Wir müssen mit anderen Worten das Gebiet des Wissens, das Gebiet des menschlicher Erkenntnis Zugänglichen streng von dem des Glaubens sondern.

§ 2. Allen Naturvorgängen legen wir ein sinnenfälliges Substrat zu Grunde, das wir Stoff nennen. Von den Erfahrungen des täglichen Lebens ausgehend schreiben wir demselben Trägheit, Teilbarkeit und Porosität zu und supponieren, um zu einer Erklärung der Erscheinungen zu gelangen, Bewegungsursachen oder Kräfte. Im Ruhezustande erblicken wir ein Gleichgewicht, in der Bewegung der Körper ein einseitiges Überwiegen der Kräfte. Nach dieser Anschauung haben wir in der Erscheinungswelt zwei wesentliche Dinge, Stoff und Kraft, zu unterscheiden.

Eine Kraft kann bloss dadurch sinnlich wahrgenommen, ihre Existenz also lediglich dadurch sicher nachgewiesen werden, dass sie am Stoffe wirkt. Wir werden demnach niemals zu entscheiden vermögen, ob eine Kraft ohne Stoff existieren kann, oder ob beide unlöslich so verbunden sind, dass die Kraft eine immanente Eigenschaft des Stoffes ist, die ihm nicht genommen werden kann, ohne dass er aufhört, Stoff zu sein. So lange diese Frage nicht gelöst ist, und der Sachlage nach wird sie niemals gelöst werden, sind wir auch nicht berechtigt, dem Stoffe Trägheit zuzuschreiben. In gleicher Weise wird es uns niemals möglich sein, die Identität, bzw. Verschiedenheit beider nachzu-

weisen oder ihr eigentliches Wesen zu ergründen. Alle diesbezüglichen Theorien sind reine Spekulationen, die wir hier von vornherein ausschliessen wollen.

Die Erscheinungen im Himmelsraume, insbesondere das Phänomen der Strahlung, weisen darauf hin, dass zwei Arten von Stoff existieren, die allbekannte, grob sinnliche Materie, aus welcher die ganze fühlbare Körperwelt besteht, und der unvergleichlich feine, dem Zuge der Schwere nicht unterworfenen Himmelsäther, der sich überall, sowohl im freien Raume, als in den dichtesten Körpern vorfindet, also das ganze Universum erfüllt. Die Frage, ob die Materie dem Wesen nach identisch mit dem Äther ist und sich von diesem bloss durch eine weit grössere Dichtigkeit unterscheidet, lässt sich bei dem jetzigen Stande der Forschung nicht entscheiden und wird vielleicht auch niemals entschieden werden können. Die Thatsachen weisen im Gegenteile darauf hin, dass der Äther Eigenschaften besitzt, die keinem materiellen Körper zukommen.

Die Materie kann in eine Reihe von Grundstoffen, in die sogenannten chemischen Elemente, zerlegt werden, deren man bis jetzt ungefähr 70 kennt. Ob letztere wirklich einfache, nicht weiter zerlegbare Stoffe, oder, wie schon oft vermutet wurde, blosser Verbindungen und Modifikationen ein und desselben Urstoffes sind, bleibt der Forschung der Zukunft vorbehalten.

§ 3. Eine universelle Eigenschaft aller Materie ist die Teilbarkeit. Die Grundlehren der Physik und Chemie nehmen als feststehend an, dass dieselbe nur bis zu einer gewissen Grenze reicht und dass jeder Körper aus einzelnen nicht weiter zerlegbaren Urteilchen oder Atomen besteht. Diese Annahme erweist sich als sehr vorteilhaft, ja unentbehrlich in den einzelnen Zweigen genannter Disziplinen, vermag aber einer strengeren Kritik vom philosophischen Standpunkte aus nicht standzuhalten. Wir umgehen diese Schwierigkeit, die lediglich aus unserer Unkenntnis über das Wesen des Stoffes resultiert und deshalb niemals behoben werden kann, dadurch, dass wir zwar jeden Körper aus einer sehr grossen Anzahl sehr kleiner diskreter Teilchen, sogenannter Moleküle, uns zusammengesetzt denken, über deren weitere Zerlegbarkeit aber keinerlei Voraussetzung machen.

Die Thatsache der Porosität beweist, dass die einzelnen Moleküle sich nicht direkt berühren, sondern durch Zwischen-

räume getrennt sind, deren Grösse nicht nur bei den verschiedenen Körpern, sondern auch je nach dem Aggregatzustande variiert. Sie ist eine Funktion der Temperatur, da mit zunehmender Erwärmung der Abstand der Moleküle vergrössert wird.

Der natürliche Zusammenhang der Körper, ihre Festigkeit und Härte, sowie ihr Widerstand gegen Zug und Druck erklärt sich bloss durch die Annahme, dass zwischen den Molekülen anziehende und abstossende Kräfte bestehen, die nur in den molekularen Abständen thätig sind und durch ihr Zusammenwirken den Abstand und die Anordnung der einzelnen Theilchen, also die Struktur und den Aggregatzustand bedingen. Hiedurch allein wird ermöglicht, dass der Körper einem äusseren Zuge oder Drucke nachgibt, also die Eigenschaft der Elastizität zeigt. Zugleich erhalten so die Moleküle die Fähigkeit, bei einem äusseren Anstosse um ihre Gleichgewichtslage zu vibrieren.

§ 4. Zwischen den Molekülen der einzelnen Elemente bestehen chemische Kräfte, die sich dadurch äussern, dass der eine Grundstoff den andern aus seinen Verbindungen zu verdrängen und dessen Stelle einzunehmen sucht. Man hat diese Vereinigungstendenz früher mit dem wenig zutreffenden Namen der chemischen Verwandtschaft oder Affinität bezeichnet. Sie wirkt ebenfalls nur in den molekularen Abständen, unterscheidet sich aber von den eigentlichen Molekularkräften wesentlich dadurch, dass sie erst unter bestimmten Bedingungen in Thätigkeit tritt. Entsprechend hohe Temperatur, auch bloss mechanische Erschütterung, ja die Wirkung eines Lichtstrahles reicht oftmals schon aus, die chemischen Kräfte zu entfesseln und die Stoffumlagerung einzuleiten. Die Tendenz der Elemente, neue Molekülgruppierungen einzugehen, erweist sich innerhalb eines weiten Intervalles unabhängig von der Temperatur; doch gilt das nicht allgemein. Bei sehr tiefen Temperaturen (200° unter Null) hört jede Vereinigungstendenz auf, und Stoffe, die unter normalen Verhältnissen sehr energisch auf einander wirken, reagieren dann nicht mehr. Die gleiche Erscheinung zeigt sich bei starker Erhitzung (2500° über Null). Die Elemente gehen bei dieser Temperatur nicht nur keine neuen Verbindungen mehr ein, sondern auch alle bereits eingegangenen zerfallen wieder in ihre Komponenten. Die Materie kann also bei genügender Erhitzung bloss im Zustande der Dissoziation auftreten.

§ 5. Von den Molekularkräften und der chemischen Vereinigungstendenz vollständig verschieden ist die allgemeine Massenanziehung oder Gravitation. Gänzlich unabhängig von der Temperatur und den chemischen Eigenschaften der Stoffe gilt sie gleichmässig für die ganze vorhandene Materie, und indem sie durch den Raum hin auf die grössten Entfernungen wirkt, stellt sie ein gesetzmässiges Band zwischen den einzelnen Himmelskörpern her und beherrscht so das ganze Weltall. Das Wesen dieser merkwürdigen Zugkraft, die Art und Geschwindigkeit ihrer Ausbreitung im Raume sind freilich heutzutage noch ein volles Rätsel. Ebenso wenig kann bei dem heutigen Stande der Forschung entschieden werden, ob sie ihren Sitz in der Materie selbst oder in dem alles durchdringenden Äther hat. Die Thatsache ihrer Existenz und die Universalität ihrer Wirkungen steht jedoch ausser allem Zweifel.

§ 6. Bei allen Erscheinungen in der Körperwelt offenbart sich ein grosses Gesetz von universaler Giltigkeit, das nicht nur von unserem Denkvermögen energisch gefordert, sondern auch durch alle Beobachtungen vollauf bestätigt wird. Die Gesamtsumme des im Weltalle vorhandenen Stoffes, sowohl der Materie, als des imponderablen Äthers, ist konstant. Wir können z. B. die Elemente zwingen, Verbindungen einzugehen, die verschiedenen Formen der Krystalle, den komplizierten Bau der Zellen und der aus ihnen bestehenden organischen Körper zu durchlaufen; aber wir können sie nicht vernichten. Von dem vorhandenen Stoffe kann nicht ein Stäubchen verloren gehen. Was von Anbeginn da war, muss auch ungeschmälert erhalten bleiben für immer.

§ 7. Die Unsicherheit über den Ursprung, den Sitz und das Wesen der Kräfte hat die moderne Forschung veranlasst, den Begriff der Kraft, wo es nur irgend thunlich ist, zu beseitigen und durch den der Energie, der unserem Verständnisse viel näher steht, zu ersetzen.

Unter Energie verstehen wir jeden Arbeitsvorrat, gleichgiltig, auf welche Art er gewonnen wurde, und in welcher Form er uns entgegentritt. Energie ist also reine Arbeit und wird mit der gleichen Masseinheit wie diese gemessen.

Die mechanischen Vorgänge in der Körperwelt lassen uns direkt zwei Formen der Energie erkennen. Jeder in einer Höhen-

lage befindliche Körper besitzt die Fähigkeit, herabzufallen und durch seinen Sturz Arbeit abzugeben. Wir schreiben ihm deshalb mit Recht einen Arbeitsvorrat zu und nennen diesen potentielle Energie. In gleicher Weise vermag jeder in Bewegung befindliche Körper durch Überwindung von Hindernissen Arbeit abzugeben. Ein solcher enthält also einen Arbeitsbetrag, der von der Grösse der bewegten Masse und ihrer momentanen Geschwindigkeit abhängt. Wir bezeichnen denselben, weil er uns in Form einer Bewegung entgegentritt, ganz zutreffend als kinetische Energie.

Wird Massenbewegung durch ein Hindernis gehemmt, so werden durch den Anprall die Moleküle aus ihrer Gleichgewichtslage getrieben und beginnen äusserst rasch um diese hin und her zu pendeln. Die augenfällige Bewegung ist verschwunden, aber nicht vernichtet, sondern in eine unsichtbare Vibrationsbewegung der Moleküle übergegangen. Letztere tritt, wenn sie unseren Gefühlsnerven mitgeteilt wird, als Wärme in unser Bewusstsein. Gewöhnliche mechanische Arbeit ist Massenbewegung, Wärme aber Molekularbewegung. Als solche ist sie nur eine besondere Form der kinetischen Energie. Man bezeichnet sie kurz als kalorische Energie.

Die chemischen Elemente besitzen Vereinigungstendenz, sie suchen durch Stoffumlagerung neue Körper zu bilden, die je nach der Gruppierung der Moleküle wesentlich verschiedene Eigenschaften aufweisen. Bedingung für das Zustandekommen der Verbindung ist ein äusserer Anstoss, der die chemischen Kräfte auslöst und zur Wirkung bringt. Somit gleichen die Grundstoffe im unverbundenen Zustande einer auf eine Höhe gebrachten Last; wie diese besitzen sie einen jederzeit abgebbaren Arbeitsbetrag, den man die chemische Energie nennt. Letztere wird, sobald die Vereinigung zustande kommt, in die kalorische Form der Verbindungswärme umgesetzt.

Die chemische Energie, bzw. die ihr äquivalente Verbindungswärme ist das naturgemässe Mass für die Vereinigungstendenz der Elemente. Die moderne Chemie hat daher mit Recht den vagen Begriff der chemischen Affinität durch den weit klareren und präziseren der chemischen Energie ersetzt.

Ausser diesen Energieformen existiert noch eine weitere, die besonders in der Neuzeit wichtig geworden ist. Jede elektrische

Ladung besteht in einer einseitigen Anhäufung jenes unbekannten Dinges, welches man Elektrizität oder zutreffender Elektrikum nennt. Der geladene Konduktor enthält einen Arbeitsvorrat, der so lange erhalten bleiben muss, bis die Entladung entweder von selbst erfolgt, oder künstlich herbeigeführt wird. Bei letzterer geht die potentielle Energie der Ladung in die kinetische des entstehenden Stromes über und kommt in der Leitung in den verschiedenen Formen der Stromwirkungen wieder zum Vorschein. Beide Arten von Energie, die potentielle der Ladung und die kinetische des Stromes, werden unter dem gemeinsamen Namen der elektrischen Energie zusammengefasst.

§ 8. Neben dem Stoffe, dem Substrate aller Naturvorgänge, macht sich ein zweites geheimnisvolles Etwas geltend, das die ältere Forschung als Kraft, die neuere als Energie bezeichnet. Wir verfolgen die letztere bei allen Erscheinungen, wir messen ihren Betrag an der Grösse ihrer Wirkungen, wir zwingen sie aus einer Form in die andere, aber wir wissen nicht, was sie eigentlich ist. Das Wesen der Energie, der Urgrund ihres Daseins ist uns vollständig verschlossen und wird auch für alle Zeiten ein Buch mit sieben Siegeln bleiben.

Ein grosses Prinzip, dessen universelle Giltigkeit schon im Kausalitätsbedürfnisse unseres Denkvermögens begründet ist, hat die Forschung der Neuzeit mit vollster Evidenz nachgewiesen. Energie kann zwar in jede beliebige Form übergeführt, aber nicht vernichtet werden. Die Energiesumme, welche von Anbeginn im Universum vorhanden war, muss also für alle Zeiten ungeändert erhalten bleiben. Neben dem Grundgesetze von der Konstanz des vorhandenen Stoffes erhalten wir so ein zweites nicht minder wichtiges, das zuerst 1842 von *J. R. Mayer* in voller Klarheit erkannt und 1865 von *Clausius* in die schöne Form gebracht wurde: Die Energiesumme des Universums ist konstant.

§ 9. Der Kosmos enthält eine ungeheure Energiesumme, die zwar in beliebigen Formen auftreten, aber weder vermehrt, noch vermindert werden kann. Dieselbe ist nicht gleichmässig im Welt- raume verteilt, sondern in nahezu unmessbar grossen Beträgen an einzelnen Stellen angehäuft. Derartige Energiezentren sind die Sonne und alle selbstleuchtenden Himmelskörper, nämlich die Fixsterne, Sternhaufen und die vielfach vorhandenen glühenden

kosmischen Nebel. Sie enthalten die Energie hauptsächlich in jener Form, die wir als kalorische oder als Wärme bezeichnen.

Die Entwicklung des Kosmos besteht darin, dass die Energie nicht auf die Zentren beschränkt bleibt, sondern nach allen Richtungen ausgesendet wird, die verschiedensten Formen durchläuft und sich endlich in den Tiefen des Weltraumes zerstreut. Die Bewegung der Energie im Raume heisst Strahlung und die besondere Form, in der uns dieselbe bei diesem Phänomen entgegentritt, strahlende Energie. Sie wirkt auf unsere Sinnesorgane als Licht und strahlende Wärme.

§ 10. Da die Energie kein Stoff, sondern lediglich ein accidenteller Zustand des vorhandenen Stoffes ist, der entweder in einer besonderen Lagerung oder in einer Bewegung des letzteren besteht, so sind zur Erklärung des Strahlungsphänomens bloss zwei Annahmen möglich. Entweder die Energiezentren senden unaufhörlich Ströme eines leuchtenden und wärmenden Stoffes aus, der die Energie durch den Raum fortträgt und bei einem Anpralle an den getroffenen Körper abgibt, oder der ganze Himmelsraum ist mit einem äusserst feinen Stoffe gleichmässig erfüllt, der die Energie von den Zentren aufnimmt, von Teilchen zu Teilchen weiter gibt und so in Form einer schwingenden Bewegung nach allen Richtungen zerstreut. Die Emanationstheorie hat sich schon längst als unhaltbar erwiesen, und die moderne Physik erklärt die Strahlung als eine Wellenbewegung eines äusserst schwingungsfähigen Mediums, des Himmelsäthers. Unsere Kenntniss der Eigenschaften dieses wunderbaren Stoffes ist gegenwärtig noch sehr mangelhaft; doch ist soviel sicher, dass die materiellen Körper sich gegen denselben verhalten wie ein grobmaschiges Sieb gegen den allerfeinsten Staub.

§ 11. Eine Wellenbewegung entsteht durch Störung des Gleichgewichtes in einem schwingungsfähigen Medium. Am Störungspunkte kommen die Teilchen durch rhythmische Impulse in eine vibrierende Bewegung von bestimmter Schwingungszahl. Dieselbe wird auf die Umgebung in der Weise übertragen, dass jedes folgende Teilchen seine Vibrationen etwas später als das vorhergehende beginnt, und breitet sich so, allseits die gleiche Schwingungsfähigkeit vorausgesetzt, nach allen Richtungen von Schichte zu Schichte gleichmässig aus. Die Fortpflanzungsge-

schwindigkeit hängt lediglich von der Raschheit der Übertragung der ankommenden Bewegung an die Nachbartheilchen, also von den physikalischen Eigenschaften des Mediums ab, ist mithin unabhängig von der Schwingungszahl. Daraus folgt unmittelbar, dass verschieden rasche Vibrationen, die gleichzeitig auftreten, auch mit der gleichen Geschwindigkeit das Medium durchheilen und in die Ferne verlaufen. Das Zusammenwirken der verschiedensten Impulse erteilt so der resultierenden Welle die besondere Form, die sie in jedem Falle annimmt.

Jedes Medium, das als Träger einer Wellenbewegung dienen soll, muss dèrart beschaffen sein, dass eine Störung des Gleichgewichtes Kräfte hervorruft, die das betreffende Theilchen wieder in die Gleichgewichtslage zurücktreiben. Bei jedem äusseren Anstosse entstehen so Vibrationen, die sich den Nachbarschichten mittheilen und eine das Medium durchlaufende Welle hervorrufen. Je nach den physikalischen Eigenschaften des Mediums unterscheiden wir zwei Arten von Wellenbewegung, die transversale und die longitudinale. Bei ersterer erfolgen die Vibrationen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung auf- und abwärts, bei letzterer hingegen parallel zu dieser Richtung vor- und rückwärts. Auf Transversalschwingungen beruht die allbekannte Wasserwelle, auf longitudinalen hingegen die in der Luft sich ausbreitende Schallwelle.

Ist ein Medium hauptsächlich kompressibel, so hat jeder Impuls eine Verdichtung zur Folge. Bei derselben entstehen elastische Kräfte, welche die komprimierten Schichten wieder aus einander und gegen ihre Nachbarn hin treiben. So treten abwechselnd Verdichtungen und Verdünnungen auf, welche das Medium durchheilen, und die entstehende Welle beruht auf Längsschwingungen. Daraus folgt unmittelbar, dass ein Medium, in welchem nur bei Dichtigkeitsänderungen elastische Kräfte auftreten, bloss Longitudinalwellen zulassen und fortpflanzen kann. Umgekehrt schliessen wir, dass ein Medium, in dem nur Längswellen auftreten, kompressibel sein muss. Diese Eigenschaft haben wir in reinster Form bei allen flüssigen und gasförmigen Körpern. So vermag bekanntlich Wasser den Schall ebenso gut als Luft, ja sogar mit der vierfachen Geschwindigkeit fortzupflanzen.

Ist ein elastisches Medium vollkommen inkompressibel, so sucht es bei einer Gleichgewichtsstörung lediglich die frühere

Form wieder herzustellen. Durch den Impuls entstehen dann Vibrationen, die sich den Nachbarn mitteilen und so eine Transversalwelle erzeugen. In einem absolut inkompressiblen Medium sind also bloss Transversalwellen möglich. Umgekehrt folgern wir, dass ein Medium, welches bloss Transversalwellen zulässt, inkompressibel sein muss. Wir kennen keinen materiellen Körper, dem diese Eigenschaft in voller Reinheit zukommt. Die festen Körper besitzen zwar Formelastizität, sind aber zugleich auch kompressibel. Bei denselben sind also Transversalschwingungen möglich, treten jedoch niemals rein auf, da wegen des festen Verbandes bei jeder seitlichen Verschiebung eine Zerrung in der Längsrichtung erfolgen muss.

§ 12. Von den leuchtenden Himmelskörpern laufen die Strahlen nach allen Richtungen aus, tragen die Energie fort und zerstreuen sie allmählich. Sie durchheilen dabei den Raum, soweit er mit einem vollkommen isotropen Medium erfüllt ist, durchaus geradlinig. Ihre Intensität muss demnach proportional dem Quadrate des Abstandes von den Quellen abnehmen. Treffen sie auf ihrem Wege einen absorbierenden Körper, so geben sie ihren Energieertrag ab und wirken leuchtend und erwärmend. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit wurde nach drei wesentlich verschiedenen Methoden ermittelt und als Wert derselben rund 300,000 *km* pro Sekunde gefunden.

Der strikte Beweis, dass die Energiestrahlung in einer undulierenden Bewegung eines äusserst feinen Mediums besteht, wird durch das Phänomen der Beugung und Interferenz geliefert. Zugleich gibt dasselbe dem Physiker die Mittel an die Hand, die dem Strahle zu Grunde liegende Schwingungszahl mit aller Schärfe zu bestimmen. Über die Art der Vibration gibt endlich die Erscheinung der Polarisation Aufschluss. Die Zweiseitigkeit, welche ein Strahl nach dem Durchgange durch den Polarisator zeigt, ist ein vollgiltiger Beweis dafür, dass Licht und strahlende Wärme auf Transversalschwingungen des Äthers beruhen.

§ 13. Im Himmelsraume und näherungsweise auch in der Luft kann der Äther nach allen Richtungen frei schwingen und seine Vibrationen ungehindert an die Nachbarteilchen abgeben; in Innern der dichteren Körper ist er dagegen einem Zwange unterworfen. Letzterer hebt zwar die Schwingungsfähigkeit nicht auf, macht sich aber in der Weise geltend, dass die Übertragung

der Bewegung an die Nachbarn erschwert, also die Fortpflanzungsgeschwindigkeit vermindert wird. Die naturgemässe Folge ist, dass der Energiestrahle beim Übergange in einen dichterem Körper eine Richtungsänderung oder Brechung erleidet.

Der gewöhnliche Energiestrahle, der auf unser Sehorgan als weisses Licht und auf unser Gemeingefühl als Wärme wirkt, ist aus einer ganzen Reihe verschieden rascher Oszillationen zusammengesetzt, die gleichzeitig und mit der gleichen Geschwindigkeit den Ätherozean durchheilen. Wellen von grösserer Schwingungszahl erleiden im dichterem Körper eine grössere Verzögerung, demnach eine stärkere Brechung als solche von geringerer. Die Folge ist, dass der zusammengesetzte Strahl bei der Brechung in seine Komponenten zerlegt wird, dass letztere räumlich gesondert und fächerartig ausgebreitet werden.

Weisses Licht erzeugt nach dem Durchgange durch ein Prisma auf einem Schirme ein breites, glänzendes Band, das alle möglichen Farben vom dunkelsten Rot bis zum äussersten Violett enthält. Die gewöhnliche Lichtwelle besteht also aus einer ausgedehnten Reihe einfacher Schwingungen, die je nach ihrer Raschheit in unserem Sehorgane den Eindruck der verschiedenen Farben hervorrufen. Dem Sinneseindrücke nach zerfällt das Spektrum in sieben Bezirke, die bekannten Spektral- oder Regenbogenfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett; in Wirklichkeit aber enthält es ebenso viele verschiedene Farben, als einfache Schwingungen in der zusammengesetzten Welle auftreten.

Die sichtbare, d. h. auf das Sehorgan wirkende Strahlung umfasst alle Ätherwellen, deren Schwingungszahlen zwischen rund 440 und 800 Billionen pro Sekunde liegen. Wir wollen diesen Bezirk als die leuchtende Strahlung bezeichnen. Der Gesamteindruck, den dieselbe in unserem Auge hervorruft, ist der des intensiven, rein weissen Lichtes.

§ 14. Der leuchtende Bezirk umfasst nur einen geringen Teil der gesamten Energiestrahlung. Es existieren noch weitere Bezirke, von denen uns das Sehorgan keine Kunde gibt. Entwerfen wir das Spektrum auf einem Schirme, der mit einem lichtempfindlichen Silberpräparate getränkt ist, so erfolgt während der Belichtung eine chemische Wirkung. Durch die in wunderbar raschem Takte auftretenden Ätherstösse wird das Präparat zer-

setzt und das Silber in molekularer Verteilung, d. h. als schwarzes Pulver auf der Papierfläche niedergeschlagen. Die roten Strahlen reagieren überhaupt nicht. Die ersten Spuren einer Schwärzung treten im Orange auf. Letztere ist noch schwach im Gelb; sie nimmt zu im Grün und Blau und erreicht ihr Maximum jenseits des violetten Endes, um von da wieder allmählich abnehmend erst in geraumer Entfernung vom sichtbaren Ende des Spektrums zu verschwinden. Die äusserste noch wahrnehmbare Wirkung ist an einer Stelle nachgewiesen, der eine Schwingungszahl von 3000 Billionen pro Sekunde entspricht. Man hat diesen Bezirk wegen seiner Wirkung auf Silbersalze die chemische Strahlung genannt. Sie erstreckt sich von rund 460 bis zu 3000 Billionen Schwingungen pro Sekunde. Unser Körper hat überhaupt kein Sinnesorgan, das uns von dem grössten Teile dieser Strahlen Nachricht geben könnte. Bei ihrem Nachweise sind wir lediglich auf die lichtempfindliche Platte des Photographen, bzw. auf die Eigenschaften der sog. fluoreszierenden Substanzen angewiesen.

Bringen wir einen empfindlichen thermo-elektrischen Apparat, der die kleinsten Temperaturdifferenzen bis zu den Tausendsteln eines Celsiusgrades anzeigt, in den violetten Teil des Spektrums, so erhalten wir auch nach langer Belichtung keine Spur eines Ausschlages. Die erste schwache Erwärmung tritt im Blau auf. Sie wächst beim Übergange in's Grün, Gelb und Rot und erreicht ihr Maximum jenseits des sichtbaren roten Endes. Von da ab wird sie wieder schwächer und verschwindet an einer Stelle, welcher eine Schwingungszahl von rund 60 Billionen pro Sekunde entspricht. Wir erhalten so einen dritten Bezirk der Gesamtstrahlung, der alle Schwingungszahlen von 60 bis zu 750 Billionen pro Sekunde umfasst und auf das Thermometer, sowie auf unser Gemeingefühl als Wärme einwirkt. Derselbe mag als thermische Strahlung bezeichnet werden.

Die drei angeführten Strahlungsbezirke sind nicht streng geschieden, sondern greifen zum grössten Teile in einander über. So kommt es, dass der gleiche Strahl, der sich unserm Auge als Licht offenbart, auf unsere Gefühlsnerven wärmend und auf Silbersalze zersetzend einwirkt.

§ 15. Die Schwingungsfähigkeit jenes merkwürdigen Mediums, des Himmelsäthers, ist so wunderbar gross, dass die

Frage, ob derselbe nicht auch in noch rascherem oder langsamerem Tempo zu vibrieren vermag, vollauf berechtigt erscheint. Mit der Schwingungszahl 3000 Billionen pro Sekunde ist wenigstens bei dem heutigen Stande der Forschung die obere Grenze der Strahlung erreicht. Der Beweis der Existenz, bzw. Nichtexistenz von Wellen noch geringerer Vibrationsdauer bleibt der Forschung der Zukunft überlassen. Unsere allerdings noch mangelhafte Kenntniss der Eigenschaften des Äthers fordert hingegen mit Recht eine Ausdehnung des Strahlungsgebietes nach unten. Erst in jüngster Zeit, um die Mitte der achtziger Jahre, gelang es *Hertz* in Bonn, einen weiteren Bezirk zu entdecken, dessen Wirkungen einem ganz anderen Zweige der Physik angehören.

Stellt man zwischen zwei zu sehr verschiedenem Potentiale geladenen Konduktoren eine leitende Verbindung her, in welche eine kurze Luftstrecke eingeschaltet ist, so erfolgt die Entladung. Das Elektrum strömt vom höheren zum tieferen Potentiale und erzeugt beim Durchbrechen der Luftstrecke einen hell leuchtenden Funken. Durch passende Versuchsanordnung lässt sich der Entladungsvorgang leicht derart modifizieren, dass das Elektrum mit grosser Geschwindigkeit zwischen beiden Konduktoren oszilliert. Der Äther der Umgebung wird hiebei gezwungen, im gleichen Tempo mitzuschwingen und seine Bewegung an die Nachbarschaft abzugeben. Von der Achse des Funkengebers laufen so Wellen aus, die sich von der gewöhnlichen Lichtwelle lediglich durch ihre weit geringere Schwingungszahl unterscheiden. Treffen dieselben einen Leiter, so zwingen sie das Elektrum in diesem zu gleich raschen Oszillationen und erzeugen so elektrische Ströme von hoher Wechselzahl. Den Bezirk, dessen Wellen in dieser Weise wirken, kann man daher mit Recht als elektromotorische Strahlung bezeichnen. Die Schwingungszahlen betragen einige Hundertmillionen pro Sekunde. Wie weit sie nach auf- und abwärts sich erstrecken, ist noch nicht bekannt; ebenso wenig, ob sie in der Energiestahlung der Himmelskörper sich vorfinden. Jedenfalls liegt die Vermutung nahe, dass auch die Wärme- und Lichtempfindung durch sehr rasche Wechselströme in den betreffenden Organen vermittelt wird.

§ 16. Bei dem absoluten Nullpunkte der Temperatur (-273^0) liegen die Moleküle in vollster, starrster Ruhe neben einander.

Führt man dem Körper, sei es durch direkte Übertragung, also durch Leitung, oder durch Strahlung Wärme zu, so kommen sie in eine vibrierende Bewegung und pendeln um ihre Gleichgewichtslage hin und her. Mit zunehmender Temperatur werden die Oszillationen heftiger; es steigt nicht nur die Amplitude, sondern auch die Anzahl der Schwingungen. Aber auch der Charakter der letzteren ändert sich, indem ein und dasselbe Molekül neben langsamen Vibrationen von grosser auch weit raschere von entsprechend kleinerer Amplitude ausführt. Alle diese Bewegungen geschehen nicht im leeren Raume, sondern im Ätherozeane, in welchem ja alles Materielle sich befindet. Wie eine angeschlagene Saite oder Stimmgabel ihre Vibrationen an die Luft, so muss jeder erwärmte Körper seine Molekularschwingungen an den Äther abgeben. Er wird so ein Zentrum, das die ihm zugeführte Energie wieder ausstrahlt.

Bei Temperaturen unter 400° sind die molekularen Vibrationen noch schwach und langsam, die Strahlung ist wenig intensiv und umfasst bloss Wellen, deren Schwingungszahl unter 440 Billionen pro Sekunde liegt. Bei steigender Erhitzung werden diese kräftiger; zugleich aber treten zu denselben successive neue von rascherem Tempo, die auf das Sehorgan einwirken. Ein in vollster Weissglut befindlicher Körper endlich sendet im allgemeinen nicht bloss sehr kräftige thermische und leuchtende, sondern auch die gesamte chemische Strahlung aus.

Die umfassendsten Versuche haben den Beweis geliefert, dass die Moleküle jedes festen und flüssigen in stärkster Glut befindlichen Körpers gleichzeitig in jedem Tempo von 60 bis zu 3000 Billionen Schwingungen pro Sekunde zu oszillieren und die entsprechenden Wellen an den Äther abzugeben vermögen. Ein total verschiedenes Verhalten zeigen hingegen die glühenden Gase und Dämpfe. Die Moleküle der letzteren sind nur befähigt, in einem einzigen oder in wenigen, wesentlich verschiedenen Tempis zu schwingen. Ein glühendes Gas kann daher auch nur eine einzige oder nur einzelne verschiedene Sorten von Strahlen aussenden. Jeder feste oder flüssige in Weissglut befindliche Körper ergibt ein kontinuierliches Spektrum leuchtender Strahlung vom dunkelsten Rot bis zum äussersten Violett, jeder glühende Dampf hingegen nur einzelne helle Linien, die ihrer Lage nach für den betreffenden Stoff charakteristisch sind. So ist es möglich, durch

einfache Spektralbeobachtungen die Stoffe zu ermitteln, die in einer entfernten Lichtquelle vorhanden sind. Die Spektralanalyse hat so nachgewiesen, dass die hauptsächlichsten chemischen Elemente, aus denen der Erdball besteht, sich auch auf der Sonne und den Fixsternen vorfinden, dass also die Materie aller Orten im Universum dieselbe ist.

§ 17. Die Wärme, sowohl in der thermometrischen als in der strahlenden Form, ist ihrem Wesen nach eine reine Oszillationsbewegung, die Wärmeempfindung hingegen der Sinneseindruck, den jener Bewegungszustand durch Vermittelung der Gefühlsnerven und des Gehirnes in uns hervorruft. Wärme als Empfindung ist demnach nichts Reales, sondern lediglich eine subjektive Wahrnehmungsform, die von dem Baue unserer peripherischen Nerven, sowie von demjenigen der Wärmesphäre unseres Zentralorganes abhängt. Für ein Wesen, dem die Wärmeempfindungsorgane vollständig mangeln, muss die thermische Strahlung ein ebenso unbekanntes Ding sein, wie es vor einem Jahrhunderte die chemische für unsere Vorfahren war.

Das Gleiche gilt auch vom Lichte. Das reale Etwas ist die oszillierende Bewegung des Äthers. Soll diese wirklich in die subjektive Empfindungsform, die wir Licht nennen, übergehen, so muss ein Auge vorhanden sein, das die Bewegung aufnimmt und dem Gehirne zuträgt, sowie eine Sehosphäre in letzterem, welche dieselbe als Licht im allgemeinen oder als solches von besonderer Farbe in unser Bewusstsein überführt. Auf welche Weise die von aussen kommenden Reize im Gehirne verarbeitet und durch welchen rätselhaften Mechanismus sie in bewusste Sinneseindrücke umgewandelt werden, kann überhaupt nicht erklärt werden. Diese Erscheinung ist ihrer Natur nach menschlicher Forschung vollständig unzugänglich, und daher können uns auch die geistreichsten Erklärungsversuche moderner Materialisten ihrer Lösung um keinen Schritt näher bringen.

Ohne jenen wunderbaren Umwandlungsprozess in der Sehosphäre des Gehirnes gibt es für uns zwar Ätheroszillationen, aber kein Licht. *Moses* sagt in seiner Schöpfungsgeschichte mit wunderbarer Prägnanz und Einfachheit: Gott sprach, es werde Licht, und siehe da, es ward Licht. Dieser Ausspruch stimmt vollständig mit der naiven Naturanschauung der damaligen Zeit. *Moses* durfte nicht anders sprechen, wenn er für die Menschheit

auf jener Erkenntnisstufe überhaupt verständlich sein wollte. Wären die Errungenschaften der modernen Forschung schon damals Gemeingut gewesen, so dürfte jener Satz wohl folgendermassen gelaute haben: Gott schuf den Äther und begabte ihn mit Schwingungsfähigkeit. Er konzentrierte die Energie in kalorischer Form in der Sonne und den Fixsternen und befahl dann, dass das Schorgan entstehe. Und siehe da, es ward Licht.

§ 18. Das Phänomen der Strahlung liefert den evidenten Beweis, dass ausser der wägbaren Materie noch ein Stoff existiert, der ausserordentlich fein und dem Zuge der Gravitation nicht unterworfen ist, die dichtesten Körper durchdringt und den ganzen Weltraum gleichmässig erfüllt. Über die physikalischen Eigenschaften dieses wunderbaren Mediums sind wir selbst heutzutage noch vielfach im Unklaren. Das Strahlungsphänomen allein ermöglicht uns, über das Verhalten desselben einigermassen sichere Schlüsse zu ziehen.

Eine wichtige und durch die Forschungsergebnisse bis in die jüngste Zeit herein verbürgte Thatsache ist, dass im Äther bloss Transversalschwingungen vorkommen. Bei dem heutigen Stande der Forschung sind wir überhaupt nicht berechtigt, demselben die Fähigkeit zu longitudinalen Vibrationen zuzuschreiben. Da die letzteren bloss in kompressiblen Medien auftreten können, so ergibt sich als Fundamenteigenschaft: Der Äther ist inkompressibel. Er ist folglich auch nicht expansibel, sondern muss ein einmal vorhandenes Volumen für alle Zeiten unverändert beibehalten.

Der Äther unterscheidet sich ferner dadurch von der Materie, dass er Vibrationen zwar aufnehmen und fortleiten kann, durch dieselben in seiner Konstitution aber nicht geändert wird. Er kann weder erstarren, noch verflüssigt oder verdampft werden, lässt sich also keinem bekannten Aggregatzustande einreihen. Namentlich ist er total verschieden von den gasförmigen und flüssigen Körpern und gleicht mehr den festen. Denken wir uns einen absolut inkompressiblen festen Körper von ungemein geringer Dichte, dessen diskrete Teilchen ausserordentlich klein sind und einen konstanten gegenseitigen Abstand besitzen, so erhalten wir ein grob sinnliches Bild dieses merkwürdigen Mediums. Der Äther ist also nicht Materie im gewöhnlichen Sinne, hat aber mit dieser das gemein, dass er Träger von Energie sein kann.

Die Materie kann, da sie einer besonderen Lagerung, sowie einer Bewegung fähig ist, die Energie sowohl in der potentiellen, als in der kinetischen Form enthalten. Der Äther als inkompressibles Medium kann zwar Schwingungen aufnehmen und fortleiten, ist aber einer dauernden Lagenänderung unfähig. Hieraus resultiert als zweite Fundamenteigenschaft: Im Äther kann die Energie bloss in der kinetischen Form bestehen.

§ 19. Die wichtigste Erscheinung in der Körperwelt ist der Vorgang, dem alle Lebewesen ihr Dasein verdanken. Alle Arten von Energie lassen sich in zwei Hauptformen gruppieren, die potentielle und die kinetische. Unter dem Lebensprozesse verstehen wir den mit dem Stoffwechsel in den organischen Körpern verbundenen Übergang der Energie aus einer Hauptform in die andere. Der Äther kann derartige Übergänge überhaupt nicht zulassen, demnach auch niemals Träger irgend welchen Lebensprozesses sein. Er spielt dafür eine Rolle von nicht minderer Bedeutung. Keine Energieumformung ist möglich, ohne dass derselbe in Mitleidenschaft gezogen wird und zu vibrieren beginnt. Da die Schwingungen nicht auf die Erzeugungsstelle beschränkt bleiben, sondern an den Ätherocean abgegeben werden und in diesem sich verlieren, so folgt ohne weiteres, dass jeder Lebensprozess von einem nicht zu umgehenden Energieverluste begleitet ist.

Soll auf einem Himmelskörper organisches Leben längere Zeit bestehen, so muss der unvermeidliche Energieverlust fortwährend neu ersetzt werden. Letzteres geschieht durch die Strahlung. Der Kosmos enthält eine ungeheure Anzahl von Energiezentren. Viele derselben sind zweifelsohne weit mächtiger als unsere Sonne; aber sie sind so weit entfernt, dass der Strahlungsbetrag, den sie uns zusenden, gar nicht in Betracht kommt. Bei der Entscheidung über die Frage, welchen Einfluss die Strahlung auf den Bestand organischen Lebens hat, sind wir demnach auf die Weltinsel, der die Erde angehört, auf unser Sonnensystem angewiesen. Da aber die Naturgesetze für das ganze Universum gleichmässig Giltigkeit besitzen und aus gleichen Ursachen überall gleiche Wirkungen entstehen, so können wir ohne weiteres alle Schlussfolgerungen, die sich für das Sonnensystem als gültig erwiesen haben, sofort auf den ganzen Kosmos ausdehnen.

§ 20. Die Sonne ist ein ungeheurer, in stärkster Gluthitze befindlicher Ball, der von einer ausgedehnten Hülle glühender Gase, der Photosphäre, umgeben ist. Das Spektrum des inneren Kernes ist gleich dem eines festen oder flüssigen weiss glühenden irdischen Stoffes kontinuierlich; jenes der Hülle hingegen zeigt die Linien, welche den glühenden Dämpfen von Eisen, Natrium, Calcium, Magnesium, Wasserstoff etc. eigentümlich sind.

Der Sonnenkörper enthält geradezu unermessbar grosse Beträge von kalorischer Energie, die er unaufhörlich an den Äther abgibt und als Gewirre von Wellen durch den Raum aussendet. Die Strahlung erfolgt gleichmässig nach allen Richtungen. Ein ungefähres Bild vom Betrage derselben verschaffen wir uns, indem wir uns um den Sonnenmittelpunkt eine Kugel gelegt denken, deren Radius gleich einer Sonnenweite ist, also 20 Millionen geogr. Meilen beträgt. Die Oberfläche dieser enormen Kugel beträgt 5026,55 Billionen, der Querschnitt der Erde hingegen bloss 2,32 Millionen Quadratmeilen. Letzterer ist 2166,2-millionenmal kleiner als erstere, erhält also auch nur den 2166,2-millionten Teil der Gesamtstrahlung. Dieser kleine Bruchteil ist nach den sichersten Messungen im stande, eine die ganze Erdoberfläche gleichmässig bedeckende Eisschichte von mindestens 30 *m* Dicke in einem Jahre abzuschmelzen. Hieraus berechnet sich für jedes Quadratmeter der Erdoberfläche ein jährlicher Strahlungsbetrag, welcher der gleichzeitigen Leistung einer ununterbrochen arbeitenden Dampfmaschine von 0,4 Pferdestärken gleichkommt. Für die ganze Erdoberfläche ergibt das die jährliche Leistung eines Dampfmotors von 203,72 Billionen Pferdestärken. Die Gesamtstrahlung der Sonne erreicht aber das 2166,2 Millionenfache dieses riesigen Wertes.

Derartige fast unmessbar grosse Energiebeträge gibt die Sonne schon seit ungezählten Jahrtausenden alljährlich an den Weltraum ab. Und doch leuchtet sie heutzutage noch mit demselben Glanze wie zu den Zeiten des Moses und wird sicher auch ungezählte weitere Jahrtausende mit ungeschwächter Kraft den kommenden Geschlechtern Licht und Wärme spenden. Woher nimmt sie den Ersatz für die immense Ausgabe? Die Beantwortung dieser wichtigen Frage bleibt einem späteren Kapitel vorbehalten.

§ 21. In Rücksicht auf ihr Verhalten gegen strahlende Energie lassen sich die materiellen Körper in drei Klassen grup-

pieren, je nachdem sie die Strahlung hauptsächlich reflektieren, durchlassen oder absorbieren. Wir kennen keinen Körper, der eine dieser Eigenschaften in voller Reinheit zeigt. Stets ist mit der Reflexion und Durchlässigkeit je nach der molekularen Struktur eine mehr oder minder starke Absorption verbunden. Durch die unaufhörlichen Ätherstösse werden hierbei die Moleküle in Vibrationen versetzt. Der Körper erleidet entweder eine bloss Temperatursteigerung, oder es erfolgt zugleich auch eine Umlagerung der elementaren Bestandteile, eine Änderung der Struktur und des Aggregatzustandes. Im ersteren Falle wird er selbst ein Energiezentrum, das den absorbierten Strahlungsbetrag wieder an den Äther zurückgibt. Im letzteren hingegen wird ein Teil der aufgenommenen Energie zurückbehalten und in potentieller Form aufgespeichert. Daraus ergibt sich unmittelbar, dass bloss jener Teil der ankommenden Sonnenenergie, welcher durch Absorption in die potentielle Form übergeführt wird, für längere Dauer dem Erdkörper erhalten bleibt.

§ 22. Die Sonnenenergie muss, um auf die Erdoberfläche zu gelangen, das die letztere umgebende Luftmeer durchsetzen. Die elementaren Gase, also auch die reine Luft, sind äusserst durchlässig für jegliche Art von Strahlung. Sie absorbieren nur einen sehr geringen Betrag derselben und können demnach durch bloss Strahlung auch nicht merklich erwärmt werden. Beträchtlichere Temperatursteigerungen in denselben werden nur durch direkte Berührung mit erhitzten Körpern, also durch Leitung und Konvektion bewirkt. Ein wesentlich verschiedenes Verhalten zeigen die zusammengesetzten Gase und Dämpfe. Letztere sind zwar äusserst durchlässig für die meisten Sorten der leuchtenden, hingegen merklich undurchlässig für die dunkle thermische Strahlung. Infolge ihres Gehaltes an Wasserdampf und Kohlensäure durchsiebt die Atmosphäre die ankommenden Sonnenstrahlen. Ein Teil der dunkeln Wärme und des roten Lichtes wird absorbiert und zurückgehalten, der Rest geht an den Erdboden über, wird teils in thermometrische Wärme verwandelt oder in potentieller Form aufgespeichert, teils in den Weltraum reflektiert und beim Rückgange abermals gesiebt. Die erwärmte Erdoberfläche gibt dann ihre kalorische Energie entweder durch Leitung und Konvektion an die Luft oder durch Strahlung direkt wieder an den Weltraum ab. Lediglich durch

ihren Gehalt an Wasserdampf und Kohlensäure vermag somit die Atmosphäre einen wärmenden und schützenden Mantel für den Erdkörper zu bilden. Sie erfüllt diese Funktion wegen des wechselnden Dampfgehaltes im Sommer besser als im Winter, in den unteren Schichten besser als in den oberen, wo wegen ihrer geringen Dichte die Ausstrahlung der aufgenommenen Wärme fast ungehindert erfolgt.

§ 23. Eine rein thermische Wirkung der Sonnenenergie ist die durch Erwärmung hervorgerufene Auflockerung der Luft- und Wassermassen der Erdoberfläche. Sie ist die Ursache jener beiden grossen Strömungen in der Atmosphäre und im Weltmeere, die als Äquatorial- und Polarstrom den Austausch der Luftmassen und der Gewässer zwischen der heissen und den beiden kalten Zonen bewirken. Auch jeder lokale Wind ist, da er durch ungleichmässige Erwärmung einzelner Schichten infolge von Bodenverschiedenheiten entsteht, ein Ausfluss der Sonnenenergie.

Ein Teil jenes Betrages der Strahlung, der in potentieller Form für längere Dauer auf der Erde zurückbleibt, dient zum Verdunsten der Gewässer, sowie zum Abschmelzen von Eis und Schnee. Er geht dabei in die latente Wärme der geschmolzenen, bzw. verdunsteten Massen über. In den äquatorialen Regionen, sowie zur Sommerszeit in den mittleren und höheren Breiten werden alljährlich durch die Sonnenwärme gewaltige Wassermengen in Dampf übergeführt. Letzterer, leichter als Luft, steigt in dieser empor und wird durch die Strömungen über weite Flächen verteilt. In den höheren Schichten gibt er durch Strahlung und Leitung seine Wärme rasch ab, wird kondensiert und als Regen oder Schnee der Erdoberfläche zurückgegeben. Die Atmosphäre stellt somit ein gewaltiges Pumpwerk dar, das getrieben durch Sonnenenergie den Kreislauf des Flüssigen unterhält und regelt.

§ 24. Die gesamte auf der Erde vorhandene Materie lässt sich in zwei grosse Klassen, das Reich der anorganischen und jenes der organischen Körper, einordnen. Im ersteren wirken bloss die physikalischen und chemischen Kräfte, mit welchen die Grundstoffe ausgestattet sind, nach bestimmten, erst zum kleinsten Teile erforschten Gesetzen. Die Körper der lebendigen Natur erscheinen hingegen als Produkte eines Prozesses, bei

welchem die Thätigkeit jener Kräfte durch ein weit geheimnisvolleres und rätselhafteres Prinzip geregelt und in jedem Falle entsprechend modifiziert wird.

Das Pflanzenreich hat die Aufgabe, die Stoffe der anorganischen Natur in die organische Form überzuführen. Jede Pflanze braucht, genügende Bodenbeschaffenheit vorausgesetzt, Wärme und Licht zu ihrer Entwicklung. Erstere stellt die Bedingung her, unter welcher Stoffwechsel vor sich gehen kann. Dieser selbst aber wird nur durch die leuchtende Strahlung hervorgerufen und unterhalten. Bedingung für die Assimilation der anorganischen Stoffe im Innern des Pflanzenkörpers ist das Auftreten von Chlorophyll. Letzteres wird nur unter dem Einflusse des Lichtes gebildet. Die leuchtende Sonnenenergie allein befähigt somit die Pflanze, den anorganischen Stickstoff und Kohlenstoff aus der Luft, sowie den Wasserstoff aus dem Boden zu entnehmen, in der organischen Verbindung des Eiweiss und der Kohlehydrate aufzuspeichern und zu ihrem Baue zu verwenden. Wir haben hier in der That ein drastisches Beispiel der Energieumformung. Die kinetische Energie der von der Sonne auslaufenden Ätherwellen wird teilweise in die potentielle der im Pflanzenkörper aufgebauten und ihrer Verwendung harrenden Stoffe umgewandelt. So ist das ganze Pflanzenreich lediglich ein Produkt der Sonnenenergie.

§ 25. Das Tierreich und an dessen Spitze der Mensch nährt sich direkt oder indirekt vom Pflanzenreiche. Der Nahrungsstoff wird vom tierischen Körper in Form von potentieller Energie aufgenommen und verdaut. Als sorgsamer Hausvater ist der Organismus darauf bedacht, nicht die ganze Einnahme sofort zu vergeuden, sondern einen erklecklichen Teil derselben für allenfallsige Zeiten der Not aufzusparen. Die Stickstoffverbindungen werden zum Baue des Körpers verwendet und als Muskelsubstanz angehäuft, die Kohlehydrate dagegen teils in Form eines Fettpolsters aufgespeichert, teils beim Atmungsprozesse verbrannt. Indem ein Teil der zugeführten Energie so in die kinetische Form übergeht, erzeugt er einerseits die dem Organismus eigentümliche Körperwärme und befähigt ihn anderseits, Arbeit zu leisten. Welcher Art diese ist, ob sie in der geistigen Anstrengung und Gedankenthätigkeit des Gelehrten oder in der grob-mechanischen eines Zug- oder Lasttieres besteht, ist für den Umwandlungs-

prozess an sich gleichgiltig. Soviel aber steht fest, dass bei vermehrter Arbeit auch vermehrte Nahrungsaufnahme stattfinden muss, wenn der Organismus nicht geschädigt werden soll. Ebenso erhellt, dass bei grossen Verlusten an Körperwärme der Oxydationsprozess im tierischen Körper intensiver, die Nahrung also reicher an Fettstoff oder Kohlehydraten sein muss. Weil abhängig vom Pflanzenreiche, ist somit auch das ganze Tierreich ein Produkt der Sonnenenergie.

§ 26. Die Gesamtheit der Pflanzenkörper der Jetztzeit, ob wir sie als Nahrungsmittel oder als Brennstoff benutzen, ist Sonnenenergie in potentieller Form. Wie steht es aber mit der Steinkohle? In der Jungfernperiode unserer heutzutage schon sehr gealterten Erde, als im fortschreitenden Abkühlungsprozesse der ehemals wenigstens in seinen äusseren Schichten glühend flüssige Ball sich mit einer soliden, tragfähigen Kruste überzogen hatte, war die Bodentemperatur infolge der Wärmeabgabe seitens des unterirdischen Glutherde eine weit höhere als jetzt. Grosse Massen von Kohlensäure und Wasserdampf fanden sich in der Atmosphäre. So waren alle Bedingungen für die Entwicklung eines üppigen Pflanzenwuchses gegeben. Die damals wahrscheinlich weit mächtigere Sonnenstrahlung besorgte den Aufbau der vorsintflutlichen Pflanzenungetüme. In sumpfigen Niederungen sanken diese durch Revolutionen der mannigfaltigsten Art im Laufe der Zeiten in den Boden, wurden durch den Druck der darüber lastenden Schichten versteinert und bildeten so die ausgedehnten Lager fossiler Kohle, die Grundbedingung für das Gedeihen unserer heutigen Industrie. Also auch die Steinkohle ist Sonnenenergie in potentieller Form und besteht in dieser seit ungezählten Jahrtausenden. Wir benutzen sie heutzutage als glückliche Erben, die sich leider nicht mit den Zinsen, d. h. dem jährlichen Neuzuwachse an Brennstoff, allein begnügen können, sondern allerdings notgedrungen auch den Kapitalstock angreifen müssen.

Alles, was wir besitzen, verdanken wir der Sonne. Die Triebkraft unserer Industrie, der Bestand an Tieren und Pflanzen, die Nahrung und Kleidung, die Arbeitskraft unseres eigenen Körpers sind ein Ausfluss der Sonnenenergie. Wir sind, wie *Tyndall* sagt, Kinder der Sonne, nicht im figürlichen Sinne, sondern in vollster Wirklichkeit.

Im Kreislaufe des organischen Lebens auf der Erde erblicken wir zwei parallel laufende Prozesse, den der Aufspeicherung von Sonnenenergie im Pflanzenkörper und den des Verbranches derselben im tierischen Organismus. Beide ergänzen sich gegenseitig, und der eine ist nicht möglich ohne den andern. Die Pflanze nimmt die Kohlensäure aus der Luft und das Wasser aus dem Boden auf, zersetzt beide und gibt den Sauerstoff wieder ab. So schafft sie einerseits die Kohlehydrate, den Heizstoff für den tierischen Organismus, und macht anderseits die Luft wieder tauglich zum Atmen. Im Gegensatze dazu werden im Tierkörper die Kohlehydrate verbrannt und die Oxydationsprodukte, nämlich Kohlensäure und Wasserdampf, die Hauptnährstoffe der Pflanzen, an die Atmosphäre zurückgegeben, um den Kreislauf von neuem zu beginnen.

§ 27. Betrachten wir in einer klaren Nacht den weiten Bogen des Himmelsgewölbes, so finden wir an ihm eine fast zahllose Menge feiner Lichtpunkte, die stellenweise so dicht gedrängt sind, dass sie den dunkeln Hintergrund mit einem milchartig blassen Schimmer überziehen, stellenweise aber in spärlicherer Verteilung einzeln aufluchten. Schon eine länger fortgesetzte Beobachtung mit freiem Auge liefert den Beweis, dass einzelne dieser Lichtpunkte eine ausgesprochene Bewegung besitzen und an den übrigen, scheinbar an dunkeln Firmamente fest gehefteten vorbei merklich gegen Osten vorrücken. Im Fernrohre erscheinen diese als leuchtende Scheibchen von mildem, mondähnlichem Glanze. Schon im Altertume war bekannt, dass sie bloss in jener Zone des Himmelsgewölbes auftreten, die man als Tierkreis bezeichnet. Seit den bahnbrechenden Entdeckungen von *Kopernikus* und *Kepler* besteht kein Zweifel mehr, dass diese Wandelsterne, die Planeten, sich in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen, und dass die Erde, unser Wohnsitz, zu den kleineren darunter zählt. Sie besitzen kein eigenes Licht und werden bloss dadurch sichtbar, dass sie die Sonnenstrahlen reflektieren. Als kalte, dunkle Körper erscheinen sie allein geeignet, Träger organischen Lebens, ähnlich dem auf der Erdoberfläche, zu sein. Die ihnen in gleicher Weise zugestrahlte Sonnenenergie vermag wenigstens, genügende Existenzbedingungen vorausgesetzt, auf gleiche Art Lebewesen hervorzurufen und zu ernähren. Die Annahme, dass auch auf anderen Planeten organisches Leben bestehe, hat durch

die neueren Untersuchungen der Marsoberfläche einige Wahrscheinlichkeit erhalten.

Im Gegensatze zu den Planeten erscheinen die Fixsterne auch bei den stärksten Vergrößerungen, welche die Riesenteleskope der Neuzeit gestatten, als intensiv glänzende Lichtpunkte ohne jegliche merkbare Ausdehnung. Bei den meisten derselben vermag ferner selbst eine mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Beobachtung keine merkliche Eigenbewegung zu konstatieren. Erst nach vielen Dezennien zeigt sich bei ihnen eine nicht zu verkennende Änderung der Position. Die Spektralanalyse hat evident dargethan, dass sämtliche Fixsterne selbstleuchtende Körper, Energiezentren sind, welche in höchster Gluthitze befindlich frei im Raume schweben. Sie hat ferner den Nachweis geliefert, dass diese glühenden Bälle aus denselben Stoffen zusammengesetzt sind, die auch Hauptbestandteile der Sonne und Erde sind. Die Fixsterne sind also Sonnen gleich der unserigen, und die meisten derselben überragen diese nach den Angaben des Spektroskopes und den Beobachtungen an Doppelsternen an Leuchtkraft und Masse.

Neben diesen Haupttypen finden sich am Himmelsgewölbe in grosser Anzahl leuchtende nebelartige Massen, die eine merkliche Eigenbewegung nicht besitzen, die sogenannten Nebelflecke. Viele dieser eigenartigen Gebilde werden durch die optischen Hilfsmittel des Astronomen in unzählbare feine Lichtpünktchen, also in Fixsterne, aufgelöst, andere behalten auch bei der stärksten Vergrößerung ihren nebelartigen Schimmer bei. Bei einer grossen Reihe der letzteren hat das Spektroskop bewiesen, dass wir es mit glühenden Gasbällen von ungeheurer Ausdehnung zu thun haben, in denen sich häufig ein stärkerer, intensiv leuchtender Kern von dem matten Schimmer der Umgebung abhebt. Ein derartiges Gebilde erinnert unwillkürlich an ein Weltsystem, das im Entstehen begriffen ist.

Total verschieden von den eigentlichen Nebelflecken sind jene nebelartigen Massen, die von Zeit zu Zeit am Firmamente auftauchen und nach einer kurzen Dauer der Sichtbarkeit wieder verschwinden. Diese Gebilde, die rätselhaften Kometen, sind Anhäufungen sehr dünner zerstreuter Materie, die an sich dunkel den Raum durchziehen und erst in der Nähe eines Energiezentrums durch Reflexion der Strahlen sichtbar werden. Einzelne bewegen

sich in sehr lang gestreckten Ellipsen um die Sonne. Bei diesen ist die Dauer ihres Umlaufes und mithin der Zeitpunkt ihrer Wiederkehr mit grosser Annäherung bestimmt. Die meisten hingegen weisen Bahnen auf, die es wahrscheinlich machen, dass diese Gebilde gar nicht zum Sonnensysteme gehören, sondern durch kosmische Kräfte beeinflusst sich in dasselbe verirrt haben und teilweise in ihm festgehalten worden sind. Die Spektralanalyse hat in den Kometen bislang Kohlenwasserstoffe und in einem einzelnen Falle auch Natrium nachgewiesen. Sicheres über ihre Natur ist aber bis heute noch nicht bekannt; doch ist soviel sicher, dass ihre fast verschwindend kleinen Massen im Bestande des Sonnensystemes keine merkbaren Störungen hervorrufen. Welch wichtige Rolle die zerstreute Materie dieser merkwürdigen Gebilde in der Entwicklung des Kosmos spielt, soll später dargethan werden.

§ 28. Das Universum mit seinen Millionen von Sonnen, seinen Sternhaufen und Nebelflecken wirkt auf den Menschen fast überwältigend und erdrückend. Eine nur halbwegs klare Vorstellung von dem Baue des Kosmos, von dem Walten der bei seiner Entwicklung thätigen Kräfte gewinnen wir bloss dadurch, dass wir mit dem Kleinen, nämlich mit dem Sonnensysteme beginnen und allmählich zu Höherem fortschreitend die als richtig erkannten Gesetze auf das ganze Weltall ausdehnen.

Im Zentrum unserer Weltinsel befindet sich als mächtige Herrscherin die Sonne. Um sie bewegen sich nach den feststehenden Gesetzen der Mechanik die acht Hauptplaneten Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, sowie die zwischen dem Mars und Jupiter kreisenden, teleskopisch kleinen Asteroiden, deren man jetzt fast 400 kennt. Alle Hauptplaneten mit Ausnahme des Merkur und der Venus sind keine einfachen Körper, sondern selbst wieder Systeme, die aus einer Zentralmasse, dem eigentlichen Planeten, und einem oder mehreren um diese kreisenden Monden bestehen. Das reichst gegliederte dieser einfachsten und niedrigsten Weltsysteme ist dasjenige des Saturn, welches ausser dem Zentralkörper einen diesen umschliessenden Ring, sowie acht Nebenplaneten oder Monde enthält.

Die Thatsache, dass die Planeten und deren Monde an sich dunkel sind und erst im reflektierten Sonnenlichte aufleuchten

und sichtbar werden, erklärt sich aus der fortschreitenden Entwicklung des Sonnensystemes. Die Wahrnehmungen am Erdkörper, die Temperaturmessungen bei Tiefbohrungen beweisen, dass das Erdinnere auch jetzt noch in voller Gluthitze sich befindet und dass bloss die Oberfläche durch Wärmeabgabe allmählich starr und fest geworden ist. Das Gleiche gilt offenbar von allen übrigen Planeten. In grauer Urzeit waren diese selbstleuchtende Energiezentren, die im fortschreitenden Abkühlungsprozesse allmählich starr und dunkel wurden. Bei der weitaus mächtigeren Sonnenmasse erfordert dieser Prozess eine entsprechend längere Zeit; sie ist also heutzutage noch weit vom Stadium des Dunkelwerdens und Erstarrens entfernt.

Jede Reflexion des Lichtes ist mit einer Absorption an der Oberfläche des reflektierenden Körpers und folglich mit einer bedeutenden Schwächung der Lichtstärke verbunden. Aus dieser Thatsache ergibt sich unmittelbar, dass mit zunehmender Entfernung die mächtigsten Planeten sehr rasch lichtschwach und endlich auch in den stärksten Fernrohren vollkommen unsichtbar werden müssen.

§ 29. Die Weltinsel, der unsere Erde angehört, ist ein System zweiter Ordnung, das ein einziges selbstleuchtendes Energiezentrum, die Sonne, und zahlreiche dunkle Systeme erster Ordnung, die Planeten mit ihren Trabanten, enthält. Die nächste Frage ist: Sind die zahllosen Fixsterne, die wir am Himmel beobachten, und die sich von unserer Sonne lediglich durch Masse und Leuchtkraft unterscheiden, einfache Körper oder auch Systeme niederer, bzw. höherer Ordnung mit zahlreichen dunkeln, bewohnbaren und vielleicht auch bewohnten Begleitern? Da in den fernsten Tiefen des Himmelsraumes die gleichen Kräfte thätig sind wie in unserem Sonnensysteme, so müssen auch überall die gleichen oder wenigstens ähnliche Wirkungen entstehen. Die Forschung muss also die Frage, ob die Fixsterne von dunkeln, bewohnbaren Begleitern umkreist werden können, unbedingt bejahen. Der Nachweis der wirklichen Existenz von Fixsterntrabanten kann jedoch nur in einzelnen Ausnahmefällen gelingen.

Die Entfernung der nächst gelegenen Fixsterne vom Sonnensysteme, bzw. unserem Wohnorte, der Erde, ist eine derart enorme, dass wir etwaige dunkle Trabanten derselben selbst mit den stärksten optischen Hilfsmitteln niemals werden erblicken

können. Abgesehen von den seltenen Ausnahmefällen, in welchen die rechnende Astronomie einen sicheren Schluss auf die Existenz und den Ort dunkler Begleiter gestattet, ist die Forschung auf jene Trabanten beschränkt, welche noch in eigenem, genügend intensivem Lichte erstrahlen. Es bewegt sich da eine Sonne um eine andere, weit mächtigere, oder es umkreisen zwei nahezu gleich starke Sonnen ihren gemeinsamen Schwerpunkt. Die That-
sache, dass auch leuchtende Himmelskörper sich um andere von grösserer oder geringerer Leuchtkraft bewegen, bzw. ihren gemeinsamen Schwerpunkt umlaufen, ist längst nicht mehr neu, sondern wurde schon seit vielen Dezzennien bei den sogenannten Doppelsternen, deren bereits über 6000 bekannt sind, beobachtet. Bei vielen derselben hat man eine ausgesprochene Bewegung des Begleiters um ein in der Nähe des Hauptsternes gelegenes Zentrum erkannt und die bei allen Planeten unseres Systemes beobachtete elliptische Bahn wiedergefunden. Als Umlaufzeiten wurden bei ungefähr 20 dieser Systeme Werte zwischen 25 und 1000 Jahren ermittelt. Aus der That-
sache, dass leuchtende Trabanten von Fixsternen existieren, ergibt sich mit voller Sicherheit, dass auch dunkle, d. h. in einem weiter fortgeschrittenen Stadium der Abkühlung befindliche vorhanden sein müssen. Der schöne Stern Procyon im kleinen Hunde zeigt Anomalien in seiner Bewegung, die nur durch die Nähe zahlreicher dunkler, d. h. mit den stärksten optischen Hilfsmitteln bisher nicht auffindbarer Massen erklärt werden können.

§ 30. Eine Sonnenweite, d. i. eine Entfernung gleich dem Abstände der Erde von der Sonne, beträgt rund 20 Millionen geogr. Meilen. Neptun, der äusserste bekannte Planet, ist ca. 600 Millionen Meilen vom Zentrum unserer Weltinsel entfernt. Der Durchmesser des Sonnensystemes, soweit es bis jetzt erforscht ist, darf also zu rund 1200 Millionen Meilen angenommen werden. Diese an sich schon enormen Entfernungen sind aber nahezu verschwindend klein gegen die Dimensionen, die wir im Kosmos beobachten. Nach den bis jetzt vorliegenden Ergebnissen der astronomischen Forschung ist α Centauri, ein glänzender Stern am südlichen Himmel, unter den Millionen von Sonnen die uns zunächstliegende. Der Winkel, unter dem von diesem Sterne aus der Radius der Erdbahn erscheint, beträgt nicht ganz eine Sekunde. Hieraus berechnet sich seine Entfernung von der

Sonne zu rund $4\frac{1}{2}$ Billionen Meilen. Dieser Abstand ist so enorm und überschreitet so sehr unser Vorstellungsvermögen, dass uns jeder irdische Massstab dafür fehlt. Die moderne Astronomie hat deshalb als Masseinheit für kosmische Entfernungen das Lichtjahr eingeführt, nämlich die Wegstrecke, die ein Lichtstrahl, der doch in jeder Sekunde 300 000 *km* oder 40 000 geogr. Meilen durchheilt, in einem Jahre zurücklegt. In irdischem Masse umfasst diese Einheit 1,26 Billionen Meilen. Die Entfernung des nächsten Fixsternes beträgt somit rund $3\frac{3}{4}$ Lichtjahre.

Die Ermittlung der Fixsternentfernungen zählt zu den schwierigsten Problemen der modernen Astronomie, da die dabei in Frage kommenden Winkel so klein sind, dass sie auch mit den Präzisionsinstrumenten der Gegenwart nur sehr schwer gemessen werden können. So erklärt es sich, dass bis jetzt bloss bei einer sehr kleinen Anzahl die Distanz annähernd bekannt ist. Der glänzendste Fixstern am Himmel, der allbekannte Sirius im grossen Hunde, ist 17, die nicht minder bekannte Wega in der Leyer 18 Lichtjahre von uns entfernt. Die bis jetzt gemessenen Distanzen sind derart spärlich, dass wir im ganzen bloss auf mehr oder minder zuverlässige Schätzungen angewiesen sind. Nach dem um die Erforschung des Fixsternhimmels so wohlverdienten *Herschel* beträgt die Entfernung der äussersten Sterne der Milchstrasse 6000 bis 7000 Lichtjahre. Die äussersten in den modernen Rieseninstrumenten eben noch sichtbaren Lichtpünktchen mögen wohl Abstände von vielen Millionen Lichtjahren besitzen.

Die Dimensionen, die uns im Kosmos entgegentreten, sind derart überwältigend, dass wir sie überhaupt nicht zu fassen vermögen. Jedes neugebaute, vollkommnere und lichtstärkere Fernrohr zeigt neue, bis dahin noch nie gekannte Welten, und niemand vermag vorauszusagen, wann eine Grenze erreicht wird. Der blossen astronomischen Forschung zufolge scheint also das Weltall unendlich zu sein.

§ 31. Die Beobachtungen an den Doppelsternen haben zur Evidenz bewiesen, dass wir es bei den Fixsternen nicht mit einfachen Himmelskörpern, sondern mit Systemen zu thun haben, die ähnlich gebaut wie unser Sonnensystem sich von diesem bloss durch eine andere Massenverteilung unterscheiden. Die Sonnenmasse ist rund 800 mal so gross als diejenige sämtlicher Planeten zusammen, und der Schwerpunkt unserer Weltinsel fällt in den

Sonnenkörper selbst noch hinein. Im Gegensatze dazu erreichen die Fixsterntrabanten manchmal nahezu die Masse des Hauptsternes, wenn sie in ihrer Gesamtheit dieselbe nicht gar übertreffen. So ist beispielsweise die Masse des einzigen sichtbaren Siriustrabanten die Hälfte der Siriusmasse. Nach den Grundgesetzen der Mechanik muss die Bewegung der einzelnen Komponenten eines Systemes um den gemeinsamen Schwerpunkt erfolgen. Der im Sonnensysteme beobachtete Spezialfall der Bewegung um den Hauptkörper ist also bei den Doppelsternen dadurch verallgemeinert, dass auch der Hauptkörper gleich allen Trabanten den gemeinsamen Schwerpunkt umkreist.

Die Fixsterne führen ihren Namen als feststehende Sterne sehr mit Unrecht. Zwar bei sehr entfernten Objekten, deren Distanz mehrere Hunderte von Lichtjahren beträgt, ist eine Eigenbewegung noch nicht konstatiert. Zum Nachweise einer solchen ist wegen der immensen Entfernung eine Beobachtungsdauer von mehreren Jahrhunderten erforderlich, während präzise Positionsbestimmungen am Himmel doch weit geringeren Datums sind. Bei allen näher gelegenen Gestirnen ist hingegen eine ausgesprochene Eigenbewegung schon seit vielen Jahrzehnten bekannt. In Bezug auf die Bewegung unserer Weltinsel ist nachgewiesen, dass im Sternbilde des Herkules die einzelnen Gestirne merklich aus einander rücken, während sie sich an der diametral gegenüber liegenden Stelle des Himmelsgewölbes in gleichem Grade einander nähern. Unser Sonnensystem muss also eine ausgesprochene Bewegung in der Richtung nach dem Sternbilde des Herkules besitzen. Nach dem jetzigen Stande der astronomischen Forschung steuert dasselbe gegenwärtig einem Punkte zu, der in der Nähe des Sternes ρ Herculis liegt. Mehrfach unternommene Versuche, die Geschwindigkeit der Bewegung zu ermitteln, lieferten Werte, die zwischen 4—7 geogr. Meilen pro Sekunde schwanken.

Am Sternenhimmel suchen wir den Zustand der Ruhe und des Feststehens vergeblich. Jedes einzelne Gestirn ist in Bewegung und beschreibt seine Bahn nicht willkürlich, sondern vollständig gesetzmäßig nach den Prinzipien der Mechanik. Was wir im Sonnensysteme im kleinen beobachten, das zeigt sich am Fixsternhimmel im grossen. Gleich der Sonne ist jeder Fixstern ein System erster oder zweiter Ordnung, das mit anderen gleich-

artigen um den gemeinsamen Schwerpunkt gravitiert. So entsteht ein System dritter Ordnung, ein Sternhaufen, der sich von einem solchen zweiter Ordnung nur durch die Anzahl seiner Glieder und Unterglieder unterscheidet. Derartige Systeme sind die mehrfachen Sterne, sowie jene Gruppen dicht gedrängter Sterne, deren Zusammengehörigkeit augenscheinlich ist. Beispiele hierfür sind die bekannten Gruppen der Plejaden, Hyaden u. a. Eine Reihe um ihren gemeinsamen Schwerpunkt gravitierender Systeme dritter Ordnung bildet endlich ein System vierter Ordnung, also eine Aufhäufung zusammengehöriger Sterne, wie wir sie in der Milchstrasse erblicken.

Ein Milchstrassensystem lässt sich als höhere Einheit betrachten, die mit andern Einheiten gleichen Grades ein System fünfter Ordnung, ein Weltall, bildet. Die vielfach vorhandenen Nebelflecke, welche bei genügender Vergrößerung sich im Fernrohre in eine ungeheure Anzahl einzelner Sterne auflösen, scheinen Milchstrassensysteme gleich dem unserigen zu sein und mit diesem ein solches Weltall zu bilden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass mehrere Systeme fünfter Ordnung wieder um ihren Schwerpunkt gravitierend ein System sechster Ordnung, also ein Weltall zweiten Grades bilden. Die menschliche Phantasie kann so zu Ordnungen und Distanzen aufsteigen, denen das lichtstärkste Fernrohr der Zukunft nicht mehr zu folgen vermag. Unwillkürlich drängt sich auch hier wieder dem grübelnden Forscher die Idee von der Unendlichkeit des Kosmos auf.

§ 32. Da die Richtung der Bewegung unseres Sonnensystemes ziemlich genau bekannt ist, so liegt es nahe, auch den Punkt aufzusuchen, um welchen dasselbe gravitiert. Wird die Ansicht festgehalten, dass die Sonne nicht zu einem Sternhaufen gehört, sondern für sich ein Glied des Milchstrassensystemes ist, so muss dieser Punkt zugleich auch der Zentralpunkt des letzteren sein. Eine einfache Überlegung zeigt, dass dieser ungefähr in einer zur Bewegungsrichtung der Sonne senkrechten Linie liegen muss. Versuche dieses Zentrum zu bestimmen, sind mehrfach unternommen worden. Der bekannteste ist wohl der von *Mädler*. Dieser hochverdiente Forscher verlegte dasselbe in die bekannte Sterngruppe der Plejaden und glaubte insbesondere, den Hauptstern derselben Alkyone, dessen Entfernung er zu 537 Lichtjahren annahm, als Zentralsonne erklären zu können. Als Umlaufszeit

würde sich hiernach für unsere Sonne die enorme Dauer von 22 Millionen Jahren ergeben.

Der *Müllersche* Versuch ist durch die neueren Forschungen nicht bestätigt worden. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit der Existenz einer Zentralmasse von solcher Mächtigkeit, dass der Schwerpunkt des Systemes trotz der mit den Umlaufzeiten stets wechselnden Massenverteilung immer in sie fällt, reichen auch die bisherigen Beobachtungen über die Bewegungen der übrigen Fixsterne, die in den meisten Fällen kaum einige Bogenminuten in einem Jahrhunderte betragen, noch lange nicht aus, den Zentralpunkt auch nur mit einiger Annäherung aufzufinden. Die sichere Ermittlung desselben dürfte wahrscheinlich erst nach vielen Jahrhunderten, vielleicht sogar Jahrtausenden erfolgen.

Der Bau des Milchstrassensystems ist ganz analog demjenigen des Sonnensystemes. Wie bei diesem sich die meisten Glieder in der Ebene der Ekliptik vorfinden und nur einzelne Asteroiden Bahnen beschreiben, welche gegen dieselbe grössere Neigung besitzen, so tritt auch in der Ebene der Milchstrasse die grösste Anhäufung von Gestirnen auf, während diese in der dazu senkrechten Richtung relativ selten sind. Alle Sterne des Milchstrassensystemes sind nach *Herschel* und *Argelander* in einem linsenförmigen Raume enthalten, dessen Breitenerstreckung ungefähr das Acht- bis Zehnfache der Dicke beträgt. Die Verteilung der Gestirne ist jedoch keine gleichmässige, sondern dieselben sind in einzelnen mehr oder minder dichten Haufen vereinigt. Ein Gesetz über die Verteilung ist bislang noch nicht aufgefunden; doch ist soviel sicher, dass die lichtschwächeren und deshalb wahrscheinlich entfernteren Sterne sich in der Milchstrassenebene weit häufiger als in der dazu senkrechten Richtung vorfinden.

Zu beiden Seiten der Milchstrassenebene finden sich zahlreiche, durch kräftige Instrumente auflösbare Nebelflecke. Derartige Flecke sind jedenfalls auch, vielleicht sogar in weit grösserer Anzahl, in der Milchstrassenebene vorhanden. Sie können jedoch hier, da die Sterne sich überaus dicht zusammendrängen, nicht stets mit Sicherheit von den Gestirnen des Milchstrassensystemes unterschieden werden. Jeder solche Nebenfleck stellt wahrscheinlich ein Milchstrassensystem für sich vor, und die Gesamtheit dieser Systeme stellt jenes Gebilde vor, das wir ein Weltall, einen Kosmos, nennen. Ob eine Anhäufung mehrerer

derartiger Gebilde wieder einen Kosmos höherer Ordnung bildet vermag gewiss kein Sterblicher zu entscheiden. Der Phantasie ist hier der weiteste Spielraum gegeben. Es wird sich jedoch später zeigen, dass wir dieselbe zügeln und den Vernunftgründen die Oberhand lassen müssen.

§ 33. Wir sind bei unserer Darlegung des Baues des Kosmos und der Anordnung der Massen in demselben jetzt auf einem Punkte angelangt, wo wir uns nach einem waltenden Prinzipie umsehen müssen, das in dem komplizierten Getriebe die Ordnung aufrecht erhält und die einzelnen Massen zwingt, vorgeschriebene, streng gesetzmässige Bahnen einzuhalten, so dass der Bestand auf ungezählte Jahrmillionen hinaus garantiert erscheint. Übernatürliche Kräfte hier hereinzuziehen und die Lenkung des Weltalles in die Hand eines allweisen und allgütigen Schöpfers zu legen, ist freilich sehr einfach und für tief religiös angelegte Naturen auch befriedigend. Die Wissenschaft jedoch darf sich dabei nicht beruhigen; sie hat im Gegenteile nach natürlichen Ursachen und Kräften zu suchen, die zu einer befriedigenden Erklärung der Thatsachen ausreichen. Erst wenn dies nicht mehr gelingt, und jeder Weg zum weiteren Vordringen abgeschnitten ist, muss sie Halt machen und alles Übrige dem Glauben überlassen.

Das waltende Prinzip im Kosmos ist die allgemeine Massenanziehung oder Gravitation. Nach dem 1682 von dem unsterblichen *Newton* entdeckten Universalgesetze zieht sich alles Materielle gegenseitig an. Die Zugkraft ist direkt proportional dem Produkte der auf einander wirkenden Massen und indirekt proportional dem Quadrate ihres Abstandes. Sie ist am grössten in unmittelbarer Nachbarschaft und nimmt mit wachsender Entfernung rasch ab; absolut Null ist sie jedoch erst in unendlich grosser Distanz.

Die Gravitation ist eine universelle Eigenschaft aller Materie und hängt mit den Körpern so innig zusammen, dass wir uns diese ohne gegenseitige Anziehung gar nicht denken können. Sie wirkt unter allen Umständen und bedingt so, dass die Gestirne, die ja frei im Raume schwebend jeder Zugkraft nachgeben können, sich stetig einander zu nähern suchen. Um zu einer klaren Vorstellung ihrer für die Stabilität des Weltalles unbedingt notwendigen Thätigkeit zu gelangen, nehmen wir zunächst einen Idealfall an. Der Kosmos bestehe bloss aus zwei in beliebigem

Abstände befindlichen kugelförmigen Massen. Letztere seien vorerst noch der Einwirkung jeglicher Kräfte entzogen und daher in absoluter Ruhe. Nun beginne die Wirkung der Gravitation. Beide Massen werden sich in Bewegung setzen und längs der geraden Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte, also auf dem kürzesten Wege, einander nähern. Die in gleichen Zeiten erlangten Geschwindigkeiten stehen nach den bekannten Prinzipien der Mechanik im indirekten Verhältnisse der Massen. Die kleinere wird sich also rascher, die grössere entsprechend langsamer gegen einen Punkt der Verbindungslinie, nämlich den gemeinsamen Schwerpunkt, hinbewegen, und beide werden in diesem Punkte gleichzeitig eintreffend durch ihren Anprall eine Weltkatastrophe herbeiführen.

Soll dieser einfache Kosmos nicht rettungslos zusammenbrechen, so muss zu der Gravitationswirkung noch ein weiteres Prinzip treten. Beide Massen müssen von Anfang an in gleichem Sinne eine Bewegung senkrecht zur Richtung ihrer gegenseitigen Anziehung besitzen. Die höhere Mechanik beweist, dass in diesem Falle als resultierende Bahn ein Kegelschnitt entsteht, der je nach der Anfangsgeschwindigkeit die Form der Ellipse, Parabel oder Hyperbel annehmen kann. Bleibt die Anfangsgeschwindigkeit unter einer bestimmten, von den gegebenen Verhältnissen abhängigen Grösse, so entsteht unter allen Umständen eine elliptische Bahn, die in speziellen Fällen auch in die reine Kreisform übergehen mag. Die grössere, dem Schwerpunkte näher liegende Masse muss natürlich auch die kürzere Bahn beschreiben. Ist der Massenunterschied derart bedeutend, dass der gemeinsame Schwerpunkt in die grössere hineinfällt, so erhalten wir den beim Sonnensysteme beobachteten Spezialfall, dass der Planet den Hauptkörper in einer Ellipse umkreist.

Sind in unserem idealen Kosmos statt der angenommenen beiden mehrere wirksame Massen vorhanden, so gelten die gleichen Grundgesetze. Die Bahnen sind jedoch dann keine reinen Ellipsen mehr, sondern werden durch die Einwirkung der einzelnen, nach der jeweils durchlaufenen Stelle der Bahn in stets wechselnder Entfernung befindlichen übrigen Massen entsprechend modifiziert.

Bei sämtlichen Planeten und deren Trabanten, sowie bei den bis jetzt eingehender beobachteten Doppelsternen sind ausschliesslich elliptische Bahnen nachgewiesen. Parabeln und

Hyperbeln, bei denen die bewegten Massen sich auf Nimmerwiedersehen von einander entfernen und in den Tiefen des Raumes verlieren, finden sich nur bei den Kometen und einzelnen Meteorschwärmen. Diese Thatsache macht es wahrscheinlich, dass diese rätselhaften Körper bis auf wenige, welche in lang gestreckten Ellipsen die Sonne umkreisen, nicht zu unserer Weltinsel gehören, sondern auf ihrer bis jetzt unbekannten Bahn in die Attraktionssphäre des mächtigen Sonnenkörpers gelangten und auf kurze Zeit festgehalten wurden, um dann wieder in den Tiefen des Raumes zu verschwinden.

§ 34. Im wirklichen Kosmos gelten dieselben Gesetze, wie in unserem idealen. Nicht nur die einzelnen Komponenten der Doppelsterne beschreiben ihre Bahnen nach den *Kepler'schen* Gesetzen um den gemeinsamen Schwerpunkt, sondern auch die Sternhaufen bilden, indem sie dieselben Bewegungsgesetze befolgen, das Milchstrassensystem, und dieses wieder mit vielen anderen gleicher Ordnung jenes Gebilde, das wir oben Weltall nannten. Im Kosmos kann nichts in Ruhe sein, alles muss sich bewegen, und für die beschriebenen Bahnen ist zweierlei massgebend, einerseits die überall vorhandene und wirksame Gravitation, anderseits die Geschwindigkeit in der Richtung der Tangente der Bahn, welche nicht nur die einzelnen Glieder und Unterglieder der Systeme, sondern auch diese für sich von Anfang an besitzen. Wäre letztere nicht vorhanden, so müsste sofort eine Bewegung der Massen gegen den gemeinsamen Schwerpunkt, ein Sturz und Zusammenbruch des Kosmos erfolgen. Durch die gleichzeitige Existenz der Gravitation und der tangentialen Geschwindigkeit ist eine Stabilität des Kosmos ermöglicht, die seinen Bestand auf Jahrmillionen hinaus sichert.

Woher kommt nun jene ausnahmslos beobachtete und für den Bestand des Kosmos absolut notwendige tangentielle Geschwindigkeit? Durch welchen Akt wurde sie in die kreisenden Massen gelegt und diesen so kinetische Energie in ungeheurem Betrage mitgeteilt? Da die letztere nicht aus dem Nichts entstehen konnte, so musste sie jedenfalls dem Energievorrathe des Universums entnommen und in der kinetischen Form in die Massen gelegt werden. Durch wessen Hand und durch welchen Umformungsprozess ist das geschehen? Die Forschung sinnt heutzutage vergeblich auf eine Antwort und wird nach Jahr-

tausenden ebenso vergeblich darauf sinnen. Mit dieser Frage sind wir an der Grenze des Wissens angelangt. Hier beginnt ein anderes Gebiet, nämlich das des Glaubens.

Die tangentielle Geschwindigkeit der kosmischen Massen ist über jeden Zweifel erhaben. Darf das Gravitationsgesetz den gleichen Anspruch auf unbedingte Giltigkeit erheben? Sicherlich; denn es hat bereits mehrmals die Feuerprobe bestanden. Eingehendere Beobachtungen des 1781 von *Herschel* entdeckten Planeten Uranus wiesen Bewegungsanomalien nach, die auf keine Art durch die Attraktionswirkungen der bekannten Planeten erklärt werden konnten. Die Vermutung, dass ausserhalb der Uranusbahn eine bis dahin unbekannte Masse existiere, durch welche jene Störungen veranlasst werden, lag nahe. *Leverrier* in Frankreich und *Adams* in England unternahmen gleichzeitig und unabhängig von einander die Riesenarbeit, aus den ermittelten Bahnabweichungen den Ort und die Masse des unbekannten Störenfriedes zu berechnen. *Galle* in Berlin fand, als er am 23. September 1846 die ihm von *Leverrier* bezeichnete Stelle des Himmels untersuchte, einen lichtschwachen Stern, den äussersten bis jetzt bekannten Planeten Neptun. Ort und Masse erwiesen sich in Übereinstimmung mit den Resultaten von *Leverriers* Berechnung.

Sirius, der glänzendste Fixstern am Himmel, zeigte nach den seit Beginn unseres Jahrhunderts ausgeführten präzisen Positionsbestimmungen Anomalien in seiner Bewegung, die nur durch die Attraktion einer in der Nähe befindlichen unbekannten Masse erklärt werden konnten. Anfangs der sechziger Jahre berechneten *Peters* und *Auwers* unter der Annahme, Sirius sei ein Doppelstern, dessen Bahn und erhielten als Resultat eine Umlaufzeit von 50 Jahren. Als der berühmte Optiker *Alvan Clark* mit seinem Sohne am 31. Januar 1862 ein für die Sternwarte in Chicago gefertigtes Riesenfernrohr zum ersten Male einer Probe unterwarf, fand letzterer in unmittelbarer Nähe des Hauptsternes den bereits durch Rechnung nachgewiesenen, aber bis dahin noch niemals gesehenen Siriustrabanten.

Mit Hilfe des Gravitationsgesetzes kann das geistige Auge des Forschers den Raum durchdringen und Gestirne nachweisen, die nie zuvor eines Sterblichen Auge erblickt hatte. Erst nachdem durch Rechnung die Existenz solcher Massen nachgewiesen

und ihr Ort im Raume bestimmt ist, vermag die Beobachtung dieselben, wenn sie nicht zu lichtschwach sind, aufzufinden. Kann es einen schlagenderen Beweis für die unbedingte Giltigkeit des Gravitationsgesetzes geben? Nicht nur für das Sonnensystem, sondern auch für die fernsten Tiefen des Himmelsraumes steht dieses so sicher, als menschliches Wissen überhaupt sicher zu sein vermag.

§ 35. Die Fundamentalfrage für jede kosmogonische Theorie ist und bleibt die: Ist das Weltall begrenzt oder unendlich ausgedehnt, enthält es eine endlich begrenzte oder eine unendlich grosse Menge von Stoff und Energie? Das Unendliche entzieht sich jeder Beurteilung und Berechnung, es spottet jedem Gesetze. Ist der Kosmos wirklich unendlich, dann ist es überhaupt unmöglich, eine Entstehungs- und Entwicklungstheorie aufzustellen. Die im kleinen gewonnenen Gesetze können wir aber sofort unbedenklich auf das Ganze ausdehnen, wenn wir nachzuweisen vermögen, dass er endlich begrenzt ist.

Jeder mathematisch gebildete Leser weiss, dass der Schluss vom Endlichen auf das Unendliche, Grenzenlose im allgemeinen unstatthaft ist und zu den widersinnigsten Resultaten führen kann. Er muss daher in jedem einzelnen Falle durch einen allseitig einwurfsfreien Grenzübergang geschehen. Die Grundgesetze der Konstanz der Materie und Energie verlieren ihre allgemeine Giltigkeit, wenn das Universum unendlich ist. Ihre Ausdehnung über den ganzen Kosmos könnte dann bloss durch einen vollständig unanfechtbaren Grenzübergang geschehen. Ein solcher dürfte aber auch bei einem in kommenden Jahrtausenden zu einer ungeahnten Höhe gediehenen Forschungsstande vollständig unmöglich sein.

Raum und Zeit sind Anschauungsformen, die unserem Erkenntnisvermögen an sich schon innewohnen. In dem einen fassen wir das Nebeneinander, in dem andern das Nacheinander der Dinge auf. Wir sind überhaupt nicht fähig, zu denken, dass Grenzen existieren können, ausserhalb deren jenes Neben- und Nacheinander nicht mehr möglich wäre. Raum und Zeit müssen demnach als Dinge an sich, folglich als grenzenlos oder unendlich angesehen werden. Diese Anschauung ist so sehr in die Denkweise jedes mathematisch Gebildeten eingedrungen, dass das unendlich Ferne ebenso wie das Naheliegende, Erreichbare

in den Kalkul gezogen wird. Der Raum an sich ist unendlich ausgedehnt. Muss dagegen das Universum, d. h. der mit Stoff, nämlich Äther und Materie, erfüllte Teil des Raumes ebenfalls unendlich sein? Keine Forderung unseres Denkvermögens macht diese Annahme notwendig.

Die Hypothese der Unendlichkeit des Kosmos, wie sie in den pantheistischen Anschauungen der *Hegel'schen* Schule, sowie im modernen Materialismus zum Ausdruck kommt, hat wahrscheinlich teilweise ihren Grund in einer falschen Ansicht von den Eigenschaften des Äthers. Indem man diesem die Eigenschaften der dünnsten Materie, die wir kennen, der Gase zuschrieb, musste sich unwillkürlich die Ansicht geltend machen, er besitze Expansion und fülle demnach jeden Raum, in den er gebracht werde, vollständig aus. Da der Raum als Ding an sich unendlich ist, so ergab sich die vermeintlich logisch richtige Folgerung, auch der Ätherocean müsse unbegrenzt sein. Das Studium des Strahlungsphänomenes hat gezeigt, dass der Äther nicht expansibel ist, dass daher in dem unbegrenzten Raume recht wohl ein Ätherocean von begrenzter Ausdehnung existieren kann.

§ 36. Die Strahlung kann bloss im Äther erfolgen. In den absolut leeren Raum vermag ein Strahl, da das Fortpflanzungsmedium vollständig fehlt, überhaupt nicht einzudringen. Er muss vielmehr an der Grenzfläche des Ätheroceans ohne jegliche Schwächung reflektiert werden. Diese Grenzfläche stellt mithin einen absolut vollkommenen Spiegel dar, so dass wir die Energiezentren des Weltalles nicht nur direkt, d. h. in ihrer wirklichen Existenz, sondern auch im Spiegelbilde sehen.

Befindet sich ein Objekt zwischen zwei parallelen spiegelnden Flächen, so entstehen nach dem bekannten Reflexionsgesetze unendlich viele Bilder. Ein Auge, das zwischen beiden in der zu ihrer Fläche senkrechten Richtung vorwärts schaut, sieht gewissermassen in die Unendlichkeit hinein. Die gleiche Erscheinung ist auch im Kosmos denkbar, und daraus ergibt sich unmittelbar, dass dieser zwar unbegrenzt erscheinen kann, aber nicht in Wirklichkeit unbegrenzt sein muss. Es ist sogar leicht möglich, dass das Universum nicht so ausgedehnt ist, als es uns scheinbar vorkommt, dass vielmehr jene Gestirne, welche Millionen von Lichtjahren entfernt erscheinen, nur Reflexbilder wirklich vorhandener Sterne sind, die nach dem Reflexionsgesetze ebenso

weit hinter der Grenzfläche liegen müssen, als die leuchtenden Objekte vor derselben.

Man wird hier den Einwand erheben, dass die astronomischen Beobachtungen uns von einer derartigen Erscheinung wenigstens einigermassen hätten Kenntniss geben müssen. Derselbe ist aber nicht stichhaltig; denn auch in einem begrenzten Kosmos sind die Dimensionen noch so gewaltig, dass es vieler Jahrtausende bedarf, die Bewegungen der entfernteren Gestirne vollständig zu erkennen und die wirklich existierenden Objekte von den allenfallsigen Spiegelbildern zu trennen.

Die hier durchgeführte Annahme ist eine Hypothese, genau so viel wert wie viele andere, die im Laufe der Zeiten aufgetaucht sind, theils als acceptabel anerkannt, theils bald wieder verlassen wurden. Sie wurde lediglich zum Nachweise angezogen, dass man aus der scheinbaren noch nicht auf die wirkliche Unendlichkeit des Kosmos schliessen darf. Jedenfalls aber hat sie, wenigstens vom rein naturwissenschaftlichen Standpunkte aus, die gleiche Berechtigung wie diejenige von der Unendlichkeit des Universums.

§ 37. Der Begriff des Kosmos schliesst den des Wohlgeordneten, streng Gesetzmässigen in sich. Im Gegensatze dazu ist das Chaos ein Ergebnis des Zufalles, des blinden, regellosen Waltens roher, ungebändigter Kräfte. Oben wurde nachgewiesen, dass nicht nur jeder Himmelskörper, sondern auch jedes kosmische System von niedrigerer Ordnung in Bewegung sein und streng gesetzmässige Bahnen beschreiben muss. Der Zentralpunkt der Bahnen aller Glieder eines Systemes ist der Schwerpunkt. Und daraus ergibt sich, dass auch das letzte System höchster Ordnung, das Weltall, einen Schwerpunkt besitzen muss. In einem unendlich ausgedehnten Universum, das unzählig viele Himmelskörper, also eine unendlich grosse Masse enthält, ist jeder Punkt der Schwerpunkt, und die ausgezeichnete Eigenschaft, die dieser besitzt, geht vollständig verloren. Ein unendliches Weltall besitzt keinen Schwerpunkt, kann also auch keine Gesetzmässigkeit in den Bewegungen der einzelnen Systeme zeigen, ist kein Kosmos, sondern ein Chaos. Ein Bestand, der Jahr-millions gedauert hat und noch Jahr-millions andauern wird, schliesst den Begriff des Chaos und damit den der Unendlichkeit aus. Das Weltall muss also begrenzt sein. Wo die

Grenzen liegen, ob in Millionen, oder Billionen und Trillionen Lichtjahren Entfernung, werden wir freilich vergeblich zu erforschen suchen. Der Kosmos enthält eine begrenzte Summe von Stoff und Energie. Wir dürfen deshalb die durch Beobachtung im kleinen gewonnenen Grundgesetze anstandslos auf das ganze Universum ausdehnen.

Der eben gegebene Beweis für die Endlichkeit des Kosmos lässt einen Ausnahmefall zu, der zwar ersichtlich sich mit der Wirklichkeit nicht deckt, aber doch des theoretischen Interesses halber hier angeführt werden möge. Nehmen wir an, der Ätherocean sei unendlich, die Materie aber um einen Punkt herum in einzelnen Massen so gruppiert, dass sie in einem gewissen Abstände vom Mittelpunkte mit zunehmender Entfernung unbegrenzt abnimmt, dass also nicht nur die einzelnen Gestirne stetig seltener werden, sondern auch ihre Massen fortwährend sinken und zuletzt der Null sich nähern, so bleibt trotz der unendlichen Ausdehnung ein angebbarer Schwerpunkt vorhanden. Legen wir um letzteren eine Kugel von genügend grossem Radius, so umfasst diese den weitaus überwiegenden Teil der gesamten Materie des Universums. Wir können so, indem wir nur den Radius gross genug nehmen, bewirken, dass die ausserhalb unserer Kugel liegende Summe von Materie beliebig klein wird und sich zuletzt der Null nähert. Die im Universum vorhandene Materie ist dann bis auf einen verschwindend kleinen Bruchteil in unserer Kugel enthalten. Der Kosmos umfasst also auch in diesem Spezialfalle eine begrenzte Summe von Materie. Von der Energie können wir dies jedoch nicht mehr behaupten, da diese ja nicht auf die Materie beschränkt ist, sondern an den nun unbegrenzten Ätherocean übergehen kann und wenigstens teilweise auch schon übergegangen ist.

Unser Ausnahmefall hat lediglich theoretisches Interesse. Wollte jemand annehmen, der Kosmos sei wirklich so gebaut, so bedingt die Unsicherheit über die Endlichkeit der Energiesumme in unseren Schlüssen auf den Anfang und das Ende der Dinge Modifikationen, die später Berücksichtigung finden sollen.

§ 38. Drei Dinge sind bei jeder Theorie über die Entwicklung des Kosmos zu berücksichtigen, nämlich die Energie, der Äther und die Materie. Alle Prozesse im Weltalle vom Tanzen

der Sonnenstäubchen bis zur Bildung der Weltkörper, von der Entwicklung der Samenkeime niedrigster Tier- und Pflanzenformen bis zu dem Lebens- und Denkprozesse des am höchsten entwickelten Organismus sind blosse Energie-Umformungen. Der Äther dient als vermittelndes Organ, gewissermassen als Leiter und Träger für die Energiebewegung, und an der Materie endlich kommen die Wirkungen in den verschiedenen Lebens- und Bewegungsformen sinnenfällig zum Vorschein. Energie und Materie sind, wie eben bewiesen wurde, in zwar ungeheuer grosser, aber doch endlich begrenzter Menge vorhanden. Beide, sowie der alles durchdringende Äther sind unvernichtetbar und müssen ihrem absoluten Betrage nach für alle Zeiten unverändert erhalten bleiben. Sind sie deshalb auch von Ewigkeit her, oder wurden sie einmal durch ein überaus mächtiges Wesen aus dem Nichts ins Dasein gerufen? Diese Frage wird die Wissenschaft, auch wenn sie sich in kommenden Jahrtausenden auf eine ganz ungeahnte Höhe erhebt, niemals zu beantworten vermögen. Mit ihr sind wir an der Grenze des Wissens, an der Grenze des menschlicher Erkenntnis Zugänglichen angelangt, und vor uns öffnet sich ein Abgrund, der für alle Zeiten unüberbrückbar ist. Hier endigt das Gebiet des Wissens und beginnt jenes des Glaubens.

Schon bei der Besprechung des Lebensprozesses auf der Erdoberfläche wurde dargethan, dass jede Energie-Umformung von einem unersetzbaren Verluste begleitet ist, der durch Zustrahlung von den Zentren stets wieder ausgeglichen werden muss. Der Verlust ist deshalb unvermeidlich, weil bei jedem Übergange der Energie in eine andere Form der Äther in Mitschwingungen versetzt wird und einen Teil derselben unwiederbringlich zerstreut. Die wichtige Frage der Zerstreuung der Energie und ihre Bedeutung für die Entwicklung des Kosmos soll nun eingehender untersucht werden.

Die Materie kann die Energie in beiden Hauptformen enthalten, nämlich als potentielle und kinetische. In letzterer Form besteht sie entweder in einer Massenbewegung, wie sie alle Himmelskörper ohne Ausnahme aufweisen, oder in einer Molekularbewegung, die uns als kalorische Energie oder Wärme entgegentritt. In der kalorischen Form allein ist die Energie befähigt, zu strahlen und sich im Ätherozeane zu zerstreuen.

Keine Massenbewegung kann in Ewigkeit fortdauern, einmal muss eine Hemmung eintreten und die Energie in die kalorische Form übergehen. Bei allen Bewegungen der Körper auf der Erdoberfläche ist das ohne weiteres klar, da ja diese stets mit Hindernissen zu kämpfen haben. Aber auch die Bewegungen der kosmischen Massen müssen, wie später bewiesen wird, einmal aufhören, die kinetische Energie aller existierenden Massenbewegungen muss also schliesslich in die kalorische Form übergehen, zu strahlen beginnen und sich im Ätherozeane zerstreuen.

§ 39. Die potentielle Energie besteht in einer besonderen Lagerung entweder der materiellen Körper, oder ihrer einzelnen Teilchen, der Moleküle. Erstere Art dieser Energieform enthält jeder Körper, der in einer solchen Entfernung von einem Attraktionszentrum sich befindet, dass er diesem sich nähern und in dasselbe stürzen kann. In diesem Sinne haben potentielle Energie nicht nur alle Emporragungen auf der Erdoberfläche, also die Gebirge und Hochebenen in Bezug auf den Erdkörper, sondern auch dieser selbst und mit ihm alle Planeten in Bezug auf die Sonne. In gleicher Weise müssen wir allen kosmischen Massen in Bezug auf den Schwerpunkt der zugehörigen Systeme und diesen selbst in Bezug auf den gemeinsamen Schwerpunkt des Universums einen Energiebetrag zuschreiben, dessen Grösse von der betreffenden Masse und ihrem Abstände vom Zentralpunkte abhängt.

Die emporragenden Massen der Erdoberfläche können ihre momentane Höhenlage nicht in Ewigkeit beibehalten. Die erodierende Thätigkeit des Wassers, seine gewaltige Sprengkraft beim Gefrieren, die schiebenden und schleifenden Wirkungen der Gletscher zernagen allmählig die Gipfel und Kämme und tragen deren Bestandteile thalwärts. Geht nun diese Thätigkeit während langer Jahrtausende unaufhörlich vor sich, so ist klar, dass allmählich eine Nivellierung eintreten, dass das Antlitz der Mutter Erde endlich von allen Runzeln befreit in allen seinen Teilen vollständig eben werden muss. Auch die Hebung und Senkung einzelner Oberflächenstücke durch unterirdische Kräfte kann hierin nichts ändern; denn auch diese können ja nicht in Ewigkeit fortdauern. Indem diese Massen während langer Zeiträume sich unaufhörlich abwärts bewegen, geht ihre potentielle Energie in kinetische und schliesslich in Wärme über, wird

strahlungsfähig, an den Ätherocean abgegeben und in diesem zerstreut.

Bei den Bewegungen der Gestirne im Weltraume wirkt, wie schon früher erwähnt, als erhaltendes Prinzip einerseits die Gravitation in der Richtung nach dem Zentrum hin, anderseits die Geschwindigkeit in der Richtung der jeweiligen Tangente der Bahn. Erstere äussert sich als ein Bestreben der Masse, sich dem Zentrum zu nähern und in dieses zu stürzen, letztere hält dieser Vereinigungstendenz das Gleichgewicht, indem sie den Weltkörper durch sein Beharrungsvermögen längs der Tangente vorwärts treibt. Das Zusammenwirken beider bedingt die stets beobachtete und schon früher betonte Stabilität des Kosmos. Gilt das aber für alle Ewigkeit? Offenbar nicht; denn dass eine Vereinigungstendenz der Materie besteht und eine Konzentration derselben zwar langsam, aber unaufhörlich stattfindet, zeigt ein einfacher Blick auf den gestirnten Himmel. Wir finden die Materie nicht gleichmässig verteilt, wie es dem Kausalitätsbedürfnis unseres Denkvermögens am besten zusagen würde, sondern zum grössten Teile in einzelnen kugelförmigen Massen angehäuft. Dass hier ein Kondensationsprozess stattgefunden und sich so allmählich im Laufe unschätzbar langer Zeiträume der jetzige Zustand herausgebildet hat, ist zweifellos. Die Frage ist nur, ob letzterer wirklich stabil ist und so für alle Ewigkeit erhalten bleibt.

§ 40. Ausser den weithin sichtbaren Fixsternen und deren allenfallsigen dunkeln Trabanten enthält der Weltraum noch grosse Massen zerstreuter Materie, die Kometen und die mit ihnen auf das engste zusammenhängenden Meteorschwärme oder Sternschnuppen. Diese lockeren, an sich dunkeln Massen sind teils Angehörige des Sonnensystemes und umkreisen dessen Zentralkörper in sehr lang gestreckten Ellipsen, teils kommen sie aus unbestimmbarer Ferne, um dorthin wieder zu verschwinden. Die meisten derselben sind wahrscheinlich Vaganten im Kosmos, herrenloses Gut, das ein noch unbekanntes Zentrum umkreist. Tritt eine mächtigere kosmische Masse, ein Fixstern oder ein Planet, in einen solchen Schwarm, so entsteht durch deren Attraktion ein Sturz, ein wahrer Hagel von Meteorsteinen. Deren potentielle Energie wird in kinetische und schliesslich in Wärme umgesetzt und bedingt so ein Aufleuchten, eine mehr oder minder

glänzende Lichterscheinung, wie wir sie bei allen Feuerkugeln und Sternschnuppen beobachten.

Nach chinesischen Aufzeichnungen wurden Kometen schon vor ungefähr 2500 Jahren beobachtet. Meteorsteinfälle sind ebenfalls schon vor Christi Geburt bekannt gewesen. Seit dieser Zeit hat sich mit der Vervollkommenung der Beobachtungsmethoden nicht nur die Anzahl der Kometen bedeutend vermehrt, sondern auch die Sternschnuppen werden so häufig gesehen, dass selten eine Nacht vergeht, ohne dass eine ganze Reihe solcher wahrgenommen wird. Die Thatsache, dass zu gewissen Zeiten, namentlich um den 10. August und den 27. November sich die Sternschnuppen ungemein häufen, liefert den Nachweis, dass diese lockeren Massen zwar überall im Kosmos vorhanden, aber nicht gleichmässig verteilt, sondern in mehr oder minder dichten Schwärmen angehäuft sind.

Der unaufhörliche Sturz von Meteoriten, den wir beim Erdkörper wahrnehmen, muss in gleicher Weise auch bei der Sonne und den übrigen Planeten, sowie bei allen Fixsternen und deren Trabanten erfolgen. Derselbe bewirkt, dass die Massen und damit ihre gegenseitigen Zugkräfte unaufhörlich wachsen. Würden auch die tangentialen Geschwindigkeiten in dem entsprechenden Verhältnisse zunehmen, so würde an der Stabilität offenbar nichts geändert. Die Bewegung der Himmelskörper bedingt aber, dass deren Stirnseite einen intensiveren Hagel als die Rückseite auszuhalten hat, und die naturgemässe Folge ist, dass die tangentiale Geschwindigkeit unaufhörlich verkleinert wird.

Die wichtige Rolle, welche die zerstreute Materie des Universums in der Entwicklung des Kosmos spielt, besteht darin, dass sie in zentripetaler Richtung beschleunigend, in tangentialer aber hemmend wirkt. Die Himmelskörper umkreisen demnach die zugehörigen Zentralpunkte nicht in Ellipsen, sondern in Spirallinien, nähern sich diesen mehr und mehr und stürzen endlich in sie hinein. Die Materie muss also ihrem Konzentrationstrieb, der in dem Gravitationsgesetze seinen präzisen Ausdruck findet, folgen und sich endlich in einem kolossalen Klumpen anhäufen.

Dieser Schlussfolgerung widerspricht scheinbar die Thatsache, dass die Erde als selbständiger Himmelskörper schon Millionen von Jahren besteht und noch weitere Jahrtausende

wahrscheinlich bestehen wird. Die ältesten Urkunden und historischen Notizen stammen aus der Zeit 5000 vor Christi Geburt. Seit historischen Zeiten, also im günstigsten Falle seit 7000 Jahren, hat sich weder die Tages- noch die Jahreslänge nachweisbar geändert, hat demnach die Erdkugel ihren Umfang und ihren mittleren Abstand von der Sonne unverändert beibehalten. Was sind aber Jahrtausende gegen die Zeiträume, welche die Entwicklung des Kosmos beansprucht? Weniger als eine Sekunde gegen Jahrmillionen. Menschliche Gesetze haben beschränkte Giltigkeit, ein Naturgesetz hingegen gestattet niemals eine Ausnahme. Auch unsere Mutter Erde muss das allgemeine Gesetz befolgen und dem Konzentrationstrieb der Materie genügend in einem allerdings unmessbar fernen Zeitpunkt sich mit der Sonne vereinigen.

§ 41. Derartige Weltkatastrophen, wie der Sturz einer planetarischen Masse auf ihren Zentralkörper, sind der Astronomie schon lange nicht mehr unbekannt. Im Jahre 1572 sah *Tycho de Brahe* im Sternbilde der Kassiopeia einen bis dahin unbekannten Stern aufleuchten, der in kurzer Zeit den Jupiter und die Venus an Glanz übertraf und sogar am hellen Tage sichtbar war. Nach 17 Monaten intensiven Aufleuchtens verschwand er wieder für das freie Auge. Ein ähnliches Phänomen beobachtete *Kepler* im Jahre 1604, und die gleiche Erscheinung zeigte am 12. Mai 1866 ein teleskopischer Stern in der nördlichen Krone. Die spektroskopische Untersuchung bewies, dass auf diesem Gestirne kolossale Mengen von Wasserstoffgas plötzlich in die stärkste Glut versetzt worden waren. Ausbrüche, ähnlich den vulkanischen Eruptionen, hier anzunehmen, ist unstatthaft; derartige finden ja tagtäglich auf der Sonne statt. Sie sind lediglich lokaler Natur und vermögen nicht die Temperatur des ganzen Balles plötzlich ins Ungemessene zu steigern. Der Versuch, die Erscheinung durch momentan erfolgende ausgedehnte chemische Verbindungen, durch einen intensiven Verbrennungsprozess zu erklären, scheitert an der Thatsache der Dissoziation; denn chemische Verbindungen werden erst eingegangen, wenn die Temperatur unter 2500° gesunken ist. Erreicht sie infolge der Wärmeentwicklung diesen Wert wieder, so hört jede Verbindungstendenz auf. Die Erscheinung ist also lediglich auf eine Weltkatastrophe, auf einen Sturz mächtiger kosmischer Massen zurückzuführen.

Nun sind wir auch im Stande, die Frage nach dem Ur-

sprunge der Sonnenenergie erschöpfend zu beantworten. Ein Verbrennungsprozess auf dem Sonnenkörper kann sie nicht liefern; denn die Temperatur ist dort so hoch, dass alle Elemente sich nur im Zustande der Dissoziation vorfinden, wie auch die Spektralanalyse allein schon beweist. Die einzig mögliche Quelle der Sonnenwärme besteht in der Konzentration der im Sonnensysteme vorhandenen Massen. Dadurch, dass letztere mit dem Sonnenkörper sich vereinigen, geht ihre potentielle Energie in die kinetische Form und zuletzt in Wärme über, durch welche dann der Verlust infolge der Ausstrahlung wieder ersetzt wird. Auf welche Art die Konzentration erfolgt, ob durch einen Hagel von Meteoriten, ob durch Zusammenziehung der jetzt noch sehr lockeren Sonnenmasse oder durch den Sturz eines Planeten, ist für den Prozess an sich völlig gleichgiltig. Der Unterschied ist nur der, dass in den beiden ersten Fällen eine lange Perioden andauerndes gleichmässiges Leuchten, im letzten aber ein momentanes äusserst heftiges Aufflackern erfolgt. Als naturgemässe Folgerung ergibt sich, dass die Quelle der Sonnenenergie nicht unerschöpflich ist. Einmal muss die Konzentration aufhören und der Sonnenball den letzten Rest seiner Energie an den Äther abgeben. Lange vorher aber wird nicht nur alles organische Leben auf dem Erdkörper verschwunden sein, sondern auch dieser selbst und mit ihm alle übrigen Planeten werden aufgehört haben, als selbständige Himmelskörper zu existieren. Statt des reichen wohlgegliederten Systemes wird eine kalte dunkle Masse den öden Weltraum durchirren, bis auch diese ihre Bestimmung erfüllt und mit andern Massen sich vereinigt. Wiederum ist dann eine Weltkatastrophe erfolgt; es entwickelt sich von neuem Strahlung und damit die Bedingung für die Entstehung eines Lebensprozesses. Aber auch diese Energie wird wieder verausgabt, und so muss Schlag auf Schlag, allerdings in unschätzbar langen Zeiträumen, die Konzentration der kosmischen Massen fortschreiten, bis endlich die gesamte Materie sich in einem einzigen toten Klumpen vereinigt hat.

§ 42. Die zweite Art von potentieller Energie ist die chemische, d. h. jene, welche die chemischen Elemente infolge ihrer Verbindungstendenz besitzen. Sie kann in dieser Form Jahrtausende lang unverändert erhalten bleiben. Wird den Elementen aber einmal, sei es durch Menschenhand, sei es durch

ein Naturereignis, eine Weltkatastrophe, die zum Eingehen der Verbindung nötige Temperatur erteilt, so geht ihre Energie aus der potentiellen unaufhaltsam in die kinetische Form, in Wärme über, wird strahlungsfähig und im Ätherozean zerstreut.

Das gleiche Verhalten zeigt auch die elektrische Energie. Ein geladener Konduktor kann seine Ladung nicht in Ewigkeit behalten. Einmal muss er sie abgeben, es entsteht ein Strom, und die im Konduktor aufgespeicherte Energie geht in Wärme über.

Die am höchsten stehende, gewissermassen die konservativste Energieform ist die potentielle, die niedrigste hingegen die kalorische. Erstere ist inaktiv und kann, solange sie in dieser Form fortbesteht, überhaupt keine Wirkung hervorbringen. Die kinetische allein ist wirkungsfähig, und indem sie wirkt, geht sie an den Äther über und wird in letzter Instanz im Weltraume zerstreut. Die Möglichkeit eines Lebensprozesses im Kosmos beruht darauf, dass die Energie aus der höchsten Form unaufhörlich in die niederste übergeht und sich im Ätherozeane zerstreut.

Aus unserer Darlegung ergibt sich jetzt schon von selbst ein grosses Naturgesetz: Alle Energie, gleichviel welche Form sie habe, strebt einem Endzustande, einer Endform zu, nämlich derjenigen, die wir als Wärme bezeichnen. Aus der Thatsache, dass diese Umwandlung unablässig erfolgt, ergibt sich unmittelbar, dass der ganze Energiebetrag des Universums bei Beginn der Entwicklung des Kosmos bloss in dem Anfangszustande, nämlich in der potentiellen Form, vorhanden war. Im Äther kann vermöge der Eigenschaften dieses Mediums die Energie bloss in kinetischer Form auftreten. Wir schliessen hieraus mit voller Sicherheit, dass im Anfange die gesamte Energie an die Materie gebunden und in potentieller Form in dieser aufgespeichert war.

Erst in dem Endzustande, in der kalorischen Form, kann die Energie zu strahlen beginnen und sich im Äther zerstreuen. Daraus ergibt sich aber sofort ein zweites wichtiges Grundgesetz: Alle Energie hat die Tendenz, an den Äther überzugehen und sich im Weltraume zu zerstreuen.

Beide Grundgesetze sind nicht unabhängig von einander, sondern das eine besagt im wesentlichen dasselbe wie das andere. Wir können beide in ein einziges mit folgendem Wortlaute zusammenfassen:

Die Energie des Universums strebt von einer höheren Form, in der sie an die Materie gebunden ist, einer niedrigeren zu, welche eine gleichmässige Verteilung derselben im Weltraume zulässt.

Dieses Grundgesetz ist derart allgemein, dass es auch schon das Prinzip des Konzentrationsbestrebens der Materie in sich enthält; denn gerade dadurch, dass die Materie sich zusammenballt, geht die Energie aus der höheren in die niedrigere Form über. Dasselbe bestimmt den ganzen Verlauf der Entwicklung des Kosmos. Wir haben bei dieser zwei parallel laufende und sich ergänzende Prozesse. Einerseits muss die anfangs zerstreute Materie sich konzentrieren und die Energie beginnen, aus der wirkungslosen potentiellen in die wirkungsfähige kinetische Form überzugehen. Haben sich so die ersten Energiezentren gebildet, so erfolgt anderseits die Strahlung und damit der zweite Akt der Entwicklung, nämlich derjenige der Zerstreuung der Energie.

Der Kosmos in seiner jetzigen Gestaltung ist auf einem Punkte ziemlich weit vorgeschrittener Entwicklung angelangt. Abgesehen von den kometischen und meteoritischen Massen, deren Fortexistenz sich dadurch erklärt, dass sie bei der Entwicklung der ersten Attraktionszentren den entgegengesetzt gleichen Einflüssen mehrerer ausgesetzt waren, finden wir zerstreute Materie nur noch in den glühenden Gasbällen einzelner Nebelflecke. Der Glühzustand beweist, dass auch dort die Konzentration schon begonnen hat, dass sich Energiezentren herausgebildet haben und noch bilden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass jene Gebilde ungezählte Tausende, ja vielleicht Millionen von Lichtjahren von uns entfernt sind, und dass wir in dem uns zugesandten Lichte nicht die Gegenwart, sondern die graue Urzeit erblicken. Möglicherweise hat sich dort schon der Zustand unseres Sonnensystemes herausgebildet, während uns das Spektroskop noch immer die Wasserstoff-, Magnesium- und Natriumlinien zeigt.

Da wir es im Kosmos mit zwar ungeheuer grossen, aber doch endlich begrenzten Summen von Stoff und Energie zu thun haben, so kann die Herausbildung auf den jetzigen Zustand einen zwar sehr ausgedehnten, keinenfalls aber unendlich langen Zeitraum beansprucht haben. Daraus folgt, dass die Welt, d. h. die jetzige Ordnung der Dinge nicht von Ewigkeit

her bestehen kann, sondern einen Anfang gehabt haben muss. In gleicher Weise schliessen wir mit voller Sicherheit, dass sie nicht in Ewigkeit fortbestehen, sondern einmal ein Ende nehmen wird.

§ 43. Auf Grund der soeben entwickelten Fundamentalgesetze und gestützt auf die Fähigkeit des Menschen, mit geistigem Auge die Vorgänge in den fernsten Zeiten und Räumen zu verfolgen, können wir nun in kurzen Zügen die Entwicklung des Kosmos schildern und gewissermassen selbst mit durchleben.

In grauer Urzeit, vor ungezählten Millionen oder Billionen von Jahren findet sich die Materie in ihre Elemente zerlegt und im ganzen Ätherozeane gleichmässig verteilt. Alles ist dunkel, kalt, starr und tot. Das Konzentrationsbestreben der Materie tritt in Thätigkeit und die erste Energie-Umformung geht vor sich. Einzelne schwach leuchtende Nebel von ungeheurer Ausdehnung heben sich von dem tiefen Dunkel des Weltraumes ab. Es ist Licht geworden. Die Nebel kondensieren sich zu einer ungeheuren Anzahl intensiver leuchtender Sterne, die ersten Fixsterne treten auf und gruppieren sich nach Systemen, deren Komponenten ausgesprochene Bewegungen um das zugehörige Zentrum aufweisen. Der Glanz vieler Gestirne nimmt zu, während andere, minder mächtige infolge der Energie-Abgabe allmählich kalt und dunkel werden. Auf letzteren entsteht ein reiches organisches Leben, das von den mächtigen Nachbarzentren aus durch Strahlung ermöglicht und unterhalten wird. Nach dem Urgrunde seines Entstehens, nach der Art und Weise der Herausbildung organischer Wesen aus den Stoffen der toten Natur forschen wir vergeblich. Wir müssen uns mit der Konstatierung der Thatsache begnügen. Ungezählte Jahrtausende dauert es an, bis auch die mächtigeren Zentren allmählich dunkel und kalt werden. An zahlreichen Punkten flammt es plötzlich auf; blendende Sterne entstehen, wo vorher vollste Dunkelheit herrschte. Weltkatastrophen sind erfolgt, mächtige Massen haben durch ihren Sturz von neuem Licht und Wärme erzeugt und abermals Leben auf benachbarten kalten Himmelskörpern hervorgerufen. Mit jeder neuen Katastrophe vermindert sich die Anzahl selbständiger Massen. In geringer Anzahl, aber kolossaler Ausdehnung durch-eilen diese, allmählich dunkel werdend, den Raum. Wieder blitzt es an einzelnen Punkten auf. Neue Sonnen von vielen Millionen

Meilen Ausdehnung leuchten in blendendem Glanze. Sie haben sich aber in der Nähe eines Punktes zusammengezogen und umkreisen diesen dicht gedrängt in rasender Eile. Auch sie werden dunkel und kalt. Nun erfolgt die letzte Katastrophe. Mit gewaltiger Wucht stürzen sie ins Zentrum. Eine Riesen Sonne von immenser Ausdehnung und ungeheurem Glanze leuchtet im Mittelpunkte des Weltraumes. Nach und nach wird sie dunkel, kalt und starr. Der Kosmos hat seine Entwicklung beendet und seine Bestimmung erfüllt. Die ganze Energie ist von der Materie gewichen und im Äther gleichmässig verteilt. Die Weltenuhr ist abgelaufen und ihre Zeiger stehen still. So ist das Weltende im naturwissenschaftlichen Sinne nicht etwa ein Phantasiegemälde, sondern ein Ergebnis der Forschungsergebnisse, eine logische Folgerung feststehender Prämissen.

Es erübrigt noch, den Spezialfall des § 37 hier näher zu diskutieren. Durch die Annahme eines unendlich ausgedehnten Ätherozeanes entsteht eine Unsicherheit über die anfängliche Verteilung der Materie. Man kann sich nämlich dann die letztere auch im unendlichen Äthermeere ausgebreitet, also unendlich dünn vorstellen. Damit geht aber der Begriff der Endlichkeit der Energiesumme verloren, da diese nicht bloss von der Menge der Materie, sondern auch von deren Abstände vom Zentralkunkte abhängt. Der Kosmos bei seiner jetzt vorhandenen Entwicklungsstufe muss, da er auch in diesem Falle nur eine endliche Summe von Materie enthält, jedenfalls in begrenzter Zeit sein Ende erreichen. Auf seinen Anfang können wir jedoch nicht mehr sicher schliessen. Es ist nämlich auch möglich, dass zur Herausbildung der jetzigen Entwicklungsstufe ein unendlich ausgedehnter Zeitraum erforderlich war.

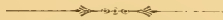
Abgesehen davon, dass es widersinnig erscheint, bei Dingen, die ganz sicher ein Ende haben, einen Anfang zu leugnen, ist die Annahme, die in diesem Spezialfalle zum Ausdruck kommt, an sich schon höchst bedenklich. Ein unbegrenzter Ätherocean passt so wenig zu einer begrenzten Materie, dass sich unser Denkvermögen dagegen sträubt. Der Fall wurde nur deshalb hier näher diskutiert, um zu zeigen, wie durch eine Verrückung der Grundlagen die Theorie derart modifiziert wird, dass sie nur mehr den einseitigen Schluss auf das Ende des Kosmos gestattet, während der Beginn vollständig unsicher bleibt.

§ 44. Im vorhergehenden wurde nachgewiesen, dass der Kosmos nicht von Ewigkeit her besteht, sondern einmal einen Anfang gehabt hat. Die moderne Forschung, indem sie ihre Ergebnisse bis in die äussersten Konsequenzen verfolgt, fordert also unbedingt einen Schöpfungsakt.

Nach der allgemeinen Ansicht ist unter der Schöpfung ein Erschaffen, ein Hervorrufen alles Vorhandenen, also der Materie, des Äthers und der Energie, aus dem reinen Nichts zu verstehen. Diese Annahme ist aber für die Naturforschung überhaupt nicht diskutabel; sie gehört in das Gebiet des Glaubens und nicht in das des Wissens. Vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus kann die Schöpfung nur in einem Zurückführen der Energie aus der niedersten Form, die sie bei ihrer Zerstreuung im Äther inne hat, in die höchste bestehen, bei welcher sie als potentielle wieder an die Materie gebunden ist. Die Naturwissenschaft muss also den Schöpfungsakt als ein Sammeln der im Äther zerstreuten Energie und ein Hineinlegen derselben in die Materie erklären. Bei dem Schöpfungsakte muss mit anderen Worten der tote Ball, das Endresultat der Abwicklung im Kosmos, mit gewaltiger Faust in seine Atome zerschlagen und im Äthermeere zerstreut werden. Die Uhr ist dann wieder aufgezogen, und das Ablaufen kann und muss von neuem beginnen. Wieder wird eine Welt entstehen, wieder sich reiches Leben entwickeln, um, nachdem es seine Bestimmung erfüllt hat, abzusterven. Auch diese Welt wird vergehen, um nach ungezählten Äonen einen neuen Platz zu machen. So kann sich im Laufe der Zeiten der Prozess des Aufziehens und Ablaufens beliebig oft wiederholen. Wir kommen hiermit zu einer Weltanschauung, die über die Kleinlichkeit der alltäglichen ungemein erhaben und der Grossartigkeit des Kosmos allein angemessen ist. Über die Frage aber, woraus alle Dinge entstanden sind, ob sie von Ewigkeit her bestehen, oder durch den Willen eines allmächtigen Wesens aus dem Nichts in's Dasein gerufen wurden, gibt uns die Forschung, auch wenn wir die äussersten Konsequenzen ihrer Ergebnisse ziehen, keinen Aufschluss. Diese Frage bleibt nach wie vor dem Gebiete des Glaubens überlassen.

§ 45. Wir kommen nun zur letzten Folgerung unserer kosmogonischen Theorie, zu einem Punkte, der von der modernen

Forschung entweder vollständig negiert, oder doch wenigstens grossenteils allzu ängstlich umgangen wird, nämlich zur Frage nach der Existenz eines persönlichen Schöpfers. Die Materie hat ein Bestreben, sich zu konzentrieren, und die Energie eine Tendenz, an den Äther überzugehen und sich zu zerstreuen. Von selbst wird die zusammengeballte Materie sich niemals im Weltraume zerstreuen, und von selbst wird die zerstreute Energie niemals in die potentielle Form zurückkehren und sich wieder an die Materie heften. Um eine derartige Leistung zu vollbringen, um die Weltenuhr aufzuziehen, dazu gehört ein Wesen von einer Machtvollkommenheit, dass es mit Weltkugeln Fangball spielen kann, also von einer Machtvollkommenheit, die menschliche Begriffe unendlich weit überragt. Gerade die von kurzsichtigen und wenig urteilsfähigen Menschen als glaubenslos verschriene Forschung ergibt als äusserste Konsequenz ihrer Errungenschaften die naturnotwendige Folgerung, dass ein höchstes Wesen, ein Schöpfer Himmels und der Erde existieren muss. Selbst der krasseste Materialismus kann sich dieser Folgerung nicht verschliessen, sondern muss anerkennen, dass sie logisch ebenso fest steht wie die Grundgesetze von der Konstanz der Materie und Energie. Welche Eigenschaften dieses höchste Wesen hat, darüber sagt die Forschung freilich nichts und wird auch in Ewigkeit nichts zu sagen vermögen. Sie beweist lediglich die Notwendigkeit der Existenz eines allmächtigen Vaters aller Dinge und überlässt alles übrige dem Glauben.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Götz Hans

Artikel/Article: [Die Entwicklung des Kosmos 273-325](#)