

I. Von den Bewegungsverhältnissen der Erde und des Sonnensystems.

Wenn wir in den Naturverhältnissen der uns umgebenden Umwelt — und wäre es auch nur ein kleiner heimischer Bereich — aufmerksam Umschau halten und dabei zugleich über die Ursachen und inneren Zusammenhänge der betreffenden Dinge und Erscheinungen etwas nachdenken, so ergibt sich uns, je tiefer wir dabei einzudringen versuchen, eine immer größere Reihe von Dingen, die uns unbegreiflich bleiben, obwohl deren Tatsächlichkeit völlig klar liegt und in keiner Weise bezweifelt werden kann. Gehen wir z. B. einmal, um von allem kleineren abzusehen, von einigen Erscheinungen aus, die unsere Erde als Himmelskörper betreffen und unter deren Einfluß wir alle, gleichviel an welcher Erdstelle wir wohnen, vom ersten bis zum letzten Augenblick unseres Lebens stehen. Schon aus dem elementaren Schulunterricht her ist jedem geläufig, daß die Erde, wie einst im Altertum bereits Aristoteles erkannt hat und wie wir ja doch bei Mondfinsternissen schon aus der stets kreisförmigen Gestalt des Erdschattens einigermaßen ersehen können, ein kugelförmiger Körper ist. Auch können wir ja, wenn wir an einem Meeresstrande stehen, der uns einen weiten Blick auf freies Meer gestattet, uns an der Meeresoberfläche auch von der rundlich gewölbten Gestalt der letzteren überzeugen, indem wir dort eben infolge dieser Wölbung von entfernten Schiffen nur die obersten Teile, von Dampfern vielleicht nur den Rauch ihrer Schornsteine sehen, der aus dem Wasser aufzusteigen scheint u. s. w. Ebenso haben wir schon

in der Schule gelernt, wie aus den täglichen scheinbaren Bewegungen der Sonne sowie des Mondes und der Gestirne am Himmel zu ersehen ist, daß die Erde sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht u. s. w. Machen wir diese Bewegung einmal an einem Globus nach, so scheint es, daß wir danach eigentlich in der Nacht mit dem Kopf nach unten hängen, also, so möchte man meinen, dann in Gefahr sein müßten, nach unten zu fallen u. s. w.; und doch haben wir trotz aller Drehungen der Erde den Kopf immer oben, fallen auch in der Nacht nicht etwa von der Erde ab, sondern bleiben immer ungestört auf derselben.

Haben wir ferner uns wohl schon einmal klar gemacht, wieviel diese Bewegung der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achse für uns an unserm Wohnort ausmacht? Wenn wir uns in 24 Stunden einmal um die Erdachse, also um 360 Längengrade drehen, so legen wir dabei jedesmal in 1 Stunde 15 Längengrade, demnach in 4 Minuten 1 Längengrad zurück. Das ergibt für Mitteleuropa folgende Umdrehungsgeschwindigkeiten:

Geogr. Breite	Größe eines Längengr.
47° n. Br. (etwa Bern)	76,0 km
50° n. Br. („ Mainz)	71,7 „
54° n. Br. („ Elbmündung)	65,6 „
Umdrehung in 1 Minute	
	19 km
	beinahe 18 km
	16,4 km

Im Jahre 1914 betrug die Geschwindigkeit des schnellsten deutschen Schnellzuges beinahe 90 km. in 1 Stunde, also etwa $1\frac{1}{2}$ km in 1 Minute. Wir aber legen bei der täglichen Drehung der Erde um ihre Achse, wenn wir etwa in der geogr. Breite von Mainz wohnen, beinahe 18 km in jeder Minute, also etwa das 12fache jener Geschwindigkeit zurück. Beinahe 18 km.

in der Minute bedeuten nahezu 300 m in der Sekunde! *) Schon das müßte — wenn nicht unsere Atmosphäre bis zu beträchtlicher Höhe mit der unter ihr liegenden Erdoberfläche mit fortbewegt würde — auf letzterer unablässig einen Sturm von ganz ungeheurer Gewalt ergeben, einen Sturm, der selbst die furchtbarsten Orkane, die auf der Erde jemals vorgekommen sind **), an Geschwindigkeit und furchtbar verheerender Gewalt weit überbieten würde, ja bei dem selbst alle menschlichen Bauwerke zerstört und fortgeschleudert werden müßten und organisches Leben auf der Erde ganz unmöglich werden würde. Und doch ist selbst diese rasende Geschwindigkeit, mit der wir uns demnach in jeder Sekunde unseres Lebens um die Erdachse drehen, ein wahres Nichts gegenüber derjenigen, mit der die Erde sich um die Sonne herum bewegt und die durchschnittlich beinahe 30 km in der Sekunde, also 1800 km in der Minute beträgt. Dazu aber kommt weiter noch, daß die Sonne mit ihrem ganzen Planetengefolge sich mit einer Geschwindigkeit von

*) Nehmen wir an, daß der Puls eines gesunden Mannes in den mittleren Lebensjahren etwa 72 Schläge in der Minute macht, so würde demnach bei dieser Drehung der Erde um ihre Achse in mitteldeutschen Breiten innerhalb jedes Pulsschlages eine Fortbewegung von etwa 250 m, also $\frac{1}{4}$ km stattfinden!

***) Die Deutsche Seewarte in Hamburg hatte die Güte, mir auf eine Anfrage über die größte mit Sicherheit gemessene Windgeschwindigkeit unter dem 21. 8. 1922 Folgendes zu antworten: „Die größte Windgeschwindigkeit, die bis jetzt einwandfrei festgestellt worden ist, beträgt 54 m pro Sekunde (Wirbelsturm am 20. Oktober 1882 über Manila). Es ist aber wohl als sicher anzunehmen, daß die Windgeschwindigkeit noch erheblich größer angenommen werden kann, wenn man die Wirkungen mancher Orkane betrachtet. In Hamburg wurden bei dem Sturm am 23.—24. Dezember 1916 in Böen 33 m pro Sekunde gemessen“. Aber selbst die Geschwindigkeiten der verwüstendsten auf der Erdoberfläche vorkommenden Orkane sind zweifellos gering gegenüber den oben erwähnten Geschwindigkeiten.

rund etwa 20 km in der Sekunde im unermeßlichen Weltraum fortbewegt!*) Haben wir aber von dieser wahrhaft schwindelnden Fahrt, auf der wir uns unablässig im unendlichen Weltall befinden, jemals auch nur das geringste gespürt? Wir stehen und gehen während derselben ruhig auf unserer Erde, und die uns umgebende Luft, die schon durch verhältnismäßig geringe Luftdrucksverschiedenheiten in beträchtliche Bewegungen gebracht werden kann, kann trotz jener ungeheuren Horizontal- wie Rotationsbewegungen zeitweilig und örtlich so still sein, daß selbst der feinste Staub sowie leichte Papierschnitzel u. dergl. ruhig auf dem Boden liegen bleiben. Unsere Winde und Stürme haben eben mit jenen ungeheuren Bewegungen des Erdkörpers gar nichts zu tun, sondern sind lediglich durch Temperatur- und Luftdruckunterschiede innerhalb unserer Atmosphäre bedingt.

Ferner haben wir schon in der Schule gelernt, aus der Tatsache, daß bei dem jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne der nördlichste Zenitstand der letzteren in rund $23\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br., der südlichste in rund $23\frac{1}{2}^{\circ}$ s. Br. eintritt, zu schließen, daß die Erdachse ständig unter einem Winkel von rund $66\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Ebene der Erdbahn geneigt ist. Mit dieser schiefen Stellung der Erdachse zur Ebene der Erdbahn, die in der geologischen Gegenwart nur ganz winzigen Schwankungen ihrer Winkel-

*) J. Scheiner-P. Guthnick, Der Bau des Weltalls, 5. Aufl., Leipzig und Berlin 1920, S. 26f. und 103. Um einigermaßen deutlicher beurteilen zu können, was derartige Geschwindigkeitszahlen bedeuten, vergleiche man, daß eine aus einem heutigen Geschütz abgeschossene Kanonenkugel in einer Sekunde rund vielleicht 1000 m, also 1 km zurücklegt. Die Geschwindigkeit, mit der die Sonne samt ihrem ganzen (einschließlich Planetoiden und Monden rund etwa 1050 planetarische Himmelskörper umfassenden) Gefolge, und demnach auch mit uns als ahnungslosen Fahrgästen durch den Weltraum dahinrast, ist also etwa 20 mal so groß wie diejenige einer abgeschossenen Kanonenkugel.

größe unterliegt und die die Ursache der ganzen Beleuchtungs- sowie der von der direkten Sonnenbestrahlung abhängigen Erwärmungsverschiedenheiten unserer Jahreszeiten ist, vollzieht die Erde gleichmäßig jahraus jahrein ihren Lauf. Man möchte denken, daß es bei dem Durcheinander der verschiedenen Bewegungen der Erde, nämlich 1. der täglichen Drehung um ihre Achse, 2. des jährlichen Umlaufs um die Sonne und 3. des beständigen Fortziehens mit der Sonne und ihrem sonstigen Planetengefolge im unermesslichen Weltenraum und der ungeheuren Geschwindigkeit, mit der sich diese Fortbewegungen vollziehen, in dieser eigenartigen schiefen Stellung der Erdachse zur Ebene der Erdbahn leicht müßte zu beträchtlichen Änderungen ihrer Winkelgröße kommen können. Doch bleibt sich diese schiefe Stellung der Erdachse sowie die Größe dieses ihres Neigungswinkels zur Ebene der Erdbahn, soweit es durch Messungen festgestellt werden konnte, in erstaunlicher Weise durch Jahrhunderte und Jahrtausende mit ganz unbedeutenden Schwankungen gleich*), und eine Antwort auf

*) Nur durch äußerst feine Beobachtungen, die in Europa sowie im Gebiete des Großen Ozeans angestellt wurden, konnte in neuerer Zeit festgestellt werden, daß im Jahreslaufe ganz winzige periodische Schwankungen der Polhöhen stattfinden, die aber im Längenmaß nicht mehr als etwa 8 m erreichen, sodaß also der Nordpol sich periodisch um diesen winzigen Betrag gegenüber seiner mittleren Lage verschiebt. (H. Wagner, Lehrb. d. Geogr., Bd. I, 8. Aufl. Hannover und Leipzig 1908, S. 183.) Daß in den nahezu 5 Jahrtausenden unserer geschichtlichen Kenntnis wesentlich stärkere Veränderungen jener Winkelstellung der Erdachse zur Ebene der Erdbahn nicht stattgefunden haben, dürfen wir aus der Tatsache schließen, daß in den aus jenen Jahrtausenden vorhandenen Nachrichten über damalige Verhältnisse nichts enthalten ist, was zu Schlüssen auf seitdem vor sich gegangene wesentliche klimatische Veränderungen Anlaß geben könnte. Ob solche Verschiebungen beträchtlicheren Grades in früheren Perioden der geologisch überschaubaren Erdgeschichte vorgekommen sein mögen, ist eine offene Frage. Zur Erklärung der in früheren geologischen Perioden mannigfach vorgekommenen klimatischen Wandlungen glauben allerdings manche Forscher auch die Annahme

die Frage nach den Ursachen dieser Beharrlichkeit kann nicht gegeben werden.

Haben wir ferner schon einmal darüber nachgedacht, welch ungeheure Sache es doch ist, daß unsere Erde, dieser riesenhafte Körper von fast unvorstellbarer Schwere, auf dem wir als auf der denkbar solidesten Grundlage uns völlig gesichert fühlen, ja doch ohne jede äußere Stütze völlig frei im unermeßlichen Weltenraume schwebt? Müßte uns nicht eigentlich ein wahres Grauen erfassen, wenn wir uns vorstellen, es könnte irgendwie einmal in den Bedingungen, vermöge deren sie so zu schweben vermag, eine Störung eintreten und sie könnte dann mit uns in unendliche Tiefen versinken? Was gibt uns denn die Gewißheit, daß das nicht geschieht bzw. nicht geschehen kann, sondern daß sie ständig in gleicher Weise weiter schweben bleibt? Was gibt uns ferner die Sicherheit, daß sie die gleiche Bahn um die Sonne herum ständig einhält, von der mit den Licht- und Wärmeverhältnissen der Erdoberfläche alle Lebensbedingungen auf der letzteren abhängen?

Denken wir einmal weiter darüber nach, daß ja ebenso auch das ganze Planetengefolge der Sonne mit- samt den Trabanten, die die meisten großen Planeten umkreisen, ständig in geregelter Ordnung und in gleicher Weise sich um die Sonne bewegt. Es würde ein höchst vielgestaltiges und bunt bewegtes Bild sein, das wir gewinnen würden, wenn wir auf einer Karte die Sonne zusammen mit dem gesamten System der um sie herum- schwingenden planetarischen Himmelskörper (also auch einschließlich der Planetoiden und aller Monde der Pla-

beträchtlicher Änderungen der Winkelstellung der Drehungsachse der Erde, also der Lage der Erdpole nicht entbehren zu können. Doch sind das sehr unsichere Vermutungen. (Vergl. E. Kayser, Lehrb. d. allg. Geologie, 4. Aufl. Stuttgart 1912, S. 12f. u. W. Eckardt, Paläoklimatologie, 2. Aufl., Berlin und Leipzig 1923, S. 87ff.)

neten) dargestellt sehen könnten und dabei berücksichtigen würden, daß die Planeten 1) nicht nur von sehr verschiedener Größe sind und, entsprechend ihren sehr verschieden großen Abständen von der Sonne, natürlich auch sehr verschieden lange Umlaufzeiten um dieselbe haben; 2) daß sie keineswegs alle in der gleichen Ebene um die Sonne schwingen, sondern ihre Umlaufebenen unter, wenn auch bei den 8 großen Planeten nicht erheblichen Winkeln gegen die Ebene der Erdbahn geneigt sind, und daß 3) die Monde nicht alle in der Drehungsrichtung ihrer Planeten sich um die letzteren bewegen, sondern einige von ihnen (nämlich mehrere Monde von Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) rückläufig*) um dieselben herumschwingen. Könnten bei diesem Durcheinander, so möchte man denken, in dem bunten Getriebe nicht auch einmal gegenseitige Störungen der Bahnen entstehen mit Kollisionen von schweren Folgen?**) Wodurch wird denn da das ganze ungeheuer umfassende und so komplizierte System im Gange und in Ordnung gehalten, daß dabei nicht einzelne

*) Svante Arrhenius, Erde u. Weltall, Leipzig 1926, Seite 328—332.

**) Daß im Weltall auch dergleichen nicht ganz fehlen mag, darauf dürfte wohl die große Zahl jener kleinen kosmischen Körper und Körperstücke hindeuten, von denen zeitweilig ganze Scharen auf ihren Bahnen auch in die oberen Teile der Erdatmosphäre gelangen und dort, durch die infolge ihrer großen Geschwindigkeit dort erfahrene starke Reibung bis zum Glühen erhitzt, als sogenannte Sternschnuppen aufleuchten, und von denen manche, die dabei in etwas tiefere, also dichtere Luftregionen geraten und hierdurch besonders heftig erhitzt werden, dort explosionsartig zerplatzen, sodaß von ihnen die Trümmerstücke als sogenannte Meteorsteine zur Erde fallen. Zwar bestehen unter den letzteren manche Verschiedenheiten, aus denen auf eine verschiedene Entstehungsweise geschlossen wird; aber die meisten von ihnen scheinen doch als Bruchstücke aus der Zerstörung kleiner planetarischer Körper gedeutet werden zu müssen. (Vergl. Sv. Arrhenius a. a. O. S. 217 f.)

Glieder gelegentlich aus ihren bisherigen Bahnen geraten und auf solche Weise Verwirrung oder gar ein Zusammenprallen einzelner einander näherer entsteht? Und woher kommen denn alle diese Bewegungen, diese kreisähnlichen elliptischen Bahnen, diese ungeheuren Geschwindigkeiten?

Die astronomische Wissenschaft weist uns ja da auf die großen und grundlegenden Kepler- und Newtonschen Gesetze über die Bewegungs- und Massenanziehungsverhältnisse der Himmelskörper hin. Von der Anziehungskraft der Erde können wir uns ja jeden Augenblick auch selbst überzeugen, indem — gleichviel in welcher Erdzone und in welchem Erdraum wir leben, sowie ob wir uns auf dem Lande oder auf einem Schiffe auf dem Meere befinden — selbst ganz leichte Gegenstände, die wir hoch heben und dann plötzlich los lassen, sofort in der Richtung auf den Erdmittelpunkt zu Boden fallen. Und doch ist diese auf alles, was sich auf der Erde befindet, so mächtig wirkende Anziehungskraft der Erde, die es uns ermöglicht, trotz der vorerwähnten fast unfaßbaren Geschwindigkeiten, mit denen wir uns fortwährend um die Erdachse herumdrehen und vollends beim Umlauf der Erde um die Sonne sowie bei der Fortbewegung des Sonnensystems im Weltenraume fortgeführt werden, ruhig auf der Erde zu bleiben, und die, wenn nicht gerade auf der Erde selbst lebhaftere Winde wehen, selbst die feinsten trockenen Staubkörnchen ruhig auf der Straße liegen läßt, andererseits auch wiederum ganz leicht zu überwinden. Denn trotz dieser mächtigen Anziehungskraft der Erde kann selbst das kleinste Kind allerlei kleine Gegenstände vom Boden in die Höhe heben, und können ebenso ganz kleine Vögel, wenn sie Material zum Nestbau suchen, kleine Zweigstücke oder Federn und dergl. vom Boden aufheben und zu ihrem Neste emportragen. Ebenso genügt ein mäßiger Windstoß, um leicht flie-

gende Gegenstände (Papierstückchen, trockenes Laub und dergl.) vom Boden aufzugreifen und in der Höhe fortzuführen.

Daß ferner alle Himmelskörper selbst auf bedeutende Entfernungen hin auf einander tatsächlich gegenseitig erhebliche Anziehungswirkungen ausüben, zeigte ja in denkbar überzeugendster Weise die Art, wie seinerzeit der, soweit wir wissen, äußerste Planet unseres Sonnensystems, der Neptun entdeckt wurde. Denn als 1846 der Franzose Leverrier aus gewissen Störungen in der Bahn des Planeten Uranus den Schluß zog, daß diese durch Anziehungswirkungen eines noch weiter von der Sonne entfernten, bisher noch unbekanntem Planeten bedingt sein müßten, dessen wahrscheinliche Stellung er durch Berechnung näher bestimmte, wurde dieser sofort von dem deutschen Astronomen Galle an der so bezeichneten Stelle tatsächlich gefunden und Neptun genannt. Auch laufen die Bahnen der großen Planeten um die Sonne herum tatsächlich nicht durchweg Jahr für Jahr in so ganz gleichen regelmäßigen Ellipsen, wie es auf schematischen Darstellungen erscheint, sondern es zeigen sich darin allerlei Störungen, die nur durch Anziehungswirkungen seitens anderer großer Planeten, die sich auf ihren Bahnen dort jeweils in geringerer Entfernung befinden, verursacht sein können, da eben auch sie alle, je nach ihren Größen und jeweiligen Entfernungen von einander fortwährend auf einander Anziehungswirkungen ausüben.

Auf Grund jener Gesetze der planetarischen Anziehungs- und Bewegungsverhältnisse wird uns nun ja in den allgemeinen Grundzügen sozusagen die Organisation des Sonnensystems verständlicher, wie da die Sonne als der in seiner ungeheuer riesenhaften Größe alle andern ungeheuer überragende Zentralkörper*) durch

*) Der Durchmesser der Sonne beträgt rund 1 390 000 km, derjenige der Erde rund 12 740 km, derjenige des größten Planeten

seine Anziehungskraft sein ganzes bunt zusammengesetztes und auch hinsichtlich der Größenverhältnisse bunt angeordnetes Gefolge von 8 großen Planeten nebst, soweit bisher bekannt, im ganzen 27 die letzteren umkreisenden Monden sowie der großen Zahl (bisher über 1000 bekannten) kleinen Planeten (sogenannten Planetoiden oder Asteroiden*) um sich zusammenhält. Ebenso wird uns mit Hilfe jener Gesetze im allgemeinen einigermaßen verständlich, wie die Umlaufbahnen der Planeten um die Sonne zustande kommen, und wie die Monde in der Nähe der Planeten, um die sie sich herumbewegen, festgehalten werden u. s. w. Aber schwer begreifen wir, wie die betreffenden Anziehungswirkungen sich auf so riesenhafte Entfernungen hin in solcher Weise und in so gewaltigem Maße vom Zentralkörper aus geltend machen können. Die durchschnittliche Entfernung des der Sonne nächsten Planeten (Merkur) von der Sonne beträgt rund 58 Millionen km, die der Erde rund 150 Millionen km, die des entferntesten Planeten Neptun dagegen rund 4490 Millionen km!**)

Ebenso wird uns nicht leicht zu begreifen, wie es kommt, daß die Anziehungswirkung der Sonne auf die Planeten und der letzteren auf ihre Monde nicht eine allmähliche

Jupiter rund 140000 km. Setzen wir den Durchmesser der Erde = 1, so beträgt derjenige der Sonne 109, der des Jupiters rund 11. Setzen wir die Oberfläche der Erde = 1, so beträgt die der Sonne rund = 11900, die des Jupiters rund 123. (H. Wagner, Lehrb. d. Geogr., 8. Aufl., I, 171).

*) Von den Planetoiden, die sich zum weitaus größten Teile zwischen der Mars- und der Jupiterbahn befinden, haben die größten Durchmesser bis zu etwa 400 km., die allerkleinsten solche von kaum mehr als etwa 15 km, ja vereinzelt nur ungefähr 5 km. (Zum Vergleich: Der Durchmesser unseres Mondes = rund 3480 km.) Bei den Planetoiden ist übrigens die Neigung ihrer Bahnen gegen die Ebene der Erdbahn zum Teil erheblich größer als bei den großen Planeten, nämlich in mehreren Fällen bis zu 30 und 40°.

***) Setzen wir die Entfernung der Erde von der Sonne = 1, so ist demnach diejenige des Neptuns = 30. (H. Wagner a. a. O. S. 169.)

Abstandsverminderung und immer größere Annäherung der Nebenkörper an die betreffenden Hauptkörper, sondern eine in gemessenen Abständen bleibende rotierende Bewegung um die letzteren zur Folge hat; ferner, daß diese Umlaufsbewegung um die Hauptkörper in solcher Regelmäßigkeit ohne uns bekannte Verfrühungen oder Verspätungen der Vollendung eines Umlaufes und ohne uns bekannte nennenswerte Änderung des gegenseitigen Verhältnisses der Umlaufsebenen erfolgt, obwohl doch auch die Sonne selbst ihre Stelle im Weltall ständig ändert.

Auch sonst bleibt in dem ganzen komplizierten Gefüge des Sonnensystems, das aus so vielen und so sehr verschieden großen Himmelskörpern besteht, die doch alle frei im Weltenraume schweben und dort mit der Sonne in einer über alle unsere Begriffe gehenden Geschwindigkeit beständig weiter rasen, sehr vieles dunkel, und schwer begreifen wir, daß dabei in der gewaltig großen und buntgemengten Schar (man denke nur an die Asteroiden) nicht Gefahren eines unregelmäßigen Durcheinanderkommens der Bahnen mit Kollisionen entstehen u. s. w. Wir dürfen eben nicht vergessen, daß alle sogenannten Naturgesetze und so auch die Kepler-Newtonschen uns zwar die auf Grund der Beobachtungen erkannten und festgestellten Regeln der betreffenden natürlichen Vorgänge aufzeigen, daß sie uns dagegen die denselben zu Grunde liegenden letzten Ursachen nicht enthüllen.*)

*) Sehr richtig sagt auch A. W. Hunzinger, Das Christentum im Weltanschauungskampf der Gegenwart, 3. Aufl., Leipzig 1919, S. 43 f.: „Naturgesetze sind gänzlich unschöpferisch, sie bewirken nicht das Naturgeschehen, sondern geben nur ordnungsmäßige Nachricht darüber, in welchen quantitativen Zusammenhängen die Naturveränderungen, soweit sie zusammenhängend erkannt sind, vor sich zu gehen pflegen. Daraus folgt schon, daß die Naturgesetze niemals

Durch welche Kräfte wird denn nun aber die Sonne ihrerseits schwebend gehalten, daß sie nicht versinkt, und woher kommt es, daß sie sich, und zwar mit der erwähnten rasenden Geschwindigkeit, im unermeßlichen Weltenraum fortbewegt*) und ihr gesamtes buntes und gewaltiges Gefolge mit sich zieht? Woher bzw. wodurch erfolgte der erste Anstoß zu dieser Bewegung (siehe hierüber noch unten S. 24ff.) und nach welchem Ziele ist diese gerichtet? Wirken hierbei etwa auch wieder Anziehungen durch andere Weltkörper? Aber die nächsten außerhalb unseres Sonnensystems liegenden uns bekannten Weltkörper befinden sich ja, soviel sich annähernd feststellen läßt, in einer so ungeheuren und ganz unvorstellbar großen Entfernung, daß im Vergleich dazu selbst die riesige Entfernung von der Sonne bis zum Neptun (S. 10) eine ganz geringfügige Größe ist. Der, soviel wir wissen,

das leisten können, was so viele ihnen unbesehen zutrauen, nämlich eine qualitative Erklärung des Naturgeschehens Das Warum, den inneren Grund, die sachliche Notwendigkeit, warum 2 Vorgänge immer wieder in denselben zahlenmäßig ausdrückbaren Beziehungen stehen, kann kein Gesetz erklären. Sondern nur, daß es so ist. Wir wissen, daß ein Quantum Wärme sich unter bestimmten Umständen in ein gleiches Quantum Bewegung umsetzt, aber wir wissen nicht, warum das so ist, und kein Naturgesetz, etwa das der mechanischen Äquivalenz der Wärme, kann es uns sagen. Wir wissen, daß die Gravitation dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist, aber warum es so ist, dafür gibt es keine Erklärung Das Kausalgesetz des Naturforschers kann keinen einzigen Naturvorgang erklären, sondern nur seinen tatsächlichen Verlauf aussprechen“.

*) Wir sehen ja heut, wie durch Flugzeuge, die dementsprechend gebaut und mit starken Motoren versehen sind, vermöge der ihnen durch letztere gegebenen großen Geschwindigkeit verhältnismäßig ansehnliche Lasten durch die Luft schwebend fortbefördert werden können. Indes zur Herstellung dieser Flugmaschinen werden erstlich, soweit irgend zugänglich, möglichst leichte Materialien genommen; ferner werden sie so eingerichtet, daß ihre Körperfläche,

nächste Fixstern ist nämlich, wie es astronomisch ausgedrückt wird, etwa $4\frac{1}{3}$ Lichtjahre*) von uns entfernt; oder mit anderen Worten, seine Entfernung von uns ist rund etwa 275 000 mal größer als die Entfernung von der Erde zur Sonne, die ihrerseits, wie oben erwähnt = etwa $\frac{1}{30}$ der Entfernung des Neptuns von der Sonne ist. Wir kommen auf die vorstehenden Fragen noch im nächsten Abschnitt (S. 18 ff.) zurück.

namentlich in der Breite, im Verhältnis zu der zu tragenden Belastung möglichst groß und überdies an beiden Seiten, ähnlich den Schwingen weit fliegender Vögel, mit großen weit ausgestreckten horizontalen Tragflächen versehen sind; endlich halten sich die Flieger bei ihren Flügen stets in solchen Höhen, in denen die Luft noch hinreichend dicht ist, um ihnen noch die erforderliche Tragfähigkeit darzubieten. Bei den Himmelskörpern müßte nun ja an sich die für uns ganz unvorstellbare Geschwindigkeit, mit der sie sich im Weltenraum fortbewegen (bei dem Sonnensystem, wie oben S. 3f. erwähnt, etwa 20 km in der Sekunde), und im Vergleich zu der auch die schnellste Flugzeuggeschwindigkeit ein reines Nichts ist, das Schweben außerordentlich erleichtern, zumal wenn die mittlere Dichte ihrer Masse wesentlich geringer ist als diejenige der Erde (die mittlere Dichte der Sonne beträgt z. B., nur etwa $\frac{1}{4}$ derjenigen der Erde). Aber wenn der Weltenraum, wie wir wohl annehmen müssen, außerhalb der Atmosphären der Himmelskörper von einem gasartigen Stoff erfüllt ist, so muß dieser von einer Dünnhheit sein, die sehr weit über diejenige der obersten Schichten unserer Erdatmosphäre hinausgeht, sodaß da, so sollte man meinen, an irgend welche Tragfähigkeit, die derjenigen selbst der oberen Schichten unserer atmosphärischen Luft einigermaßen ähnelt, wohl überhaupt nicht zu denken ist.

*) Um Entfernungen außerhalb unseres Sonnensystems im Weltenraum zu bezeichnen, reichen bei ihrer ganz ungeheuren, unvorstellbaren Größe unsere gewöhnlichen Maße nicht aus. Dafür verwendet man daher ein Maß, das sich auf die Größe der Strecke gründet, die der Lichtstrahl in 1 Sekunde zurücklegt. Der Lichtstrahl durchläuft in 1 Sekunde ungefähr 300 000 km, sodaß er z. B. von der Sonne bis zu uns $8\frac{1}{3}$ Minuten, bis zum Neptun etwa 4 Stunden braucht. Man nennt nun die Entfernung, die der Lichtstrahl in 1 Jahr durchläuft, ein „Lichtjahr“ und drückt demnach die Entfernung der Fixsterne von uns in solchen Lichtjahren aus. (Scheiner-Guthnick a. a. O. S. 15.)

Kehren wir aber, ehe wir weiter gehen, zunächst noch etwas zur Erde zurück. Denken wir auch einmal etwas darüber nach, wie doch alles Leben auf der Erde von dem Licht und der Wärme abhängt, die uns die Sonne spendet, von der wir rund etwa 150 Millionen km entfernt sind*). Ohne diese uns durch Strahlung von der Sonne her zugehenden Licht- und Wärmemengen würde auf der Erde kein Pflanzenleben, ohne letzteres aber auch kein Tierleben und ohne dies beides ebenso kein Menschenleben auf ihr möglich sein. Zwar hat die Erde ja auch ihre eigene innere Wärme, die — wie uns die zahlreichen noch tätigen Vulkane zeigen, an denen es ja selbst innerhalb der Polarzonen nicht ganz fehlt — in den tieferen Schichten des Erdinnern sogar bis zur völligen Gluthitze geht. Aber diese Eigenwärme des Erdinnern, bei der es natürlich jahreszeitliche Unterschiede nicht geben kann, vermag in den höheren, also unter entsprechend kleinen Winkeln von der Sonne beschienenen geographischen Breiten der Erde das winterliche Gefrieren des Bodens, ja in weiten Gebieten z. B. des nördlichen und nordöstlichen Sibiriens sowie des nördlichsten Teiles von Nordamerika sogar das dauernde Gefrorenbleiben der dicht unter der Oberfläche liegenden Bodenschichten, nicht zu verhindern. Daraus ergibt sich deutlich, daß die innere Erdwärme in der geologischen Gegenwart (und ähnlich war es wohl auch schon seit beträchtlichen Zeiten der geologischen Vergangenheit) auf die Temperaturunter-

*) Es ist nützlich, sich etwas klar zu machen, was solche riesige Entfernung bedeutet. Nehmen wir zu solchem Zwecke an, von der Erde würde eine Kanonenkugel, die mit einer Geschwindigkeit von 1000 m in der Sekunde den Lauf des Geschützes verließ und ständig mit der gleichen Geschwindigkeit weiter flöge, gegen die Sonne hin abgeschossen; dann würde sie in 1 Minute 60 km, in einer Stunde 3600 km, also in einem Tage 86400 km zurücklegen. Gleichwohl würde sie trotz dieser großen Geschwindigkeit erst nach etwa $4\frac{3}{4}$ Jahren auf der Sonne ankommen!

schiede der Jahreszeiten und überhaupt auf die klimatischen Verhältnisse der Erdoberfläche ohne Einfluß ist. Aber auch wenn der Abkühlungsprozeß der Erde noch nicht so weit vorgeschritten wäre, wenn diese in allen geographischen Breiten noch bis zu ihrer Oberfläche durch ihre eigene Wärme die für das Pflanzenleben nötigen Temperaturen hätte, würde letzteres ohne die für alle pflanzliche Entwicklung erforderlichen physikalischen und chemischen Wirkungen der Sonnenstrahlen nicht möglich sein.

Wie ist es aber möglich, daß die Sonnenstrahlen, nachdem sie auf so riesenhafte Entfernungen hin durch den ungeheuer kalten Weltenraum hindurchgegangen sind und überdies noch beim Durchgang durch die Erdatmosphäre mehr oder minder erhebliche Wärmeverluste erlitten haben, uns — also 150 Millionen Kilometer von ihrer Ausgangsstätte entfernt — doch noch je nach den Winkeln, unter denen sie jeweils die Erdoberfläche treffen, so viel Wärme bringen können, wie es tatsächlich der Fall ist? Die physikalische Wissenschaft erläutert uns das Tatsächliche ja, indem sie uns sagt, diese Wärmestrahlen seien an sich nicht selbst Wärme, sondern bringen erst Wärme hervor, wenn sie auf ihrem Wege auf Stoffteilchen treffen, von denen sie absorbiert werden. Auf dem ungeheuer weiten Wege durch den Weltenraum würden sie nicht absorbiert, sondern das geschehe erst, wenn sie in die Erdatmosphäre, namentlich in deren dichteste untere Schichten, zumal wenn diese stark mit Wasserdampf beladen sind, kommen, und vollends, wenn sie auf die Erdoberfläche selbst treffen. Ist uns die Sache aber trotzdem auf solche Weise ganz begreiflich? Und doch, würden wir uns etwa weigern es zu glauben, weil uns auch da das innere Wesen der Sache unbegreiflich ist?

Denken wir ferner, um hier nebenher noch etwas anderes mit zu berühren, an das ungeheuer weite Gebiet

der Elektrizität, deren äußerst vielseitige praktische Ausnutzung ja in neuester Zeit einen ganz ungeahnten Aufschwung genommen hat und sich in gewaltigem Maße noch immer weiter ausdehnt. Jeder weiß, daß heut elektrische Kraft in ungeheurer Menge und beliebiger Stärke maschinell erzeugt werden kann; ebenso, welche bedeutenden Kräfte durch die elektrischen Drähte auf gewaltige Entfernungen übertragen werden können und mit welcher ungeheuren Schnelligkeit dies geschieht. Und doch hängen die elektrischen Drähte, auch wenn durch sie elektrische Kräfte hindurchgeleitet werden, durch die große Maschinen oder Straßenbahnwagen u. dergl. getrieben werden, ruhig in der Luft, ohne daß an ihnen irgend eine Bewegung oder eine sonstige Veränderung ihres Zustandes zu sehen ist. Auch wenn wir sie in solchem Zustande starker elektrischer Ladung unter ein Mikroskop nehmen könnten, würden wir dabei schwerlich irgend eine Bewegung ihrer Massenteilchen wahrnehmen, und nur wenn da gelegentlich elektrische Funken aufblitzen, können wir an diesen sehen, daß wirklich etwas durch die Drähte hindurchgeht. Wer aber diese Drähte in solchem Zustande ungeschützt berühren wollte, würde diese Unvorsichtigkeit meist mit dem Leben büßen müssen.

Haben wir jedoch eine wirkliche Vorstellung davon, wie es mit dieser erstaunlichen und so ungeheuer schnellen Hindurchleitung der elektrischen Kräfte durch diese Drähte eigentlich zugeht? Wir sprechen da von „Strömen“. Das ist ja aber nur ein bildlicher Ausdruck, der die Sache an sich nicht erklären kann. Bei Strömen (z. B. des Wassers oder der Luft) haben wir eine deutliche räumliche Fortbewegung von Massenteilchen von einem Ort zum anderen. Hier aber bleiben doch die Massenteilchen der Drähte ständig unverändert an derselben Stelle, und man könnte bei ihnen höchstens an eine unendlich schnelle Fortpflanzung allerfeinster mole-

kularer Schwingungen denken. Doch wäre auch das auf allerlei sonstige Erscheinungsformen der Elektrizität schwerlich anwendbar. Denken wir vollends an die geradezu staunenswerte neueste Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und Bildübertragung sowie Telefonie und Musikübertragung, selbst auf gewaltige Entfernungen! Durch besonders dafür eingerichtete elektrische Sendeapparate können ja mittels elektrischer Wellen von verschiedener Länge, die in die Luft ausgesendet werden, Mitteilungen u. s. w. selbst nach Gebieten, die Tausende von Kilometern entfernt sind, ja teilweise sogar auf der entgegengesetzten Seite der Erde liegen, gesendet und dort durch dafür eingerichtete Empfangsapparate aufgenommen werden. Und dabei ist es gleich, ob Sender und Empfänger sich auf dem Lande oder auf Schiffen, die auf ozeanischer Fahrt sind, ja selbst auf fliegenden Luftfahrzeugen befinden. Natürlich ist aber auch das Wort „Wellen“ dabei nur ein bildlicher Ausdruck, der von den durch Stoß bzw. Druck entstehenden Wellen des Wassers hergenommen ist und uns das eigentliche innere Wesen der Sache selbst nicht erklärt. Daß auch diese drahtlosen elektrischen Übermittlungen tatsächlich stattfinden und daß von diesem vortrefflichen Hilfsmittel bereits in ausgedehntestem Maße Gebrauch gemacht wird*), wissen wir ja. Können wir uns aber trotz aller bezüglichen wissenschaftlichen Erklärungen wirklich vorstellen, wie auf diese Weise die Übermittlung vor sich geht? Das eigentliche innere Wesen der Elektrizität ist

*) Denken wir z. B. an die ungeheure Entwicklung der sogenannten Radiotechnik, oder daran, wie auch Schiffe, die mit entsprechenden Einrichtungen versehen sind, auf der Fahrt beständig Nachrichten nach den verschiedensten Seiten senden und von dort empfangen können, wie Schiffe in Seenot auf diese Weise unter Angabe ihrer Örtlichkeit an andere Schiffe Hilferufe ergehen zu lassen vermögen, wie sogar die Ozeanflieger so auf dem Fluge mit fahrenden Schiffen wie mit Landstationen Fühlung nehmen konnten u. s. w.