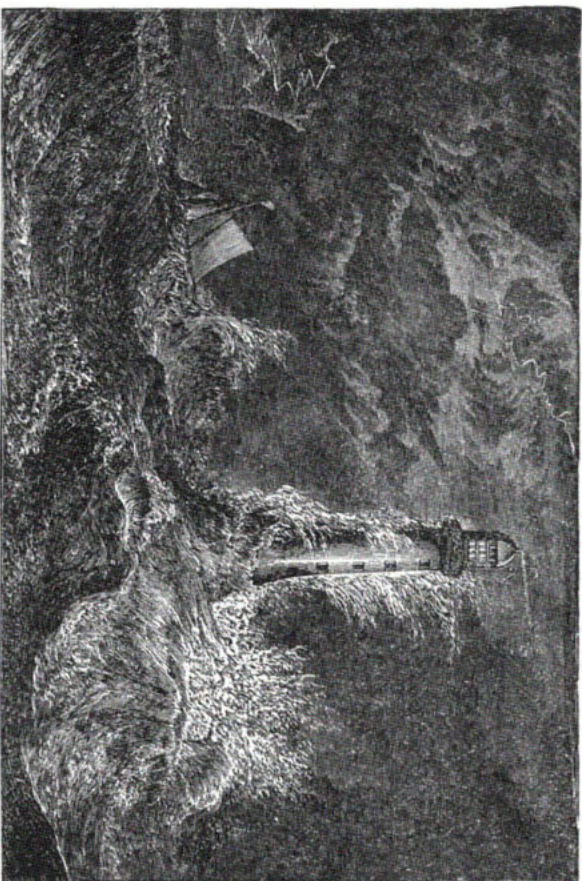




Brandung am Leuchtturm von Eddystone.

KURZES LEHRBUCH
DER
PHYSIKALISCHEN GEOGRAPHIE

VON

A. GEIKIE

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT EDINBURG.

AUTORISIERTE DEUTSCHE AUSGABE

VON

Prof. Dr. BRUNO WEIGAND.

MIT 77 HOLZSCHNITTEN, 5 VOLLBILDERN UND 13 KARTEN

ZWEITE VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

STRASSBURG.
VERLAG VON KARL J. TRÜBNER.
1908.

M. DuMont Schauberg, Straßburg.

ZUR EINFÜHRUNG.

Archibald Geikies physische Erdkunde erlebt in dem vorliegenden Bändchen seine zweite Auflage in deutscher Sprache, während das englische Original im Jahre 1903 schon drei Auflagen und dazu 20 unveränderte Neudrucke erfahren hatte. Auch die neue deutsche Ausgabe ist gegen die frühere nicht durchgreifend verändert worden; manche Teile erscheinen in der ursprünglichen Darstellung, auch wenn neue Tatsachen vorliegen, einige Auffassungen in dem alten Gewand, wo schon andere Deutungen herrschen. Wir lesen das Buch darum nicht minder gern, denn sein Wert liegt nicht nur in den positiven Kenntnissen, die es vermittelt, sondern vor allem auch in der Form, in welcher es zu uns spricht.

Die physikalische Geographie ist darin die Wissenschaft von dem Leben der Erde, doch nicht sowohl von dem, welches sich auf ihrer Oberfläche entfaltet, als von dem Leben, welches die Erde selbst bewegt, d. h. von dem ewigen Wechsel aller Dinge, die uns umgeben, der gewohnten Erscheinungen. In abgeklärter Ruhe geht A. Geikie von den Tatsachen aus, die ein jeder aus der alltäglichen Erfahrung kennt, schreitet dann zu Beobachtungen vor, die der Natur nur bei genauerer Betrachtung abgewonnen werden, und kommt so zu Entdeckungen, welche durch eindringende Analyse in allen Teilen der Erde gemacht sind. Damit zieht er auch den Leser aus der alltäglichen Umgebung zu den reinen Höhen wissenschaftlicher Erkenntnis empor.

Ob diese oder jene Tatsache heute anders bewertet wird und der eine oder andere Schluß nicht mehr im Sinne des Verfassers gezogen, kommt dabei kaum in Betracht. Die großzügige Betrachtungsweise eines wahren Naturforschers und die fesselnde Form, in welcher er uns mitsehen und mitdenken läßt, bilden den Wert und den

unvergänglichen Reiz des Buches. Es führt uns von den Gestirnen zur Sonne und zur Erde als einem Ganzen, sowie auf dieser dann von der Luft zum Meer und zu den wechselvollen Erscheinungen des festen Landes; es zeigt die Beziehungen, welche alles verbinden, wie die daraus entstehenden wirkenden Kräfte und die Formen der Erde in ihrem Werden bis zur heutigen Gestalt. Das Buch ist ein Kosmos in unscheinbarem Gewand, doch mit vertieftem Gehalt, denn es steht auf der Grundlage exakter Naturbetrachtung; es wird sich sicher auch in der neuen Ausgabe alte Freunde erhalten und neue erwerben.

München, im Februar 1908.

Erich von Drygalski.

VORWORT DES ÜBERSETZERS

zur 2. deutschen Auflage.

Die vorliegende 2. Auflage schließt sich im allgemeinen der 3. Auflage des Originals an, weist demnach eine große Reihe Erweiterungen und Verbesserungen auf; angeführt seien: M. E. Z. S. 25—26. Staubteilchen in der Luft S. 40 bis 41; 82. Meteoriten S. 48—49. Wärmeleitung, -strahlung, -übertragung S. 58—59. Gestalt des Meeresbodens S. 116—118. Wärme und Meerwasser S. 133—134. Strömungen S. 152—157. Vulkane S. 206—211. Erdbeben S. 223—226. Darwins Senkungshypothese S. 232—234. Seen S. 272—281. Allg. Züge der Pflanzenverteilung S. 347—348. Ganz neu ist das Kapitel über den Erdmagnetismus S. 339—343. Statt und neben englischen Beispielen sind tunlichst deutsche angeführt; statt Meilen, Faden, Zoll, Fahrenheitgraden die in Deutschland üblichen Maße benutzt; das papierne Deutsch ist möglichst vermieden; entbehrliche Fremdwörter durch deutsche Ausdrücke ersetzt. Auch sind einige Vollbilder eingefügt.

Straßburg i. Els., den 12. April 1908.

Der Übersetzer.

INHALT.

	Seite.
Einleitung	1

Kapitel I. — DIE ERDE ALS PLANET.

Abschnitt	I. Die Gestalt der Erde	7
„	II. Die Bewegungen der Erde	10
„	III. Erde und Sonne	16
„	IV. Die Messung und kartographische Darstellung der Erdoberfläche	23
„	V. Allgemeiner Überblick über die Erde	32

Kapitel II. — DIE LUFT.

Abschnitt	VI. Ihre Zusammensetzung	38
„	VII. Die Höhe der Atmosphäre	47
„	VIII. Der Luftdruck	50
„	IX. Die Temperatur der Luft	56
„	X. Die Feuchtigkeit der Luft	67
„	XI. Die Bewegungen der Luft	87

Kapitel III. — DAS MEER.

Abschnitt	XII. Die großen Meeresbecken	109
„	XIII. Der Salzgehalt des Meeres	120
„	XIV. Der Meeresgrund	127
„	XV. Die Temperatur des Meeres	133
„	XVI. Das Eis der Meeres	138
„	XVII. Die Bewegungen des Meeres	146
„	XVIII. Die Tätigkeit des Meeres	162

Kapitel IV. — DAS FESTLAND.

	Seite.
Abschnitt XIX. Festländer und Inseln	172
„ XX. Die senkrechte Gliederung oder das Relief des Festlandes. — Berge, Ebenen und Täler	183
„ XXI. Die Zusammensetzung der Erde .	191
„ XXII. Die Vulkane	205
„ XXIII. Die Bewegungen des Landes . .	220
„ XXIV. Die Gewässer des Festlandes.	
I. Quellen und unterirdische Wasserläufe	234
„ XXV. Die Gewässer des Festlandes.	
II. Fließendes Wasser, Bäche und Flüsse	255
„ XXVI. Die Gewässer des Festlandes.	
III. Seen und Binnenmeere . .	271
„ XXVII. Die Gewässer des Festlandes.	
IV. Die Arbeit des fließenden Wassers	285
„ XXVIII. Die Gewässer des Festlandes.	
Frost, Schneefelder, Gletscher.	306
„ XXIX. Die stetige Umgestaltung des Festlandes	326
„ XXX. Der Erdmagnetismus	339

Kapitel V. — DAS LEBEN.

Abschnitt XXXI. Die geographische Verteilung der Pflanzen und Tiere	344
„ XXXII. Die Ausbreitung der Pflanzen und der Tiere	355
Register	375

EINLEITUNG.

1. Wenn wir in einer klaren Nacht den Himmel betrachten, scheinen die größten Sterne uns am nächsten zu stehen, während andere, von geringerer Größe und matter an Glanz, in dichten Scharen den Hintergrund bilden. Blicken wir noch tiefer in diese Himmelsräume, so entdecken wir immer entferntere und noch matter leuchtende Sterne, bis zuletzt unser Auge keine bestimmten Lichtpunkte mehr unterscheiden kann. Nichts erfüllt unseren Geist so lebhaft mit der Vorstellung von der Unermeßlichkeit des Weltalls als dieser Anblick. Wir fühlen, wie verhältnismäßig klein der Raum sein muß, den wir in diesem weiten Sternenmeer des Weltalls überschauen können. Und selbst wenn wir mit Hilfe eines guten Fernrohrs denselben Himmelsraum erforschen, so haben wir zwar mehr denn je Ursache, zu erkennen, wie unermeßlich weit derjenige Teil des Weltalls ist, den man auf diese Weise untersuchen kann; aber wir treffen wiederum auf eine Grenze, jenseits derer wir nichts sehen, nicht deshalb weil wir den äußersten Rand der Schöpfung vor uns haben, sondern weil unsere Instrumente unseren Blick nicht weiter tragen. Weit jenseits dieser Grenze enthalten die Regionen des Weltraumes vielleicht andere Sterne und Sternsysteme, die nur zu weit entfernt sind, als daß sie selbst durch das vorzüglichste Fernrohr, das menschliche Geschicklichkeit je zu bauen imstande wäre, sichtbar gemacht werden könnten.

Die Astronomen haben die Entfernungen einiger der größten und nächsten Sterne berechnet. Aber diese Abstände, die nach Billionen von Kilometern zählen, sind zu groß, als daß sie uns eine bestimmtere Anschauung der Entfernung gewähren könnten. Wenn wir bedenken, daß jeder dieser Sterne, vom hellsten an bis zum schwächsten Lichtpünktchen hinab, in Wahrheit eine Sonne ist, viele davon ohne Zweifel weit größer als unsere Sonne und nur wegen der unermeßlichen Entfernung anscheinend so winzig, dann können wir uns

des Gefühls nicht erwehren, ein wie verschwindend kleines Stäubchen vergleichsweise unsere Wohnstätte sein muß, die wir Erde nennen.

2. Es ist von Nutzen, daß wir uns diese verhältnismäßig winzige Größe unserer Erde fest einprägen. Und dies kann durch nichts so gut geschehen, als wenn wir den gestirnten Himmel beobachten und lernen, was man in bezug auf Bewegungen, Größe und Entfernungen der Himmelskörper entdeckt hat. Was ist nun die Erde in Beziehung zu diesen Körpern? Ist sie stets von derselben Beschaffenheit gewesen wie jetzt, oder hat sie vielleicht lange Zeiträume der Veränderung und der Entwicklung durchgemacht? Das Menschengeschlecht hat eine lange und wechselvolle Geschichte hinter sich. Kann die Erde selbst nicht auch eine solche gehabt haben? Und wenn dies der Fall ist, können wir über die Geschichte unserer Erde etwas erfahren?

3. Betrachten wir ferner die Oberfläche der Erde bei Tage, wie unbegrenzt und wechselvoll erscheint sie uns! Von der Gegend aus, wo wir gerade leben, können wir in Gedanken das ganze Land durchreisen, dann in andere Länder wandern und uns so ein Bild von der ganzen weiten Erdkugel verschaffen, mit ihren Festländern und Meeren, ihren Bergen, Tälern und Ebenen, und all der wunderbaren Mannigfaltigkeit der Formen und Farben, die ihre Oberfläche so unendlich schön macht.

4. Dieser Wechsel ist überall mit Leben und Bewegung verbunden. Man betrachte zum Beispiel die unveränderliche Aufeinanderfolge von Tag und Nacht, den gleichmäßigen Gang der Jahreszeiten, das beständige oder stoßweise Wehen der Winde, den regelmäßigen Wechsel von Ebbe und Flut im Meer; das ununterbrochene Strömen der Flüsse; das mannigfaltige Wachsen und Treiben der Pflanzen und Tiere! Sicherlich war es kein so seltsamer Gedanke, wenn man im Altertum diese Welt sich als ein lebendes Wesen vorstellte. Und wenn wir auch die Erde nicht als ein lebendes Wesen in dem Sinne betrachten können, wie wir eine Pflanze oder ein Tier als ein solches bezeichnen, so darf man doch angesichts jener vielfältigen Bewegung, die fortwährend auf der Erdoberfläche vor sich geht, und von der in der Tat

ja unser Leben gleichfalls abhängt, augenscheinlich in einem gewissen Sinne von dem Leben der Erde sprechen.

5. Dieses Leben der Erde ist der Gegenstand, mit dem sich die physikalische Geographie¹⁾ beschäftigt. Das Wort Geographie bezeichnet in seiner gewöhnlichen Anwendung eine Beschreibung der Erdoberfläche und ihrer natürlichen Teile, der Festländer und Meere, sowie der künstlichen oder politischen Unterabteilungen, der Länder und Reiche. Die physikalische Geographie ist aber nicht bloß eine Beschreibung der verschiedenen Teile der Erde. Sie bekümmert sich wenig um die politischen Grenzen, falls diese nicht zugleich die Grenzen verschiedener Menschenrassen bezeichnen. Auch beschränkt sie sich nicht auf eine bloße Aufzählung der verschiedenen Merkmale der Erdoberfläche. Sie sucht auch die Kenntnisse zu sammeln, die wir über die Erde als Himmelskörper, über ihre Zusammensetzung und wahrscheinliche Geschichte besitzen. Bei der Beschreibung der einzelnen Bestandteile der Erde — der Luft, des Festlandes, des Meeres — hat sie sowohl deren Eigenschaften als auch ihre gegenseitigen Beziehungen, ihre Einwirkungen auf einander und ihre Stellung in dem Erdganzem zu erklären. So versucht die physikalische Geographie uns ein lebendiges Bild zu geben von dem Mechanismus der so wunderbar vielfältigen und doch harmonischen Welt, in der wir leben.

6. Viele der Tatsachen, mit denen sich unsere Wissenschaft beschäftigt, sind jedermann bekannt. So sind wir mit nichts besser vertraut als mit der Luft, die uns umgibt. Wir atmen sie, so lange wir leben; wir kennen sie in der Ruhe ebenso gut wie in stürmischer Bewegung; wir haben in ihr die Bildung von Nebeln und Wolken beobachtet, so gut wie das Fallen des Regens und Taues. Fast scheint es auf den ersten Blick, als sei unsere Kenntnis der Luft erschöpfend, und als könnten wir bei keinem anderen Gegenstande so wenig Neues lernen. Aber die physikalische Geographie faßt diesen Gegenstand als ein großes Ganzes auf und zeigt den innern Zusammenhang der verschiedenen Eigenschaften und Veränderungen der Luft, sie erklärt die

¹⁾ Diese Bezeichnung wird hier angewandt als gleichbedeutend mit Physiographie, wie diese Wissenschaft auch genannt wird.

Ursachen dieser Veränderungen und weist den Anteil der Luft an den großen Bewegungen nach, die Meer und Land betreffen. So beruht ein großer Vorteil dieses Studiums gerade auf dem alltäglichen Charakter der zu untersuchenden Erscheinungen. Überall, wohin wir uns wenden, stoßen wir auf Belege der großen Gesetze, die sich uns bei der Beschäftigung mit der physikalischen Geographie erschließen. Haben wir also diese Gesetze erst einmal erfaßt, und haben wir zugleich gelernt, sie anzuwenden, so gewährt uns jeder Spaziergang, jede Reise eine neue Quelle des Vergnügens. Wir gewöhnen uns, unsere Augen zu gebrauchen und eine endlose Mannigfaltigkeit von Gegenständen zu bemerken, die sonst ungesehen geblieben wären, und diese Gewohnheit der Beobachtung wird sich, abgesehen von dem Vergnügen, das sie uns verschafft, in den Verrichtungen des gewöhnlichen Lebens als sehr nützlich erweisen.

7. Um das Bild vom Leben der Erde zu vervollständigen, muß die physikalische Geographie notwendig ihre Erläuterungen aus allen Weltteilen herbeiholen. So bringt sie uns Erscheinungen näher, über die wir in unserem Lande keine Erfahrung besitzen, und die wir wahrscheinlich niemals selbst zu sehen Gelegenheit haben würden. Bei der Untersuchung dieser Erscheinungen schweifen wir gleichsam über die ganze Erde hin und erfahren in kurzer Zeit weit mehr über die Welt, als wir aus einer gewöhnlichen Reisebeschreibung lernen könnten. In der Tat kann man ein gutes Lehrbuch der physikalischen Geographie als eine gedrängte und wohlgeordnete Beschreibung einer Reise durch alle Länder ansehen, mit dem Unterschiede, daß sie, ohne persönliche Erlebnisse zu schildern, uns in den Stand setzt, zu erkennen, worin diese Gegend der Erde sich von jener unterscheidet, und uns diese Unterschiede erklärt aus den großen allgemeinen Gesetzen, von denen sie abhängen. Daher wird jedermann, mag er auch nie in Indien oder Afrika oder in den arktischen Regionen gewesen sein, aus dem Studium der physikalischen Geographie eine weit genauere Bekanntschaft mit den Eigentümlichkeiten dieser Länder und mit den Ursachen ihrer so großen Unterschiede im Klima schöpfen als viele andere, die dorthin gereist sind oder jahrelang dort gelebt haben. Für uns alle ist es eine nicht geringe

Ermutung, zu sehen, daß, je genauer wir die Erscheinungen um uns her im eigenen Lande beobachten, und je vollständiger wir sie verstehen, wir um so leichter erkennen können, was in andern, entfernten Teilen der Welt vor sich geht.

8. Fassen wir das Studium der physikalischen Geographie nicht nur als ein aus Büchern zu lernendes Wissen auf, sondern als eine mittels der Beobachtung anzustellende praktische Untersuchung an Gegenständen, wie sie sich im Laufe unserer alltäglichen Beschäftigungen darbieten, so machen wir in ihr die schnellsten Fortschritte. In diesem Sinne sind die folgenden Kapitel geschrieben. Sie sollen nicht bloß die verschiedenen Teile der Erde beschreiben, um diese Beschreibungen möglichst leicht auswendig lernen zu können, sondern sollen vielmehr dazu anregen, mit eigenen Augen zu sehen und die alltäglich um uns sich abspielenden Vorgänge zu prüfen, zu vergleichen und gegenüber zu stellen. Sie sind so angeordnet, daß sie möglichst in jedem Abschnitte von unserm allgemeinen Wissen ausgehen. Sie heben dann dasjenige hervor, was über den jeweiligen Gegenstand durch unsere eigene Beobachtung und Erfahrung festgestellt werden kann. Zum Schlusse bieten sie diejenige weitere Belehrung dar, die wir aus den Beobachtungen und Reisen von Gelehrten schöpfen können, die auf die Sammlung und Prüfung der Tatsachen viel Zeit und Denken verwendet haben. Im Kapitel über die Luft gehen wir z. B. von denjenigen Tatsachen aus, die ein jeder von uns durch die alltägliche Erfahrung kennt, wir schreiten zur Betrachtung dessen fort, was wir selbst leicht an der Luft beobachten können, und wir verfolgen, von diesen Kenntnissen als Grundlage ausgehend, diejenigen Entdeckungen, die man durch fortgesetzte Untersuchungen in allen Teilen der Erde gemacht hat.

9. Wir wollen nun zunächst die verschiedenen Gegenstände, die in den Rahmen der physikalischen Geographie gehören und deshalb in diesem Buche abgehandelt werden sollen, in gehöriger Ordnung hier auführen.

10. Erstens haben wir zu untersuchen, was für ein Himmelskörper die Erde ist; in welchen Beziehungen sie zu anderen Himmelskörpern und besonders der Sonne, als der Quelle von Licht und Wärme, steht.

11. Blicken wir dann auf die Erde selbst, so finden wir

zweitens, daß sie mit einem äußeren Luftmantel umgeben ist, der zunächst unsere Aufmerksamkeit verdient. Die Frage nach der Beschaffenheit dieses Mantels und nach seinem Anteil an den Erscheinungen auf der Erdoberfläche liefert uns Stoff für viele anziehende Untersuchungen.

12. Drittens liegt unter der umhüllenden Luftschicht, aber als Decke des größeren Teiles der Oberfläche der festen Erdkugel, die ausgedehnte Wassermasse: das Meer. Wir werden seine Ebben und Fluten und seine Strömungen verfolgen und dem Wasserdampf nachspüren, der von seiner Oberfläche aufsteigt und durch die Luft sich verbreitet, bis er als Regen und Schnee auf das Land fällt und von den Flüssen wieder in das Meer zurückgetragen wird. Die wunderbare Schönheit und die hohe Wichtigkeit dieses Kreislaufes wird unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch nehmen.

13. Viertens werden wir das Festland betrachten mit seinen Erdteilen und Inseln, Bergen und Tälern, Erdbeben und Vulkanen. Die augenscheinlichen Tatsachen der fortwährenden Veränderungen in der Oberfläche des Landes werden uns auf die Tätigkeit des Wassers und der Luft zurückführen, und wir werden sehen, wie sehr selbst die Formen der „ewigen“ Berge durch diese Tätigkeit beeinflußt sind.

14. Fünftens haben wir zu untersuchen, was das Wesen des Klimas ist, wie vielerlei Arten von Klima über den Erdball verbreitet sind, und ob sich für die Erklärung ihrer Unterschiede Ursachen auffinden lassen; dies wird uns zu der Beobachtung führen, daß es der geographischen Verteilung des Klimas entsprechend auch eine geographische Verteilung der Pflanzen und Tiere gibt. Ein jedes große Gebiet der Oberfläche unseres Planeten, das ein eigentümliches Klima besitzt, hat auch eine eigene Gruppe ihm eigentümlicher Pflanzen und Tiere. Selbst in der Art und Weise der Gruppierung der Menschenrassen auf der Erde werden wir den Beweis für dieselbe enge Verbindung zwischen Klima und organischem Leben wiederfinden. Somit wird die geographische Verteilung des Lebens auf der Erde den Schluß dieses Buches bilden.

KAPITEL I.

DIE ERDE ALS PLANET.

ABSCHNITT I. — *Die Gestalt der Erde.*

1. Was ist die Erde, auf der wir leben? Die Antwort auf diese Frage gibt eigentlich die Wissenschaft der Astronomie; aber einige bekannte Erscheinungen auf der Erde selbst ermöglichen es uns, diese Antwort selbst zu finden und deutlich zur Anschauung zu bringen. Jedenfalls ist es notwendig, sich eine klare Vorstellung von der Erde als Ganzem zu verschaffen, ehe wir die Erscheinungen auf ihrer Oberfläche näher untersuchen.

2. Die Erde ist eine Kugel wie Sonne und Mond. Davon kann man sich auf verschiedene Weise überzeugen.

(1) Wenn wir von Deutschland absegeln und nach Westen steuern, ohne umzukehren, so können wir wiederum nach Deutschland gelangen. Dies nennt man eine **Weltumsegelung**. Eine solche würde unausführbar sein, wenn die Erde nicht in Wirklichkeit eine Kugel wäre.

(2) Stehen wir am Meeresstrande und schauen seewärts, so bemerken wir, daß ein sich von uns entfernendes Schiff allmählich in oder unter das Meer hinabsinkt (Fig. 1). Zuerst verschwindet der Rumpf, und dann verschwinden nach und nach die Segel. Nähert sich uns ein Fahrzeug, so können wir mittels eines Fernrohres zuerst die Mastspitzen und die obersten Segel erkennen, wie sie in der Ferne über die Oberfläche des Meeres emportauchen. Nach und nach steigen die Segel gleichsam aus dem Wasser hervor, bis zuletzt der Rumpf und das ganze Schiff in Sicht kommt. Dies könnte nicht eintreten, wenn die Oberfläche des Meeres nicht, anstatt

eben zu sein, tatsächlich gekrümmt, das heißt ein Teil der gewölbten Oberfläche des Erdballes wäre.

(3) Wäre die Oberfläche der Erde flach, wie man einst annahm, so müßte die Sonne an allen Punkten der Erde zu derselben Zeit aufgehen. Aber dies ist nicht der Fall; der



Fig. 1. Die Krümmung der Oberfläche der Erde ergibt sich aus der Art, wie ein sich entfernendes Schiff auf dem Meere den Blicken entschwindet.

Sonnenaufgang findet früher oder später statt, je nachdem wir uns mehr im Osten oder Westen befinden. Ferner müßten wir von einem hohen Berge aus die ganze Oberfläche der Erde sehen, wenn diese eine Ebene wäre. Aber die Entfernung, bis zu der wir sehen, hängt von der Höhe unseres Standortes ab.

All dies beweist, daß die Erde eine Kugel sein muß.

(4) Wenn die Erde gerade zwischen Sonne und Mond steht, so daß sie das Licht der ersteren von letzterem abhält, so nennt man dies eine Mondfinsternis. Beobachten wir nun den Schatten der Erde, wie er über die Mondscheibe hingeleitet, so sehen wir, daß er kreisrund ist, und erkennen auch daraus, daß die wahre Gestalt unseres Planeten eine Kugel ist.

3. Wäre es uns möglich, die Erde zu verlassen und sie aus einer Entfernung von einigen Millionen Kilometer zu betrachten, so würde sie wie ein großer glänzender Mond aussehen, im Weltraum schwebend wie unser Mond, und allseits von funkelnden Sternen umgeben. Ihre Oberfläche würde, vom Lichte der Sonne beschienen, leuchten, wie uns der Mond, und mit unregelmäßigen hellen und dunkeln Flecken und Streifen bedeckt sein. Auf entgegengesetzten Seiten des

Erdkörpers wären zwei besonders helle Stellen sichtbar, die großen Schnee- und Eisgebiete am Nord- und Südpol. Zwischen diesen zwei Zonen würden helle unregelmäßige Streifen die Lage des Festlandes andeuten, während die dazwischen liegenden dunkleren Flecke die Ausdehnung der Meere bezeichneten (Fig. 2). Könnten wir uns noch weiter hinweg begeben, etwa so weit, wie die Sonne entfernt ist, das heißt etwa

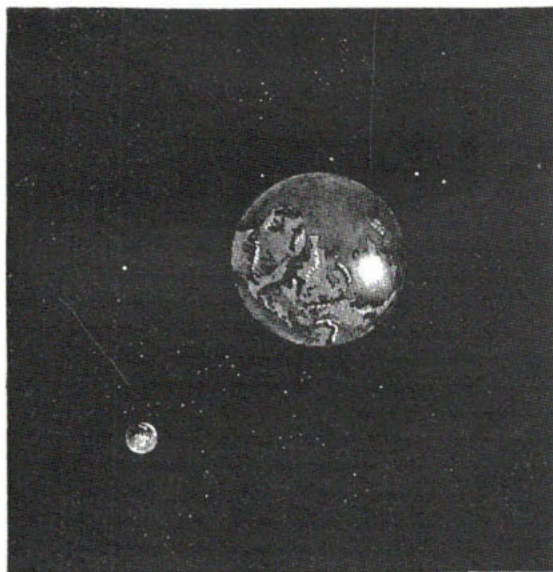


Fig. 2. Erde und Mond, vom Weltraum aus gesehen.

150 Millionen Kilometer von unserm Wohnort, so erschiene unsere Erde nur als ein glänzender Stern. Und könnten wir einen der nächsten Fixsterne erreichen, so wäre unser Erdball von dort nicht mehr sichtbar, während die Sonne selbst, falls überhaupt sichtbar, uns nur als ein funkelnder Stern erschiene.

4. Aber die Erde ist keine vollkommen regelmäßige Kugel. Insbesondere ist sie an zwei entgegengesetzten Seiten etwas

abgeplattet, sodaß sie die Gestalt einer Orange hat. Wie man dies gefunden und gemessen hat, ist im vierten Abschnitte ausgeführt. Eine von der Mitte der einen abgeflachten Seite durch den Mittelpunkt des Planeten nach der Mitte der entgegengesetzten abgeplatteten Seite gezogene Linie heißt die **Erdachse**, und die Punkte, wo diese die Oberfläche trifft, sind unter dem Namen **Nord-** und **Südpol** bekannt. Eine Linie, die gleichweit von den beiden Polen rund um die Erde gezogen gedacht wird, heißt der **Äquator**.

ABSCHNITT II. — *Die Bewegungen der Erde.*

1. So lange man in früheren Zeiten die Erde als eine große im Mittelpunkt des Weltalls gelegene Scheibe betrachtete, um die sich Sonne, Mond und Sterne Tag und Nacht bewegen, konnte man nicht auf den Gedanken kommen, daß die Erde selbst sich bewegt. Aber die Wahrheit ist in diesem Falle seit so langer Zeit bekannt, daß wir keine Schwierigkeit mehr haben, die scheinbaren Bewegungen der Sonne und der Sterne durch die wirklichen Bewegungen der Erde zu erklären. Die beiden wichtigsten Bewegungen nennt man die **Rotation** oder Achsendrehung und die **Revolution** oder Bewegung der Erde um die Sonne.

2. **Die Rotation oder die Bewegung der Erde um ihre Achse.** Die auffälligste Bewegung unserer Erde ist die Drehung um ihre Achse, der wir die Folge von Tag und Nacht verdanken. Eine vollständige Umdrehung vollzieht sich in etwa vierundzwanzig Stunden. Während dieser Zeit ist jeder Teil der Erdoberfläche der Sonne abwechselnd zu- und abgekehrt. Da die Sonne im Osten aufgeht, um uns den Tag zu bringen, und scheinbar nach Westen über den Himmel hinschwebt, so muß die wirkliche Bewegung der Erde in umgekehrter Richtung, also von Westen nach Osten vor sich gehen.

3. Es ist einleuchtend, daß bei der Rotation der Erde die Schnelligkeit der Bewegung und der zurückgelegte Weg für verschiedene Punkte der Oberfläche je nach ihrer größeren oder geringeren Entfernung von der Achse verschieden sein muß. Wenn zum Beispiel ein Wagenrad um seine Achse gedreht wird, so muß ein auf seinem Reifen angebrachtes Zeichen

sich schneller bewegen und einen weit größeren Kreis beschreiben, als ein auf der Nabe angebrachtes. Orte, die auf dem Erdäquator liegen, müssen die größte Geschwindigkeit haben und den längsten Weg durchheilen, während an jedem Pole die Geschwindigkeit gleich Null ist. Der von einem Punkte auf dem Äquator beschriebene Kreis ist in der Tat der ganze Umfang der Erde. Ist daher die Länge des Umfanges in Kilometern bekannt, und teilt man diese durch die Anzahl der Stunden, die zu einer vollständigen Umdrehung nötig sind, so erhält man die stündliche Geschwindigkeit in Ziffern ausgedrückt. Am Äquator beträgt die Geschwindigkeit etwa 462 Meter in einer Sekunde oder 1667 km in der Stunde; nach den Polen zu nimmt sie allmählich ab.

4. Warum werden wir aber, wenn die Erde sich mit einer solchen Geschwindigkeit umdreht, nicht von ihrer Oberfläche fortgeschleudert? Warum fliegt ein in die Luft geworfener Stein nicht sofort in den Weltraum hinweg, statt wieder auf die Erde zu fallen? Weil die **Anziehungskraft der Erde** weit stärker ist als sein Bestreben fortzuliegen. Alle Gegenstände in und auf der Erde werden durch diese Anziehungskraft, auch **Schwerkraft** genannt, nach dem Mittelpunkt der Erde hingezogen. Aber wir werden sehen, daß der Einfluß der Achsendrehung nichtsdestoweniger sich untrüglich zu erkennen gibt, insofern als die Richtung der großen atmosphärischen Strömungen durch sie geändert wird. (Abschnitt XI, § 13.)

5. **Bewegung der Erde um die Sonne.** Die Erde bewegt sich um die Sonne und braucht zu einem Umlaufe ungefähr 365 Tage. Was wir ein Jahr nennen, ist einfach die Zeit, die die Erde braucht, um einen vollständigen Umlauf um die Sonne auszuführen. Man hat gefunden, daß der Weg, den sie verfolgt, ihre **Bahn** genannt, nicht ein vollkommener Kreis, sondern eine Ellipse ist, sodaß unser Erdball in einem Teile seiner Laufbahn der Sonne näher ist als in dem anderen, wobei seine mittlere Entfernung etwa 150 000 000 Kilometer (genauer 149 341 000) beträgt. Aus dieser Zahl und der zu einem einfachen Umlaufe gebrauchten Zeit findet man leicht die Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der sich unsere Erde in ihrer Bahn bewegt. Diese beträgt fast 30 Kilometer in der Sekunde.

6. **Die Erde, unser Zeitmesser.** Hieraus folgt, daß unsere

Zeiteinteilung durch die Bewegungen unseres eigenen Planeten, der Erde, bewirkt wird. Durch die gleichmäßige Umdrehung der Erde um ihre Achse innerhalb 24 Stunden erhalten wir die genaue Einteilung der Zeit in Tage, während durch ihren Umlauf um die Sonne die Länge unseres Jahres bestimmt wird. Auf den Sternwarten wird der Augenblick aufs genaueste festgestellt, wenn die Sonne um Mittag durch einen bestimmten Punkt geht, und diese Zeit wird allen Orten des Landes telegraphisch mitgeteilt, damit die Uhren danach gerichtet werden können. Aber da die Erde sich in der Richtung von Westen nach Osten dreht, so können westlich gelegene Orte mittags der Sonne erst gegenüber kommen, nachdem der Durchgang bei den östlicher gelegenen bereits erfolgt ist. Es gab früher zu vielen Irrtümern Anlaß, als jede Stadt Ortszeit hatte, d. h. ihre Zeit noch nach dem Durchgang der Sonne durch ihren eigenen Meridian bestimmte. Deshalb ist in den meisten Ländern eine Vereinbarung getroffen worden, daß die Zeit eines bestimmten Ortes für ein ganzes Land oder sogar für mehrere Länder gilt. In Deutschland, Österreich-Ungarn, der Schweiz und Italien haben wir daher eine gemeinschaftliche, die sogenannte mitteleuropäische Zeit, M. E. Z., die nach der Ortszeit von Stargard, dem 15. Grad östlich von Greenwich bestimmt ist; in England die von Greenwich, in Frankreich die von Paris. Näheres darüber im 4. Abschnitt.

7. Die Jahreszeiten. Mit der Bewegung der Erde um die Sonne sind gewisse Umstände verknüpft, die es erklären, warum die Tage und Nächte nicht das ganze Jahr hindurch dieselbe Länge haben, und warum statt ewigen Sommers oder Winters eine regelmäßige Aufeinanderfolge der Jahreszeiten stattfindet. Wäre die Achse der Erde senkrecht zur Ebene der Erdbahn, das heißt, bewegte sie sich in vollkommen aufrechter Stellung (wenn wir die Erdbahn uns wagerecht denken), so würden die Tage und Nächte das ganze Jahr hindurch auf dem ganzen Erdballe gleich sein. In Wahrheit aber ist sie gegen die Bahn unseres Planeten um die Sonne in einem Winkel von etwa $66\frac{1}{2}^{\circ}$ geneigt, und bleibt sich selbst stets parallel, d. h. nach demselben Stern gerichtet. Im Sommer wendet sich der Nordpol der Sonne zu, im Winter wendet er sich von ihr ab. Während daher in der Mitte zwischen beiden Polen Tag und

Nacht je 12stündige Dauer haben, entfernen sie sich nach den Polen zu mehr und mehr von dieser Gleichförmigkeit, bis wir an den Polen nur einen Tag haben, der ein halbes Jahr dauert, und eine Nacht, die die andere Hälfte des Jahres ausfüllt.

8. Um den 22. März und wieder um den 22. September hat die Erde eine solche Stellung in ihrer Bahn, daß die Sonne genau senkrecht über dem Äquator steht. Die Ebene des Äquators geht dann durch den Sonnenmittelpunkt und die Grenze zwischen der beleuchteten und der dunklen Hälfte

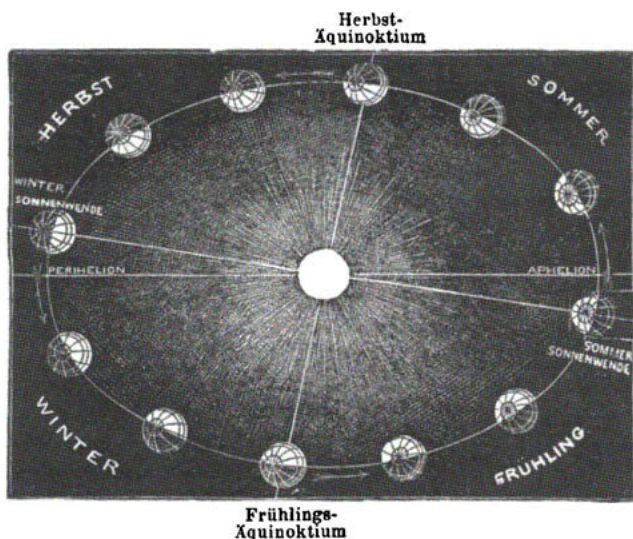


Fig. 3. Die Bahn der Erde um die Sonne.

geht durch die Pole. Zu dieser Zeit sind deshalb Tag und Nacht auf dem ganzen Erdkreise je 12 Stunden lang; man nennt diese Zeiten des Jahres deshalb Tag- und Nachtgleichen oder **Äquinoktien**, d. h. „Gleiche Nächte“. Nach dem März-äquinoktium kommen, während die Erde ihre Bahn durchläuft, die nördlichen Teile der Kugel mehr und mehr in das Sonnenlicht; mit anderen Worten: die Tage werden immer länger,

bis innerhalb eines gewissen Raumes rings um den Nordpol, innerhalb des **Polarkreises** (siehe Tafel 1), die Sonne im Hochsommer gar nicht untergeht, und es beständiger Tag ist. Je weiter wir nach Norden gehen, desto länger sind im Juni die Tage, sodaß ein Sommertag in Deutschland weit länger ist als ein solcher in Mittelfrika, und im Norden von Skandinavien weit länger als in Deutschland. Wenn dagegen die Erde bis zum September-Äquinoktium vorgedrungen ist, so beginnt der Nordpol sich von der Sonne abzuwenden, und die Tage fangen in der nördlichen Erdhälfte an, kürzer zu werden, bis mitten im Winter die Sonne am Pole und über den Gegenden innerhalb des Polarkreises gar nicht mehr aufgeht und es dort dauernd Nacht ist. Je weiter wir daher im Dezember nach Norden gehen, um so länger sind die Nächte; während z. B. ein Sommertag in Berlin nicht so lang ist wie ein solcher in Stockholm, ist dagegen ein Wintertag beträchtlich länger.

9. Natürlich muß, solange der Nordpol andauernd das Tageslicht genießt, der Südpol und das Gebiet innerhalb des südlichen Polarkreises ($23\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Südpol) in beständige Nacht gehüllt sein. Nur an den beiden Äquinoktien sind Tag und Nacht an beiden gleich. In dem Maße wie die Tage um den Nordpol kürzer werden, verlängern sich diejenigen des entgegengesetzten Poles, und darauf tritt das Umgekehrte ein, und so fort, Jahr aus Jahr ein.

10. Der Wechsel der Jahreszeiten hängt ganz ebenso von der Neigung der Erdachse gegen ihre Bahn ab. Während eines Teiles des Jahres sieht man in Europa und Nordamerika die Sonne verhältnismäßig tief am Himmel stehen; ihre Strahlen sind dann nur wenig wirksam; das Klima ist kalt, und es stellt sich daher das bekannte Bild des Frostes und Schnees, des *Winters* ein. Sechs Monate später erscheint die Sonne viel höher am Himmel, d. h. mehr senkrecht über unserem Haupte; ihre Strahlen sind wärmend, selbst sengend, und wir befinden uns mitten im *Sommer*.

11. In Wirklichkeit hat nicht die Sonne ihren Platz gewechselt, sondern unser Planet hat verschiedene Teile seiner Bahn durchlaufen und sich deshalb der Sonne gegenüber in verschiedenen Stellungen befunden. Im Sommer sind auf der **nördlichen Hemisphäre** (so nennt man die Erdhälfte zwischen

dem Äquator und dem Nordpole) die Tage lang, weil der Nordpol der Sonne zugewendet ist. Infolgedessen erwärmt sich diese Hemisphäre. Die Strahlen der Sonne fallen mehr senkrecht auf sie; wegen der langen Tage kann sie weit mehr Wärme von der Sonne empfangen, und die Kürze der Nächte bewirkt, daß weit weniger Wärme ausgestrahlt wird als im Winter. Während sich dieser Zustand auf der nördlichen Hemisphäre entwickelt und dort den Sommer hervorruft, herrschen gerade die entgegengesetzten Wirkungen auf der südlichen Halbkugel. Dort nehmen die Tage und die Wärme in demselben Maße ab, wie sie im Norden zunehmen, bis im Hochsommer der nördlichen Erdhälfte die **Antipoden**, das heißt die Menschen auf der entgegengesetzten Seite, sich tief inmitten des Winters befinden. Weihnachten, in Europa und Nordamerika immer mit Frost und Winterkälte verbunden, fällt in den Ländern der südlichen Hemisphäre, wie Australien und Südafrika, mitten in den Sommer.

12. Es ist klar, daß der Gegensatz zwischen Sommer und Winter am auffallendsten in den Gegenden um beide Pole herum sein muß, wo man von dem Jahre sagen kann, daß es nur aus zwei Jahreszeiten bestehe, derjenigen des Tageslichtes, dem Sommer, und der nächtlichen, dem Winter. Auch in der Äquatorialzone, d. h. auf beiden Seiten des Äquators zwischen den Linien, die man **Wendekreise** nennt, findet oft ein auffallender Unterschied zwischen den Jahreszeiten statt, entsprechend der Stellung der Sonne am Himmel. Bei jeder Tag- und Nachtgleiche erscheint die Sonne senkrecht über dem Äquator. Vom März bis zum Juni scheint sie bis ungefähr zum 22ten letztgenannten Monats nach Norden zu rücken, an welchem Tage sie über einer Linie senkrecht steht, die man den Wendekreis des Krebses nennt, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich vom Äquator. Dann wendet sie sich nach Süden zurück, steht im September-Äquinoktium wieder über dem Äquator senkrecht und wandert nach Süden bis zum 22. Dezember, an welchem Tage sie längs einer Linie scheinrecht steht, die als Wendekreis des Steinbocks bekannt und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Äquator gelegen ist. Die Wendekreise nennt man auch „**Tropen**“; beide Worte bedeuten, daß die Sonne, wenn sie sich vom Äquator entfernt hat, an diesen beiden

Grenzen sich zu ihm zurückwendet. Die Sonne scheint demnach fortwährend am Himmelsgewölbe zwischen den beiden Wendekreisen hin und her zu wandern. Diese scheinbare Bewegung der Sonne rührt natürlich von der wirklichen Bewegung der Erde her, und die Grenze, innerhalb deren die Sonne vom Äquator nach Norden und Süden wandert, wird durch den Neigungswinkel der Erdachse ($66\frac{1}{2}^{\circ}$) bestimmt.

13. In der Zone zwischen den Wendekreisen erscheint die Sonne überall zweimal im Jahre scheinbar. Mit jedem dieser beiden Zeitpunkte tritt eine Regenzeit ein, und zwischen ihnen eine trockene und heiße Jahreszeit. Wenn daher nicht noch andere Einflüsse sich geltend machten, würden die Äquatorialgegenden alljährlich zwei Regenzeiten und zwei Trockenzeiten haben. Da aber die Windströmungen durch die Gebirgsländer in ihrem Laufe beeinflußt und gehemmt werden, so kommt diese Art von Jahreszeitenwechsel am deutlichsten auf den weiten Flächen der Meere zum Ausdruck.

ABSCHNITT III. — *Erde und Sonne.*

1. Lange Zeit, ehe die Astronomie oder irgend eine andere Wissenschaft entstanden war, bemerkten bereits die frühesten Geschlechter der Menschen, wie sehr die Erde von der Sonne abhängig sei, und verehrten dieses Gestirn als den großen Erzeuger alles Lichtes, aller Wärme und des gesamten Lebens der Welt. Und sicherlich ist unter allen Arten des Götzen dienstes keine so naturgemäß wie gerade diese. Ehe die Menschen wußten, was die Sonne in Wirklichkeit sei, konnten sie sich wohl damit begnügen, sich vor ihr als einem erhabenen und gütigen Wesen nieder zu werfen, das bei seinem Aufgehen des Morgens die Welt erhellte und erwärmte, und sie bei seinem abendlichen Sinken in Dunkelheit und Erstarrung zurückließ.

2. Aber wie oder warum kommen Licht und Wärme von der Sonne zu uns? Wir wissen, daß sich die Erde um die Sonne dreht, aber warum ist dies so? Ist es möglich, etwas über die tatsächlichen Beziehungen der Erde zu jenem großen Gestirne zu erfahren?

3. Wir finden die Antwort auf diese Fragen, indem wir

uns einige der Tatsachen vergegenwärtigen, die man über die Erde und die Sonne entdeckt hat. Dadurch wird sich uns nach und nach immer deutlicher herausstellen, daß die Abhängigkeit der Erde von der Sonne deshalb eine so innige ist, weil in Wirklichkeit beide Weltkörper ursprünglich Teile einer einzigen großen rotierenden Masse waren.

4. Beginnen wir mit der Erde. Wenn man ein sehr tiefes Bohrloch in die Erde macht, um Salz, Kohlen oder Wasser zu suchen, wie man es schon an vielen Orten getan hat, manchmal bis zu mehr als 1000 Meter Tiefe, so findet man, daß das Wasser, das aus so großen Tiefen empor- dringt, warm ist. Ferner ist die Luft in tiefen Bergwerken oft so heiß, daß die Bergleute fast ganz unbekleidet darin arbeiten. An vielen Stellen auf der Erde steigen Quellen mit heißem und selbst kochendem Wasser an die Oberfläche empor und zwar seit vielen hundert Jahren, ohne merklich kühler zu werden. Auch finden sich in allen Welt- teilen Vulkane oder feuerspeiende Berge, aus denen von Zeit zu Zeit Dampf, heiße Gase und geschmolzenes Gestein hervorbrechen, oft mit gewaltiger Kraft und in ungeheuren Mengen. (Siehe Abschnitt XXII.)

5. Aus allen diesen Tatsachen, die man auf der ganzen Erde beobachtet hat, in den kältesten Ländern wie in den heißesten, hat man ganz natürlich den Schluß gezogen, daß das Innere der Erde außerordentlich heiß sein muß. Und da die Tiefe selbst der tiefsten Bohrlöcher oder Schächte im Ver- gleich zur ganzen Masse der Erde nicht so viel beträgt wie die Dicke des Firnis auf einem gewöhnlichen Schulglobus, so ist es wahrscheinlich, daß die Erde im allgemeinen eine heiße Kugel ist, mit einer kälteren äußern Haut oder Kruste.

6. Da die Oberfläche der Erde kalt ist, so kann sie nicht eigenes Licht ausstrahlen. Und doch leuchtet sie unzweifel- haft am Himmel wie der Mond, weil sie, wie jenes Gestirn, Licht von der Sonne empfängt und zurückwirft.

7. Gehen wir von der Erde zum nächsten Himmelskörper, dem Monde, über, der als **Trabant** oder Begleiter der Erde sich um unsere Erdkugel dreht, während diese um die Sonne kreist, so finden wir eine wunderbare Bestätigung der Ansicht, daß die Erde nicht der einzige Körper ist, der mit von der

Sonne erborgtem Lichte scheint, und bei kalter Oberfläche doch die Spuren des Einflusses innerer Hitze trägt.

8. Diese Bestätigung ergibt sich aus der Vergleichung der beiden Zeichnungen, Fig. 4 und 5. In Fig. 4 ist eine Skizze oder Karte von einem Teile der Umgebung von Neapel gegeben. Die zahlreichen einzelnen Kegelberge sind Vulkane, teils noch tätig, wie der Vesuv, teils kalt und erloschen, wie die Gruppe von Kegeln im Westen von Neapel. Die kreisförmigen Wälle auf den Spitzen dieser Hügel sind die Krater oder Schlote, aus denen sich zu verschiedenen Zeiten Staub, Asche, Dampf und Lava ergossen haben. Im Abschnitt XXII werden einige Angaben über Vulkane gemacht und dabei wird gezeigt werden, wie die Lavaströme dann und wann an der Außenseite des Kegels herabrinnen, während große Wolken von Dampf und heißer Asche, mit großer Gewalt emporgeschleudert, ein weiteres Zeugnis von der hohen Temperatur im Innern ablegen.

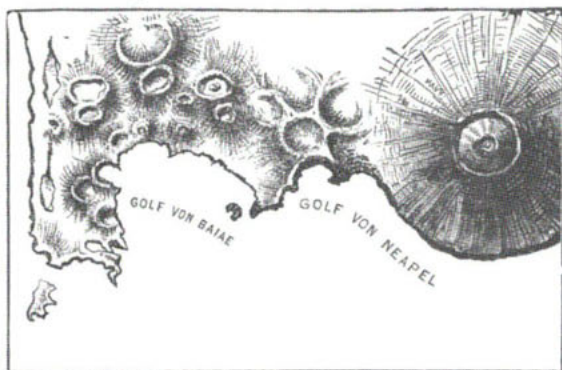


Fig. 4. Karte der vulkanischen Berge und Krater am Golf von Neapel.

9. Man vergleiche nun mit diesem kleinen Stückchen Erdoberfläche die Fig. 5, die eine Partie der Mondoberfläche darstellt. Wir bemerken auf ihr eine Reihe großer Krater mit steilen Wänden auf der Innenseite, und zahlreiche kleinere, zum Teil in engstehenden Reihen. Mehrere der großen Krater greifen über einander, und in einigen Fällen ist ihr Inneres

mit den kleineren angefüllt, oder diese haben die Wälle durchbrochen, die die großen Becken trennten. So groß ist die Ähnlichkeit dieses Bildes mit Teilen der Erdoberfläche, wie dem in Fig. 4 abgebildeten, daß kein ersichtlicher Grund vorhanden ist, weshalb man diese kegelförmigen Erhebungen auf dem Monde nicht Vulkane nennen und ihre wohl erkennbaren Krater als die Öffnungen ansehen sollte, aus denen einst geschmolzene Gesteinsmasse und andere heiße Stoffe ausgeworfen wurden, wie bei irdischen feuerspeienden Bergen. So weit wir sehen können, sind sie über die ganze Mondoberfläche in Menge verstreut. Die Astronomen haben auch die Mondvulkane gemessen und gefunden, daß sie weit zahlreicher und sehr viel größer sind als die auf der Erde. Wir

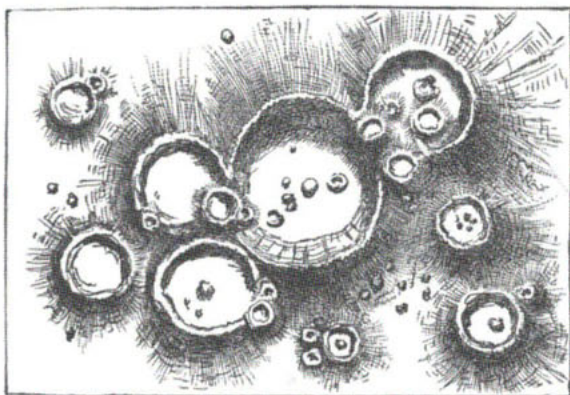


Fig. 5. Ein Teil der Mondoberfläche mit Vulkanen.

können daraus den sichern Schluß ziehen, daß sie auf eine weit kräftigere vulkanische Tätigkeit hindeuten, als irgendwo auf der Erde beobachtet worden ist. Wenn daher auch die starre Oberfläche des Mondes jetzt kein eigenes Licht ausstrahlt, sondern nur dasjenige zurückwirft, das von der Sonne aus auf ihn fällt, so muß doch einst das Innere jenes Weltkörpers ungeheuer heiß gewesen sein, mit einer erstarrenden Kruste, durch welche die innere geschmolzene Masse aus Hunderten von kesselartigen Kratern und Spalten hervorbrach.

10. Kein Fernrohr hat bisher auf dem Monde eine Eruption eines feuerspeienden Berges entdecken können. In der Tat scheint es, daß die einst ungeheuere vulkanische Tätigkeit sich dort verzehrt hat, und daß das Innere des Mondes, wenn auch vielleicht noch wärmer als das Äußere, nicht mehr Wärme genug besitzt, um noch einen Ausbruch zu bewirken. Augenscheinlich hat sich der Mond seit jener Zeit, wo seine Krater tätige Vulkane waren, erheblich abgekühlt.

11. Die Erde muß sich in gleicher Weise abkühlen. Schon der Unterschied der Temperaturen auf der Oberfläche und im Innern weist darauf hin. Die äußere Schale oder Kruste könnte nicht kälter sein als die innere Masse, wenn nicht fortwährend eine Wärmeabgabe von der Erde an den Weltraum stattfände. Stetig strömt Wärme durch die Erdkruste und Erdoberfläche nach außen; aber sie erwärmt den Boden, auf dem wir wandeln, nicht erheblich, weil sie in demselben Maße in den Weltraum ausgestrahlt wird, wie sie die Oberfläche erreicht.

12. So sehen wir, daß die Erde nicht immer in ihrem jetzigen Zustande gewesen sein kann. Vor einer Million von Jahren muß sie beträchtlich heißer gewesen sein als jetzt. Vor hundert Millionen Jahren war sie vielleicht eine Kugel aus geschmolzener Masse, ohne Festland und Meer, und natürlich ohne Leben irgend einer Art auf ihrer Oberfläche. Die gegenwärtige Abplattung ihrer Gestalt an den Polen ist genau diejenige Form, die eine solche flüssige Kugel unter dem Einfluß der Achsendrehung notwendigerweise annehmen muß, und wahrscheinlich stammt die dauernde Abplattung aus jener Zeit. Zu einer noch früheren Zeit mag die Erde in gasförmigem Zustande gewesen sein.

13. Daß dies in der Tat die Geschichte der Erde sei, wird im höchsten Grade wahrscheinlich, wenn wir uns von den durch die Erde selbst gelieferten Beweisen zu demjenigen wenden, den die Sonne uns an die Hand gibt. Daß die Sonne warm ist, hat man seit lange allgemein gewußt; aber erst in den letzten Jahren hat man sich einen annähernden Begriff über die Höhe der wirklichen dort herrschenden Temperatur gebildet. Ein durchgreifender Unterschied zwischen der Sonne einerseits und anderseits der Erde und dem Monde besteht darin, daß jene eigenes Licht ausstrahlt, während das Licht

dieser beiden nur von der Sonne entlehnt ist. Untersucht man das Sonnenlicht mit Hilfe des Spektroskops, so stellt sich eine so überaus hohe Temperatur auf der Sonne heraus, daß dort die Körper nur in Gestalt von Gasen und Dämpfen bestehen können. Das Licht und die Wärme, die wir von der Sonne empfangen, gehen von glühenden Dämpfen aus, unter denen man diejenigen einiger Metalle gefunden hat, die auf der Erde nur als feste und sehr schwer schmelzbare Körper bekannt sind. Wahrscheinlich finden sich alle oder doch die meisten einfachen Stoffe, die die Erde zusammensetzen, auch auf der Sonne, aber in Dampfform. Würde unser Erdball in die Sonne geschleudert, so würde er sich sofort in denselben glühenden Dampf verwandeln.

14. Die Beobachtung der Sonnenoberfläche hat gezeigt, daß auf ihr Flecken erscheinen, die gleichmäßig von West nach Ost um sie wandern. Diese Erscheinung deutet auf eine Achsendrehung hin, die indessen langsamer vor sich geht als die der Erde. Die Sonne, oder wenigstens ihre äußere leuchtende Hülle, die wir erblicken, braucht ungefähr fünf- undzwanzig unserer Tage, um sich einmal um ihre Achse zu drehen; aber die Bewegung geschieht in derselben Richtung wie die der Erde.

15. Außer der Erde und ihrem Begleiter, dem Monde, zeigen noch eine geringe Anzahl anderer Himmelskörper eine Bewegung um die Sonne. Wenn wir sorgfältig die Stellung der Sterne am Himmel aufzeichnen, so finden wir, daß jeder Stern in bezug auf die anderen seinen Platz behält, während das ganze Himmelsgewölbe sich langsam gegen Westen zu drehen scheint. Aber zu gewissen Zeiten können wir einige Sterne bemerken, die zunächst ganz wie jene anderen aussehen, bei aufmerksamerer Beobachtung dagegen einen Ortswechsel zeigen und zwischen den anderen Sternen hindurch zu gleiten scheinen. Diese Sterne nannten die Alten **Planeten**, d. h. Wandelsterne. Wir wissen jetzt, daß sie sich in verschiedenen Entfernungen und in verschiedenen Zeiträumen um die Sonne bewegen. So weit man sie mit Hilfe des Fernrohrs beobachten kann, verhalten sie sich in vielen Beziehungen ganz ähnlich wie die Erde. Sie drehen sich um ihre Achsen. Einige von ihnen besitzen eine Schar be-

gleitender Monde. Bei einigen finden sich Andeutungen einer Atmosphäre mit Wolken und Luftströmungen, und auf einem von ihnen, namens Mars, scheint sich an jedem Pole eine Eis- und Schneedecke zu befinden, wie auf der Erde. Einige sind viel größer, andere viel kleiner als die Erde; die einen sind der Sonne näher als wir, andere bedeutend weiter entfernt. Diese ganze Reihe von Planeten (natürlich einschließlich der Erde), die sich um die Sonne als ihren Mittelpunkt bewegen, ist unter dem Namen **Sonnensystem** bekannt.

16. Fassen wir nun alle diese Tatsachen zusammen und sehen wir, was daraus für die gegenwärtige Beschaffenheit und die wahrscheinliche Geschichte unseres eigenen Erdalles folgt. Im Mittelpunkt des Sonnensystems steht die Sonne — eine ungeheure Kugel aus weißglühendem Gase und Dampf, um ihre Achse rotierend, und Wärme und Licht weit und breit durch den Weltraum hin ausstrahlend. Um diesen leuchtenden Mittelpunkt, von ihm mit Licht und Wärme versehen, bewegen sich eine Anzahl von Planeten, in derselben Ebene, einige von kleineren Planeten oder Trabanten umkreist, wie die Erde vom Monde. Die Planeten und ihre Trabanten oder Monde drehen sich ebenfalls um ihre Achsen. Die Erde ist einer der Planeten. Ihre gegenwärtige Beschaffenheit deutet darauf hin, daß sie einst heißer gewesen ist als jetzt, daß sie sich möglicherweise einst in flüssigem oder selbst gasförmigem Zustande befand.

17. Die **Nebelflecktheorie**, die man aufgestellt hat, um alle diese Tatsachen in Zusammenhang zu bringen und zu erklären, lehrt, daß das ganze Sonnensystem im Anfang einem jener zarten wolkenartigen **Nebelflecke** glich, wie man deren zwischen den Sternen mittels des Fernrohrs gefunden hat, und sich im Zustand eines Gases oder Dampfes befand; daß diese Nebel sich nach und nach verdichteten, sich dabei erwärmten und aus ihrer heißen Materie mehrfach Teile fortschleuderten, die durch fortschreitende Verdichtung und Abkühlung zu Planeten wurden, und daß die jetzige Sonne der übriggebliebene glühende, aber noch immer langsam sich verdichtende und nach außen abkühlende Kern des Ganzen ist, um den die verschiedenen abgerissenen Teile zu kreisen fortfahren.

18. Diese Theorie bietet eine befriedigende Erklärung für die innigen Beziehungen zwischen der Erde und den übrigen Planeten einerseits und der Sonne anderseits, ferner für die Tatsache, daß das Innere der Erde noch heiß, wenn auch in langsamer Abkühlung begriffen ist. Diese innere Wärme, die sich, wie wir sahen, in jedem tiefen Bohrloche und in jedem Schachte, sowie in den heißen Quellen und feuerspeienden Bergen offenbart, erscheint danach als der Rest der ursprünglichen Glut, die der große Nebelfleck entwickelte, als aus ihm die Planeten und die Sonne durch Verdichtung entstanden.

ABSCHNITT IV. — *Die Messung und kartographische Darstellung der Erdoberfläche.*

1. Die geographische Wissenschaft hätte unmöglich große Fortschritte machen können ohne ein geeignetes Mittel, die Lage der einzelnen Orte auf der Erdoberfläche genau zu bestimmen. Auf kleinem Raum können wir mittels sorgfältig verfertigter Ketten oder Maßstäbe mit großer Genauigkeit die Entfernung eines Ortes von einem anderen messen. Aber dieses mühsame Verfahren wäre bei der Aufzeichnung der großen Umrisse der Erdoberfläche, wie z. B. der Festländer, Inseln, Meere, nur von geringem Nutzen, ebenso bei der genauen Ausmessung des ganzen Planeten. Dazu mußte man eine andere Methode auffinden, die leichter anwendbar ist und uns zugleich in den Stand setzt, die Lage irgend eines Punktes der Erdoberfläche mit Genauigkeit zu bestimmen. Eine solche Methode gründet sich auf die Beobachtung der Stellung der Sonne und verschiedener Sterne.

2. Wenn wir die Höhe der Sonne am Himmel zur Mittagszeit beobachten, so finden wir, daß die Sonne sich eine Stunde darauf eine gewisse Strecke nach Westen bewegt zu haben scheint. Im Laufe einer zweiten Stunde wird sie wiederum eine gleiche Strecke durchlaufen haben und so weiter, Stunde für Stunde bis zum Untergang. Beobachten wir am nächsten Morgen denselben Vorgang, so finden wir ein ähnliches Vorrücken in jeder Stunde, bis die Sonne um Mittag wiederum in derselben Stellung sich befindet wie

am Mittag des vorhergehenden Tages. In diesem Zeitraume hat die Erde eine ganze Umdrehung gemacht.

3. Jeder Kreis ist in 360 gleiche Teile oder **Grade** eingeteilt, und da wir unseren Erdkreis in 24 Stunden durch-eilen, so legen wir in jeder Stunde 15° zurück. Nehmen wir an, daß irgend ein Ort, etwa die Sternwarte zu Greenwich bei London bestimmt wird, von wo aus die Grade zu zählen seien. Offenbar haben alle Punkte im Osten von Greenwich ihren Mittag früher, alle Punkte im Westen dagegen später als Greenwich selbst. Da die Sonne eine Stunde braucht, um 15° des Kreises zurückzulegen, so müssen alle Punkte, die genau eine Stunde später als Greenwich Mittag haben, 15° westlich liegen.

4. Ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand wird das im Abschnitt II (§ 6) Gesagte noch klarer machen, nämlich, inwiefern unsere Zeitmessung durch die tägliche Umdrehung der Erde bestimmt wird. An jedem Ort, der 15° östlich von Greenwich liegt, ist die Zeit eine Stunde voraus, und an jedem 15° westlich gelegenen Ort eine Stunde zurück. Es wäre aber, wie schon früher erwähnt, verwirrend, wenn man die Uhren jedes Orts nach der Ortszeit stellte. Besonders durch die Eisenbahnen ist man dazu gedrängt worden, eine einheitliche Zeit für jedes Land oder jede Ländergruppe einzuführen, wenn auch in den äußern westlichen oder östlichen Teilen dieser Länder die Einheitszeit gegenüber der Ortszeit eine halbe Stunde oder mehr vor- oder nachgeht. In England hat man schon seit vielen Jahren die Ortszeit der Sternwarte zu Greenwich als Einheitszeit angenommen. Sie ist außerdem in Belgien und Holland als Westeuropäische Zeit eingeführt.

In Irland ist es die von Dublin, die gegenüber der von Greenwich 25 Minuten zurück ist; in Frankreich die von Paris. In Deutschland galt bis zum Jahre 1893 die sogenannte mittlere Ortszeit; wenn man früher von Straßburg nach Berlin reiste, so fand man bei der Ankunft, daß die nach Straßburger Zeit gerichtete Uhr um 23 Minuten nachging. Seit 1893 ist nicht nur für die deutschen Eisenbahnen sondern für das ganze bürgerliche Leben eine Einheitszeit eingeführt, die den Meridian 15° östlich von Greenwich zur Grundlage hat.

Dieser Meridian durchschneidet Deutschland nahezu in der geographischen Mitte und geht 6 Minuten östlich von Berlin über Stargard in Pommern. Der äußerste Punkt im Osten des Reichs (an der russischen Grenze) ist 31 Zeitminuten, der äußerste im Westen (Aachen, Diedenhofen) 36 Zeitminuten davon entfernt. Das Königreich Schweden regelte seine Zeitrechnung schon seit 1879 nach diesem Meridian. Jetzt umfaßt das Gebiet dieser sogenannten Mitteleuropäischen Zeit, die genau eine Stunde der westeuropäischen voraus ist, die Länder Deutschland, Österreich-Ungarn, die Schweiz, Schweden, Norwegen, Dänemark, Italien und Serbien, während in den östlichen Ländern: Bulgarien, Rumänien, Ägypten und dem Konstantinopeler Netz der Türkei die osteuropäische Zeit gilt, die wieder um eine Stunde der mitteleuropäischen voraus ist.

5. Um daher zu bestimmen, wie weit östlich oder westlich von Greenwich wir uns befinden, stellen wir den Unterschied zwischen der Zeit von Greenwich und der Zeit unseres Aufenthaltsortes fest. Zu diesem Zwecke gibt man bei kleinen Entfernungen durch glänzende Spiegel, durch die Entzündung von Schießpulver oder auf andere Weise ein kurzes Signal von einem Punkte nach einem anderen. Die wirksamste Methode ist diejenige mittels des elektrischen Telegraphen. Aber für lange Reisen, besonders Seereisen, auf denen derartige Mitteilungen nicht ausführbar sind, bedient man sich feingebauter Uhren, sogenannter Chronometer, die die Ortszeit von Greenwich zeigen. Durch Vergleichung der Ortszeit, die man durch Beobachtung des Standes der Sonne feststellt, mit der vom Chronometer angegebenen Zeit kann man sofort angeben, wie weit östlich oder westlich von Greenwich ein Ort liegt.

6. Da aber selbst die sorgfältigst gebaute Uhr vor- oder nachgehen kann, so hat man noch ein anderes und verlässlicheres, jedoch schwieriger anzuwendendes Mittel der Beobachtung, nämlich die Bestimmung der Stellung des Mondes oder eines Planeten am Himmel. Die Stellungen, die diese Körper in bezug auf einander und auf die Fixsterne in jedem beliebigen Augenblicke einnehmen, sind auf lange Zeit an den Sternwarten vorausberechnet, und man hat Tafeln

gedruckt, aus denen diese Stellungen zu ersehen sind. Mit Hilfe dieser Tafeln findet der Reisende die Ortszeit von Greenwich bis auf den Augenblick genau bei jeder Stellung der Himmelskörper, und der Unterschied zwischen dieser Zeit und der von ihm an seinem Aufenthaltsorte beobachteten zeigt ihm an, ob und wie weit westlich oder östlich von Greenwich er sich befindet. Dies nennt man die Bestimmung der „**Länge**“ eines Ortes.

7. Wenn wir jeden der 360 Grade, in die der Umfang der Erdkugel geteilt ist, durch eine von einem Pole zum andern gehende Linie bezeichnen, so sehen wir, daß jede dieser Linien genau von Nord nach Süd verläuft. Es ist klar, daß alle Orte auf der Erde, die auf derselben Linie liegen, im selben Augenblicke Mittag haben müssen. Diese Linien bezeichnet man als Mittagslinien oder **Meridiane** (Karte I, Fig. 1). Natürlich können wir jeden beliebigen Punkt als Anfangspunkt festsetzen und von ihm aus die Meridiane zählen. In Deutschland hat man früher als ersten Kreis denjenigen betrachtet, der durch die Insel Ferro geht. In England und den englisch sprechenden Ländern zählt man von der Sternwarte zu Greenwich aus und in Deutschland hat man jetzt diese Zählungsmethode angenommen. In Frankreich rechnet man von der Pariser Sternwarte ab. Aber dies ist unwesentlich, obgleich es eine große Vereinfachung wäre, wenn alle Länder sich einigen würden, von demselben Anfangspunkte zu zählen. Die Meridianlinie oder Mittagslinie, die durch Greenwich geht, wird als Null oder 0° bezeichnet. Wenn es in Greenwich 12 Uhr ist, so ist an jedem Orte, durch den der Meridian von Greenwich geht, genau dieselbe Zeit. Alle westlich davon liegenden Meridiane sind westlicher Länge, diejenigen im Osten sind östlicher Länge, sodaß die beiden Reihen auf der andern Seite des Erdballs zusammentreffen, genau an dem der Sternwarte zu Greenwich entgegengesetzten Punkte, bei 180° , oder der Hälfte derjenigen Zahl (360), in die der ganze Erdkreis eingeteilt ist. Haben wir nun unseren Meridian als Ausgangspunkt festgesetzt, so ist es leicht, die Entfernungen von Orten im Osten oder Westen jenes Meridianes zu bestimmen und auszudrücken. Wir sagen, ein Ort, der 5° östlich oder westlich von Greenwich sich befindet, liegt auf dem fünften Grade

(5°) östlicher oder westlicher Länge. Jeder Grad wird weiter in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden eingeteilt. Paris liegt zwei Grade zwanzig Minuten und neun Sekunden östlich von Greenwich, was man abgekürzt „2° 20' 9" ö. L.“ schreibt.

8. Ein Längengrad ist gleich 4 Zeitminuten. Wenn wir nach Osten reisen, so scheinen unsere Uhren bei jedem Grad um je 4 Minuten nachzugehen, weil wir in Längen kommen, in denen die Zeit gegen die unserer Heimat vorgerückt ist, während anderseits bei Reisen nach Westen unsere Uhren in demselben Verhältnis vorzugehen scheinen.

9. Dieser Einfluß der Längenunterschiede macht sich in noch auffallenderer Weise bemerklich, wenn wir Botschaften durch den elektrischen Telegraphen senden. Mögen zwei Orte auch hunderte von Kilometern von einander entfernt sein, so wird ein von dem einen entsendetes Wort augenblicklich am andern in Empfang genommen. Wenn ein Beamter in Berlin um Mittag nach Kiao-tschou telegraphiert (das auf 22° ö. L. liegt), so kommen seine Worte, obgleich mit der Schnelligkeit des Blitzes befördert, doch erst nach dortiger Zeit um 7 Uhr abends an; oder sendet er zur selben Stunde ein Telegramm nach New-York, das in 74° w. L. liegt, so wird dies nach dortiger Zeit schon um 6 Uhr morgens eintreffen.

10. Aber die Bestimmung der Länge eines Ortes genügt nicht. Wir müssen angeben können, wo ein jeder Ort auf seinem Meridian liegt. Das Aufsuchen dieses Punktes nennt man „die **Bestimmung der Breite**“. Hierbei haben wir nicht nötig, einen beliebigen Punkt als Anfangspunkt des Zählens festzusetzen. Die Erdachse gibt uns in den Polen zwei bestimmte Punkte, und genau in der Mitte zwischen diesen liegt die Äquatorlinie. Um daher die Breite eines Ortes zu bestimmen, haben wir zu ermitteln, wie weit er nördlich oder südlich vom Äquator liegt. Hierbei müssen wir wiederum zu den Himmelskörpern unsere Zuflucht nehmen.

11. Wenn man die Erdachse über den Nordpol hinaus verlängert, so trifft sie einen Punkt am Himmel nahe bei dem Polarstern, den **Himmelspol**, um den sich infolge der Drehung der Erde die Sterne der nördlichen Halbkugel zu bewegen scheinen. Wenn wir daher auch nicht vom Nordpol selbst aus messen können, so bestimmen wir doch unsere Entfernung

von ihm dadurch, daß wir beobachten, wie weit der **Zenit**, das heißt: der senkrecht über uns befindliche Punkt des Himmelsgewölbes vom Polarstern oder vom Himmelspol entfernt ist. Wenn wir in derselben Weise die Ebene des Äquators verlängern, so trifft sie in einem großen Kreise den Sternenhimmel. Da wir die Lage dieses angenommenen Kreises und die Entfernung aller Himmelskörper von ihm genau kennen, so beobachten wir, wie weit unser Zenit von ihm entfernt ist und ermitteln daraus unsere Entfernung vom Erd-Äquator.

12. Die Entfernung eines jeden der beiden Pole vom Äquator beträgt genau einen Viertelkreis oder 90° . Wenn wir die Grade durch eine Reihe von Linien auf der Erdoberfläche bezeichnen, so werden diese als Kreislinien parallel zum Äquator und zu einander rings um den Erdball herumlaufen, dabei aber einen um so kleineren Durchmesser haben, je näher sie am Pole liegen. Diese Linien nennt man **Parallel- oder Breitenkreise** (Karte I, Fig. 2). Sie werden vom Äquator aus gezählt, der der nullte Grad, oder $= 0^\circ$ ist; und jeder Grad wird, wie die Längengrade, in Minuten und Sekunden eingeteilt.

13. Wenn wir durch Beobachtung finden, daß ein Ort 15° nördlich und ein anderer 20° südlich vom Äquator liegt, so sagen wir, daß der eine sich unter dem 15ten Grade nördlicher Breite (15° n. Br.) und der andere unter dem zwanzigsten Grade südlicher Breite (20° s. Br.) befindet. Jeder Pol liegt daher bei 90° Br. Da die Zahlen, die die Breite bezeichnen, in dem Maße wachsen, wie sie sich vom Äquator entfernen, so ist es gebräuchlich geworden, von „**niederen Breiten**“, das heißt Gegenden oder Orten, die in der Nähe des Äquators liegen, und von „**hohen Breiten**“, das heißt Ländern in der Nähe des Poles, zu reden.

14. In den Breite- und Längegraden haben wir demnach zwei Systeme von Linien, die einen von Norden nach Süden, die andern von Osten nach Westen gehend, von denen die Oberfläche des Erdballes wie von einem Netze bedeckt gedacht werden kann. Es ist einleuchtend, daß wir mittels dieser Linien die **relative** Lage von Orten auf der Erdoberfläche genau bestimmen können. Aber wir haben noch zu untersuchen, wie groß die **absolute** Länge eines dieser Grade in Kilometern ist, um die wahren Entfernungen der Orte und

den wirklichen Flächenraum, den ein Land oder ein Festland oder ein Meer einnimmt, zu erfahren. Haben wir dies festgestellt, so sind wir im Besitze des Materials, um den Umfang unseres Planeten zu ermitteln und eine genaue Aufnahme seiner Oberfläche vorzunehmen.

15. Da die Linien, die die Meridiane oder Längengrade darstellen, nach den Polen zu zusammenlaufen, so muß ihre gegenseitige Entfernung sich mit der Breite ändern; die Breitengrade werden notwendig kleiner an Umfang, je mehr sie sich vom Äquator entfernen. Hätte unser Erdball vollkommene Kugelgestalt, so wären alle neunzig Grade eines jeden Meridians von gleicher Länge. In diesem Falle würde uns die genaue Ausmessung der Länge eines dieser Grade ein einfaches Mittel gewähren, um die Summe des ganzen Kreises und daraus die wahre Größe der Kugel zu berechnen.

16. Diese **Gradmessung** ist an verschiedenen Teilen der Welt mit großer Sorgfalt ausgeführt worden. In Indien wurde ein Grad 110 620 Meter lang gefunden; ein Grad in Schweden maß 111 917,6 Meter. Es stellte sich heraus, daß abgesehen von kleinen Unregelmäßigkeiten, die andeuten, daß die Gestalt unseres Planeten ein wenig verschoben ist, die Grade nach den Polen zu länger werden, wie diese beiden Messungen in Indien und Schweden zeigen. Dies kann nur durch eine Abplattung des Erdballes an den Polen erklärt werden.

17. Der Durchschnitt aus allen Beobachtungen ergibt für den **Poldurchmesser** unserer Erdkugel eine Länge von 12 713 030 Meter und für den durchschnittlichen **Äquatorialdurchmesser** eine Länge von 12 756 498 Meter. Da der Unterschied ungefähr 43,5 Kilometer beträgt, so muß jeder Pol um 21,7 Kilometer abgeplattet sein. Es ist nicht leicht, die volle Bedeutung dieser Ziffern auf einmal zu erfassen. Ein Schnellzug, der in der Stunde 56 Kilometer zurücklegt, würde einen Monat brauchen, um am Äquator rund um die Erde zu fahren; und wenn er zwischen den Polen quer durch die Erde fahren könnte, würde er in 9 Tagen und 11 Stunden die Reise vollenden. Auf der Oberfläche einer Kugel von solcher Ausdehnung sind die höchsten Berge und die tiefsten Täler verhältnismäßig weit unbedeutender als die Runzeln auf der Rinde einer Apfelsine.

18. Die Astronomie hat nicht nur die Größe unseres eigenen Planeten festgestellt, sondern auch die Dimensionen der anderen berechnet, sodaß wir daraus die der Erde im Sonnensystem zukommende Stellung erfahren. So ist der Planet Jupiter 1400 mal so groß als die Erde. Andererseits ist diese 17 mal größer als der Merkur und außerordentlich viel größer als gewisse kleine, „Asteroïden“ genannte Körper. Ferner ist die Erde weder der Sonne am nächsten, noch von ihr am weitesten entfernt; ihren mittleren Abstand hat man, wie schon erwähnt, auf fast 150 Millionen Kilometer berechnet. Aber der Merkur ist bei seinem größten Abstände nur ungefähr 58 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt, während sich der Neptun in der ungeheuern mittleren Entfernung von 4484 Millionen Kilometer um die Sonne bewegt. Die Sonne selbst, der große Mittelpunkt aller Bewegung des Sonnensystems, könnte 1 400 000 Kugeln von der Größe des Erdballes in sich aufnehmen.

19. Im Besitz des Mittels, die Lage eines jeden Punktes auf der Erdoberfläche genau zu bestimmen und die Entfernungen der Orte von einander festzustellen, wäre man dennoch nicht imstande, sich mehr als einen unbestimmten Begriff von den allgemeinen Umrissen der Erdoberfläche zu bilden, hätte man nicht ein Verfahren ausgedacht, diese Umrisse nach bestimmten Regeln aufzuzeichnen, sodaß aus der Zeichnung ihre gegenseitige Lage und Gestalt klar hervorgeht. Eine solche Zeichnung der ganzen Erdoberfläche oder eines Teiles davon heißt eine **Landkarte**. Jede Karte irgend eines Landes oder Kontinentes ist von zwei Liniensystemen durchkreuzt, deren eines vom oberen zum unteren Ende des Papierees läuft und die Längengrade angibt, während das andere System, von links nach rechts laufend, die Breitengrade oder Parallelkreise bezeichnet. Gewöhnlich stellt man auf solchen Karten den Boden so dar, wie er sich dem Auge darbieten würde, wenn wir uns hoch in die Luft erheben und das ganze Gebiet mit einem Blicke überschauen könnten, unser Haupt nach Norden gewendet. Daher ist der obere Teil der Karte nach Norden, die rechte Seite nach Osten und die linke nach Westen gerichtet.

20. Bei der Herstellung von Karten in großem Maßstabe, auf denen die Bodenbeschaffenheit sehr genau angegeben

werden soll, bedient man sich eines anderen Vermessungsverfahrens, der sogenannten **Triangulation**. Hierbei wird zunächst eine **Grundlinie** oder Basis, wenige Kilometer lang, mittels Ketten oder Maßstäben sorgfältig ausgemessen, wie von A nach B in Fig. 6. Dann beobachtet man von A mit einem Instrumente, das den Namen Theodolit führt, den

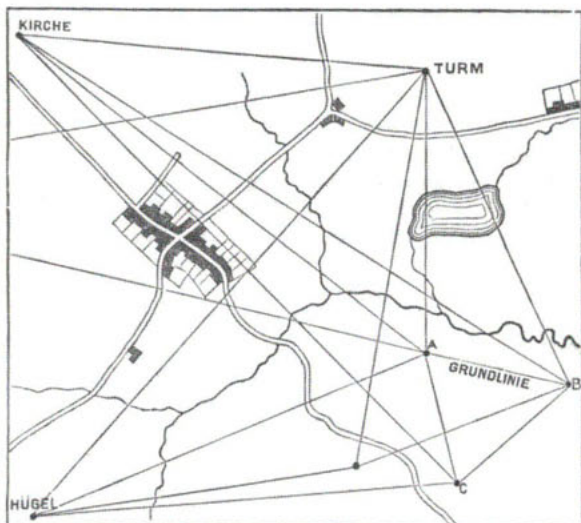


Fig. 6. Vermessung und Zeichnung eines Landes mittels der Triangulation.

Punkt C, der eine Högelspitze oder ein Kirchthurm oder ein anderer hervorragender Gegenstand sein kann, und mißt genau den Winkel C A B. In gleicher Weise mißt man von B aus durch Beobachtungen den Winkel C B A. Nun können wir unser erstes Dreieck konstruieren; nachdem wir durch wirkliche Ausmessung die Länge seiner Basis gefunden haben, erhalten wir durch einfache trigonometrische Rechnung die Länge der beiden Seiten und folglich die genaue Lage von C und seine Entfernung von A und B. Von einer solchen gemessenen Basis aus bildet man nun ein System zusammen-

hängender Dreiecke über das ganze Land, vermittelt deren durch einfache Winkelmessung die Lage aller seiner Haupt- oder Triangulations-Punkte festgestellt werden kann, ohne daß eine weitere Ausmessung von Strecken nötig wäre.

ABSCHNITT V. — *Allgemeiner Überblick über die Erde.*

1. Wir wollen uns nun zunächst einen Überblick über die einzelnen Teile der Erde, die in den folgenden Abschnitten eingehender behandelt sind, verschaffen. Eine klare, deutliche Vorstellung von dem Gesamtbild der Erde ist für das Verständnis der später vorkommenden Beziehungen einzelner ihrer Teile zu einander oder zum Ganzen unbedingt notwendig.

2. Unter der äußeren Hülle von **Luft** mit ihren Winden und Wolken, ihrem Regen und Schnee, besteht die Erdoberfläche aus zwei deutlich unterschiedenen, aber sehr unregelmäßig verteilten Massen, nämlich **Meer** und **Land**. Das Meer bedeckt, nach Vermessungen und Aufnahmen in allen Weltteilen, nahezu drei Viertel, das Land nur etwas mehr als ein Viertel der ganzen Erdoberfläche; genauer: es kommen 275 Teile Wasser auf 100 Teile Land. Der Gesamtflächeninhalt der Erde ist auf rund 510 Millionen Quadratkilometer berechnet, davon entfallen 366 Millionen Quadratkilometer auf das Meer und 144 Millionen Quadratkilometer auf das Land.

3. Zum Zwecke der Veranschaulichung dieser Tatsachen hat man Globen und Landkarten hergestellt, von denen die Tafel I ein Beispiel ist. Jeder der beiden großen Kreise auf dieser Tafel stellt eine Seite der Erde dar und zeigt, in welcher Weise Land und Wasser verteilt sind. Man wird bemerken, daß das Überwiegen des Meeres am deutlichsten auf der südlichen Halbkugel in die Augen springt, die fast ganz von Meer bedeckt ist, während der größte Teil des Landes nördlich vom Äquator liegt. Ein Schulglobus kann so gestellt werden, daß er fast das gesamte Festland auf einen Blick überschauen läßt, während die andere Hälfte fast nur Wasser aufweist. Zu diesem Zwecke stelle man den Globus so, daß ungefähr Hamburg im Mittelpunkt der vom Beschauer gesehenen Halbkugel sich befindet. So zeigt sich, daß die Nordwestküste von Deutschland im Mittelpunkte der bewohnbaren

Erdhälfte liegt. Dreht man nun den Globus so, daß derjenige Punkt der anderen Seite, der dem Nordwesten von Norddeutschland gerade entgegengesetzt ist, zum Mittelpunkt der sichtbaren Erdhälfte wird, so werden die Inseln von Neu-Seeland nicht weit von diesem Mittelpunkt entfernt sein, und rings herum liegt eine ganze meerbedeckte Halbkugel, mit verhältnismäßig wenigen, zerstreuten Landflächen.

4. Die ausgedehnte Landmasse, die zum größten Teile nördlich vom Äquator liegt, bildet, wie man aus Tafel I ersieht, zwei scharf abgegrenzte Teile, die durch zwei große Meeresflächen von einander getrennt sind. Der größere dieser Teile umfaßt Europa, Asien, Afrika, also den Sitz der alten Kulturvölker. Daher bezeichnet man ihn oft als die Alte Welt. Der andere Teil begreift Amerika in sich, ist unserer Kultur erst spät bekannt geworden und wird Neue Welt genannt. Da sie beim Vordringen der Seefahrer nach Westen entdeckt worden ist, so bezeichnet man sie gewöhnlich als die westliche Hemisphäre, während dann die Alte Welt auf der östlichen Halbkugel liegt.

5. Ein Hauptmerkmal in der Verteilung von Land und Meer fällt sofort in die Augen. Das Land ist sehr zerrissen. Selbst auf der östlichen Halbkugel, auf der es die geschlossenste Masse darbietet, wird es von langen Meeresarmen und Meerbusen zerschnitten; große Stücke Land sind von der Hauptmasse durch das Meer getrennt. Das Meer ist dagegen ein zusammenhängendes Ganzes. Selbst bei dem tiefsten Eindringen in das Land bleibt der Zusammenhang mit der Hauptwassermasse bestehen. Ein Schiff kann über jedes Meer fahren und in jeden entlegenen Busen und Meeresarm eindringen, ohne daß es jemals über eine dazwischenliegende Landmasse hinweggezogen werden müßte. Dagegen könnte man zu Wagen nicht alle Landteile der Erde besuchen, ohne zur Überschreitung des dazwischen liegenden Meeres ein Schiff zu Hilfe zu nehmen. Es gibt keine großen Meeresflächen, die vollständig von Land umgeben sind und den zahlreichen Teilen des Festlandes entsprechen, die ganz vom Meer umgeben sind und als Inseln bezeichnet werden.¹⁾

¹⁾ Später haben wir uns mit einer oder zwei merkwürdigen Ausnahmen von dieser Regel zu beschäftigen, deren wichtigste das Kaspische Meer ist.

6. Obgleich das Meer eine zusammenhängende Wassermasse ist, hat man es der leichteren Beschreibung halber in verschiedene Gebiete eingeteilt, die man **Ozeane** oder **Weltmeere** nennt. Die Grenzen dieser Gebiete sind zum großen Teile durch die Lage der Festlandmassen bestimmt. So bedeckt der größte, der sogenannte Große, Stille oder Pacifische Ozean (175 Millionen Quadratkilometer) das weite Gebiet zwischen der Westküste von Amerika und dem Ostrande von Asien und Australien. Der Äquator teilt ihn in den nördlichen und den südlichen Stillen Ozean. Ein anderer längerer, aber schmalerer Meeresgürtel befindet sich zwischen der Ostküste von Amerika und den westlichen Küsten von Europa und Afrika; er heisst der Atlantische Ozean (90 Millionen Quadratkilometer), und wird ebenso durch den Äquator in den nördlichen und den südlichen Atlantischen Ozean geteilt. Wegen der breiten Landmasse, die Europa und Asien bildet, kann dort kein Meer die beiden Pole verbinden. Aber im Süden Asiens liegt der grosse Indische Ozean (74 Millionen Quadratkilometer), zwischen Afrika und Australien. Alles Meer, das innerhalb des nördlichen Polarkreises liegt, pflegt man das Nördliche Eismeer (12,8 Millionen Quadratkilometer) zu nennen; den entsprechenden Meeresrest auf der südlichen Halbkugel, das Südliche Eismeer (15,6 Millionen Quadratkilometer).

7. Außer diesen Hauptteilen des Meeres gibt es noch kleinere Meeresgebiete, die mehr oder weniger von Festland umgeben sind. Je nach ihrer Größe oder der Gestalt der Ufer bezeichnet man sie als See, Golf, Meerenge, Kanal.

8. Die Oberfläche des Meeres bildet eine scharfbegrenzte Ebene, die **Meeresspiegel** genannt wird. Sie dient als Ausgangsebene für die Messung der Höhen des Festlandes und der Tiefen des Meeres, liegt aber nicht überall gleich hoch. Zwischen verschiedenen Meeren hat man geringe Unterschiede in der Höhe des Meeresspiegels gefunden, wie z. B. zwischen dem Atlantischen und Stillen Ozean, auf beiden Seiten der Landenge von Amerika, und zwischen dem Mittelländischen und dem Roten Meere. Und sogar längs der Küste eines und desselben Landes, wie Großbritannien sind Höhenunterschiede von über 50 Zentimeter beobachtet wor-

den. Diese kleinen Unterschiede erklären sich aus den Wirkungen örtlicher Strömungen und Winde, heftiger Regengüsse oder starker Verdunstung. Aber weit größere Störungen werden durch dauernde Ursachen bewirkt: durch die Anziehungskraft großer Gebirgsmassen. So scheint die Anziehungskraft der Himalaya-Kette den Meeresspiegel an der Mündung des Indus nahezu 100 Meter über seinen Stand im südlichen Indien zu heben. Es ist berechnet worden, daß, wenn die Masse der Erdrinde unter den Festländern Europas und Asiens so dicht wäre wie die unter dem Meere, die Anziehungskraft des Mittelpunktes dieser Festländer den Meeresspiegel um 900 Meter heben würde. Obwohl wir also von dem Meeresspiegel als von etwas gleichmäßigem reden, so ist seine Entfernung von dem Mittelpunkt der Erde doch ungemein verschieden groß an verschiedenen Orten.

9. Gehen wir nun zum Lande über, so beobachten wir auf der Karte, daß dieses, wenn auch im Ganzen auf der nördlichen Erdoberfläche befindlich, doch keineswegs eine einzige zusammenhängende Masse bildet; es wird im Gegenteil von Meeresarmen durchschnitten, so daß es sich leicht in mehrere Teile zerlegen läßt. Diese nennt man **Erdteile** oder **Kontinente**. Genau genommen gibt es nur zwei Festländer, die Alte Welt und die Neue Welt (§ 5). Gewöhnlich teilt man sie aber in fünf Erdteile ein: 1) Nord- und Südamerika, 2) Europa, 3) Afrika, 4) Asien und 5) Australien.

10. Die allgemeine Verteilung des Festlandes auf der Erde läßt als eine der auffallendsten Erscheinungen die Eigenschaft der Kontinente erkennen, gegen Norden anzuwachsen und nach Süden zu bis etwa zum 45sten Grade südlicher Breite allmählich zu schwinden. Man beachte z. B., wie die Ländermasse Afrikas südlich gegen das Kap der Guten Hoffnung immer schmaler wird, und wie der breite Rumpf des asiatischen Festlandes und seine Fortsetzung in Australien sich bis zu den Vorgebirgen Tasmaniens immer mehr zusammenzieht. Noch auffallender ist die Verschmälerung des amerikanischen Festlandes und seine Zuspitzung im Kap Horn.

11. Ferner ist das Land nicht nur von vielen Meeresarmen zerschnitten zerrissen, wie vom großen Mittelländischen Meer und vom Roten Meer, sondern im Gegensatze zum Meere

(§ 5) sind große Teile von der Hauptmasse gänzlich getrennt, wie Australien, Neuseeland, Japan, Groß-Britannien, und eine große Anzahl anderer **Inseln**. Andere, fast ganz von Wasser umgebene Teile heißen **Halbinseln**. Als das am meisten in die Augen fallende Beispiel mag Afrika dienen. Es hängt nur durch die kleine Landenge oder den **Isthmus** von Suez mit dem asiatischen Festlande zusammen, sodaß Afrika zu einer Insel würde, wenn man jenen Streifen Tieflandes durchschneide oder er ins Meer versänke. Das erstere ist in gewissem Sinne durch den Bau des Suezkanales geschehen.

12. Noch ein anderer Gegensatz besteht zwischen Land und Meer. Die Oberfläche dieses letzteren kann zwar durch Wellen und Wogen bewegt werden, bewahrt aber doch immer den Charakter einer einzigen, weiten, ebenen Fläche. Dagegen ist die Oberfläche des Landes voller Unebenheiten. Einige Teile sind zwar flach, aber der größte Teil ist hügelig, und einige Stellen erheben sich sogar zu langen Reihen zerklüfteter und steiler Berge.

13. Diese unregelmäßige Verteilung und Ungleichheit der Oberfläche des Landes beeinflußt in hohem Grade die physikalischen Vorgänge auf der Erdoberfläche. Ohne für jetzt zu untersuchen, wie sich dieser Einfluß kundgibt, sei nur darauf hingewiesen, daß bei irgend einer Bewegung in der Luft oder im Meere die Strömungen der Luft sowohl wie des Wassers von der Lage und Gestalt der Festländer und Inseln, die auf ihrem Wege liegen, erheblich verändert werden müssen. Eine Strömung im Meere z. B., die sich nach Westen quer durch die Mitte des Atlantischen Ozeans bewegt, wird auf die lange Küste von Amerika stoßen und entweder nach rechts oder nach links oder nach beiden Seiten abgelenkt werden. Andererseits wird eine Luftströmung, die von einer Gegend auf der Meeresfläche ausgeht, abgelenkt werden, sobald sie auf eine hohe Bergkette trifft; sie kann veranlaßt werden, an den Bergabhängen emporzusteigen, die Feuchtigkeit abzugeben und in weit größerer Höhe mit anderer Temperatur ihren Weg fortzusetzen (Abschnitt X § 31). Der mannigfaltige Einfluß des Meeres und des Festlandes auf die Luft liegt, wie wir sehen werden, allen Wetterveränderungen zugrunde.

14. Es ist schon erwähnt worden (Abschnitt III § 4), daß sich an vielen Stellen auf der Oberfläche unseres Planeten Öffnungen oder Schlote befinden, die tief in das Innere der Erde sich erstrecken und von Zeit zu Zeit Rauch, heiße Dämpfe, Staub, Steine und geschmolzene Gesteinsmassen auswerfen, wodurch sich zuletzt kegelförmige Hügel oder Berge bilden, die man **Vulkane** oder feuerspeiende Berge nennt (Abschnitt XXII). Es ist festgestellt, daß Öffnungen dieser Art gewöhnlich auf langen Linien und besonders längs der Gebirgszüge der Festländer und auf langen Inselketten vorkommen. (Siehe Tafel XI.) Über weite Flächen des Erdballes hin und besonders in denjenigen Gegenden, die reich an Vulkanen sind, wird der Boden zugleich durch **Erdbeben** häufig erschüttert und zuweilen bleibend über sein früheres Niveau gehoben. Erscheinungen dieser Art liefern uns Fingerzeige nicht nur über die Beschaffenheit des Erdinnern, sondern auch über die Art und Weise, wie das Innere die Oberfläche beeinflußt. Sie lassen uns verstehen, wie es gekommen ist, daß das Land sich über den Meeresspiegel emporhob.

15. Mit diesen Gegenständen werden wir uns in späteren Abschnitten eingehender beschäftigen. Unterdessen wollen wir, nachdem wir soeben einen allgemeinen Überblick über die verschiedenen Bestandteile der Erde gewonnen haben, dazu übergehen, diese Bestandteile nach einander genauer zu betrachten.

KAPITEL II.

DIE LUFT.

ABSCHNITT VI. — *Ihre Zusammensetzung.*

1. Über und um uns, an allen Punkten der Erdoberfläche, an die wir uns begeben mögen, auf dem Gipfel des höchsten Berges wie auf dem Boden des tiefsten Schachtes, überall finden wir uns von dem unsichtbaren Gas- und Dampfmeere umgeben, das wir die Luft nennen. Sie bedeckt den ganzen Planeten als eine äußere Hülle. Daher erhielt sie den besondern Namen *Atmosphäre*, d. h. Luft-Kugel — das Reich der Wolken, des Regens, Schnees, Hagels, Blitzes, Windes und Sturmes. Bei der Untersuchung der Erde als einer großen bewohnbaren Kugel haben wir dieses Luftmeer zuerst zu betrachten. Von welcher Beschaffenheit ist es? und welchen Zwecken dient es im Haushalt der Natur?

2. In früheren Zeiten betrachtete man die Luft als eines der vier Elemente, aus denen die Welt entstanden ist. Es ist noch nicht sehr lange her, daß diese alte Anschauung verschwunden ist. Man weiß jetzt, daß die Luft kein Element ist, sondern ein Gemenge aus zwei Elementen, nämlich den Gasen **Stickstoff** und **Sauerstoff**. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man in einem ins Wasser gestülpten Gefäße ein Stückchen eines anderen Elementes, des Phosphors, verbrennt; hierbei wird der Sauerstoff entfernt, da er sich mit dem Phosphor zu einer festen chemischen Verbindung vereinigt, und der Stickstoff bleibt zurück, während das Wasser um ungefähr ein Fünftel in dem Gefäße steigt und uns damit den Raumanteil des verschwundenen Sauerstoffes angibt.¹⁾ Die Chemiker haben auf verschiedene Weise die Luft analysiert oder in ihre Elemente zerlegt, aber das Ergebnis ist stets dasselbe, daß nämlich in je hundert Teilen gewöhnlicher

¹⁾ Siehe Roscoe's Elementarbuch der Chemie (Straßburg, Trübner) Seite 14.

Luft ungefähr neunundsiebenzig Raumteile Stickstoff, genauer 78 Stickstoff und 1 Argon,¹⁾ und einundzwanzig Raumteile Sauerstoff enthalten sind.

3. Der Sauerstoff spielt entschieden wichtige Rollen in der Natur. Er ist das Element in der Luft, das das Leben aller luftatmenden Tiere erhält (§ 13). Wenn ein Feuer oder eine Kerze brennt, so ermöglicht der Sauerstoff die Verbrennung (§ 10). Die der Luft ausgesetzten Gesteine an der Oberfläche des Festlandes verwittern zu Erde, wobei der Sauerstoff einer der wirksamen Stoffe ist (Abschnitt XXIX). Eine besonders tätige Form des Sauerstoffs, Ozon genannt, entsteht durch die elektrischen Entladungen in der Luft; es hat einen besonderen Geruch, den man beim Arbeiten einer Elektrisiermaschine wahrnimmt; hier und da auch in der freien Luft nach einem Gewitter. Das Ozon fördert die schnelle Zersetzung verwesender Tier- oder Pflanzenstoffe, indem es sich mit den schädlichen Gasen verbindet und so die Luft desinfiziert und reinigt. Es findet sich in größter Menge da, wo Seewinde wehen, und in geringster Menge in der Luft bevölkerter Stadtteile. Die heilsamen oder schädlichen Eigenschaften der Luft scheinen zum großen Teile von der größeren oder geringeren in ihr enthaltenen Ozonmenge abzuhängen. Die letztere schätzt man nach dem Grade der Färbung, die die Luft innerhalb einer gewissen Zeit auf einem mit Stärke und Jodkalium getränkten Papierstreifen hervorbringt.

Der Stickstoff ist dadurch nützlich, daß er den sonst zu kräftig wirkenden Sauerstoff verdünnt; aber er erhält weder das Leben, noch fördert er die Verbrennung. Offenbar spielt er die Hauptrolle in der allgemeinen Bewegung der Atmosphäre.

4. Wenn man die Luft genau untersucht, so findet man in ihr stets noch etwas anderes außer Stickstoff und Sauerstoff. Feste Bestandteile, zugleich mit verschiedenen Gasen und Dämpfen, sind immer zugegen, zwar stets in außerordentlich geringen, dabei aber sehr wechselnden Mengen, im Gegensatze zu dem auffallend beständigen Verhältnisse der Mengen der beiden hauptsächlichen Gase. Einige dieser

¹⁾ Dieses Gas, von dem bis jetzt noch keine Verbindungen mit andern Elementen bekannt sind, wurde im Jahre 1894 von Raileigh und Ramsay entdeckt.

Nebenbestandteile der Luft sind ebenso wichtig wie der Sauerstoff und Stickstoff. Daß sie vorhanden sind, kann man leicht nachweisen und dadurch einigen Aufschluß über die Eigenschaft und die Wirkungen der Luft erhalten.

5. Die Gegenwart einer Unzahl **fester Teilchen** in der Luft weist man nach, indem man einen Sonnenstrahl oder starkes künstliches Licht durch ein Loch oder einen Spalt in ein dunkles Zimmer fallen läßt. Man sieht dann tausende winziger Stäubchen durch den Lichtstrahl hin und her fliegen, so wie sie die Bewegung der Luft umhertreibt. Solche Teilchen sind überall in der Luft vorhanden, aber gewöhnlich zu klein, um gesehen zu werden, falls sie nicht, wie in einem dunklen Zimmer, der sie umgebenden Dunkelheit gegenüber durch das Licht, das sie beim Durchkreuzen eines starken Lichtstrahls zurückwerfen, sichtbar werden. In den dunklen Teilen des Zimmers sind sie genau ebenso häufig, aber man bemerkt sie nicht, da kein Licht auf sie fällt.

Dem englischen Gelehrten J. Aitken verdankt die Wissenschaft den Nachweis der wichtigen Rolle, die diese Staubteilchen bei den Vorgängen in der Atmosphäre spielen. Durch einen sinnreichen, von ihm erfundenen Apparat, der das Zählen der Stäubchen ermöglicht, hat er festgestellt, daß in der Luft großer Städte sich hunderttausende solcher Stäubchen in jedem Kubikzentimeter befinden und daß selbst in der reinsten Luft hoher Berge hunderte in demselben Raummaß vorhanden sind. So beobachtete er auf dem Rigi in der Schweiz, daß bei sehr klarer Luft sich 420 Staubteilchen im Kubikzentimeter Luft vorfinden, während am folgenden Tag nach eingetretenem Nebel diese Zahl auf 12 000 stieg. In der Luft seines Laboratoriums fand er 1 860 000 Stäubchen in einem Kubikzentimeter.

6. Wenn wir diese tanzenden Pünktchen auffangen und mittels eines starken Mikroskops untersuchen, so finden wir, daß sie größtenteils aus kleinen Teilen anorganischen Staubes bestehen. In einem späteren Abschnitt erfahren wir, daß die Oberfläche des Festlandes einer ständigen Verwitterung, einer Umwandlung in Sand und Erde unterworfen ist (Abschnitt IX § 25). Der feinere Staub dieser verwitterten Stoffe wird durch den Wind in die Höhe gewirbelt und durch Luftströmungen