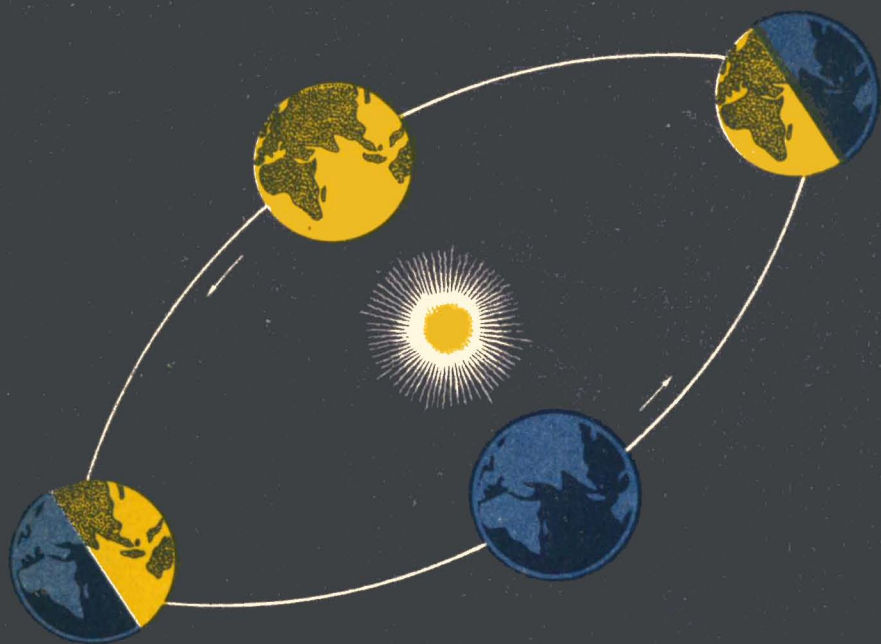


Neue Wissenschaft



KUNITZKI TAG UND NACHT
UND DIE JAHRESZEITEN

*Kleine populärwissenschaftliche Bibliothek
Naturwissenschaft*

Neue Wissenschaft

KLEINE POPULARWISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK

Grüne Reihe: Naturwissenschaft

Tag und Nacht
und die Jahreszeiten

Von Prof. R.W. Kunitzki



VERLAG NEUES LEBEN BERLIN

Inhalt

- Seite 3 Warum?*
- 4 Wie entsteht die Dämmerung?*
 - 6 Wie erfuhr man, daß die Erde eine Kugel ist?*
 - 9 Wie entstehen Tag und Nacht?*
 - 11 Wie wurde bewiesen, daß sich die Welt dreht?*
 - 14 Warum ist es im Sommer wärmer als im Winter?*
 - 16 Warum steht die Sonne im Sommer höher über dem Horizont als im Winter?*
 - 17 Wie kommt die jährliche Bewegung der Sonne zwischen den Sternen zustande?*
 - 19 Wie kann man beweisen, daß sich die Erde um die Sonne dreht?*
 - 22 Wie entsteht der Wechsel der Jahreszeiten?*
 - 27 Was sind Planeten und Sterne?*
 - 30 Welche Stellung nimmt die Erde im Weltall ein?*

Warum?

An viele Erscheinungen der uns umgebenden Natur haben wir uns von Kindheit an gewöhnt. Jeder von uns hat sich zum Beispiel daran gewöhnt, daß es zeitweise regnet. Das erscheint uns als so einfach und selbstverständlich, daß wir uns keine Gedanken machen, warum es so ist.

Wenn man Sie zum Beispiel fragen würde, weshalb es regnet, was würden Sie darauf antworten?

Sie werden natürlich sagen, daß der Regen aus Regenwolken fällt, daß die Wolken sich aus der Verdunstung des Wassers von Flüssen, Meeren und Ozeanen bilden, daß sie aus kleinen Wassertröpfchen bestehen, daß diese Tröpfchen immer schwerer werden, indem sie sich vereinigen und in Form von Regen auf die Erde fallen.

Das ist alles richtig. Spricht man jedoch über Wolken, so muß man auch erklären, wie sie sich aus den farblosen und leichten Wasserdämpfen gebildet haben. Warum fallen die kleinen Wassertröpfchen nicht gleich auf die Erde, sondern ziehen als Wolken durch die Luft? Was veranlaßt die Wasserdämpfe, sich in der Luft zu großen Tropfen zu vereinigen, und woher kommt es, daß diese Tropfen manchmal größer und manchmal kleiner sind?

Um alle diese Fragen beantworten zu können, muß man nur ein entsprechendes Büchlein durchlesen. Durch die Lektüre werden Sie erfahren, daß erst unlängst die Gelehrten richtig erklären konnten, wie Regen entsteht.

Früher dachten die Menschen, daß der Himmel fest sei und daß sich über ihm immer viel Wasser befände. Und wenn sich die Himmelstüren öffnen, fällt das Wasser in Form von Regen auf die Erde. In der Bibel ist zum Beispiel von der „Feste“, das heißt dem festen Himmel, die Rede, die die Wasser des Himmels von den Wassern der Erde trennte, und von der Sintflut, die eintrat, weil die Fenster des Himmels geöffnet wurden.

Es ließe sich noch eine ganze Reihe anderer Beispiele anführen, aus denen zu ersehen ist, daß selbst die scheinbar einfachsten und selbstverständlichsten Erscheinungen oft ganz falsch erklärt werden.

In diesem kleinen Heft wollen wir uns bemühen, zwei Fragen zu beantworten: Warum lösen Tag und Nacht einander ab? Warum ändern sich die Jahreszeiten? Dabei müssen wir auch einige andere Fragen streifen.

Wie entsteht die Dämmerung?

Jeder weiß, daß es schon lange vor Sonnenaufgang hell wird. Es kommt vor, daß die Sonne erst eine Stunde oder sogar noch später, nachdem der Himmel schon angefangen hat hell zu werden, aufgeht. Was hat das für eine Ursache?

Wird der Himmel von selbst hell, oder beleuchtet ihn die Sonne? Kann der Himmel beleuchtet werden, wenn es in Wirklichkeit keinen festen Himmel gibt?

Es stellt sich heraus, daß das möglich ist. Unsere Erde ist doch von einer mächtigen Luftschicht, der Lufthülle, umgeben. Diese Hülle ist es, die vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang erhellt wird. Daher gibt es auf der Erde Morgengrauen und Abenddämmerung.

Erhellt sich nun die Lufthülle oder, wie man sie nennt, die Atmosphäre durch die Strahlen der noch nicht aufgegangenen oder der schon untergegangenen Sonne? Lange Zeit verstanden das die Menschen nicht und erklärten die Dämmerung falsch.

Die Menschen dachten, das Tageslicht bestehe unabhängig vom Sonnenlicht. Sie waren der Meinung, daß das Tageslicht bei Aufgang der Sonne durch das Sonnenlicht nur verstärkt wird, jedoch nicht gänzlich aus ihm entsteht.

Diese falsche Meinung wurde auch von denen vertreten, die die Bibel geschrieben haben. In der biblischen Schöpfungsgeschichte, nach der Gott innerhalb von sechs Tagen die Welt geschaffen hat, heißt es zum Beispiel, daß schon am ersten Tage Gott, nachdem er Himmel und Erde geschaffen, das Licht von der Finsternis trennte und Tage und Nächte einander abzuwechseln begannen. Die Sonne wurde jedoch erst am vierten Tage geschaffen, das heißt erst dann, als der Wechsel von Tag und Nacht schon dreimal vor sich gegangen sein mußte.

Jetzt wissen wir, daß der Himmel vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang vom Sonnenlicht erhellt wird. Das bedeutet: Ohne Sonne würde es weder Tag noch Dämmerung geben.

Um eine klare Vorstellung von der Entstehung der Dämmerung zu erhalten, muß man bedenken, daß die Erde eine große Kugel ist. Dann ist es klar, daß die Sonnenstrahlen nur die eine Hälfte der kugelförmigen Erde gleichzeitig beleuchten können. Auf dieser beleuchteten Hälfte der Erdkugel ist es Tag, und auf der anderen nichtbeleuchteten Hälfte der

Erde können die Menschen die Sonne nicht sehen, weil sie durch die Kugelgestalt der Erde verdeckt wird. Für sie wird sich die Sonne, wie man so sagt, unter dem „Horizont“ befinden, das heißt unterhalb der Linie, auf der Himmel und Erde zusammenstoßen scheinen.

Kann die Sonne, wenn sie sich unterhalb des Horizonts befindet, die Menschen auf der Erde auch nicht beleuchten, so kann sie trotzdem die Luft erhellen, die sich über unseren Köpfen hoch über der Erdoberfläche erhebt. Das kann jedoch nur dann geschehen, wenn sich die Sonne nicht zu tief unter dem Horizont befindet, also dann, wenn sie bald aufgehen muß oder erst vor kurzer Zeit untergegangen ist. Ebenso läßt sich auch erklären, daß Bergbewohner nicht selten beobachten, wie bei klarem Wetter, nachdem die Sonne hinter dem Horizont verschwunden ist, die Gipfel der Berge noch einige Zeit von den Sonnenstrahlen erhellt werden.

Um die Vorgänge besser zu verstehen, betrachten Sie bitte die Abb. 1. Auf ihr ist ein Teil der Erdkugel dargestellt, deren linke Hälfte durch Sonnenstrahlen erhellt ist; die Strahlen sind durch neun Pfeile dargestellt (in Wirklichkeit fallen unzählige auf die Erde).

Die Erdkugel ist von der Atmosphäre umgeben, deren obere Grenze ebenfalls gezeigt wird.

Die Abbildung zeigt, daß nicht alle Strahlen, die von der Sonne kommen, die Erde beleuchten. Das heißt also, daß sämtliche Sonnenstrahlen, die sich zwischen dem ersten und zweiten Pfeil befinden, weder die Erde noch ihre Lufthülle (Atmosphäre) beleuchten. Die Sonnenstrahlen zwischen dem zweiten und dritten Pfeil beleuchten ebenfalls nicht die Erde.

Wenn Sie sich auf der beleuchteten Hälfte der Erde befinden, können Sie die Sonne sehen. Doch stellen wir uns jetzt vor, daß die Sonne schon untergegangen ist und die Stelle A (auf Abb. 1), wo Sie sich jetzt

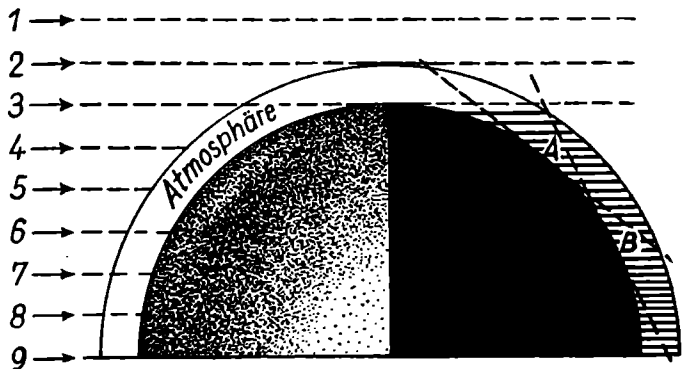


Abb. 1. Erklärung der Entstehung der Dämmerung
Die Pfeile auf der linken Seite der Abbildung zeigen die Richtung der Sonnenstrahlen an

befinden, von der Sonne schon nicht mehr beleuchtet wird. Die Luft oben, die von den Sonnenstrahlen zwischen dem zweiten und dritten Pfeil erhellt wird, können Sie jedoch noch sehen, und darum ist dieser Teil des Himmels erhellt. Das ist die Dämmerung.

(Von dem Ort *A* aus können Sie alles das sehen, was sich oberhalb der geraden punktierten Linie, die durch diesen Ort gezogen ist, befindet.)

Es ist natürlich etwas anderes, wenn Sie sich etwas weiter weg von der durch die Sonnenstrahlen beleuchteten Erdoberfläche befinden, zum Beispiel auf Punkt *B* der Abb. 1. Auch in diesem Fall können Sie nur das erblicken, was sich oberhalb der geraden punktierten Linie, die durch diesen Punkt führt, befindet.

Doch diesmal wird nicht ein einziger Sonnenstrahl auf jenen Teil der Erdatmosphäre fallen, den Sie sehen können.

Befinden Sie sich am Ort *B*, so sehen Sie aus diesem Grunde den ganzen Himmel in Dunkel gehüllt; Nacht umgibt Sie.

Das ist die Erklärung für Morgengrauen und Abenddämmerung.

Wie erfuhr man, daß die Erde eine Kugel ist?

Während wir über die Entstehung der Dämmerung sprachen, erwähnten wir die Kugelgestalt der Erde.

Daß die Erde eine Kugel ist, haben natürlich schon alle gehört, doch bei weitem nicht alle können die Frage beantworten: „Wie kann man das beweisen?“ Wenn die Erde wirklich rund ist, wie können dann auf allen ihren Seiten Menschen wohnen und von keiner Seite herunterfallen?

Beantworten wir zuerst die Frage, warum die Menschen von der Erde nicht herunterfallen!

Die Erde ist sehr groß. Ihr Durchmesser ist etwas kleiner als 13000 Kilometer. Alle auf und unter ihrer Oberfläche befindlichen Gegenstände zieht sie mit großer Kraft an, so wie ein Magnet das Eisen. Wir wissen alle sehr gut, wie gefährlich es ist, vom Dache eines Hauses oder vom hohen Baum zu fallen. Die Erde zieht uns mit großer Kraft an, so daß man sich verletzen kann, auch wenn man nur von geringer Höhe herunterfällt.

Werfen Sie einen Stein nach oben, so fällt er wieder herunter. Selbst ein Geschloß, das mit gewaltiger Kraft aus einem Gewehrlauf abgeschossen wurde und sich von unten nach oben in gewaltiger Schnelligkeit bewegt, fällt unbedingt auf die Erdoberfläche zurück, obwohl es sich zuerst weit von ihr entfernt. Soll die Kugel (oder irgendein anderer Gegenstand) wirklich von der Erde fortfliegen, muß man sie zwingen, sich mit großer Geschwindigkeit zu bewegen, in einer Minute ungefähr

700 km zu durchfliegen. Sonst zwingt die Anziehungskraft der Erde die Kugel, irgendwo auf die Erde zurückzufallen.

Aus diesem Grunde können Menschen auf allen Seiten der kugelförmigen Erde wohnen, ohne irgendwo herunterzufallen.

Versuchen wir jetzt zu beweisen, daß die Erde eine Kugel ist! Das kann man auf verschiedene Art tun.

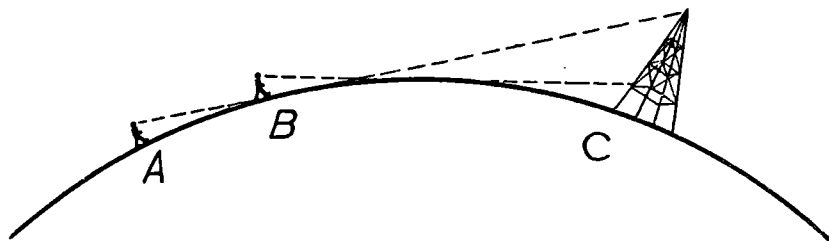


Abb. 2. Ein Beweis für die Krümmung der Erdoberfläche

Eine der ersten Erscheinungen, die von den Menschen im Altertum bemerkt wurde und die sie veranlaßte, zu vermuten, daß die Erde kugelförmig ist, ist folgende:

Fährt man auf See oder geht man durch eine vollkommen ebene Gegend und nähert sich dabei einer Stadt, so sind am Horizont zuerst nur die höchsten Spitzen der Gebäude zu sehen, und erst danach kommen langsam und allmählich die übrigen Bauten der Stadt hinter dem Horizont zum Vorschein. Das ist nur in dem Fall möglich, daß die Erde Kugelgestalt besitzt.

Sehen Sie die Abb. 2 an! Steht man auf der Erdoberfläche bei A und schaut auf den hohen Turm, der sich bei C befindet, so kann man durch die Krümmung der Erde nur den obersten Teil des Turmes erblicken. Doch wenn man in der Richtung des Gebäudes weitergeht und sich dem Ort B nähert, so kann man den Turm fast bis zum Erdboden erblicken. Das wäre unmöglich, wenn die Erde eben wäre. Aus jeder beliebigen Entfernung könnten wir den Bau vom Erdboden bis zur Spitze sehen. Die Erde erscheint uns nur deshalb als flache Scheibe, weil sie groß ist, und auch deshalb, weil wir uns sehr selten auf Meeren befinden und noch seltener in vollkommen ebenen Gegenden, wo uns keine Hügel, Bäume und nahe Gebäude stören, die gewöhnlich den Horizont verdecken.

Ein zweiter Beweis für die Kugelgestalt der Erde ist die Tatsache, daß man eine Weltreise rund um die Erde unternehmen kann.

Heute ist es ziemlich leicht, rund um die Erde zu fahren. In letzter Zeit gelang diese Reise einige Male auf dem Luftwege (mit dem Flugzeug).

Doch vor 500 Jahren, als der große Ozeanfaher, der Entdecker Amerikas, Christoph Columbus erklärte, daß die Erde rund sei, und er sich anschickte, eine Weltreise rund um die Erde zu machen, wurde er von katholischen Mönchen ausgelacht.

Es ist doch ganz erklärlich, wenn man rund um die Erde fahren kann, so muß sie auch eine runde Form – Kugelgestalt – haben.

Die Dämmerungserscheinung, über deren Entstehung wir schon gesprochen haben, kann im Grunde auch als Beweis für die Kugelgestalt der Erde dienen; denn wenn die Erde flach wäre, würde sofort nach Sonnenuntergang Dunkelheit eintreten, es gäbe weder Morgengrauen noch Abenddämmerung.

Schließlich gibt es noch eine zwar selten auftretende Naturerscheinung, die jedoch schon die Gelehrten vor zweitausend Jahren als unbestreitbaren Beweis für die Kugelgestalt der Erde anerkannten – das ist die Mondfinsternis.

In einer klaren Nacht, wenn die Mondscheibe als geschlossener Kreis sichtbar ist (während der Zeit des Vollmondes), beginnt die linke Seite des Mondes plötzlich dunkel zu werden. Nach kurzer Zeit kann man schon genau unterscheiden, daß sich ein dunkler Flecken mit abgerundeter Kante von links auf die helle Mondscheibe schiebt. Dieser Flecken verdeckt allmählich den Mond mehr und mehr, wobei die Kante des Fleckens die ganze Zeit über rund bleibt (siehe Abb. 3).

Warum wird der Mond dunkel, und was stellt der Flecken dar, der die Oberfläche des Mondes verdeckt?

Zu allen Zeiten gab es unwissende Menschen, die mit Angst die totale Mondfinsternis erlebten. Sie dachten, in der Natur ereigne sich irgendeine Katastrophe, durch die der Mond verschwinde, oder sogar noch Schlimmeres könne geschehen. Ihre Angst verging allerdings bald, weil der dunkle Flecken, der die gesamte Oberfläche oder nur einen Teil des Mondes verdeckt hatte, allmählich kleiner wurde und nach ungefähr drei Stunden der Mond wieder am Himmel schien.

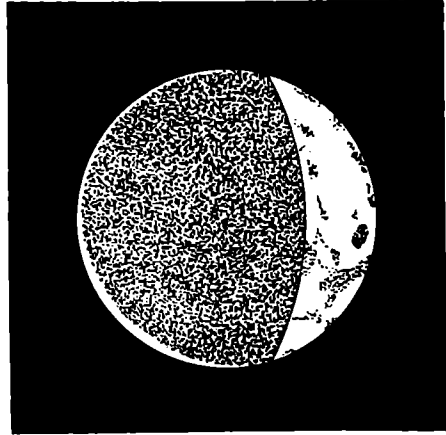


Abb. 3. Mondfinsternis. Auf der Mondscheibe ist die Kante des Erdschattens sichtbar

Den Gelehrten war schon lange klar, was mit dem Mond während der Finsternis vor sich geht. Sie wußten, daß der Mond sich um die Erde bewegt. Der Abstand des Mondes von der Erde ist ungefähr 30mal so groß wie der Durchmesser der Erde. Dabei gerät der Mond von Zeit zu Zeit in den Schatten, den die Erde auf die der Sonne entgegengesetzte Seite wirft. Der Mond selbst ist nicht groß. Sein Durchmesser beträgt fast nur den vierten Teil des Erddurchmessers. Aus diesem Grund kann der Mond vollkommen in den Erdschatten gehüllt sein. Dabei ereignet sich die sogenannte totale Mondfinsternis.

Manchmal berührt der Mond jedoch nur den Rand des Erdschattens. In diesem Fall wird der Mond nicht vollkommen dunkel. Dies ist eine partielle Mondfinsternis.

Man kann in jedem Fall während der Zeit, in der der Mond in den Erdschatten eintritt und aus ihm wieder hervorkommt, nach der Form des Erdschattens die Form der Erde selbst bestimmen. So ist – wie bereits erwähnt – die Kante des dunkelblauen Fleckens, das heißt die Kante des Erdschattens, immer rund. Das bedeutet, daß die Erde unbedingt kugelförmig sein muß, weil nur eine Kugel einen Schatten werfen kann, dessen Rand immer rund ist.

So selten Mondfinsternisse auch sind, so kann man sie doch im Durchschnitt fast alljährlich von ein und derselben Stelle der Erde aus sehen. Die nächste totale Mondfinsternis findet am 30. Januar 1953 statt. Beobachten Sie diese, und Sie werden sich mit eigenen Augen überzeugen können, daß der Rand des Erdschattens rund ist.

Wie entstehen Tag und Nacht?

Wir sagen sehr oft: „Die Sonne ist aufgegangen“, „die Sonne steht hoch am Himmel“, „die Sonne ist untergegangen“. Bedeutet das nun, daß sich die Sonne tatsächlich am Himmel bewegt, indem sie in den Morgenstunden nach oben steigt und sich in den Abendstunden dem Horizont nähert, oder scheint es uns nur so, daß sie sich bewegt, während in Wirklichkeit unsere Erde um die Sonne wandert?

Es ist noch gar nicht mal so lange her (400 Jahre), daß die Menschen der Meinung waren, die Erde sei unbeweglich, die Sonne aber bewege sich. Jetzt wissen wir jedoch, daß es in Wirklichkeit nicht so ist.

Es ist in der Tat auch schwer vorstellbar, daß sich die gewaltige Sonne um die Erde drehen sollte, da sie ihrem Umfang nach um mehr als eine Million mal größer als die Erde ist.

Wenn wir die Erde in der Größe eines Weizenkornes darstellen, so erscheint uns die Sonne als Kugel in der Größe eines Menschenkopfes. So groß ist die Sonne. Dabei ist zu bemerken, daß sie so heiß ist, daß

sich auf ihr sogar schwererhitzbare Stoffe (zum Beispiel Eisen) in gasförmigem Zustande befinden. Nur durch die Tatsache, daß sich die Erde in großem Abstände von ihr befindet (ungefähr 150 Millionen km), erwärmen die Sonnenstrahlen nur die Erdoberfläche, ohne sie zu verbrennen.

Um im Verlauf von 24 Stunden den Weg um die Erde zu bewältigen, müßte sich die Sonne mit großer Geschwindigkeit bewegen (mehr als 10000 km je Sekunde). Ist es nicht klüger anzunehmen, daß die Sonne unbeweglich ist, während die Erde sich um ihre eigene Achse dreht und dabei ihre verschiedenen Seiten zur Sonne wendet? Jeder, der im Zug gefahren ist, weiß, daß die Bäume, die Gebäude und alle anderen Gegenstände schnell der Fahrtrichtung des Zuges entgegengesetzt zu laufen scheinen, wenn man aus dem fahrenden Wagen sieht. Keiner von uns wird irren und denken, der Zug stehe auf der Stelle und Bäume und Häuser bewegen sich. Doch wenn wir uns mit der Erde zusammen drehen und auf die unbewegliche Sonne schauen, die uns, ihrer Entfernung wegen, überhaupt nicht groß erscheint, können wir uns irren und die Bewegung der Erde für die Bewegung der Sonne halten.

Als vor 400 Jahren der große Gelehrte Nikolaus Kopernikus sein Buch schrieb, in dem er bewies, daß die sichtbare Bewegung der Sonne am Himmel durch die Drehung der Erde entsteht, wollte es ihm fast keiner glauben, und der Papst in Rom verbot dieses Buch sogar, weil es der christlichen Religion widersprach.

In der Bibel gibt es im Buch der Richter eine Erzählung, nach der Josua, als er sah, daß er bis zum Eintritt der Dunkelheit seine Feinde nicht schlagen könne, die Sonne bat, noch am Himmel zu bleiben, wodurch er das Eintreten der Dunkelheit verschob. Auf diese biblische Legende verwies die katholische Geistlichkeit, als sie die Kopernikanische Lehre über die Drehung der Erde ablehnte; denn nach der Legende hat Josua nicht der Erde, sondern der Sonne befohlen, am Himmel zu verharren.

Nach der Lehre des Kopernikus, deren Richtigkeit die Wissenschaft in der folgenden Zeit durch unbestreitbare Beweise erhärtete, dreht sich die Erde einmal im Verlauf von 24 Stunden um ihre Achse, die durch den Nord- und Südpol der Erde verläuft. Diese Achse ist natürlich nur eine gedachte Linie.

Nehmen Sie einen Ball oder noch besser eine Billardkugel und drehen Sie sie mit voller Kraft auf dem Tisch. Sowohl die Achse der Umdrehung beim Ball als auch die Achse der Umdrehung bei der Erde ist gedacht, doch wenn man auf den sich drehenden Ball schaut, ist es nicht schwer, auf dem oberen Teil der Oberfläche einen Punkt festzustellen, durch den diese Achse hindurchgeht. Der Ball hört natürlich bald auf (durch Reibung mit der Oberfläche des Tisches), sich zu

drehen. Die Erde dreht sich jedoch im Weltall, ohne in Berührung mit anderen Himmelskörpern zu kommen. Darum verläuft ihre Drehung ohne Reibung, und nichts verursacht eine Unterbrechung der Umdrehung.

Wenn es im Weltenraum, der die Erde umgibt, nicht noch andere Himmelskörper (Sonne, Mond und Sterne) gäbe, würden wir die Drehung der Erde nicht bemerken. Obwohl wir nicht spüren, daß sich die Erde dreht, sehen wir, daß sich am Himmel sämtliche Himmelskörper in ein und derselben Richtung, von Osten nach Westen, bewegen. In Wirklichkeit dreht sich die Erde jedoch in entgegengesetzter Richtung, von Westen nach Osten.

Das bedeutet also, daß Tag und Nacht durch die Drehung der Erde um ihre eigene Achse entstehen. Dadurch wird dieselbe Stelle der Erdoberfläche einmal zur Sonne gewandt und von den Sonnenstrahlen erhellt und einmal von der Sonne abgewandt. Betrachten Sie die Abb. 1, auf der die Sonnenstrahlen von links auf die Erdkugel fallen. Auf der linken durch Sonnenstrahlen erhellten Hälfte der Erdkugel ist Tag und auf der rechten unbeleuchteten Hälfte Nacht.

Wie wurde bewiesen, daß sich die Erde dreht?

Daß sich die Erde wirklich um ihre eigene Achse dreht, kann man auf verschiedene Art beweisen.

Als die Gelehrten eine genaue Vermessung der Erde vornahmen, stellte es sich heraus, daß die Erde keine vollkommene Kugelgestalt hat, sondern an den beiden sich gegenüberliegenden Stellen, an ihren Polen, leicht abgeplattet ist. Diese Entdeckung war jedoch nichts Unerwartetes, da schon bedeutend früher der englische Gelehrte Newton mit Hilfe von Berechnungen bewiesen hatte, daß die Erde dank ihrer Umdrehung unbedingt abgeplattet sein muß. Das bewirkt die sogenannte Zentrifugalkraft.

Sie wissen alle, daß ein Bindfaden, an dessen einem Ende ein Stein befestigt ist, den man schnell im Kreis bewegt, indem man das andere Bindfadeneende festhält, sich stark spannt und manchmal auch zerreißen kann. So wirkt die Zentrifugalkraft auf den Stein, die während der Bewegung entsteht. Schmutzklumpen, die am Rand eines Wagenrades kleben, werden bei der Drehung des Rades unter Einwirkung der gleichen Zentrifugalkraft weit fortgeschleudert.

Auf unsere Erdkugel wirkt auf Grund ihrer Drehung in gleicher Weise die Zentrifugalkraft, ohne daß diese sie jedoch in Stücke reißen könnte. Trotzdem muß sich die äußere Form der Erde, wie Berechnungen beweisen, durch die Wirkung dieser Kraft ein wenig ändern.

Die Erde verliert die genaue Form einer Kugel. Sie dehnt sich quer zu ihrer Drehungsachse und drückt sich gleichzeitig längs der Achse zusammen.

Auf der Abb. 4 ist die Erde dargestellt, deren Achse von oben nach unten verläuft. Wie Sie wissen, geht diese Achse durch die Erdpole, durch den Nord- und Südpol. Die beiden Pole sind unbeweglich, doch die anderen Stellen der Erdoberfläche bewegen sich um so schneller, je



Abb. 4. Die Rotation (Umdrehung) der Erde

weiter sie von den Polen entfernt sind. Am allerschnellsten bewegen sich die Stellen, die sich am Äquator befinden. Der Äquator ist ein Kreis in der Mitte zwischen den beiden Polen und teilt die Erde in zwei Halbkugeln, die nördliche und die südliche. Diese Stellen am Äquator bewegen sich ungefähr 30 km in der Minute. Daher ist die Erdkugel längs des Äquators durch die Wirkung der Zentrifugalkraft auseinandergezogen und an den Polen abgeplattet.

Nach genauer Vermessung der Erde stellte es sich heraus, daß der Durchmesser des Äquators um 43 km länger als der Abstand zwischen dem Nord- und Südpol der Erde ist. Das ist natürlich sehr wenig, und bei richtiger zeichnerischer Darstellung der Erde ist ihre Abplattung mit bloßem Auge nicht zu bemerken. Die Vermessungen bestätigen voll und ganz die Richtigkeit der Berechnungen Newtons über die Abplattung der Erde. Sie waren von ihm, ausgehend von der Drehung der Erde um ihre Achse, ausgeführt worden.

Wissen Sie überhaupt, was geschehen würde, wenn ein unglaubliches Ereignis eintreten, wenn die Erde aufhören würde, sich um ihre Achse zu drehen?

Die Zentrifugalkraft würde dann auf der Erde verschwinden, und das Wasser der Ozeane, das bei der Drehung der Erde durch die Kraft auf der Rundung des Äquators festgehalten wird, würde zu den Polen fließen. Es würde dann so sein, daß es auf der Erde nur zwei Ozeane gäbe, am Nordpol und am Südpol, und das gesamte dazwischenliegende Gebiet würde sich in ein großes Festland verwandeln, das sich rings um die Erde gürtelförmig lagert.

Es gibt noch einige Hinweise für die Drehung der Erde, von denen der anschaulichste ungefähr vor 100 Jahren von dem französischen Physiker Foucault erbracht wurde.

In einem der höchsten Gebäude von Paris, dessen Höhe innen ziemlich 70 m betrug, hängte der Physiker ein Gewicht von ungefähr 30 kg an einem dünnen Draht auf. Dadurch entstand eine Vorrichtung, die man Pendel nennt. Doch dieses Pendel war etwas anderes als die allen bekannten Pendel der Wanduhren. Uhrenpendel können nämlich nur in einer Richtung pendeln, während das von Foucault konstruierte Pendel in verschiedenen Richtungen pendeln kann.

Die Wissenschaft hat festgestellt, daß jedes Pendel, ob es nun groß ist, wie das von Foucault konstruierte, oder klein (aus einem kurzen Faden und kleinem Gewicht bestehend), bestrebt ist, immer in ein und derselben Richtung zu pendeln, und zwar in der, in die es gestoßen wurde. Das Pendel behält diese Richtung auch dann bei, wenn die Scheibe, an der das Pendel angebracht ist, zu dieser oder jener Stelle gedreht wird.

Foucault wußte, daß man unter Ausnutzung dieser Eigenschaften des Pendels die Drehung der Erde feststellen kann. Die Decke des Gebäudes, an der er sein Pendel befestigt hatte, wie auch das gesamte Gebäude nehmen an der Drehung der Erde teil, doch das Pendel widersetzt sich, nachdem es in Schwung gebracht ist, dieser Drehung und pendelt in der ursprünglichen Richtung weiter. Dreht sich das Gebäude, in dem sich das Pendel befindet, auf Grund der Drehung der Erde um einen bestimmten Winkel, muß das Pendel seine Richtung im Verhältnis zum Gebäude ändern.

Als Foucault im Jahre 1851 zum ersten Male seinen Versuch machte, bestätigten sich seine Berechnungen ausgezeichnet; schon nach einigen Minuten, nachdem er das Pendel angestoßen hatte, bemerkten alle Anwesenden, daß das Pendel seine Richtung änderte. Jeglicher Zweifel war ausgeschlossen, die Ursache war die Drehung der Erde.

Warum benutzte Foucault, als er seinen Versuch machte, so ein großes Pendel?

1. Je größer ein Pendel ist, um so leichter kann man die Veränderung der Richtung beim Schwingen bemerken.
2. Ein großes Pendel schwingt verhältnismäßig lange, während ein kleines nur kurze Zeit pendelt, weil es hauptsächlich durch den Luftwiderstand stark gebremst wird.

Der Versuch Foucaults wurde viele Male an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt, und in sämtlichen Fällen haben sich diejenigen, die diesen Versuch anstellten, mit eigenen Augen von der Drehung der Erde überzeugt.

Im Jahre 1931, 80 Jahre nach Foucault, wurde sein Versuch in Leningrad im ehemaligen Isaak-Palast in noch größerem Maße durchgeführt. Der Draht des Pendels hatte eine Länge von 98 m und ein Gewicht von 60 kg. Dieses gewaltige Pendel brauchte für eine einzige

Schwingung 20 Sekunden. Schon nach 3 bis 4 solcher Schwingungen konnte die Mehrzahl der Zuschauer (es waren ungefähr 7000 Menschen) bemerken, daß das Pendel die Richtung seiner Schwingungen der Erdumdeh- rung entgegengesetzt verändert hatte.

Warum ist es im Sommer wärmer als im Winter?

Wir alle wissen sehr gut, daß sich die Sonne in den einzelnen Jahreszeiten verschieden verhält. Im Sommer geht sie früh auf, steht hoch am Himmel und geht spät unter. Im Winter ist es umgekehrt; die Sonne erscheint spät am Horizont, und nachdem sie am Himmel einen niedrigen und kurzen Weg zurückgelegt hat, geht sie früh unter. Im Sommer ist der Tag lang und die Nacht kurz, im Winter ist der Tag kurz und die Nacht lang. Im Frühling und Herbst unterscheiden sich Tag und Nacht bezüglich der Länge nur sehr wenig. Wie soll man all das verstehen? Wir wissen doch, daß der Wechsel von Tag und Nacht, das heißt der Auf- und Untergang der Sonne, dadurch entsteht, daß sich die Erde um ihre Achse dreht. Dreht sie sich denn nicht gleichmäßig das ganze Jahr? Oder hängt die Länge des Tages und der Nacht von irgendeinem anderen Umstand ab?

Um das zu erklären, muß man erst genau feststellen, wie sich die Sonne in den einzelnen Jahreszeiten verhält und welche Beziehungen zwischen dem Verhalten der Sonne und den Veränderungen des Wetters bestehen.

Sowohl im Sommer als auch im Winter geht die Sonne im östlichen Teil des Horizonts auf, im westlichen unter, und mittags steht sie im

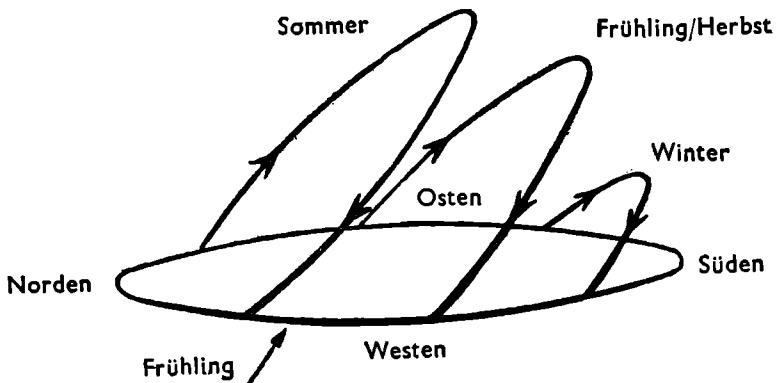


Abb. 5. Der Weg der Sonne zu den verschiedenen Jahreszeiten über dem Horizont

Süden am allerhöchsten über dem Horizont. Im Sommer geht die Sonne jedoch zwischen Osten und Norden, im Nordosten, auf und geht zwischen Westen und Norden, im Nordwesten, unter. Infolge dieser Tatsache ist ihr Weg am Himmel lang, und es vergeht viel Zeit, bis die Sonne zum Süden gelangt; im Verlaufe dieser Zeit gelingt es der Sonne, hoch hinaufzusteigen. Im Winter geht die Sonne zwischen Osten und Süden, im Südosten, auf und geht zwischen Westen und Süden, im Südwesten, unter. Ihr Weg am Himmel ist kürzer als im Sommer. Die Sonne gelangt in verhältnismäßig kurzer Zeit zum Süden und schafft es nicht, eine bedeutende Höhe zu erreichen (Abb. 5).

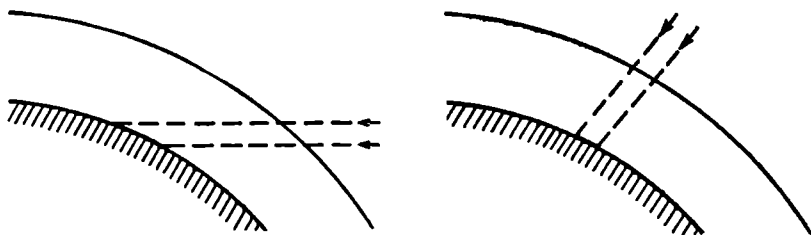


Abb. 6. Der Weg der Sonnenstrahlen bei niedrigem und hohem Stand der Sonne

Nehmen wir als Beispiel die Stadt Moskau. Im Sommer (Ende Juni) steht die Sonne über Moskau ungefähr $17\frac{1}{2}$ Stunden am Himmel, während sie im Winter (Ende Dezember) nur $6\frac{1}{3}$ Stunden am Horizont zu sehen ist. Mittags, wenn die Sonne im Süden ist, steht sie im Sommer mehr als 5mal so hoch über dem Horizont wie im Winter.

Es ist leicht zu verstehen, daß gerade infolge dieses unterschiedlichen Verhaltens der Sonne während des Sommers und Winters es im Sommer warm und im Winter kalt ist. Im Sommer bestrahlt die Sonne die Erdoberfläche viel länger als im Winter, wobei die Sonnenstrahlen die Erde ja nicht nur beleuchten, sondern auch erwärmen.

Doch noch größere Bedeutung hat der Unterschied in der Höhe des Weges der Sonne über dem Horizont. Wenn die Sonne niedrig am Himmel steht, müssen ihre Strahlen eine dicke Schicht der Lufthülle durchdringen. Diese schwächt nicht nur die Leuchtkraft, sondern nimmt einen Teil der Wärme der Sonnenstrahlen fort. Die Sonnenstrahlen fallen dabei nicht steil auf die Erdoberfläche, sondern schräg, als hielten sie sich längs der Erdoberfläche. Dadurch wird bei niedrigem Sonnenstand der Boden nur sehr wenig durch die Strahlen erwärmt.

Vollkommen anders ist es, wenn die Sonne hoch am Himmel steht. Jetzt brauchen die Sonnenstrahlen nur durch eine dünne Luftschicht

zu dringen; sie fallen fast senkrecht auf die Erdoberfläche, wobei sie den Boden stark erwärmen.

Sehen Sie sich die Abb. 6 an! Auf der linken Seite der Abbildung sieht man, wie ein Bündel Sonnenstrahlen auf die Erde fällt, wenn die Sonne niedrig am Himmel steht. Die rechte Seite der Abbildung zeigt ein Strahlenbündel, das aus der hoch am Himmel stehenden Sonne auf die Erde fällt. Ein und dasselbe Strahlenbündel beleuchtet im ersten Fall (wenn die Sonne tief am Himmel steht) eine entschieden größere Erdfäche als im zweiten Fall. Dadurch erklärt es sich, daß die Wintersonne fast gar nicht wärmt, während die Sonne im Sommer große Wärme ausstrahlt. So ist die Kälte des Winters darauf zurückzuführen, daß die Wintersonne nicht lange am Himmel steht und ihre Strahlen die Erdoberfläche kaum erwärmen. Im Sommer ist es umgekehrt: Die Sonne steht lange über dem Horizont, und die Erde wird von ihren Strahlen stark erwärmt. Daher kommt es, daß es im Sommer warm ist.

Warum steht die Sonne im Sommer höher über dem Horizont als im Winter?

Wie schon gesagt, dreht sich die Erde um ihre eigene Achse von Westen nach Osten. Dadurch scheint sich die Sonne am Himmel in entgegengesetzter Richtung zu bewegen, von Osten nach Westen. Auch sämtliche anderen Himmelskörper – der Mond und die Sterne – scheinen sich aus demselben Grunde in derselben Richtung am Himmel zu bewegen. Doch es zeigt sich, daß außer dieser für alle Himmelskörper scheinbaren Bewegung die Sonne noch eine zweite Bewegung ausführt, die jedoch weniger auffallend ist. Gerade infolge dieser Bewegung erwärmt die Sonne die Erde in den einzelnen Jahreszeiten in verschiedenem Maße.

Schon im Altertum zeigten die Gelehrten, daß die Sonne von einem Sternbild zum anderen wandert, sich langsam am Himmel bewegt, in einem Jahr einen ganzen Kreis zieht. Sie kommt dann wieder an die Stelle zurück, an der sie vor genau einem Jahr stand.

Sie werden jetzt fragen, wie man man denn die Wanderung der Sonne zwischen den Sternen feststellen, wenn die Sterne nicht gleichzeitig mit der Sonne am Himmel zu sehen sind?

Man braucht jedoch, um die Wanderung der Sonne zwischen den Sternen festzustellen, Sonne und Sterne nicht unbedingt gleichzeitig zu beobachten.

Bevor wir das näher erklären, wollen wir festhalten, daß die Sterne (mit Ausnahme der Himmelskörper, die den Sternen nur äußerlich ähneln, den Planeten, über die wir noch sprechen werden) ihre Lage

nur ganz gering im Verhältnis von Stern zu Stern verändern, das heißt, jeder Stern befindet sich immer im gleichen Abstand von den anderen Sternen. Darum bleibt der Abstand der Sterne untereinander im Verlauf von vielen Jahren derselbe, und den Gelehrten gelang es nur mit Hilfe komplizierter Geräte, unbedeutende Veränderungen der Lage der Sterne festzustellen.

Man kann sich auf verschiedene Weise davon überzeugen, daß die Sonne sich tatsächlich zwischen den Sternen bewegt. Man kann sich zum Beispiel jeden Tag notieren, welche Sterne nach Sonnenuntergang in den Abendstunden am westlichen Teil des Himmels zu sehen waren.

Das sind offensichtlich die Sterne, in deren Nähe sich die Sonne befindet. Wir können feststellen, daß in den verschiedenen Jahreszeiten in den Abendstunden am westlichen Himmel verschiedene Sterne zu sehen sind. Das Gesamtbild des Sternenhimmels ist nicht immer das gleiche.

So sind zum Beispiel die Sterne, die im Frühjahr am westlichen Teil des Himmels sichtbar sind, im Herbst im Osten zu sehen. Die Sterne, die wir im Frühjahr im Süden sehen, sind im Herbst entweder überhaupt nicht oder im Norden sichtbar. Das alles zeugt deutlich davon, daß sich die Lage der Sonne zwischen den Sternen im Laufe des Jahres verändert.

Um den Weg der Sonne zwischen den Sternen während eines Jahres zu studieren, haben die Gelehrten nicht nur die Veränderungen des nächtlichen Himmels, das heißt die Lage der Sterne, beobachtet, sondern sie haben auch sorgfältige Bestimmungen der Lage der Sonne am Himmel tagsüber durchgeführt. So gelang es, genau festzustellen, an welchen Sternen die Sonne während eines Jahres im Frühjahr, im Sommer, im Herbst und im Winter vorbeikommt. Danach befindet sich die Sonne im Sommer in der Nähe der Sterne, die am südlichen Teil des Himmels hoch über den Horizont steigen und dort einen weiten Weg zurücklegen. Im Winter ist es umgekehrt, denn dann befindet sich die Sonne in der Nähe der Sterne, die am Horizont einen kurzen Weg zurücklegen und selbst dann niedrig am Himmel stehen, wenn sie im Süden zu sehen sind. Dadurch erklären sich auch die Eigenheiten der Veränderungen des 24-Stunden-Weges der Sonne über dem Horizont im Laufe des Jahres. Wenn sich die Sonne nicht so zwischen den Sternen bewegen würde, so würde sie das ganze Jahr hindurch jeden Tag denselben Weg am Horizont zurücklegen.

Wie kommt die jährliche Bewegung der Sonne zwischen den Sternen zustande?

Im Altertum entdeckten die Gelehrten, daß sich die Sonne zwischen den Sternen bewegt, und meinten, die Sonne wandere in einem Jahr wirklich rund um die Erde. Sie betrachteten die Erde als Mittelpunkt

und Hauptkörper des Alls und dachten, sämtliche Himmelskörper drehten sich um die Erde. Dabei vollführte die Sonne nach ihren Vorstellungen zwei Bewegungen: erstens die 24stündige, zusammen mit dem gesamten Sternenhimmel, und zweitens die jährliche Bewegung am Sternenhimmel.

Die erste dieser Bewegungen ist, wie wir schon gesehen haben, nur eine scheinbare und erklärt sich durch die Drehung der Erde um ihre Achse.

Über die Gründe der zweiten Bewegung werden wir später einiges sagen.

Im Altertum schrieben die Gelehrten den anderen Himmelskörpern eigene, von der Sonne unterschiedene Bewegungen zu. So dachten sie, auch die Sterne bewegten sich rund um die Erde, und umkreisten diese einmal in 24 Stunden. Dem Mond und einigen Sternen, die offensichtlich ihre Lage am Himmel verändern und Planeten genannt werden, schrieben sie außer der 24stündigen Bewegung um die Erde noch andere langsamere Bewegungen zu, die derjenigen der Sonne während eines Jahres ähnlich sind.

Man meinte, der Mond brauche zur Umkreisung der Erde nicht ganz einen Monat, die Planeten dagegen verschiedene Zeitabschnitte, von einem Jahr bis zu dreißig Jahren. Die Verschiedenartigkeit dieser Bewegungen der Himmelskörper veranlaßte die Gelehrten im Altertum zu ziemlich verzwickten Erklärungen. Besondere Schwierigkeiten bereitete die Erklärung der Planetenbewegung, weil die Planeten sich am Sternenhimmel (wie es von der Erde aus scheint) auf ziemlich komplizierten schleifenartigen Bahnen bewegen. Da es aber sehr wichtig war (besonders für die Seefahrt), vorhersagen zu können, wo sich Sonne, Mond und Sterne am Himmel befinden werden, mußten im Altertum die Gelehrten Tabellen über die Bewegung dieser Himmelskörper aufstellen. Das war eine sehr schwierige Sache, doch die Gelehrten wurden mit dieser Arbeit fertig. So halfen sie den Seefahrern wesentlich bei der Ortsbestimmung auf den Meeren und Ozeanen.

Im Laufe der Zeit stellte sich jedoch heraus, daß diese Tabellen die Lage der Planeten am Himmel fehlerhaft wiedergaben. Eine gewaltige Arbeit mußte durchgeführt und die Tabellen mußten von neuem aufgestellt werden. Doch auch diese neuen Tabellen büßten schon nach kurzer Zeit die notwendige Genauigkeit ein.

Es war wieder derselbe große Gelehrte, Nikolaus Kopernikus, der die 24stündige Scheinbewegung der Sonne durch die Drehung der Erde um ihre eigene Achse erklärt hatte, der eine richtige, vollkommen neue Erklärung für die Jahresbewegung der Sonne zwischen den Sternen und für die komplizierten Bewegungen der Planeten gab. Kopernikus legt in seinem Buch deutlich dar, daß sämtliche Berechnungen von Bewe-

gungen der Himmelskörper entschieden leichter werden, wenn man annimmt, daß sich die Planeten nicht um die Erde bewegen, sondern um die Sonne, und daß sich die Erde selbst auch um die Sonne bewegt.

Wir sehen also, daß auch die zweite Bewegung, die jährliche Bewegung zwischen den Sternen, eine nur scheinbare ist. In Wirklichkeit bewegt sich die Erde im Laufe eines Jahres einmal um die Sonne, und daher sehen wir die Sonne zu verschiedenen Zeiten bei verschiedenen Sternen. Dieser neuen Lehre des Kopernikus über die Bewegung der Erde trat die christliche Kirche äußerst feindlich entgegen. Hielt doch Kopernikus die Erde nicht für den Hauptkörper und den Mittelpunkt der Welt, um den sich sämtliche Himmelskörper drehen, sondern für einen der Planeten, die um die Sonne kreisen. Nur der Mond war nach der Meinung des Kopernikus ein Himmelskörper, der sich um die Erde dreht. So verlor nach seiner Lehre die Erde ihre Ausnahmestellung in der Welt. Betrachteten doch nicht nur die christliche Religion, sondern auch andere Religionen die Erde als eigens für die Menschen von Gott geschaffene Wohnstätte. Die übrigen Himmelskörper waren nach diesen religiösen Anschauungen nur dazu geschaffen, dem Menschen zu dienen: die Sonne, um die Erde zu erhellen und zu erwärmen; der Mond, um nachts zu leuchten; die Sterne, um den Reisenden zu helfen, in der Nacht den richtigen Weg zu finden.

Als sich die Kopernikanische Lehre von der Drehung der Erde um die Sonne zu verbreiten begann, fand sie unter den Gelehrten der damaligen Zeit Anhänger, doch die christliche Kirche begann einen harten Kampf gegen diese neue Lehre zu führen. Kopernikus lebte damals nicht mehr, ihm konnte man nichts mehr anhaben. Doch dafür wurde einer der bedeutendsten Menschen der damaligen Zeit, Giordano Bruno, der wie Kopernikus die Bewegung der Erde lehrte und der Meinung war, daß nicht nur auf der Erde, sondern auch auf anderen Himmelskörpern Leben existiert, im Jahre 1600 auf Anordnung des katholischen Kirchenrichters lebendig auf dem Scheiterhaufen in Rom verbrannt.

Ein anderer Nachfolger des Kopernikus, der große Gelehrte Galilei, wurde im Jahre 1633 vom römischen Papst zu lebenslänglicher Haft unter Aufsicht des römischen Ketzergerichts verurteilt.

Wie kann man beweisen, daß sich die Erde um die Sonne dreht?

Die Frage, wer sich um wen dreht – die Erde um die Sonne oder die Sonne um die Erde –, würde man sehr schwierig lösen können, wenn man von der Erde aus die Fixsterne und Planeten nicht beobachten könnte oder wenn der Himmel stets trübe wäre. Kopernikus lebte in einer Zeit, in der es noch keine genau funktionierenden Geräte gab.

Dadurch konnte weder er selbst, noch konnten seine Zeitgenossen die unbedeutenden kleinen Lageveränderungen der Sterne bemerken, die durch die Drehung der Erde hervorgerufen werden. Den Wissenschaftlern unserer Zeit ist bekannt, daß diese Veränderungen wirklich vorhanden sind; sie betrachten sie als Hauptbeweis für die Bewegung der Erde um die Sonne.

Der folgende Versuch soll Ihnen helfen, diesen Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne zu verstehen.

Gehen Sie auf ein freies Feld und suchen Sie mit den Augen einen entfernten Baum, einen Fabrikschornstein oder einen Telegraphenmast. Wenden Sie das Gesicht zum Baum und strecken Sie die rechte Hand mit erhobenem Zeigefinger aus.

Schließen Sie das linke Auge und drehen Sie die rechte Hand so, daß der Finger den Baum verdeckt.

Ohne die Lage der rechten Hand zu verändern, schließen Sie dann das rechte Auge und schauen nur mit dem linken. Was geschieht dabei?

Ihr Finger verdeckte, als Sie nur mit dem rechten Auge schauten, den Baum; als Sie mit dem linken Auge schauten, war der Baum zu sehen, der Finger ist nach rechts gerückt. Warum ist das geschehen, obwohl weder Sie noch Ihr Finger, noch der Baum während dieser Zeit seine Lage verändert hat? Die Antwort ist klar: Das erstemal schauten Sie mit dem rechten, das zweitemal mit dem linken Auge. Infolgedessen haben Sie nicht von ein und derselben Stelle, sondern von verschiedenen Stellen aus geschaut. Darum schien Ihnen auch der Finger seine Lage verändert zu haben.

Solche Versuche mit nahen und weit entfernten Gegenständen können Sie machen, soviel Sie wollen, sei es unter freiem Himmel oder im Zimmer. In sämtlichen Fällen können Sie sich überzeugen, wenn Sie der Reihe nach einmal mit dem rechten und einmal mit dem linken Auge schauen, daß die näheren Gegenstände im Verhältnis zu den entfernteren ihre Lage verändern, das heißt, die entfernteren Gegenstände scheinen auf ihrem Platz zu bleiben, während die näheren Gegenstände sich zur Seite bewegen.

Verfolgen wir nun weiter, wie uns diese Versuche helfen können, diesen wichtigsten Beweis für die Bewegung der Erde zu verstehen.

Die Entfernungen der Sterne von Erde und Sonne sind gewaltig: sie sind viele Male größer als der Abstand, der die Erde von der Sonne trennt. Manche Sterne sind weiter entfernt und manche weniger weit. Nicht selten kann man am Himmel zwei Sterne nahe beieinander sehen, von denen der eine von uns entschieden weiter entfernt ist als der andere. Wenn sich die Sonne um die Erde bewegen und die Erde unbeweglich auf einer Stelle stehen würde, so würden wir niemals bemerken, daß die nicht weit entfernten Sterne im Laufe des Jahres ihren

Standort gegenüber den weiter entfernten Sternen verändern. Doch da sich in Wirklichkeit nicht die Sonne, sondern die Erde bewegt, so schauen wir zu den verschiedenen Jahreszeiten nicht von ein und derselben Stelle auf die Sterne, sondern von verschiedenen Stellen aus. Darum scheint es uns, daß die uns näher befindlichen Sterne im Verhältnis zu den weiter entfernten Sternen ihre Lage wechseln. Diese Veränderungen vollziehen sich mit großer Genauigkeit, und jede von ihnen

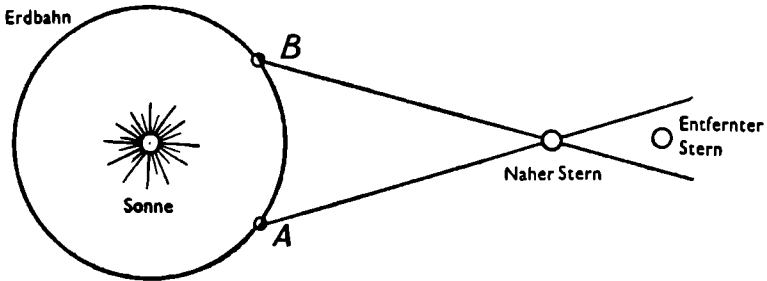


Abb. 7. Erklärung der Verschiebung der Sterne, die durch die Bewegung der Erde um die Sonne hervorgerufen wird

endet und beginnt erneut nach einem Jahr, zu der Zeit, da die Erde nach ihrer Wanderung um die Sonne zu ihrem Ausgangspunkt zurückgekehrt ist.

Vergleichen wir jetzt diese Wanderung der Sterne mit der Bewegung des Fingers im Verhältnis zum Baum.

Warum hat Ihr Finger seine Lage verändert?

Aus zwei Gründen:

1. weil wir das Auge gewechselt haben – wir haben einmal mit dem linken Auge und einmal mit dem rechten Auge, das heißt, wir haben von verschiedenen Stellen aus geschaut;
2. weil der Finger näher als der Baum war.

Warum verändern die Sterne bei der Bewegung der Erde um die Sonne ihre Lage zueinander?

Auch aus zwei Gründen:

1. weil wir uns auf der sich um die Sonne bewegendem Erde befinden und an den verschiedenen Tagen des Jahres von verschiedenen Stellen aus auf die Sterne schauen;
2. weil es weiter und weniger weit entfernte Sterne gibt.

Betrachten wir die Abb. 7. Der große Kreis zeigt den Weg an, den die Erde im Laufe des Jahres um die Sonne zurücklegt. Der kleine Kreis im Zentrum des großen Kreises stellt die Sonne dar. Auf der rechten

Seite der Abbildung sehen wir zwei Sterne, einen näheren und einen ferneren. Wenn sich die Erde an der Stelle *A* befindet, müssen wir, wenn wir von der Erde auf die Sterne schauen, den uns näheren Stern links von dem weiter entfernten sehen; befindet sich die Erde an der Stelle *B*, so ist der uns nähere Stern rechts von dem entfernten zu sehen. Das bedeutet, daß durch die Bewegung der Erde um die Sonne der uns nähere Stern seine Lage im Verhältnis zum entfernten zu verändern scheint.

Werden solche Bewegungen der Sterne tatsächlich bemerkt?

Wir sprachen schon darüber, daß sie bemerkt werden. Es erwies sich jedoch als sehr schwierig, diese Bewegungen festzustellen, da sie auf Grund der großen Entfernung der Sterne sehr klein sind. Erst ungefähr vor hundert Jahren, also ungefähr dreihundert Jahre nach dem Tode des Kopernikus, gelang es zum erstenmal, solch eine Bewegung zu entdecken und zu messen. Doch in der letzten Zeit hat man schon bei einigen tausend Sternen solche Bewegungen festgestellt und gemessen. Es gibt noch andere überzeugende Beweise dafür, daß sich die Erde in Wirklichkeit um die Sonne bewegt.

Wie entsteht der Wechsel der Jahreszeiten?

Die Erde hat zwei verschiedene Bewegungen:

1. dreht sie sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse;
2. umkreist sie die Sonne im Verlauf eines Jahres.

Durch die erste Bewegung entstehen Tag und Nacht, durch die zweite Bewegung die Jahreszeiten.

Wenn sich die Erde so um die Sonne bewegen würde, daß sich ihre Achse in einem rechten Winkel zu den Sonnenstrahlen befände, so gäbe es keine Jahreszeiten. Betrachten Sie die Abb. 4. Aus welcher Richtung die Sonne die Erde beleuchten möge, ob von rechts, von links, von vorn oder von hinten, wenn die Sonnenstrahlen immer im rechten Winkel zur Erdachse auf die Erdoberfläche fallen würden, gäbe es keine Unterschiede mehr. In sämtlichen Fällen würden die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Äquator fallen. An jeder beliebigen Stelle der Erde (außer an den Polen) würde auf Grund der Drehung der Erde um ihre Achse die Nacht 12 Stunden und der Tag ebensolange dauern.

Die Sonne würde jeden Tag am Himmel ein und denselben Weg zurücklegen, sie ginge stets im Osten auf und im Westen unter. Es gäbe auf der Erde keine Jahreszeiten.

In Wirklichkeit ist die Sache jedoch anders.

Die Sonnenstrahlen fallen nur zweimal im Jahr – am 21. März und am 23. September – im rechten Winkel zur Erdachse auf die Erde. Das bedeutet, daß nur zweimal im Jahr, im Frühling und im Herbst, der Tag und die Nacht je 12 Stunden dauern, sonst aber ist entweder der Tag länger als die Nacht oder die Nacht länger als der Tag.

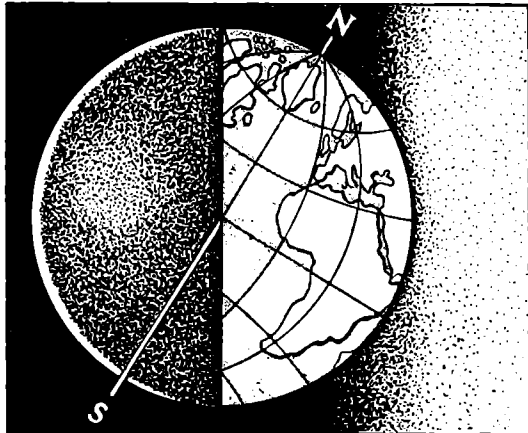


Abb. 8. Neigung der Erdachse zu den Sonnenstrahlen Ende Juni

Betrachten Sie die Abb. 8. Sie stellt die Erde dar, auf die die Sonnenstrahlen von rechts fallen. Darum ist auf der rechten Hälfte der Erde Tag und auf der linken Nacht.

Schauen Sie auf Abb. 9 und geben Sie jetzt Obacht, wo sich die Erdachse befindet. Sie ist zu den Strahlen der Sonne geneigt, und zwar so, daß ihr nördlicher Teil (auf der Abbildung der oberste Teil) zur Sonne geneigt und ihr südlicher (auf der Abbildung der untere Teil) von der Sonne abgewandt ist. Dadurch bekommt der nördliche Teil der Erde entschieden mehr Wärme und Licht als der südliche.

Betrachten wir jetzt den Nordpol der Erde. Nicht nur er selbst, sondern ein bedeutender Teil der Erdoberfläche um ihn herum wird durch die Sonnenstrahlen erhellt. Wie sehr sich die Erde auch drehen mag, bei solch einer Lage der Erdachse kann weder auf dem Nordpol noch in seiner Nähe die Nacht eintreten. Es ist stets Tag.

In den etwas weiter vom Nordpol entfernten Gegenden wechseln Tag und Nacht. Doch, und das ist sehr leicht vorzustellen, ist der Tag länger als die Nacht.

Nur auf dem Äquator, in der Mitte zwischen den beiden Erdpolen, ist die Dauer des Tages und der Nacht gleich.

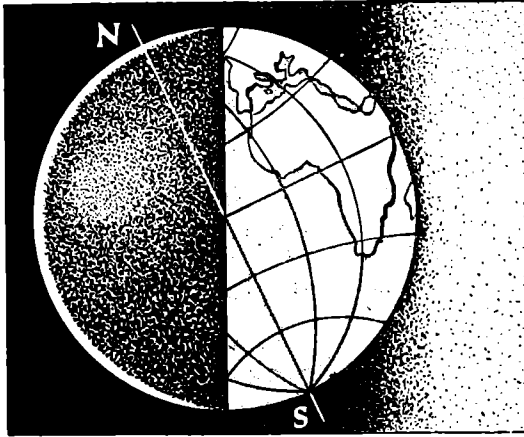


Abb. 9. Neigung der Erdatmosphäre zu den Sonnenstrahlen Ende Dezember

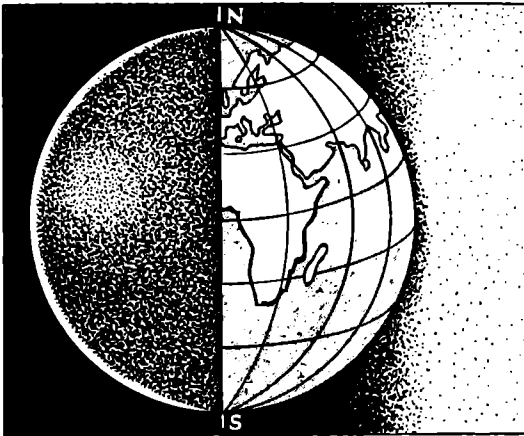


Abb. 10. Neigung der Erdatmosphäre zu den Sonnenstrahlen Ende März und Ende September

Vollkommen anders steht es auf der südlichen Erdhälfte. Wie der Südpol der Erde, so wird auch ein bedeutender Teil der Erdoberfläche um ihn herum nicht von den Sonnenstrahlen beleuchtet, so daß auf dem Südpol und in seiner Nähe ständig Nacht herrscht. In den etwas weiter vom Südpol entfernten Gegenden lösen sich Tag und Nacht bereits ab. Doch dauern bis zum Äquator die Nächte länger als die Tage.

Aus dem oben Gesagten ist leicht zu verstehen, daß bei einer Neigung der Erdatmosphäre, wie sie auf Abb. 8 zu sehen ist, auf der nördlichen

Halbkugel der Erde Sommer und auf der südlichen Halbkugel Winter sein muß (die Wintermonate auf der südlichen Halbkugel dauern von Juni bis August).

Betrachten Sie jetzt die Abb. 10. Auf ihr ist ebenfalls die Erde dargestellt, die von rechts durch Sonnenstrahlen beleuchtet wird. Jedoch ist die Erdachse diesmal in die entgegengesetzte Richtung geneigt. Ihr nördliches Ende ist von der Sonne abgewandt und ihr südliches der Sonne zugewandt. Der Nordpol und ein Teil der Erdoberfläche um ihn herum sind in Dunkelheit gehüllt.

Auf dem Nordpol und in seiner Nähe herrscht jetzt stets Nacht. Etwas weiter von ihm entfernt wechseln Tag und Nacht einander ab. Doch überall ist der Tag kürzer als die Nacht. Auf der nördlichen Erdhalbkugel ist Winter. Auf der südlichen Halbkugel ist zu dieser Zeit Sommer. Dort ist der Tag entweder länger als die Nacht, oder am Südpol und in seiner Nähe ist jetzt stets Tag.

Wir sprachen schon davon, in welcher Lage sich die Erdachse zu den Sonnenstrahlen im Frühjahr und im Herbst befindet (am 21. März und am 23. September). Die Sonnenstrahlen treffen an diesen beiden Tagen im rechten Winkel zur Erdachse auf. In dieser Stellung ist die Erde auf Abb. 10 dargestellt.

Man muß natürlich daran denken, daß zu der Zeit, da auf der nördlichen Halbkugel der Erde Herbst ist, auf der südlichen Frühling ist und umgekehrt.

Betrachten wir jetzt die Abb. 11. Sie gibt einen allgemeinen Überblick über die Lageveränderung der Erdachse zur Sonne während eines Jahres.

In der Mitte der Abbildung sehen wir die Sonne. Die Erdbahn ist von der Seite betrachtet dargestellt, daher ist sie nicht rund, sondern langgezogen.

Die Erde ist in vier Stellungen dargestellt: am 21. März, 22. Juni, 23. September und 22. Dezember. Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß die Erdachse zu den verschiedenen Jahreszeiten ein und dieselbe Lage einnimmt. Sie ist der Bahn, auf der sich die Erde rund um die Sonne bewegt, zugeneigt. Daher beleuchtet die Sonne zu den verschiedenen Jahreszeiten mal die nördliche und mal die südliche Halbkugel der Erde stärker, und daher entstehen auch die Jahreszeiten. Bei der Stellung der Erde am 21. März und am 23. September befinden sich die nördliche und südliche Halbkugel der Erde in bezug auf die Sonne (wie es auf Abb. 10 zu sehen ist) in der gleichen Lage.

Auf der ganzen Erde dauern Tag und Nacht in dieser Zeit je 12 Stunden. Am 21. März ist auf der nördlichen Halbkugel Frühling und auf der südlichen Herbst; am 23. September ist es umgekehrt: auf der nördlichen Halbkugel ist Herbst und auf der südlichen Frühling (auf der

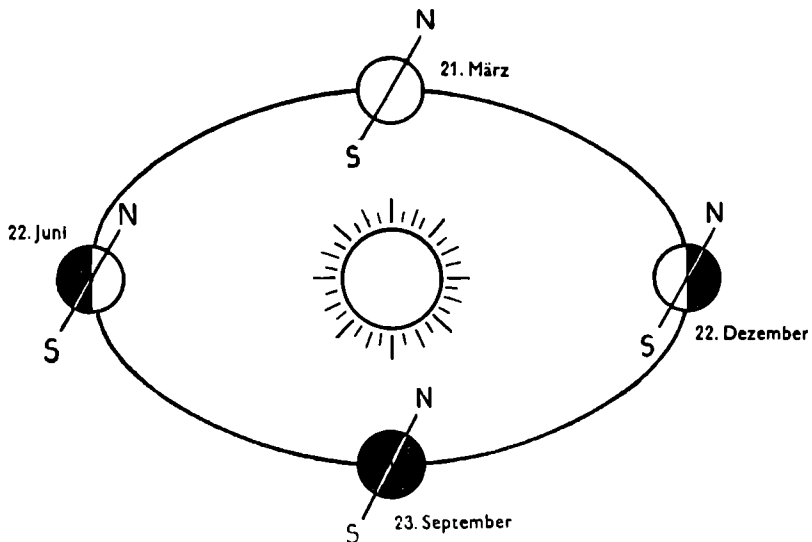


Abb. 11. Die Veränderung der Neigung der Erdachse zu den Sonnenstrahlen im Laufe des Jahres

Abb. 11 ist die durch die Sonne beleuchtete Hälfte der Erde am 21. März und die unbeleuchtete Hälfte am 23. September zu sehen).

Die Stellung der Erde am 22. Juni ist genau die gleiche wie auf Abb. 8. Die nördliche Halbkugel der Erde empfängt von der Sonne mehr Wärme und Licht als die südliche, auf der nördlichen ist Sommer, auf der südlichen Winter. Der Stellung der Erde am 22. Dezember entspricht die Abb. 9. In dieser Stellung empfängt die nördliche Halbkugel der Erde weniger Wärme und Licht als die südliche. Auf der nördlichen Halbkugel ist es Winter, auf der südlichen Sommer.

Wir sehen also, daß die Jahreszeiten entstehen, weil die Erdachse zu der Bahn geneigt ist, auf der sich die Erde um die Sonne bewegt. Wenn die Neigung der Erdachse nicht vorhanden wäre, wenn sie einen rechten Winkel zum Weg der Erde um die Sonne bilden würde, so würde an jeder beliebigen Stelle der Erde der 24stündige Weg der Sonne im Laufe des Jahres stets derselbe sein, und infolgedessen würde es kein Frühjahr, keinen Sommer, keinen Herbst und keinen Winter geben. Das Wetter würde an den einzelnen Orten der Erde das ganze Jahr über stets das gleiche sein: an den Polen wäre es am kältesten und am Äquator am heißesten, doch einen Wechsel der Jahreszeiten würde es nicht geben.

Was sind Planeten und Sterne?

In diesem Büchlein haben wir verschiedene Himmelskörper erwähnt: die Sonne, den Mond, die Planeten und die Sterne. Über Sonne und Mond haben wir schon einiges gesagt, doch Planeten und Sterne haben wir nur nebenbei gestreift. Hat der Leser von diesen Himmelskörpern nie etwas gehört, so ist es möglich, daß ihm vieles vom Gesagten nicht richtig verständlich wird. Fragen wir uns also: Was sind Planeten?

In Abb. 12 sind die Größenverhältnisse der Planeten dargestellt. Insgesamt kennen wir neun. Der größte von ihnen ist der Jupiter – sein Durchmesser ist 11 mal so groß wie der Erddurchmesser und sein Umfang 1345 mal so groß wie der Erddumfang. Dennoch beträgt der Umfang des Jupiters fast nur den tausendsten Teil des Sonnenumfanges.

Alle Planeten sind wie unsere Erde kugelförmig und leuchten nicht selbst. Sie sind für uns nur deshalb sichtbar, weil die Sonnenstrahlen sie erhellen.

Die Planeten Merkur, Venus und Pluto sind kleiner als die Erde. Vom Pluto wissen wir fast gar nichts, er ist sehr weit von der Erde entfernt, außerdem auch sehr klein. Die Venus und der Mars sind von Atmosphären umgeben.

Der Mars erinnert durch die Drehung um seine eigene Achse sehr an die Erde. Seine Achse ist wie die Erdachse zu der Bahn geneigt, auf der

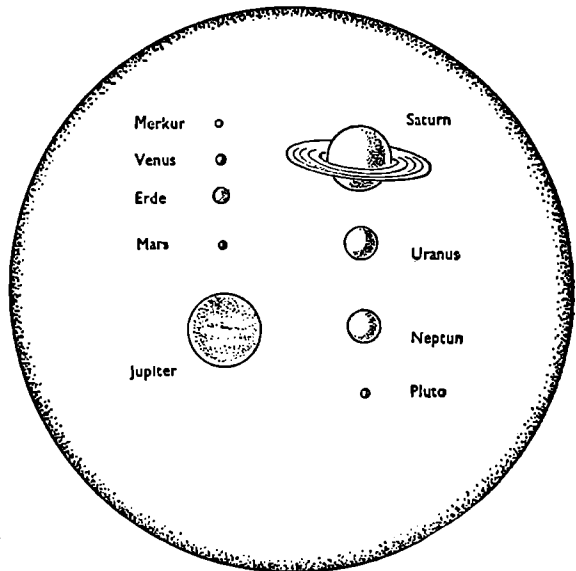


Abb. 12. Die Größenverhältnisse der Planeten

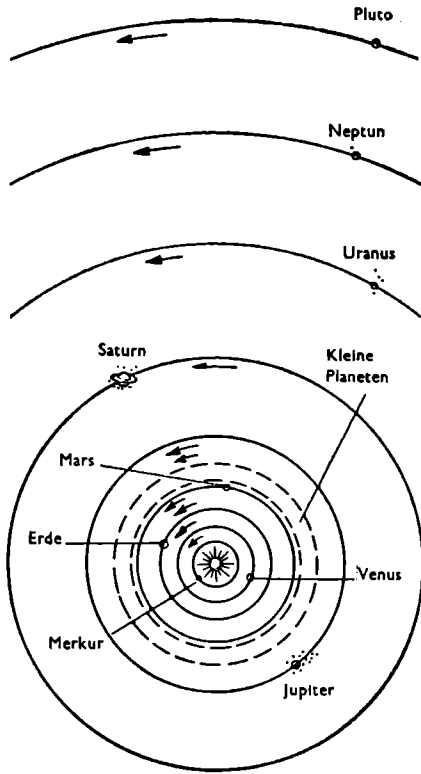


Abb. 13. Die Bewegung der Planeten um die Sonne

sich der Mars um die Sonne bewegt. Auf ihm wechseln wie auf der Erde die Jahreszeiten einander ab. Durch das Fernrohr kann man auf dem Mars Schnee-Polarkappen beobachten, die auf der Marshälfte, auf der Winter ist, größer werden und auf der Halbkugel, wo Sommer ist, kleiner werden oder ganz verschwinden. Tag und Nacht wechseln auf dem Mars ähnlich wie auf der Erde, da sich der Mars im Lauf von 24 Stunden und 37 Minuten einmal um seine Achse dreht, das heißt in einer etwas längeren Zeit als unsere Erde.

Es gibt sehr viele Gründe, anzunehmen, daß auf dem Mars, ebenso wie auf der Erde, Leben vorhanden ist. Es ist selbstverständlich, daß sich das Leben auf dem Mars erheblich vom Leben auf der Erde unterscheiden muß, und zwar deshalb, weil der Mars weiter von der Sonne entfernt ist als die Erde, und daher bedeutend weniger Sonnenwärme und -licht empfängt. Außerdem ist seine Atmosphäre um mehrere Male dünner als die Erdatmosphäre.

Es ist durchaus möglich, daß es auch auf der Venus Leben gibt. Dieser Planet ist jedoch wenig erforscht, weil seine Oberfläche ständig von Wolken verdeckt ist, die in der Atmosphäre der Venus schwimmen.

Geringere Ähnlichkeit mit der Erde haben die vier größten Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Auch sie sind von Atmosphären umgeben, in denen dichte Wolken schwimmen. Diese Planeten drehen sich sehr schnell um ihre Achsen, besonders der Jupiter, der zu einer Umdrehung noch nicht einmal ganz zehn Stunden braucht. Durch die schnelle Drehung sind diese Planeten an den Polen sehr stark abgeplattet, besonders der Jupiter und der Saturn.

Die Abb. 13 zeigt, in welcher Ordnung sich die Planeten um die Sonne bewegen. Unsere Erde ist dem Abstand nach der dritte Planet von der Sonne. Der der Sonne am nächsten stehende ist der Merkur; er ist der Sonne $2\frac{1}{3}$ mal so nahe wie die Erde. Der entfernteste Planet ist der Pluto, der von der Sonne 40mal so weit entfernt ist wie die Erde.

Um die Mehrzahl der Planeten drehen sich die Satelliten (Monde), die die Planeten bei ihrer Bewegung um die Sonne begleiten, ähnlich wie der Mond die Erde begleitet.

Die Gelehrten entdeckten mit Hilfe von Fernrohren beim Jupiter elf Satelliten, beim Saturn zehn, beim Uranus fünf, beim Mars zwei, beim Neptun zwei und bei der Erde einen.

In der Nähe von Merkur, Venus und Pluto sind keine Satelliten festgestellt worden.

Außer den zehn Satelliten bewegt sich um den Saturn ein Ring, den man selbst durch verhältnismäßig kleine Fernrohre sehen kann. Dieser Ring besteht aus einer großen Anzahl einzelner kleiner Körper, die um den Saturn kreisen.

Zwischen Mars und Jupiter bewegen sich um die Sonne zahlreiche nicht sehr große Planeten, die man „kleine Planeten“ nennt. Der Durchmesser des größten dieser Planeten beträgt ungefähr 800 km und der des kleinsten 1 km.

Bis heute haben die Gelehrten mehr als 1500 kleine Planeten entdeckt, doch in Wirklichkeit muß ihre Zahl viel größer sein. Wie groß der Abstand von den Planeten auch sei, sie sind uns viel näher als die Sterne. Selbst der allernächste Stern ist 30000mal so weit von uns entfernt wie die Sonne. Durch die große Entfernung erscheinen uns die Sterne, die in Wirklichkeit genau solche großen und leuchtenden Himmelskörper sind wie unsere Sonne, nur als schwach leuchtende Punkte am Nachthimmel.

Wieviel Sterne stehen am Himmel?

Nicht sehr viele Sterne kann man mit bloßem Auge am Nachthimmel sehen; es sind nicht mehr als 3000. Doch mit Hilfe der besten Fernrohre kann man Tausende von Millionen Sterne beobachten.

Es ist möglich, daß um viele dieser Sterne Satelliten kreisen, ähnlich den Planeten unserer Sonne. Wegen der gewaltigen Entfernung ist es jedoch nicht möglich, sie mit Hilfe der heutigen Fernrohre zu erblicken.

Es scheint zwar, als änderten die Sterne ihre Lage zueinander nicht, in Wirklichkeit ist das aber nicht der Fall. Sämtliche Sterne bewegen sich mit großer Geschwindigkeit; dadurch ändern sich die uns bekannten Figuren der Sternbilder jedoch sehr langsam, weil die Entfernung der Sterne von der Erde sehr groß ist.

Heute ist erwiesen, daß unsere Sonne ein Stern wie alle anderen Sterne, einer von vielen ist.

Welche Stellung nimmt die Erde im Weltall ein?

Nachdem Sie dieses Büchlein durchgelesen haben, kennen Sie die zwei Bewegungen der Erde, eines Planeten, der um die Sonne kreist. Die Erde unterscheidet sich von den anderen Planeten weder durch ihre Größenverhältnisse noch durch irgendwelche Besonderheiten ihrer Bewegung, doch sie ist für uns deshalb bemerkenswert, weil wir auf ihr wohnen.

Früher hielten die Menschen die Erde für den Hauptkörper des gesamten Weltalls. Sie dachten, die Sonne, die Planeten und die Sterne seien entschieden kleiner als die Erde, und meinten, sämtliche Himmelskörper drehten sich um die Erde, die unbeweglich im Zentrum des Weltalls steht.

Diese Meinungen über die außergewöhnliche Rolle der Erde im Weltall fanden ihren starken Widerhall in den sogenannten „heiligen“ religiösen Büchern, die vor langer Zeit geschrieben wurden, damals, als die Wissenschaft erst geboren wurde. So heißt es zum Beispiel in der Bibellegende über die Schöpfung der Erde, daß Gott zur Schöpfung der Erde und ihrer Bewohner mehr Zeit als zur Schöpfung sämtlicher Himmelskörper benötigte.

Unsere heutigen wissenschaftlichen Ansichten über die Erde sind sehr weit von den biblischen und anderen ihnen ähnlichen religiösen Märchen entfernt. Wir wissen, daß die Erde, obwohl ihr Durchmesser fast 13000 km beträgt, winzig und klein ist, nicht nur im Vergleich mit der Sonne, sondern auch verglichen mit einigen Planeten.

Wir wissen, daß, obwohl der Abstand der Erde von der Sonne 150 Millionen Kilometer beträgt, dieser doch um viele Male kleiner ist als der Abstand zu den Sternen, die unvergleichlich größer sind als unsere Erde.

Und endlich wissen wir auch, daß alles im Weltall: die Erde, die Planeten, die Sonne und die Sterne sich in ununterbrochener Bewegung und Veränderung befinden.

So ist also die Erde in keiner Hinsicht die Grundlage des Weltalls, sondern sie ist einer der zahlreichen Satelliten (Wegbegleiter eines Sternes) der Sonne, der sich mit gewaltiger Geschwindigkeit im Weltraum fortbewegt, ähnlich den vielen Millionen anderer gigantischer glühender Kugeln – den Sternen.

In unserem Verlag, dem Verlag der jungen Generation, wird für unsere jungen Leser die „Kleine populärwissenschaftliche Bibliothek“ in den Reihen Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaftswissenschaft herausgegeben.

Alle Jugendlichen werden im Rahmen der Schriftenreihen die Möglichkeit haben, sich durch das Studium dieser allgemeinverständlichen Werke zu bilden oder das bereits angeeignete Wissen zu vertiefen.

Es erscheinen demnächst:

Naturwissenschaft

W. W. Fedynski	Himmelsteine - Meteorite und Meteore
M. Subbotin	Die Entstehung und das Alter der Erde
Schewljakow	Gab es einen Anfang der Welt und wird es ein Ende geben
Woronzow-Weljaminow	Der Aufbau des Weltalls
Aristow	Die Sonne
Michailow	Sonnen- und Mondfinsternisse

Technik

A. Beljakow	Elektrizität rings um uns
W. I. Gaponow	Elektronen
K. A. Gladkow	Fernsehen
A. W. Mesenzew	Das elektrische Auge
Shdanow	Röntgenstrahlen
Gorelik-Lewin	Funkortung

Zum Preis von 0,80 bis 1,- DM durch jede Buchhandlung zu beziehen
Die Reihen werden fortgesetzt



VERLAG NEUES LEBEN BERLIN W 8

Der Verlag der jungen Generation

Preis 0,80 DM