die Bewegung eines Planeten sich zeitweise nicht in derselben Richtung vollzieht wie die der Erde.

3. Der regelmäßige Wechsel der Jahreszeiten auf der Erde. (Vergl. den folgenden § 7.)

§ 7.

Die Zeitrechnung und die Jahreszeiten.

Als Einheit der Zeitrechnung empfiehlt sich eigentlich nur der Sterntag wegen der Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit, mit der sich die Erde um ihre Achse dreht. (Vergl. § 4.) Wir würden aber bei Einführung desselben zur Zeitmessung uns in Widerspruch setzen zu dem Stande der Sonne, deren Licht für die meisten bürgerlichen Verrichtungen notwendig ist. Wenn wir dadurch gedrängt werden, nicht den Sterntag, sondern den Sonnentag als Einheit der Zeitrechnung zu wählen, so dürfen wir uns dabei nicht verhehlen, daß wir damit ein zuverlässiges Maß nicht gewonnen haben, weil die Bewegung der Erde in ihrer Bahn und damit die scheinbare Bewegung der Sonne in der Ekliptik keine gleichmäßige ist, und daher auch die Länge des Sonnentages veränderlich wird. Sie hängt nicht mehr allein von der Drehung der Erde um ihre Achse, sondern auch von dem Fortschreiten der Erde in ihrer Bahn um die Sonne ab. Es handelt sich dabei natürlich nicht um die Länge der Tageszeit im Gegensatz zur Nachtzeit, die dadurch ebenfalls veränderlich wird, sondern um die volle Tageslänge von einer Kulmination der Sonne bis zur nächsten. Da diese Zeit veränderlich ist, kann sie nicht als Einheit der Zeitmessung gewählt werden, sondern man hat dazu eine mittlere Zeiteinheit genommen, den mittleren Sonnentag, der mit dem wahren Sonnentag nur viermal im

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Jahre zusammenfällt, nämlich am 15. April, 15. Juni, 1. September und 24. Dezember. An allen anderen Tagen fällt die Mittagszeit, welche die Uhren angeben, nicht mit der Kulmination der Sonne zusammen, sondern es entstehen Abweichungen von + 14 Minuten bis — 17 Minuten. Eine Tabelle dieser Abweichungen für alle Tage des Jahres findet sich in jedem Kalender. Man nennt sie die Zeitgleichung. (Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.)

Die Abweichung unserer Uhren von der wahren Mittagszeit, wie sie durch die Kulmination der Sonne bestimmt ist, wird neuerdings noch vermehrt durch Einführung der mitteleuropäischen Zeit. Zwei Orte, die auf verschiedenen Meridianen liegen, haben auch zu verschiedenen Zeiten Mittag, da für den östlicher gelegenen die Sonne früher aufgeht, als für den westlicheren. Diese Differenz der Ortszeiten beträgt in Deutschland etwa 1 Stunde. Ein Reisender, der von Königsberg nach Köln reiste, mußte früher seine Uhr fortwährend nachstellen, da er nach Westen reiste. Die Abweichung der Ortszeiten hat sich im Eisenbahnverkehr als so störend erwiesen, daß man seit dem Jahre 1893 für Mitteleuropa eine mittlere Zeit eingeführt hat, nämlich die Ortszeit des 15. Meridians östl. v. Gr. Die Abweichungen der mitteleuropäischen Zeit von der Ortszeit im Osten und Westen unseres Vaterlandes betragen ungefähr 30 Minuten. Zu diesen Abweichungen kommen nun noch die Abweichungen der Zeitgleichung, sodaß die Lage unseres bürgerlichen Mittags oft erheblich von der Kulmination der Sonne abweicht. Am meisten bemerkbar macht sich die doppelte Abweichung in den Wintermonaten Januar und Februar. So z. B. ist die Zeitgleichung am 15. Februar

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

+ 14 Min., die Abweichung der mitteleuropäischen Zeit für Oschersleben beträgt + 16 Min. Wenn also am 15. Februar die Sonne kulminiert, zeigt eine Uhr nach Ortszeit 12 Uhr 14 Min., eine Uhr nach mitteleuropäischer Zeit in Oschersleben 12 Uhr 30 Min. Dadurch wird der Vormittag um eine halbe Stunde verkürzt, der Nachmittag um dieselbe Zeit verlängert, er erscheint also eine Stunde länger als der Vormittag, man bemerkt das Längerwerden der Tage in diesen Monaten besonders am Nachmittage.

Außer der mitteleuropäischen Zeit gibt es auch eine osteuropäische und eine westeuropäische Einheitszeit. Beim Überschreiten der russischen oder französischen Grenze findet ein plötzlicher Sprung von einer Stunde in der Zeitnotierung statt. Da sich die Zeitunterschiede zwischen östlichen und westlichen Orten der ganzen Erde schließlich zu einem vollen Tage summieren, so hat man sich zu der Einführung einer Datumgrenze genötigt gesehen, als welche der 180te Meridian gilt.

Der Wechsel der Jahreszeiten ist nicht nur durch die Bewegung der Erde um die Sonne bedingt, sondern auch durch die schiefe Stellung der Erdachse zu der Erdbahn. Wenn die Erdachse auf der Erdbahn senkrecht stände, so würde zwar auch der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen mit der Horizontalebene allmählich vom Äquator zum Pol abnehmen und dadurch eine ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche bedingt sein (s. Börner, Ph., § 102), es würden sich dann aber Zonen gleicher Erwärmung um die Erde bilden, innerhalb deren das ganze Jahr die klimatischen Verhältnisse unveränderlich sein würden. Dies ändert sich infolge der Neigung der Erdachse wesentlich, da dadurch die Zone der stärksten Erwärmung im Laufe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eines Jahres einmal nach Norden, ein andermal nach Süden verschoben wird.

Die schief stehende Erdachse kann durch parallele Verschiebung in Bezug auf die Sonne drei verschiedene Stellungen annehmen: 1. Nordpol und Südpol sind der Sonne gleich nahe (Frühling- und Herbststellung). 2. Der Nordpol ist der Sonne näher als der Südpol (Sommerstellung). 3. Der Südpol ist der Sonne näher als der Nordpol (Winterstellung). (Die Bezeichnung der Jahreszeiten ist im Sinne unserer Gegend gemeint.) a) Wenn der Nordpol und Südpol der Sonne gleich nahe sind (Tellurium!), so fallen die Sonnenstrahlen in der Äquatorialebene ein (Fig. 4), die Sonne beschreibt am Himmel den Himmelsäquator, geht genau im Osten auf und im Westen unter (Tag- und Nachtgleiche). Legt man in verschiedenen Punkten eine Horizontalebene an die Erde, so zeigt sich, daß in der Äquatorebene die Höhe der Sonne im Mittag 90° ist, die Sonne also im Zenith steht, und daß mit zunehmender Breite die Sonnenstrahlen immer schräger einfallen, der Einfallswinkel oder die Höhe der Sonne im Mittag gleich dem Complementwinkel der geographischen Breite ist. b) Ist der Nordpol der Sonne zugekehrt und der Südpol von ihr abgewendet (Fig. 5), so werden allmählich die Einfallswinkel auf der nördlichen Halbkugel immer größer, und zwar tritt das Maximum des Anwachsens am 21. Juni mittags mit einer Vermehrung um $23^1/_2$° ein. Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen am Nordpol, der im Frühling 0° betrug, ist jetzt auf $23^1/_2$° angewachsen, um den Pol herum liegt eine Zone (Polarzone), beginnend mit einer geographischen Breite von $66^1/_2$°, für welche die Sonne überhaupt nicht untergeht (Mitter-

nachtssonne). Nennen wir die geographische Breite eines Ortes der nördlichen Halbkugel φ, die Schiefe der Ekliptik ε, so ist der Einfallswinkel a der Sonnenstrahlen am Mittag des längsten Tages

$$a = (90^0 - \varphi) + \varepsilon \qquad \text{(Fig. 5).}$$

Die Erdoberfläche wird jetzt senkrecht getroffen von den Sonnenstrahlen in einem nördlich vom Äquator liegenden Parallelkreis (Wendekreis des Krebses) in einer Breite von $23^1/_2{}^0$. Dagegen findet auf der südlichen Halbkugel überall eine Verminderung des Einfallswinkels (im Maximum um $23^1/_2{}^0$) statt, am Äquator beträgt der Einfallswinkel $90^0 - 23^1/_2{}^0 = 66^1/_2{}^0$, um den Südpol herum liegt eine Zone (Polarzone), beginnend mit $66^1/_2{}^0$ südlicher Breite, die ganz im Schatten liegt, für die also die Sonne überhaupt nicht aufgeht. Es muß also im ganzen eine bedeutende Erwärmung auf der nördlichen, eine gleich starke Abkühlung auf der südlichen Halbkugel eintreten, die nördliche hat Sommer, die südliche gleichzeitig Winter.

c) Gerade umgekehrt liegen die Verhältnisse, wenn der Nordpol von der Sonne abgewendet, der Südpol ihr zugekehrt ist (Fig. 6). Sämtliche Einfallswinkel der Sonnenstrahlen im Mittage des 21. Dezember erfahren auf der nördlichen Halbkugel eine Verminderung um $\varepsilon = 23^1/_2{}^0$

$$a = (90^0 - \varphi) - \varepsilon$$

auf der südlichen Halbkugel eine Vermehrung um $23^1/_2{}^0$, die nördliche Halbkugel hat infolge der geringeren Erwärmung Winter, die südliche Sommer.

Senkrecht fallen die Sonnenstrahlen auf eine Zone der südlichen Halbkugel, die mit dem Parallelkreis $66^1/_2{}^0$ südl. Br. abschließt (Wendekreis des Steinbocks).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Polarzone des Nordpols hat jetzt beständig Nacht, die Polarzone des Südpols fortwährend Tag.

Mit der veränderlichen Höhe der Sonne ändert sich auch der tägliche Bogen, den dieselbe über unserem Horizonte beschreibt. Im Sommer geht die Sonne im NO auf, im NW unter, der Tagebogen ist größer als ein Halbkreis. Im Winter geht die Sonne im SO auf und im SO unter, der Tagebogen ist kleiner als ein Halbkreis (vergl. § 4).

§ 8.

Der Mond.

Der Mond nimmt ebenfalls an der allgemeinen scheinbaren Bewegung des Sternenhimmels teil. Eine genauere Beobachtung zeigt uns aber, daß er seinen Platz zwischen den Fixsternen von Tage zu Tage ändert, und zwar in rückläufiger Bewegung um ungefähr 13°. Daher verspätet sich seine Kulmination von Tag zu Tag um etwa 52 Minuten. Der Mond muß also noch eine eigene Bewegung haben. Diese vollzieht sich in einer fast kreisförmigen Ellipse um die Erde herum, die Entfernung des Mondes ist also nicht unveränderlich. (Erdnähe und Erdferne.) Die Ebene der Mondbahn fällt nicht ganz mit der der Erdbahn zusammen, sondern ist um 5° gegen dieselben geneigt. Der Mond befindet sich also bald über, bald unter der Ebene der Ekliptik. Wäre dies nicht der Fall, so müßte bei jedem Umlauf des Mondes eine Mondfinsternis und eine Sonnenfinsternis eintreten. Da der Mond die Erde auf ihrem Laufe um die Sonne begleitet, so beschreibt er in Wirklichkeit keine geschlossene Bahn, sondern eine Schlangenlinie (siehe Atlas).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf