

Tag

zuvor

Zeit | Zeiteinheit

Hauptartikel

Der Wechsel von Tag und Nacht kommt durch die Eigenrotation der Erde zustande. Die Eigenrotation ist eine Form der Bewegung. Das Problem der Bewegung besteht darin, daß man sie nur zwischen 2 Körpern feststellen kann. Stellen Sie sich vor, Sie wären in einem völlig leeren Raum allein, es gibt nichts, woran Sie sich orientieren können. Sie könnten nicht feststellen, ob Sie sich in einem Zustand der Ruhe (Bewegungslosigkeit) oder in einem Zustand der Bewegung befinden. Sie könnten auch nicht feststellen, ob Sie um sich selbst rotieren. Nun führen wir einen zweiten Körper ein. Erst jetzt könnten Sie über eine Abstandsänderung feststellen, ob sich einer der beiden Körper bewegt. Sie können aber immer noch nicht sagen, welcher Körper sich bewegt. Wenn es nur die beiden Körper Erde und Sonne gäbe, kann man nicht auseinanderhalten, ob sich die Sonne um die Erde, oder die Erde um sich selber bewegt. Da es im Weltall aber zum Glück noch viele andere Körper (Sterne und Planeten) gibt, haben die Astronomen und Physiker im Laufe der Zeit die Bewegungen der Himmelskörper entschlüsselt.

siderische Tag

Wie wir im Artikel Zeit gesehen haben, läßt sich die Zeit nur über die Bewegung begreifen (ableiten). Die Eigenrotation der Erde ist eine Form der Bewegung. Eine ganze Umdrehung um sich selber kann man auch als 360° bezeichnen. Eine ganze Eigenrotation der Erde um sich selber nennen wir 1 siderischen

Tag. Siderisch leitet sich vom griechischen 'sideral' ab, was soviel wie 'in Bezug zu einem weit entfernten Stern' bedeutet.

synodische Tag

Synodisch bedeutet so viel, wie in Bezug zur Sonne. Die Sonne ist viel besser zu beobachten, als ein weit entfernter Stern. Den Lauf der Sonne und ihren täglichen Höchststand kann man mit ziemlich einfachen Mitteln bestimmen.

Leider vollführt die Erde aber nicht nur eine Eigenrotation um sich selber, sondern während dieser Eigenrotation auch noch eine Bewegung um die Sonne herum. Aufgrund dieser Bahnbewegung hat die Sonne nach einer 360° Rotation der Erde am nächsten Tag noch nicht wieder den höchsten Punkt ihrer Laufbahn erreicht. Erst nachdem sich die Erde noch um $0,985^\circ$ weiter gedreht (und sich in dieser Zeit auch weiter auf ihrer Bahn bewegt) hat, hat die Sonne wieder ihren höchsten Punkt über dem Horizont erreicht. Die Dauer zwischen 2 Sonnenhöchstständen nennen wir den synodischen Tag.

An sich ist jede Drehung eine einheitenlose Größe, auch wenn wir die Drehwinkel mit der Einheit Grad [$^\circ$] versehen. Da die Eigenrotation mit einer bestimmten Rotations- oder Winkelgeschwindigkeit erfolgt, kommen wir über den Zusammenhang $t = \alpha/\omega$ auf die Zeit und sagen zu 1 synodischen Erdumdrehung (also dann, wenn die Sonne wieder am höchsten steht) 1 Tag.

Der synodische Tag wird in 24 Teile (Stunden) geteilt, die Stunde in 60 Teile (Minuten) und die Minuten wiederum auch in 60 Teile (Sekunden) geteilt. Wenn 1 synodischer Tag einer Drehung um $360,985^\circ$ entspricht, dann entsprechen auch die Teile eines Winkels wieder einem Winkel.

1 synodischer Tag	$360,985^\circ$
1 Stunde	$15,04^\circ$
1 Minute	$0,25^\circ$

1 Sekunde	0,004178°
-----------	-----------

Da der synodische Tag nicht nur von der Rotationsgeschwindigkeit ω der Erde, sondern auch von der Bahngeschwindigkeit v_E abhängt, variiert die Länge (Dauer) eines synodischen Tages permanent, weil sich die Bahngeschwindigkeit der Erde von Bahnpunkt zu Bahnpunkt ändert. Am sonnennächsten Punkt ihrer Umlaufbahn (im Perihel) hat die Erde eine größere Bahngeschwindigkeit als am sonnenfernsten Punkt (dem Aphel). Im Perihel muß sich die Erde nach einer siderischen Umdrehung (360°) also länger 'weiterdrehen' (z.B. $1,1^\circ$) bis die Sonne wieder ihren höchsten Punkt am Horizont erreicht hat, als im Aphel. Dadurch ist der synodische Tag im Perihel länger als im Aphel. Damit haben auch die Teile eines synodischen Tages (Stunde, Minute und Sekunde) von Tag zu Tag eine unterschiedliche Länge (Dauer). Im Perihel dauert eine synodische Umdrehung vielleicht $361,1^\circ$, im Aphel vielleicht nur $360,96^\circ$, eine synodische Sekunde entspricht im Perihel demzufolge $0,004179^\circ$, im Aphel $0,004177^\circ$. Die veränderliche Länge der synodischen Sekunde eignet sich aber nicht zur Festlegung eines Zeitnormals, von dem man eine feste (fixe) Länge / Dauer erwartet. Aus diesem Grund hat man einen anderen konstanten periodischen Vorgang als Zeitnormal festgelegt: die Cäsium-Sekunde (siehe Artikel Sekunde / Cäsium-Normal). Mit diesem fixen Zeitnormal hätte nun aber jeder synodische Tag unterschiedlich viele Cäsium-Sekunden, was für die Angaben von Uhrzeiten sehr unpraktisch wäre. Der 21. Dezember wäre z.B. 86.500 Cäsium-Sekunden lang, der 21. Juni 86.300 Cäsium-Sekunden. Aus diesem Grund hat man sich auf einen Mittelwert geeinigt: Die Dauer von 86.400 Cäsium-Sekunden entsprechen 1 synodischen Tag zur Tag- und Nachtgleiche. Aufgrund dieser Festlegung kommt es nun aber zu dem Phänomenen der Analemma-Bewegung der Sonne zur Mittagszeit nach Cäsium-Normal. Nach der Definition des synodischen Tages wird der höchste Punkt der Sonnenlaufbahn als 12:00 Uhr festgelegt. Trägt man von synodischem Tag zu synodischem Tag die höchsten Punkte ab, ergibt sich eine senkrechte Gerade. Da

der Mittagszeitpunkt jetzt aber durch ein andere Methode bestimmt wird, steht die Sonne um 12:00 Uhr Cäsium-Zeit nicht am höchsten Punkt ihrer Laufbahn, sondern mal davor und mal danach. Nur dadurch ergibt sich diese Analemma-Figur.

Lichte Tag

Als lichten Tag bezeichnen wir die Zeit zwischen Sonnenauf- und -untergang, also jene Zeit, in der das Licht der Sonne zu sehen ist. Aufgrund der Neigung der Erdachse gegenüber der Ebene ihrer Bahn (Ekliptik), die im Raum lagestabil ist (Kreiselprinzip) und ihrer Bewegung um die Sonne kommt es von Bahnpunkt zu Bahnpunkt (von Tag zu Tag) zu unterschiedlichen Sonnenauf- und untergängen. Dieses Phänomen bezeichnen wir dummerweise als Tageslänge: „im Sommer sind die Tage länger als im Winter“, obwohl wir nur die Dauer der Sichtbarkeit der Sonne meinen (und nicht die Dauer eines synodischen Tages). Der 'lichte Tag' ist somit ein Teil des synodischen Tages.

Bei der Wanderung der Sonnenauf- und -untergangspunkte kommt es zu sg. Richtungswechseln, den Sonnenwenden. Im Winter gibt es einen Tag, an dem Sonnenauf- und -untergangspunkt am südlichsten liegen. Die Sonne ist an diesem Tag nur über 90 von 360 Horizontgraden zu sehen. Die Dauer der Sonnensichtbarkeit, der lichte Tag ist also am kürzesten. Von da an werden die lichten Tage wieder länger, weil sich der Sonnenaufgangspunkt infolge der Bahnbewegung der Erde von Tag zu Tag über Osten Richtung Norden – und der Sonnenuntergangspunkt über Westen Richtung Norden – verschiebt, bis wieder ein Punkt erreicht ist, an dem sie ihre nördlichsten Stellungen erreicht haben. Da dieser Tag im Sommer liegt, nennt man diese Wende auch Sommersonnenwende. An diesem Tag ist die Sonne an 270 von 360 Horizontgraden zu sehen, damit ist der längste lichte Tag im Jahr erreicht. Am nächsten Tag dreht sich die Wanderung der Sonnenauf- und untergangspunkte wieder um und die lichten Tage werden wieder kürzer, bis zum Minimum bei der nächsten Wintersonnenwende.

Leider ist die Länge des lichten Tages auch noch von der geografischen Breite abhängig, so daß es keinen Sinn hat, irgendwelche Werte anzugeben. Im Sommer dauert der lichte Tag am Nordpol 24 h (also genauso lange wie 1 synodischer Tag, d.h. die Sonne ist den ganzen Tag zu sehen), im Winter 0 s (Polarnacht, d.h. die Sonne ist den ganzen Tag lang nicht zu sehen).

Als Tag zählte bis zum Mittelalter die Zeit von Sonnenauf- bis zum Sonnenuntergang, welche unabhängig von der Jahreszeit in 12 gleiche Teile (also Stunden) geteilt wurde. Da der lichte Tag im Sommer länger ist als im Winter, war 1 Stunde im Sommer natürlich auch länger als 1 h im Winter. Die Einteilung des lichten Tages machte besondere Schwierigkeiten, da dieser im Sommer fast doppelt so lang ist wie im Winter. Diese Schwierigkeit wurde erst im Mittelalter, mit der Erfindung der Räderuhr, beseitigt.

dunkle Tag

Der 'dunkle Tag' ist jener Teil eines synodischen Tages, bei dem die Sonne unter dem Horizont steht. Für die Dauer des dunklen Tages gilt die Beziehung

$$t_{\text{Nacht}} = t_{\text{synodischer Tag}} - t_{\text{lichter Tag}}$$

Der dunkle Tag ist somit das Komplement (die Ergänzung) des lichten Tages zum synodischen Tag. Werden die lichten Tage länger, wird der dunkle Tag (also die Nacht) kürzer – und umgekehrt.

Querverweise

Zeit | Zeiteinheiten | Stunde | Minute | Sekunde | Uhr