Die Zeit

Autor(en): **Keller, H.-U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **29 (1971)**

Heft 127

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899937

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

29. Jahrgang, Seiten 169–204 Nr. 127, Dezember1971 29e année, pages 169–204, No. 127, décembre 1971

Die Zeit

von H.-U. Keller, Bochum

«Wenn man mich fragt, was Zeit ist, so weiss ich es nicht, wenn man mich aber nicht fragt, so weiss ich es», sagt Augustinus. Um den Begriff Zeit und alle damit zusammenhängenden Probleme befriedigend zu erklären, haben sich die Philosophen jahrtausendelang vergeblich bemüht. Aber auch der physikalische Begriff «Zeit» entzog sich lange einer scharfen Definition. Erst mit Hilfe der Thermodynamik ist es gelungen, den naturwissenschaftlichen Zeitbegriff klar zu formulieren, worauf aber hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die Zeitbestimmung ist seit altersher eine Domäne der Astronomie. Hier zeigt sich auch, dass die Astronomen nicht nur eine esoterische Wissenschaft pflegen, sondern dass die Astronomie durchaus eine praktische Seite aufweist, wie beispielsweise die Zeitbestimmung, die für das tägliche Leben von grosser Wichtigkeit ist.

Gerade der Amateurastronom sollte die wichtigsten Tatsachen des astronomischen Zeitbegriffes kennen, einmal weil er sie bei seiner Arbeit ständig benötigt zum anderen, weil er als Astronom leicht in die Lage kommen kann, interessierten Laien die praktische Bedeutung der Astronomie vor Augen zu führen.

Um eine Zeiteinteilung und -zählung zu ermöglichen, bieten sich hauptsächlich drei astronomische, periodische Vorgänge an: Der Wechsel von Tag und Nacht, die Lichtgestalten des Mondes und die Erscheinung der Jahreszeiten. Schon in grauer Vorzeit haben unsere Ahnen diese natürlichen Zeitmarken verwendet. Heute schätzt der Historiker vielfach die Kulturhöhe eines Volkes nach dem Kalender ein, den es hatte und zu gebrauchen verstand.

Prinzipiell beruhen die modernen astronomischen Zeitbestimmungen auf den gleichen Naturvorgängen: Der Erdrotation, der periodischen Änderung des Phasenwinkels des Mondes und der Erdrevolution, also des Umlaufs der Erde um die Sonne.

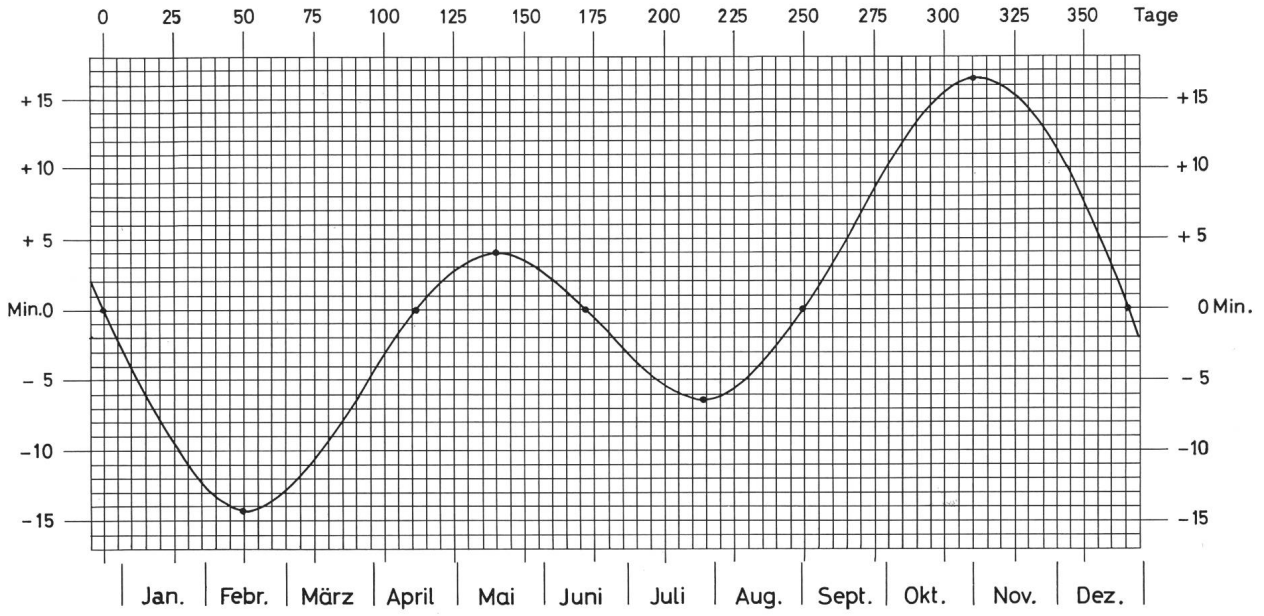
Unter Verwendung der Erdrotation lassen sich fünf Zeitintervalle definieren:

1. *Wahrer Sonnentag*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen der wahren Sonne.
2. *Mittlerer Sonnentag*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen der mittleren Sonne.
   = per definitionem $24^h00^m00^s,00$ Sonnenzeit.
   = $24^h03^m56^s,555$ in Sternzeit.
3. *Wahrer Sterntag*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen des wahren Frühlingspunktes.
4. *Mittlerer Sterntag*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen des mittleren Frühlingspunktes.
   = per definitionem $24^h00^m00^s,00$ Sternzeit.
   = $23^h56^m04^s,091$ in Sonnenzeit.
5. *Siderische Erdrotation*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen eines Fixsternes mit verschwindender Eigenbewegung (EB = 0).
   = $23^h56^m04^s,100$ in Sonnenzeit.

Der mittlere Sonnentag und der mittlere Sterntag sind Zeitintervalle von konstanter Länge und sind daher für die Zeitrechnung besonders gut brauchbar. Sie sind hingegen nicht beobachtbar. Beobachtbar sind der wahre Sonnentag und die siderische Erdrotation, die im Mittel nur um 0,009 Sekunden länger dauert als der mittlere Sterntag angibt.

Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Zeitbestimmung nach der Erdrotation meridianabhängig ist. Die Sonnenzeit wird repräsentiert durch den Stundenwinkel der Sonne vermehrt um zwölf (nach Beschluss der IAU von 1925), als Sternzeit gilt der Stundenwinkel des Frühlingspunktes. Die obere Kulmination der wahren Sonne entspricht dann 12 Uhr wahrer Sonnenzeit, die des wahren Frühlingspunktes 0 Uhr wahrer Sternzeit. Da der Stundenwinkel eines Gestirnes von der geographischen Länge abhängt, handelt es sich hier um Ortszeiten. Für den gleichen Meridian (= gleiche geographische Länge) gelten dieselben Sonnen- und Sternzeiten, die, wie eben erwähnt, als Ortszeiten

Die Zeitgleichung



bezeichnet werden. Eine Längendifferenz von 15° entspricht dann einer Differenz der Ortszeiten von einer Stunde. Für die Sternzeit gibt es nur Ortszeiten und es ist daher unbedingt notwendig, bei jeder Sternzeitangabe auch den Meridian (Standort des Beobachters) zu vermerken, wobei die Genauigkeit der Ortsangabe jener der Sternzeit entsprechen muss.

Aus verkehrstechnischen Gründen wurden für die mittlere Sonnenzeit sogenannte Zonenzeiten geschaffen. Laut Übereinkunft gilt für alle ungefähr 15° breiten Zonen innerhalb einer jeden die gleiche mittlere Sonnenzeit. An der Grenze zweier Zonen springt also die mittlere Sonnenzeit um eine Stunde, und zwar ist beim Überschreiten der Grenze von West nach Ost eine Stunde zu addieren, beim Überschreiten von Ost nach West ist eine Stunde zu subtrahieren. Uhren in östlicheren Zeitzonen gehen voraus, in westlicheren gehen sie nach und zwar um soviel Stunden, wie Zeitzonengrenzen zu überschreiten sind.

Die mittlere Sonnenzeit des Meridians der alten Sternwarte von Greenwich (England) (= 0° geograph. Länge) wird auch als Weltzeit (WZ) oder Universal Time (UT) bezeichnet und ist gleichzeitig die Zonenzeit für Westeuropa (WEZ). Für die mitteleuropäische Zonenzeit (MEZ) gilt die Sonnenzeit des 15° Meridians (östl. von Greenwich), für die osteuropäische Zonenzeit (OEZ) gilt die Sonnenzeit des 30° Meridians (östl. von Greenwich) usw. Ein Verzeichnis der Zeitzonen bzw. eine Übersichtskarte sind in jedem guten geographischen Atlas zu finden.

Die mittlere Sonnenzeit für einen bestimmten Meridian wird als mittlere Ortszeit (MOZ), die wahre Sonnenzeit für einen bestimmten Meridian als wahre Ortszeit (WOZ) bezeichnet. Die Differenz wahre Ortszeit minus mittlerer Ortszeit wird Zeitgleichung (ZGL) genannt.

$$\text{WOZ} - \text{MOZ} = \text{ZGL}$$

Ist die Zeitgleichung positiv, so geht die wahre Sonne früher durch den Meridian als die mittlere Sonne, die Sonnenuhr, die ja wahre Sonnenzeit anzeigt, geht vor. Negative Zeitgleichung bedeutet ein Nachgehen der Sonnenuhr gegenüber den nach mittlerer Zeit laufenden Uhren. In der folgenden Tabelle sind die Extrema und Nullstellen der Zeitgleichung im Laufe eines Jahres angegeben:

Extrema		Nullstellen
12. II.	-15^m	16. IV.
15. V.	$+4^m$	15. VI.
27. VII.	-6^m	2. IX.
4. XI.	$+17^m$	26. XII.

Die mittlere Sonnenzeit richtet sich nach einer fiktiven mittleren Sonne, die mit gleichmässiger Geschwindigkeit den Grosskreis Himmelsäquator im Laufe eines Jahres durchwandert, während die wahre Sonne den Grosskreis der Ekliptik im Laufe eines Jahres zurücklegt. Da nun die Ekliptik um rund 23°,5 gegen den Himmelsäquator geneigt ist, so werden gleich lange Strecken auf der Ekliptik durch Projektion auf den Himmelsäquator hier nicht gleich langen Strecken entsprechen. Da aber das Äquatorsystem zur Zeitbestimmung herangezogen wird (siehe obige Definition: Stundenwinkel der Sonne + 12 = Sonnenzeit) ergibt dies eine Differenz (mit halbjähriger Periode) zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit. Dies bildet

die Hauptursache der Zeitgleichung. Hinzu kommt noch als zweiter Grund die Tatsache, dass die wahre Sonne die Ekliptik nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchwandert, sondern infolge der Elliptizität der Erdbahn (numerische Exzentrizität: 0,01673) nach dem zweiten Keplerschen Gesetz im Aphel langsamer läuft als im Perihel (ganzjährige Periode; Amplitude 16^s).

Da die wahre Sonne sich täglich auf der Ekliptik vom Frühlingspunkt um durchschnittlich ein Grad in östlicher Richtung entfernt und die Erdrotation ebenfalls in Richtung Osten erfolgt, so ist der mittlere Sterntag um $3^m56^s,555$ (in Sternzeit gemessen) kürzer als ein mittlerer Sonnentag. Wahrer und mittlerer Sterntag unterscheiden sich nur geringfügig voneinander. Der mittlere Sterntag gilt als Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen des von der Nutation befreiten (= mittleren) Frühlingspunktes. Laut Definition (siehe oben) hat ein mittlerer Sonnentag 24 Sonnenzeitstunden und ein Sterntag dauert 24 Sternzeitstunden. Man hat also streng zu unterscheiden zwischen Sonnenzeitstunden, -minuten und -sekunden sowie Sternzeitstunden, -minuten und -sekunden, die kürzer sind als die entsprechenden Sonnenzeiteinheiten. Einer Sonnenzeitstunde entspricht $1^h00^m09^s,86$ in Sternzeit. Dass eine Sternzeitsekunde kürzer ist als eine Sonnenzeitsekunde kann man gut beobachten, wenn man zwei Pendeluhren, eine für Sonnenzeit und eine für Sternzeit, nebeneinander hängen hat und die Sekundenschläge vergleicht. – Wie man sich leicht überlegt, entsprechen 366 Sterntage 365 Sonnentagen.

Für jeden Astronomen ist es wichtig, die Umrechnung von mittlerer Sonnenzeit (Orts- oder Zonenzeit) in mittlere Sternzeit et vice versa zu beherrschen. Hiebei werden als Hilfsmittel Tafeln benötigt, die es gestatten Sonnenzeitstunden, -minuten und -sekunden in entsprechende Sternzeiteinheiten und umgekehrt zu verwandeln. Ferner braucht man die Sternzeit um 0^h Weltzeit (UT) eines jeden Tages im Jahr, die man einem Jahrbuch entnehme und die Kenntnis der geographischen Länge λ des Beobachtungsortes.

Umrechnung von MEZ in Sternzeit für die geographische Länge: Zunächst wird die MEZ auf Weltzeit gebracht (eine Stunde abziehen), dann werden die Stunden, die seit 0^h UT vergangen sind (= Weltzeit) mit Hilfe einer Korrektion (Δ korr), die man einer Umrechnungstafel entnehme, in Sternzeitstunden verwandelt. Hinzugezählt werden muss noch der Wert der Sternzeit, der um 0^h UT an dem betreffenden Tag am Meridian von Greenwich ($\lambda = 0°$) gilt (dieser Wert ist dem Jahrbuch zu entnehmen), und man erhält die Sternzeit in Greenwich für die oben verwendete MEZ. Für den Beobachtungsort ist nun noch λ anzubringen und zwar positiv für Orte östlich von Greenwich und negativ für Orte westlich von Greenwich (siehe Schema). Für die Berechnung der MEZ aus der Ortssternzeit (eine Aufgabe, die bei der Zeitbestimmung vorkommt) gehe man umgekehrt vor.

Verwandlung von MEZ in Ortssternzeit:

	MEZ	
$-$	1^h	
	UT	Weltzeit in Sonnenzeitstunden
$+\Delta$	korr	Verwandlung Sonnenzeitstunden in Sternzeitstunden /Tafel!
$+$	ST	Sternzeit 0^h UT für Greenwich am Berechnungstage (siehe Jahrbuch)
	ST′	in Greenwich
$\pm$	λ	geograph. Länge: $^{+\text{ östlich}}_{-\text{ westlich}}$ von Greenwich

Ortssternzeit für (MEZ, λ).

Die siderische Erdrotation (Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Meridiandurchgängen eines Fixsternes mit verschwindender Eigenbewegung) unterscheidet sich vom mittlerer Sterntag infolge der Lunisolarpräzession. Der Unterschied, der pro Sterntag 0,009 Sekunden ausmacht, wächst in 25 784 Jahren zu einem ganzen Tag an.

Mit Hilfe der Umlaufsbewegung der Erde um die Sonne (Erdrevolution) lassen sich ebenfalls Zeitintervalle definieren. Folgende stehen gegenwärtig in Gebrauch:

1. *Tropisches Jahr*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der mittleren Sonne durch den mittleren Frühlingspunkt.
   = $365^d,242\,198\,79 - 0^d,000\,000\,061\,4 \times t$.
2. *Siderisches Jahr*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vorübergängen der mittleren Sonne an einem Fixstern mit verschwindender Eigenbewegung.
   = $365^d,256\,360\,42 + 0^d,000\,000\,001\,1 \times t$
3. *Anomalistisches Jahr*
   = Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der Erde durch das Perihel.
   = $365^d,259\,641\,34 + 0^d,000\,003\,04 + t$.
4. *Julianisches Jahr*
   = per definitionem $365^d,2500$.
5. *Gregorianisches Jahr*
   = per definitionem 365^d, 2425.
   (d – dies; t – Tropische Jahrhunderte).

Das in der Astronomie am meisten verwendete Jahr ist das tropische Jahr, was auch dann zu benutzen ist, wenn keine näheren Angaben über das Jahr, welches bei irgendwelchen Definitionen vorkommt, gegeben sind. Die Definition des Julianischen und Gregorianischen Jahres hat historische Gründe, die das Kalenderwesen betreffen. Die Bezeichnung erfolgt nach

Gaius Julius Caesar und Papst Gregor XIII., der die nach ihm benannte Kalenderreform des Jahres 1582 veranlasste. Das Julianische Jahr hat heute in der Himmelsmechanik noch eine gewisse Bedeutung. Das Gregorianische Jahr, nach dem sich unser heutiger Kalender richtet, unterscheidet sich nur wenig vom tropischen Jahr: 10 000 tropische Jahre sind nur drei Tage kürzer als 10 000 Gregorianische Jahre.

Die Differenzen in den Längen des tropischen, siderischen und anomalistischen Jahres werden durch die Präzession der Erdachse und das Vorrücken des Erdbahnperihels bewirkt. Aus diesen Bewegungen lassen sich die drei sogenannten «Grossen Jahre» ableiten:

Platonisches Jahr
= siderische Umlaufszeit des wahren Frühlingspunktes (rückläufige Bewegung).
= 25 784 ᵃ.

Euklidisches Jahr
= siderische Umlaufszeit des Erdbahnperihels (rechtläufige Bewegung).
= 111 270 ᵃ.

Pythagoreisches Jahr
= tropische Umlaufszeit des Erdbahnperihels (rechtläufige Bewegung).
= 20 934 ᵃ.

Während das bürgerliche Jahr am 1. Januar 0^h beginnt, gilt für den Beginn des astronomischen Jahres (auch Besselsches Jahr genannt) derjenige Zeitpunkt, zu dem die mittlere Sonne die Rektaszension 280° (unter Berücksichtigung der Aberration –20″,47) erreicht hat. Die Angabe des Äquinox bezieht sich jeweils auf den Beginn des Besselschen Jahres (z. B. für die Präzession). Die Differenz zwischen bürgerlichem Jahresanfang und Beginn des Besselschen Jahres wird als dies reductus bezeichnet (Beispiel: 1949,0 = 1949 Januar 0^d,681 WZ – dies reductus = 0,681). – In den grösseren astronomischen Jahrbüchern sind für 0^h WZ eines jeden Tages der entsprechende Jahresbruchteil angegeben, was vor allem für die Himmelsmechanik wichtig ist.

Eine sehr praktische und oft gebrauchte Einrichtung ist die Julianische Tageszählung, auch unter der weniger glücklichen Bezeichnung Julianisches Datum (J.D.) bekannt. Sie darf nicht verwechselt werden mit dem Julianischen Kalender (nach Gaius Julius Caesar), mit dem sie überhaupt nichts gemein hat. Unter der Julianischen Tageszählung versteht man die fortlaufende Numerierung der einzelnen mittleren Sonnentage, ohne Monats- und Jahreszählung. Sie wurde im Jahre 1581 von Joseph Justus Scaliger, einem Berater von Papst Gregor XIII. (Kalenderreform!) eingeführt. Anfangspunkt der Tageszählung ist der mittlere Mittag des 1. Januar 4713 vor Christus. Jeder seit diesem Augenblick verflossene mittlere Sonnentag besitzt also eine Ordnungszahl, die als Julianisches Datum bezeichnet wird. Die Tageszählung beginnt stets mittags, der Vormittag zählt zum vorigen Tag, wie es bis 1925 in der Astronomie allgemein üblich war. Es ist also 2 439 491.5 J.D. gleich dem 1. Januar 1967 0^h bürgerlicher Zeitrechnung. Besonders bei Rück- oder Vorausberechnung periodischer astronomischer Vorgänge (Mondphasen, Lichtwechsel veränderlicher Sterne usw.) wird die Julianische Tageszählung erfolgreich angewendet. Auch lässt sich der Wochentag leicht bestimmen: Man dividiert das J.D. durch 7. Ist der Rest 0, so ist der Tag ein Montag, Rest 1 = Dienstag etc.

Die Definition von Zeitintervallen aufgrund der Erdrotation kann heute für strenge Maßstäbe der Genauigkeit nicht mehr als befriedigend angesehen werden. Schon im Jahre 1963 fand Edmund Halley eine Beschleunigung der Mondbewegung, die in der Folge als Akzeleration des Mondes in die Literatur eingegangen ist. Der Mond läuft offensichtlich rascher, als die klassische Theorie es verlangt. Halley stellte fest, dass der beobachtete Mond gegenüber dem vorausberechneten Mondort in 3 000 Jahren einen Vorsprung von fast 1°,5 (= sechs Vollmonddurchmesser) erzielte. Das entspricht einer zusätzlichen, durchschnittlichen Bewegung von 12″,3 im Jahrhundert. Ein Anteil, der ungefähr die Hälfte dieses Betrages ausmacht, nämlich 6″,0, kann durch die säkulare Änderung der Mondbahnelemente infolge der gegenwärtigen Abnahme der Erdbahnexzentrizität erklärt werden. Ein weiterer, kleiner Teil von 1″,1 pro Jahrhundert wird durch die Präzession bewirkt.

Der Rest von 5″,2 wird durch die Änderung des verwendeten Zeitmasses, also der Verlängerung des Sterntages und damit des mittleren Sonnentages hervorgerufen. Dies kann aber nur auf einer Abbremsung der Erdrotation durch die Gezeitenreibung beruhen. Nach dem II. Impulssatz der Mechanik (Satz von der Erhaltung des Drehimpulses) muss sich infolgedessen die Mondbahngeschwindigkeit verringern, was sich in einer langsamen Entfernung des Mondes von der Erde kundtut. Dieser letzte Effekt ist allerdings der Akzeleration entgegengesetzt. Die algebraische Summe ergibt dann den erwähnten Rest von 5″,2.

Durch entsprechend genaue Beobachtungen wurde die Erscheinung der Akzeleration auch bei den inneren Planeten und der Sonne festgestellt, was als Bestätigung für die Theorie der abnehmenden Rotationsdauer der Erde angesehen werden kann.

Für die Astronomie ist aber der Besitz eines streng gleichförmigen Zeitmasses unerlässlich. Die bisherige Definition der Zeitsekunde (1/86 400 eines mittleren Sonnentages) ist daher für die Definition einer Inertialzeit unbrauchbar. Für ein streng gleichförmiges Zeitmass wird heute die sogenannte Ephemeridensekunde benützt, die definiert wird als 1/31 556 925,9747 des tropischen Jahres 1900 Januar 0, 12^h Ephemeridenzeit. Da für die Weltzeit die alte Sekundendefinition gilt, so muss mit vorschreitender Zeit die Differenz Δt zwischen Ephemeridenzeit und Weltzeit (UT) anwachsen.

Laut Definition

$$\Delta t = EZ - UT$$

ist zur Berechnung von Δt die Kenntnis der Weltzeit notwendig, was hingegen auf grundsätzliche Schwierigkeiten stösst. Mit Hilfe sehr genauer Uhren (Caesiumuhren) und exakter Breitenbeobachtungen findet man, dass erstens die Dauer einer siderischen Erdrotation beeinflusst wird durch die CHANDLERsche Polschwankung (die eigentliche Präzession der Erde nach der Theorie des schweren Kreisels) und durch teils unregelmässige, teils periodische (jahreszeitliche) Schwankungen der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde. Auf die physikalischen Ursachen kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden. Erwähnt werden soll, dass die Erduhr Ende Mai um $0^s,06$ nachgeht, während sie Ende Oktober etwa $0^s,05$ vorgeht. Diese Werte sind allerdings nicht in jedem Jahr gleich und wurden schon mit Hilfe von Quarzuhren bestimmt.

Heute gelingt es, unter Verwendung moderner Geräte wie Caesium-Uhren und photographischer Zenitteleskope die Zeitbestimmung sehr genau durchzuführen. Nach J. LARINK überschreitet der mittlere Fehler im Laufe einer Nacht den Wert $\pm 0^s,006$ kaum. Mit Hilfe dieser Einrichtungen ist es möglich, die Weltzeit (UT) stets zu korrigieren. Es stehen daher heute drei Weltzeiten in Gebrauch:

UT 0 = Stundenwinkel der mittleren Sonne + 12 für den Meridian von Greenwich = Mittlere Zeit Greenwich gezählt von Mitternacht.
UT 1 = UT 0 verbessert für die Polschwankung.
UT 2 = UT 1 verbessert für die extrapolierte jahreszeitliche Schwankung der Erdrotation.

Die Ephemeridenzeit wird nun definiert zu

$$EZ = UT\,2 + \Delta t,$$

wobei einer Bestimmung von Δt nichts mehr im Wege steht.

Nach S. JONES erhält man für Δt:

$$\Delta t = +24^s,349 + 72^s,316.T + 29^s,949.T^2 + 1,8214\ B''/1''.$$

T – Zeit in Julianischen Jahrhunderten, die seit 1900 Januar 0,5 UT verflossen ist.
B – Konstante: berücksichtigt die Fluktuationen der Erdrotation.

Den extrapolierten Wert für Δt findet man für jedes Jahr in den Jahrbüchern angegeben. Für 1967,5 ist $\Delta t = +37^s$. Die genaue Bestimmung von Δt kann, wie leicht einzusehen, erst im Nachhinein aufgrund exakter Beobachtungen erfolgen.

Seit 1955 wird die Frequenz 9 192 631 770 Hz der Caesiumlinie λ 3,26125 cm als Mass für die Ephemeridensekunde verwendet. Sie ist damit nicht mehr astronomisch sondern physikalisch definiert. Seit der 12. Generalversammlung für Mass und Gewicht im Oktober 1964 wird diese Frequenz für alle physikalischen Zeitmessungen als Mass benutzt. Die rein astronomisch abgeleitete Korrektion Δt weicht bisher nur um Geringes von dem mit Hilfe der Caesium-Uhr bestimmten Δt ab. Die Abweichung liegt in der Grössenordnung von $\pm 0,2$ Sekunden, was einer Unsicherheit des Mondortes um $\pm 0'',1$ entspricht. Dies liegt gerade an der Grenze der Beobachtungsgenauigkeit. Für die bürgerliche Zeitrechnung und die meisten astronomischen Bereiche genügt allerdings die Weltzeit 0 bei weitem und wird auch fernerhin verwendet.

Adresse des Verfassers: Dr. HANS-ULRICH KELLER, Sternwarte und Planetarium der Stadt Bochum, Castroper Strasse 67, D 4630 Bochum, B.R.D.

Der Komet TOBA, 1971 a

von TH. KLEINE, Stade

Am 7. März 1971 entdeckte der Japaner TOBA den ersten Kometen dieses Jahres im westlichen Teil des Pegasus am Morgenhimmel als ein Objekt 10. Grösse[1]). Die ersten Bahnberechnungen ergaben, dass dieser Komet sein Perihel am 17. April 1971 in einem Sonnenabstand von 1.23 AE durchlaufen würde, während seine kleinste Erddistanz mit 0.72 AE am 9. Juni 1971 zu erwarten war[1]). Zu diesem Zeitpunkt war indessen seine Sichtbarkeit auf die Südhalbkugel beschränkt.

Im folgenden soll am Beispiel dieses Kometen auf die Probleme seiner Beobachtungen und deren Auswertungen eingegangen werden. Die Daten sind dem Zirkular der ALPO Comets Section[2]) vom 26. Juli 1971 entnommen; die 57 visuellen Schätzungen von 9 Beobachtern sind durch 7 Aufnahmen des Verfassers mit einem Teleobjektiv von 240 mm Brennweite auf Kodak Recording 2475-Film ergänzt, die nach Beseitigung eines systematischen Fehlers von $+0.1^m$ eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen zeigen.

Es sei jedoch auf die Fehlermöglichkeiten bei der *Helligkeitsbestimmung* derartiger Objekte hingewiesen. Bekanntlich gilt für flächenhafte Objekte die Abhän-