

Haben Sie mal die genaue Zeit ?



W. Quester, BAV-Tagung Jena 2012, ergänzt Juli 2015



Haben Sie mal die genaue Zeit?

A) Von UTC und Schaltsekunden

B) Genauigkeit der Zeitmessung

C) Statistik: Fehler von Max/Minzeiten

(A: UTC usw)

Wie messen wir die Zeit?

Nach dem Sonnenstand mit „gewöhnlichen“ Uhren

Grundlage ist die Erdrotation mit der festen Tageslänge von
86 400 Sek. Sie wird als **UT1** gemessen
Leider verlangsamt sich die Erdrotation

(A: UTC usw)

Wie messen wir die Zeit?

Nach dem Sonnenstand mit „gewöhnlichen“ Uhren

Grundlage ist die Erdrotation mit der festen Tageslänge von 86 400 Sek. Sie wird als **UT1** gemessen
Leider verlangsamt sich die Erdrotation

Mit Atomuhren

Die Sekunde ist als konstante, von der Erdrotation unabhängige Größe definiert. Das Zeitmaß wurde 1960 eingeführt und wird **TAI** (Temps Atomique International) genannt.

Zur Anpassung an die Erdrotation und damit an die „bürgerliche“ Zeitrechnung werden **Schaltsekunden** eingeführt, um die Differenz **TAI – UT1 = $\pm 0,9 \text{ Sek}$ zu halten.**

Die so bestimmte Zeit wird als **UTC** bezeichnet. Es ist die Zeit, die unsere Funkuhren anzeigen.

Seit 30 Juni 2012, 24:00 UTC gilt $\text{TAI} - \text{UTC} = 35,0 \text{ Sek}$

ACHTUNG: Zusätzlichen Schaltsekunde seit 30. Juni 2015, 23:59:59

(A: UTC usw)

Astronomen rechnen anders

Astronomen nutzen als Zeitmaß die **Terrestrial Time TT**:

$$TT = TAI + 32,184 \text{ Sek}$$

oder

$$TT = UTC + 67,184 \text{ Sek.}$$

oder auch

$$TT = JD + 0,000\ 778$$

(Seit 1. Juli 2012)

ACHTUNG: Am 30. Juni 2015 um 23:59:59 UTC wurde erneut eine Schaltsekunde eingeführt. Bis auf weiteres gilt

$$TT = JD + 0,000\ 79$$

(A: UTC usw)

Astronomen rechnen anders

Vollständige Zeitangaben auf einer Lichtkurve für die BAV.

Min II:	22:28:00	UTC,	JD geo:	2455988,4361		
			JD hel:	2455988,4418	± 0,0005	
			JD (TT) hel:	2455988,4426	± 0,0005	

(AP Leo am 1. 3. 2012)

(A: UTC usw)

Wo ist das Problem?

Die Verlängerung der Erdrotation lässt sich nicht voraussagen.

Schaltsekunden lassen sich nicht mit einem festen Algorithmus vorausberechnen; menschliches Handeln ist bei Bedarf nötig.

(A: UTC usw)

Wo ist das Problem?

Die Verlängerung der Erdrotation lässt sich nicht voraussagen.

Schaltsekunden lassen sich nicht mit einem festen Algorithmus vorausberechnen; menschliches Handeln ist bei Bedarf nötig.



**Versuchen Sie, das JD des
30. Juni 2012, 23:59:60,5 UTC
zu berechnen.**

(A: UTC usw)

Wo ist das Problem?

Die Verlängerung der Erdrotation lässt sich nicht voraussagen.

Schaltsekunden lassen sich nicht mit einem festen Algorithmus vorausberechnen; menschliches Handeln ist bei Bedarf nötig.

Die „Telekommunikationsbranche“ ist daran interessiert, die Zeitmessung völlig zu automatisieren.

Ihr Vorschlag: Trennung der bürgerlichen Zeitrechnung von wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Zeitmessung.

Folge: Wir müssten eine zusätzliche Uhr haben, die nur Sekunden bzw. deren Vielfache anzeigt.

(B: Genauigkeit)

Wie genau messen wir?

(Eastman J et al. arXiv:1005.4414v3)

$$BJD_{TDB} = JD_{UTC} + \Delta_{R\odot} + \Delta_C + \Delta_{S\odot} + \Delta_{E\odot},$$

(B: Genauigkeit)

Wie genau messen wir?

(Eastman J et al. arXiv:1005.4414v3)

$$BJD_{TDB} = JD_{UTC} + \Delta_{R\odot} + \Delta_C + \Delta_{S\odot} + \Delta_{E\odot},$$

|
HK+

32,184 + N_{leap} Sek

Relativistische
Effekte

Welche Einflüsse bestimmen unsere Genauigkeit?

Bahn der Erde um die Sonne: Amplitude 8,3 Minuten = 0,005 78 d

Bahn der Sonne um das Baryzentrum: Ampl. 4 Sek. = 0,000 05 d

Relativistische Effekte sind <1 Sek

(B: Genauigkeit)

Wie genau messen wir?

1 Sek = 0,0000 116 d, 1 Min = 0,0006 944 d

Angabe von Max/Minzeiten auf 4 Stellen

ist auf

0,0001 042 d = 9 Sek

genau

Einige Definitionen (1)

Normalverteilung, Gauß-Verteilung: Verteilung für eine Reihe unendlich vieler Messungen, die vielen kleinen zufälligen Abweichungen unterliegen.

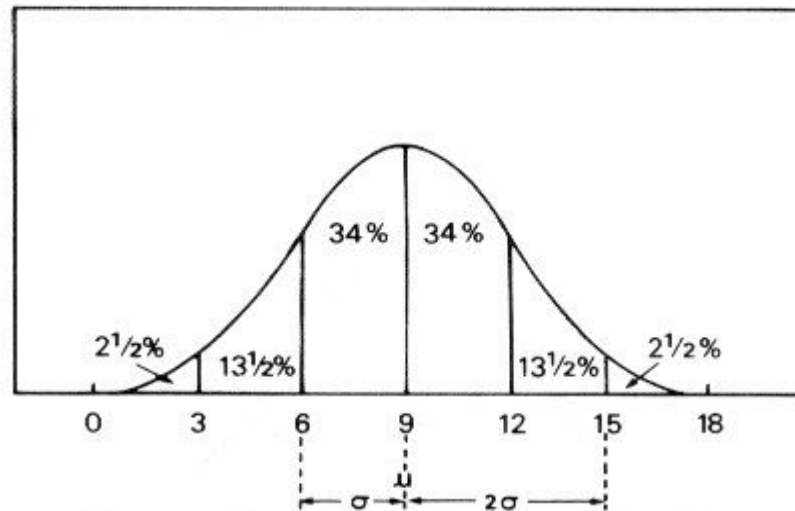


Abb. 5–2. Normalverteilung mit Mittelwert 9 und Standardabweichung 3.

(EHRENBERG A S C: Statistik oder der Umgang mit Daten; VCHVerlag 1986)

Theoretisch liegt nur 1 Messwert von 10 000 weiter als $3,9 \sigma$ vom Mittelwert entfernt.

(C: Statistik)

Einige Definitionen (2)

Mittelwert \bar{X} einer Reihe aus n Messwerten $x_1 \dots x_n$:

$$\bar{X} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i)$$

Spannweite: Differenz zwischen dem größten und kleinsten der n Messwerte:

$$R_n = x_{\max} - x_{\min}$$

Standardabweichung: Gebräuchlichstes Maß für die Streuung

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

(C: Statistik)

Fehlerangaben in BAV Mitteilungen

Max/Min Fehler aus verschiedenen BAV Mitteilungen (IBVS)

IT Her: 0,0001 – 0,0046; Filter o, -Ir
XXCyg: 0,0004 – 0,0050; Filter V

IP Peg: 0,0004 - 0,0028
eta Aql: +- 0,00 ??? vis.

TY Boo: 0,0002 – 0,0046; Filter V, -Ir
GP And: 0,0004 – 0,0060; Filter o, V

UV Leo: 0,0003 – 0,0035, Filter V,o
DYPeg: 0,0006 – 0,0027, Filter V

TU UMa: 0,0005 – 0,0035; Filter o, V

(C: Statistik)

Fehlerangaben in BAV Mitteilungen

Max/Min Fehler aus verschiedenen BAV Mitteilungen (IBVS)

IT Her: 0,0001 – 0,0046; Filter o, -lr
XXCyg: 0,0004 – 0,0050; Filter V

IP Peg: 0,0004 - 0,0028
eta Aql: +- 0,00 ???

TY Boo: 0,0002 – 0,0046; Filter V, -lr
GP And: 0,0004 – 0,0060; Filter o, V

UV Leo: 0,0003 – 0,0035, Filter V,o
DYPeg: 0,0006 – 0,0027, Filter V

TU UMa: 0,0005 – 0,0035; Filter o, V

Manche Beobachter geben die Spannweite ihrer Max/Min-Zeiten als Fehler an.

Zusammenfassung

A: UTC usw

Wie lange wird „JD hel“ noch akzeptiert?
Empfehlung: „TT hel“ angeben.

B: Genauigkeit

Im Normalfall ist Max/Min-Zeit auf 4 Dezimalen OK.

C: Statistik

Standardabweichung der Max/Min-Zeit angeben.

LITERATUR zu A), B)

Finkleman D, Allen S, Seago J H, Seaman R, Seidelman P K:
The Future of Time: UTC and the Leap Second
American Scientist Vol. 99, No. 4 (2011), 312-319 oder ArXiv:1106.3141

Eastman J, Siverd R, Gaudi B S:
Achieving better than 1 Minute Accuracy in the Heliocentric and Barycentric Julian Dates
ArXiv:1005.4415v3

BAV Einführung in die Beobachtung Veränderlicher Sterne
4.Aufl. 2009, BAV Selbstverlag

Quester W: Zeitangaben bei der Veränderlichenbeobachtung
BAVR 56,2, 123 ff. (2007)

Zejda M, Domingo A: reference frame and the time standard used in INTEGRAL/OMC datasets
IBVS 5996 (2011)

Suche LEAP SECOND im Internet

LITERATUR zu C)

Ehrenberg A S C: Statistik oder der Umgang mit Daten
1. Aufl., VCH Weinheim, 1986

Begriffserläuterungen und Formelzeichen im Bereich der Statistischen Qualitätskontrolle
Dt. Arbeitsgemeinschaft für Statistische Qualitätskontrolle, 1. Aufl

Andrae R: Error estimation in astronomy: A guide
ArXiv:1009.2755v3

<http://leapsecond.com/java/gpsclock.htm>

The following are based on your PC clock:

local	2012-07-01 09:18:57	Sunday	day 183	timezone UTC+2
UTC	2012-07-01 07:18:57	Sunday	day 183	MJD 56109.30482
GPS	2012-07-01 07:19:13	week 1695	26353 s	cycle 1 week 0671 day 0
Loran	2012-07-01 07:19:22	GRI 9940	438 s until	next TOC 07:26:15 UTC
TAI	2012-07-01 07:19:32	Sunday	day 183	35 leap seconds

- **Local** time is the date/time reported by your PC (as seen by your web browser). If your PC clock is accurate to a second then the other time scales displayed above will also be accurate to within one second.
- **UTC**, Coordinated Universal Time, popularly known as GMT (Greenwich Mean Time), or *Zulu* time. Local time differs from UTC by the number of hours of your timezone.
- **GPS**, Global Positioning System time, is the atomic time scale implemented by the atomic clocks in the GPS ground control stations and the GPS satellites themselves. GPS time was zero at 0h 6-Jan-1980 and since it is not perturbed by leap seconds GPS is now ahead of UTC by 16 seconds.
- **Loran-C**, Long Range Navigation time, is an atomic time scale implemented by the atomic clocks in Loran-C chain transmitter sites. Loran time was zero at 0h 1-Jan-1958 and since it is not perturbed by leap seconds it is now ahead of UTC by 25 seconds.
- **TAI**, Temps Atomique International, is the international atomic time scale based on a continuous counting of the SI second. TAI is currently ahead of UTC by 35 seconds.

arXiv: 1206.6709v1 [astro-ph.SR] 28 Jun 2012

The DWARF project: Eclipsing binaries - precise clocks to discover exoplanets

T. Pribulla^{1,*}, M. Vaňko¹, M. Ammler - von Eiff², M. Andreev^{3,4}, A. Aslantürk⁵, N. Awadalla⁶, D. Baluďanský⁷, A. Bonanno⁸, H. Božić⁹, G. Catanzaro⁸, L. Çelik^{10,11}, P.E. Christopoulou¹², E. Covino¹³, F. Cusano¹⁴, D. Dimitrov¹⁵, P. Dubovský¹⁶, E.M. Esmer^{10,11}, A. Frasca⁸, Ľ. Hambálek¹, M. Hanna⁶, A. Hanslmeier¹⁷, B. Kalomeni¹⁸, D. P. Kjurkchieva¹⁹, V. Krushevska²⁰, I. Kudzej¹⁶, E. Kundra¹, Yu. Kuznyetsova²⁰, J.W. Lee²¹, M. Leitzinger¹⁷, G. Maciejewski²², D. Moldovan²³, M.H.M. Morais²⁴, M. Mugrauer²⁵, R. Neuhäuser²⁵, A. Niedzielski²², P. Odert¹⁷, J. Ohlert^{26,27}, İ. Özavcı^{10,11}, A. Papageorgiou¹², Š. Parimucha²⁸, S. Poddaný^{29,30}, A. Pop²³, **M. Rätz**³¹, **S. Rätz**²⁵, Ya. Romanyuk⁴, D. Ruždjak⁹, J. Schulz³², H.V. Şenavcı^{10,11}, T. Szalai³³, P. Székely³⁴, D. Sudar⁹, C.T. Tezcan^{10,11}, M.E. Törtn^{10,11}, V. Turcu²³, O. Vince³⁵, and M. Zejda³⁵

¹ Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica, Slovakia

² Thüringer Landessternwarte Tautenburg, Sternwarte 5, 07778 Tautenburg, Germany

³ Terskol Branch of INASAN RAS, 81 Elbrus ave., ap. 33, Tynyauz, Kabardino-Balkaria Republic, 361623 Russian Federation

⁴ International Centre for Astronomical, Medical and Ecological Research, National Academy of Sciences of Ukraine, 27 Akademika Zabolotnoho St, 03680 Kyiv, Ukraine

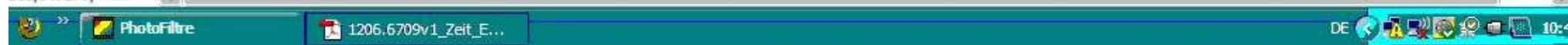
⁵ University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Science, Dept. of Physics, 55139 Kurupelit-Samsun Turkey

⁶ National Research Institute of Astronomy, and Geophysics, Helwan, Cairo, Egypt

⁷ Roztoky observatory, Slovakia

ph.SR] 28 Jun 2012

215,9 x 279,4 mm



(C)

Statistik: Fehler von Max/Minzeiten

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the address bar displaying <http://www.bav-astro.de/>. The page title is "Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV) - Mozilla Firefox". The browser's toolbar includes "Lotus SmartSuite", "Internet", "Adressen", "Kalender", and "Notizzettel". The browser's menu bar includes "Datei", "Bearbeiten", "Ansicht", "Chronik", "Lesezeichen", "Extras", and "Hilfe". The browser's status bar shows "Meistbesuchte Seiten", "Erste Schritte", "Aktuelle Nachrichten", "Astro", "AOL.de", "Kostenlose E...", "Kostenlose Hotmail", "AOL eMail (82)", and "Astr".

The page content includes the following sections:

- Was ist die BAV ?**
Die Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV) ist der Zusammenschluß von rund 200 Amateur- und Berufs-Astronomen überwiegend aus dem deutschsprachigen Raum, die sich besonders für veränderliche Sterne interessieren. [Weitere Informationen](#)
- Was will die BAV ?**
Die BAV fördert die Beobachtung veränderlicher Sterne durch Amateure. Dazu gehört die Unterstützung bei der Vorbereitung, Beobachtung und Auswertung. [Mehr dazu](#)
- Was sind veränderliche Sterne ?**
Veränderliche sind Sterne, die ihre Helligkeit in Zeiträumen von Minuten bis wenigen Jahren ändern. [Weitere Erklärungen](#)

The navigation menu on the left includes the following items:

- Suche in BAV-Website
- Die BAV stellt sich vor
- Für Einsteiger
- Beobachtungsmethoden**
 - Beobachtung wichtiger Veränderlichtentypen
 - Beobachtungsauswertung
 - Veröffentlichungen der BAV
 - Lichtenknecker-Database of the BAV
 - Services for Scientists
 - Für unsere Mitglieder

The "Beobachtungsmethoden" menu is open, showing the following sub-items:

- Die visuelle Beobachtung
- Die Beobachtung mit CCD-Kameras**
 - Fotometrie mit CCD-Kameras
 - CCD und Filterbereiche
 - Qualitätssicherung**
 - Beobachtung heller Veränderlicher mit CCD
 - CCD-Link-Liste