


Zeitrechnung

Wie genau ist unser Kalender? : warum gibt es in der christlichen Zeitrechnung kein Jahr Null?

Report**Author(s):**

Bruderer, Herbert 

Publication date:

2011

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006450534>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Zeitrechnung

Wie genau ist unser Kalender?

Warum gibt es in der christlichen Zeitrechnung kein Jahr Null?



Ein farbenprächtiges Gebilde am Sternenhimmel: der Orion-Nebel (M42). Er wurde im Winter 2009 mit einer modifizierten (rotempfindlich gemachten) Canon 40D fotografiert. Belichtung: rund 3 Std., nachgeführt.
© Vaclav und Jitka Ourednik, Zentrum für Astrofotografie, Lü-Stailas

Herbert Bruderer

2., verbesserte Auflage, Mai 2011

Adresse des Verfassers:

Herbert Bruderer
ETH Zürich
Informationstechnologie und Ausbildung
CAB F 14
Universitätsstrasse 6
CH-8092 Zürich
Telefon: +41 44 632 73 83
Telefax: +41 44 632 13 90
herbert.bruderer@inf.ethz.ch
www.abz.ethz.ch
www.ite.ethz.ch

privat:

Herbert Bruderer
Bruderer Informatik
Seehaldenstrasse 26
Postfach 47
CH-9401 Rorschach
Telefon: +41 71 855 77 11
Telefax: +41 71 855 72 11
herbert.bruderer@bluewin.ch

Zeitrechnung

Warum gibt es in der christlichen Zeitrechnung kein Jahr Null? 3
Wie genau ist unser Kalender? 11

Zeitfragen

Warum gibt es in der christlichen Zeitrechnung kein Jahr Null?

Die Frage, ob es ein Jahr Null gibt, ist schon jahrhundertalt. Obwohl sie sich eindeutig beantworten lässt, ist immer noch eine weit verbreitete Unsicherheit festzustellen. Und: Wie würden Sie begründen, weshalb es kein Jahr Null gibt? Um es vorwegzunehmen: Bei der Einführung der christlichen Zeitrechnung war die Zahl Null unbekannt. Bei den Römern gab es keine Ziffer Null. Zudem beginnt die Zählweise stets bei 1, denn 0 bedeutet „kein“, „nichts“.

Herbert Bruderer

Gibt es ein Jahr Null? Beginnt unsere Zeitrechnung mit dem Jahr 0 oder dem Jahr 1? Die Antworten von Laien, aber auch von Fachleuten fallen widersprüchlich aus. Es ist eine große Unsicherheit zu spüren. Das ist überraschend, denn es gibt aus mehreren Gründen eine eindeutige Lösung.

Bei den nachfolgenden Erörterungen wird zwischen Grund- oder Kardinalzahlen (null, eins, zwei, drei) und Ordnungs- oder Ordinalzahlen (nullte, erste, zweite, dritte) unterschieden. Die Darlegungen beziehen sich auf die deutsche Sprache. Sie gelten aber in ähnlicher Form auch für andere Sprachen.

Christliche Zeitrechnung

Der skythisch-stämmige römische Mönch Dionysius Exiguus begründete 525 n. Chr. die christliche Zeitrechnung. Die Zählweise setzte sich allmählich weltweit durch. Ausgangspunkt ist der 1. Januar 1 (n. Chr.). Dieses Datum wurde rückwirkend berechnet. Es stimmt nicht mit dem tatsächlichen Geburtstag bzw. Geburtsjahr Jesu überein. Die christliche Jahreszählung gilt für den gregorianischen und den griechisch-orthodoxen Kalender und wird (rückwirkend) auch in der julianischen Zeitrechnung angewandt.

Die Zählung beginnt fast immer bei 1

Wir zählen eins, zwei, drei. Zählungen beginnen in aller Regel nicht bei 0, sondern bei 1:

- Bahnhofstraße 1, Postfach 1, Schließfach 1, Schalter 1, Gleis 1, Haus 1, Zimmer 1, Kabine 1,
- Seite 1, Teil 1, Kapitel 1, Abschnitt 1, Fußnote 1, Abbildung 1, Anhang 1, Artikel 1, Paragraph 1, Absatz 1,
- Platz 1, Reihe 1, Rang 1, Klasse 1, Lektion 1, Note 1, Woche 1,
- Aufgabe 1, Lösung 1, Stufe 1, Phase 1, Schritt 1, Variante 1, Fassung 1, Version 1, Verfahren 1, Methode 1, Versuch 1, Fall 1, Schwierigkeitsgrad 1,
- Element 1 (Periodensystem der chemischen Elemente),
- Gewichtsklasse 1 beim Ringen (Kategorien der Jugendlichen).

In den folgenden Beispielen macht die Zahl Null nur ausnahmsweise Sinn (z.B. Nullsternhotel): Einakter, Einback, Einbahnverkehr, Einbaum, Einbeere, Einbettkabine, Einbettzimmer, Eindecker, Einehe, Eineurostück, Einfamilienhaus, Einhorn, Einhufer, Einkammersystem, Einkindfamilie, Einklassenschiff, Einkorn, Einmalhandtuch, Einmannbetrieb, Einmaster, Einparteienregierung, Einpersonenhaushalt, Einpersonenstück, Einreihler, Einsitzer, Einspänner, Einsternhotel, Einstudentakt, Eintagsfliege, Einteiler, Eintopfgericht, Einwegbehälter, Einzahl, Einzimmerwohnung, Einzylinder, Einerkajak, Einerrodel, einachsiger, einadrig, einarmig, einatomig, einäugig, einbahnig, einbändig, einbeinig, einblütig, einhörig, eindeutig, eindimensional, eineiig, einfach, einfarbig, einfenstrig,

einfüßig, eingeschlechtig, eingeschossig, eingleisig, eingliedrig, ,einhändig, einjährig, einkarätig, einklassig, einmal, einmonatig, einmotorig, einphasig, einrädig, einsamig, einseitig, einsilbig, einspaltig, einsprachig, einspurig, einstellig, einstimmig, einstöckig, einstreifig, einstufig, eintägig, eintürig, einwertig, einzellig.

Unsere Vorfahren brauchten im Altertum und im Mittelalter keine Zahl Null, sie war für sie (weitgehend) überflüssig. Das gilt fürs Zählen, aber auch fürs Rechnen. Das Rechenbrett (Abakus) kam ohne Null aus. Eine höhere Mathematik ist allerdings ohne die Zahl Null undenkbar. Sobald negative Zahlen genutzt werden, geht es nicht mehr ohne die Null.

Null = nichts

Dass Zählungen üblicherweise bei eins anfangen, ist durchaus sinnvoll. „Null“ bedeutet „nichts“, „kein“, „leer“, „fehlt“, „nicht vorhanden“, „abwesend“. Vgl. dazu auch Wörter und Wendungen wie „null und nichtig“, eine „Null“ (Niete, Pfeife, Versager/in), „null Bock“. Die Stunde null kennzeichnet den Zeitpunkt eines Neubeginns.

Zusammensetzungen mit Null sind vergleichsweise selten: Nulldiät (vollständiger Nahrungsverzicht), Nullentscheid (Entscheidung, bei der alles beim Alten bleibt), Nuller (Nullfehlerritt, Fehlschuss, Fehlsprung), Nullfolge (Zahlenfolge mit Grenzwert 0), Nullinstrument, (elektrisches Messgerät mit Nullpunkt in der Skalenmitte), Nulllage (Nullstellung), Nullleiter (geerdeter Leiter ohne Spannung), Nulllinie (Strich auf einer Skala), Nulllösung, Nullmenge (leere Menge), Nullmethode, Nullnummer (Vorabausgabe), Nulloperation (Leerbefehl), Nulloption (Nulllösung), Nullpunkt, Nullrisiko, Nullrunde (Lohnrunde ohne Lohnerhöhung), Nullserie (Vorserie, Probe-, Versuchsreihe), Nullstellung, Nullsummenspiel (Spiel mit ausgeglichene Ergebnis), Nulltarif (kostenlos, kostenlose Leistung), Nulltoleranz, Nullwachstum (Stillstand), Nullwurf (Fehlwurf).

Einen Nullpunkt gibt es, wenn positive und negative Werte (Temperatur über und unter dem Gefrierpunkt, Guthaben/Schulden, Plus-/Minusstunden usw.) vorkommen oder wenn es beispielsweise um eine Kugel geht. In der Informatik spricht man von 0 und 1.

- Nullgradgrenze (Frostgrenze); Nullniveau, Normalnull (Meereshöhe),
- Nullmeridian (Längskreis durch die alte Sternwarte von Greenwich),

Skalen beginnen häufig bei null, wobei 0 für „kein“, „neutral“ steht: Maßstab, Waage, Temperatur: 0 Grad Kelvin, Geschwindigkeitsmesser und Kilometerzähler, Erdbebenstärke: 0 (Richterskala, nach oben offen), Windstärke: 0–17 (Beaufortskala). Bei Drehschaltern (z.B. Kochherd, Kühlschrank, Waschmaschine) gibt es eine Nullstellung (= Aus). Bei 1 beginnen hingegen Spielstufen, Verbrennungsgrade, Schwierigkeitsgrade (Felsklettern), ebenso die Lawinengefahrenstufen. Die Ines-Skala der internationalen Atomenergiebehörde IAEA kennt die Gefahrenstufen 1 bis 7 (Stufe 0 bedeutet „keine Gefahr“). Papierformate werden nach absteigender Größe von 0 bis 10 benummert: A0, B0, C0, D0 (Doppelbogen). Britische Schuhgrößen beginnen bei 0 (USA bei 1).

Es gibt keinen nullten Rang

Die Ordnungszahl *nullte* wird nur selten verwendet (etwa in der Mathematik und den Naturwissenschaften). Wie die folgenden Wörter und Wendungen zeigen, beginnen Reihen- oder Rangfolgen (fast) immer mit der Ordinalzahl *erst*: erster Rang, erste Reihe, erster Platz, erster Preis, erster Schritt, erste Klasse, erstes Schuljahr, erste Schulstufe, erste Fassung, erste Haltestelle, der erste Zug, der erste Bürgermeister, der erste Staatsanwalt, die erste Vorsitzende, der erste Weltkrieg, Ers-

tes deutsches Fernsehen, erste Auflage, aus erster Ehe, der erste Spatenstich, die erste Geige spielen, erste Hilfe, erstens, erster Schultag, erste Prüfung, erster Monatslohn, zum Ersten (zum Zweiten und zum Dritten), fürs erste, das Erste und das Letzte (Anfang und Ende), die Ersten werden die Letzten sein, auf den ersten Blick, erster Gang (Fahrrad), Verbrennungen ersten Grades, Kaiser Otto der Erste, Königin Elisabeth die Erste. Ein Sonderfall ist das Erdgeschoss (vgl. erstes Untergeschoss, erster Stock).

Dieser Sprachgebrauch zeigt sich auch in Zusammensetzungen: Erstanwendung, Erstaufführung, Erstaufgabe, Erstausbildung, Erstausgabe, Erstausgabebetag, Erstausrüstung, Erstausstattung, Erstaustrahlung, Erstbeichte, Erstbeobachtung, Erstbereifung, Erstbesitz, Erstbesteigung, Erstbezug, Erstdruck, Erste-Klasse-Abteil, Erste-Klasse-Wagen, Ersterfolg, Erstersteigerin, ersterwähnt, Ersterwerb, Erstfahrt, Erstfilm, Erstflug, erstgeboren, Erstgebot, Erstgebrauch, Erstgeburt, erstgemeldet, erstgenannt, Erstimpfung, erstinstanzlich, Erstklasshotel, erstklassig, Erstklässler/in, Erstkommunion, Erstlesebuch, Erstliga, Erstling, erstmalig, erstmals, Erstmeinung, Erstmietter/in, erstplatziert, erstrangig, Erstrat, Erstsemester, Erstsendung, Erststimme, Ersttagsbrief, Ersttagsstempel, Erstverkaufstag, Erstveröffentlichung, Erstversorgung, erstverstorben, Erstvorkommen, Erstwagen, Erstwähler/in, Erstwohnung, Erstzulassung.

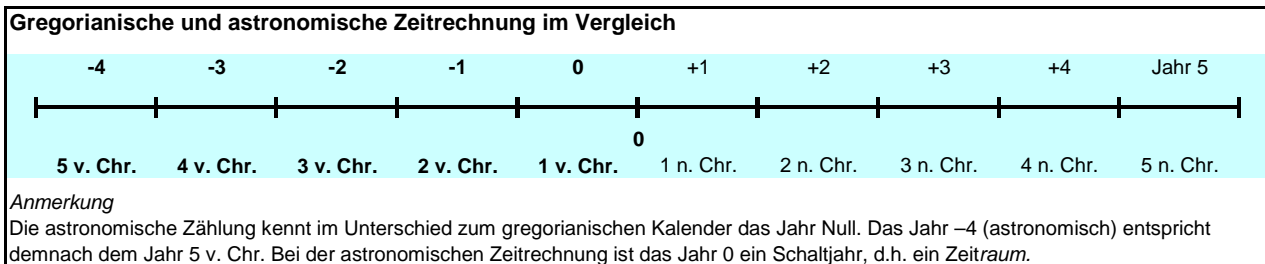
Verwirrung bei Zeitangaben

Auch für Zeitangaben beginnen wir gewöhnlich mit eins oder erst.

- Wochentage werden von 1 bis 7 (Montag–Sonntag bzw. Sonntag–Samstag) gezählt.
- Die herkömmliche Zählweise lautet: erste Stunde, erster Tag, erste Woche, erster Monat, erstes Quartal, erstes Semester, erstes Jahr.
- Die Tage der Monate werden mit den Ordnungszahlen 1. bis 31. (nicht 0.–30.) bezeichnet.
- Die Monate werden von 1. bis 12. (nicht 0.–11.) nummeriert. Die Jahre werden fortlaufend gezählt: 1. ff.
- Das Jahr beginnt am 1.1., nicht am 0.0.
- Die christliche Zeitrechnung fängt am 1.1.1 und nicht am 0.0.0 an. Ursprünglich wurden übrigens nicht Grundzahlen (im Jahr zwölf des Herrn), sondern Ordnungszahlen (im zwölften Jahr des Herrn) verwendet. Das gilt besonders für die damalige Weltsprache Latein.
- Gleich nach der Geburt sind wir im 1. Lebensjahr, am ersten Geburtstag (= Jahrestag der Geburt) beginnt das zweite Lebensjahr. Ein Kleinkind im ersten Lebensjahr ist beispielsweise (0 Jahre und) 3 Monate alt.

Uhrzeit und Maya-Kalender beginnen bei null

- Bei der Uhrzeit beginnt die Zählung bei null: null Uhr, null Minuten, null Sekunden: 00:00 Uhr. Stunden werden von 0 bis 23 (bzw. 24), Minuten und Sekunden von 0 bis 59 gezählt. 00:00 Uhr ist der Beginn eines Tages, 24:00 Uhr das Ende.
- Ausgangspunkt fast aller Zeitrechnungen ist das Jahr 1. Der *Maya-Kalender* hingegen kennt einen (echten) Nullpunkt. Die Zählweise beginnt hier bei 0.
- Für die *astronomische* Zählung wurde ebenfalls ein Jahr 0 eingeführt. Das Jahr 1 v. Chr. entspricht in der astronomischen Zählweise dem Jahr 0, das Jahr 2 v. Chr. dem Jahr –1 (vgl. Abbildung „Gregorianische und astronomische Zeitrechnung im Vergleich“).



Nur 9 statt 10 Jahre

Bei Berechnungen wirkt sich das Fehlen des Jahrs Null als störend aus: Vom 1. Januar 5 v. Chr. bis zum 1. Januar Jahr 5 n. Chr. verstrichen nach der herkömmlichen Zeitrechnung nämlich nur 9 Jahre! Dank des Nulljahrs dauert die Zeitspanne vom Jahr -5 bis zum Jahr +5 bei der astronomischen Zählung 10 Jahre.

Beginn der christlichen Zeitrechnung		
Jahr vor Christi Geburt	Christi Geburt Zeitpunkt	Jahr nach Christi Geburt
-5	0	+1
-4		
-3		
-2		
-1		
		+2
		+3
		+4
		+5

Das dezimale Zahlensystem mit den Ziffern 0 bis 9 stammt aus Indien

Die Meinungen über die Entstehung der Ziffer (Zahlzeichen) Null und der Zahl Null gehen auseinander. Die ersten Darstellungen der Null gab es vermutlich in Südostasien und im Nahen Osten. Über die Babylonier kam die Null zu den Griechen, die sie jedoch nur in astronomischen Berichten verwendeten. Auf Handelsstraßen gelangte das Zeichen für Null nach Indien. Die Ziffer 0 wurde u.a. als (kleiner) Kreis oder Punkt dargestellt.

Das Zehnersystem wurde in Indien entwickelt. Es gelangte etwa ab dem 8. Jahrhundert n. Chr. zunächst in die arabische Welt. In Bagdad wirkte in der ersten Hälfte des 9. Jahrhunderts Muhammad Ibn Musa Al Chwarismi, der ein Buch über das indische Rechnen verfasste. Das arabische Gedankengut kam über Nordafrika nach Spanien. Gerhard von Cremona übersetzte das Werk über das indische Rechnen von Al Chwarismi im 12. Jahrhundert in Toledo vom Arabischen ins Lateinische. Die erste Verwendung der indisch-arabischen Ziffern in Europa ist fürs 10. Jahrhundert belegt.

Die Zahl Null setzte sich im Abendland erst spät durch

Das Stellenwertsystem mit der Ziffer Null setzte sich im Abendland sehr langsam durch. Zu erwähnen ist etwa Leonardo da Pisa, genannt Fibonacci (erste Hälfte des 13. Jahrhunderts). In Deutschland wurde das Stellenwertsystem ab dem 16. Jahrhundert vor allem durch die Rechenbücher

(1522) von Adam Ries verbreitet. Als der römische Mönch Dionysius Exiguus 525 die christliche Zeitrechnung schuf, war die aus Indien stammende Ziffer Null in Europa noch *nicht bekannt*.

Der Beginn der Jahreszählung ist willkürlich

Ausgangspunkt für die Zählung waren etwa die Welterschöpfung (z.B. in der alexandrinischen, byzantinischen und jüdischen Weltära), die Olympiaden der alten Griechen, die Gründung der Stadt Rom, Christi Geburt, die Flucht Mohammeds aus Mekka nach Medina oder der Beginn der Regierungszeit eines Herrschers. Jesus wurde allerdings vermutlich in Jahren 7 bis 4 vor unserer Zeit in Nazareth geboren. Die Zählung begann fast ausschließlich mit dem Jahr 1. Die von Josef Justus Scaliger 1582/1583 vorgeschlagene astronomische Zeitrechnung beginnt am 1. Januar 4713 v. Chr., 12 Uhr. Das Anfangsdatum der Zeitrechnung ist stets willkürlich. Ein echter, aber sehr unhandlicher Nullpunkt wäre etwa der Urknall bei der Entstehung des Weltalls.

Die Wahl des Jahresanfangs ist willkürlich

Heute fängt das neue Jahr jeweils am 1. Januar an. Dieser Zeitpunkt ist jedoch willkürlich gewählt. Im Lauf der Zeit hat das Jahr je nach Kalender, Epoche und Gegend an unterschiedlichen Daten begonnen: 1. März, 21. März oder Frühlings-Tagundnachtgleiche (19.–21. März), 25. März, Ostern (35 Daten vom 22. März. bis einschließlich 25. April.), 1. September, Herbst-Tagundnachtgleiche (21.–23. September), 1. Oktober, 25. Dezember. Ein nahe liegender Termin für den Jahresanfang wäre (für die Nordhalbkugel) etwa die Frühlings-Tagundnachtgleiche (21. März).

Zeitraum um Christi Geburt		
Jahrhundert	vom	bis
5 . Jh. v. Chr. G.	1.1.500 v. Chr. G.	– 31.12.401 v. Chr. G.
4 . Jh. v. Chr. G.	1.1.400 v. Chr. G.	– 31.12.301 v. Chr. G.
3 . Jh. v. Chr. G.	1.1.300 v. Chr. G.	– 31.12.201 v. Chr. G.
2 . Jh. v. Chr. G.	1.1.200 v. Chr. G.	– 31.12.101 v. Chr. G.
1 . Jh. v. Chr. G.	1.1.100 v. Chr. G.	– 31.12.1 v. Chr. G.
1 . Jh. n. Chr. G.	1.1.1 n. Chr. G.	– 31.12.100 n. Chr. G.
2 . Jh. n. Chr. G.	1.1.101 n. Chr. G.	– 31.12.200 n. Chr. G.
3 . Jh. n. Chr. G.	1.1.201 n. Chr. G.	– 31.12.300 n. Chr. G.
4 . Jh. n. Chr. G.	1.1.301 n. Chr. G.	– 31.12.400 n. Chr. G.
5 . Jh. n. Chr. G.	1.1.401 n. Chr. G.	– 31.12.500 n. Chr. G.

Wann begann das dritte Jahrtausend?

Das erste vorchristliche Jahrhundert dauerte vom 1. Januar 100 v. Chr. bis zum 31. Dezember 1 v. Chr. Das erste (nach)christliche Jahrhundert begann am 1. Januar 1 und endete am 31. Dezember 100 (nicht 99, sonst würde es nicht hundert Jahre umfassen). Das zweite Jahrhundert dauerte folglich von 101 bis 200. Das erste Jahrtausend fing folgerichtig im Jahr 1 an und schloss mit dem Jahr 1000. Das zweite Millennium erstreckte sich demnach von 1001 bis 2000. Das dritte Jahrtausend hatte schließlich seinen Auftakt am 1. Januar 2001 (und nicht am 1. Januar 2000)!

Beginn und Ende der Jahrtausende		
Jahrtausend	vom Jahr	bis zum Jahr
1 . Jt.	1 –	1000
2 . Jt.	1001 –	2000
3 . Jt.	2001 –	3000
4 . Jt.	3001 –	4000
5 . Jt.	4001 –	5000
6 . Jt.	5001 –	6000
7 . Jt.	6001 –	7000
8 . Jt.	7001 –	8000
9 . Jt.	8001 –	9000
10 . Jt.	9001 –	10000

Weshalb wurde der Jahrtausendbeginn schon am 1.1.2000 gefeiert?

Runde Zahlen wie 1000, 2000, 3000 haben eine magische, zauberhafte, geheimnisvolle Wirkung: Tausendblatt, Tausendfuß(1)er, Tausendguldenkraut, das Tausendjährige Reich. Die Fachleute sprechen von „Bahn 2000“, „Lok 2000“. Es gibt allerdings auch Märchen aus „Tausendundeiner Nacht“. Nach den mit 19.. beginnenden Jahrzahlen bahnte sich etwas Neues an: Jahre, die mit 20.. anfangen. Der Wechsel von 1999 auf 2000 war viel deutlicher spürbar als ein Übergang von 2000 zu 2001. Das wird wohl auch bei der nächsten Jahrtausendwende nicht anders sein...

In der christlichen Zeitrechnung gibt es kein Jahr Null

In der christlichen Zeitrechnung gibt es aus mehreren Gründen kein Jahr Null.

- Im römischen Zahlensystem gibt es keine Ziffer Null.
- Als die christliche Zeitrechnung ab dem 6. Jahrhundert eingeführt wurde, war die ursprünglich aus Indien stammende Ziffer Null im Abendland unbekannt.
- In der christlichen Zeitrechnung geht dem Jahr 1 n. Chr. das Jahr 1 v. Chr. voraus. Der englische Mönch Beda Venerabilis (672/73–735) verwendete im 8. Jahrhundert erstmals eine vorchristliche Datierung.
- Zählungen (mit Grundzahlen) beginnen (fast) immer bei 1, denn „null“ bedeutet „nichts“. Das gilt noch ausgeprägter für Reihenfolgen (mit Ordnungszahlen): im ersten Jahr des Herrn. Es gibt kein nulltes Jahr des Herrn. Diese Zählweise war in der damaligen Weltsprache Latein üblich.
- Die christliche Zeitrechnung beginnt im Jahr 1. Erst am Ende des Jahres 2000 sind volle 2000 Jahre abgelaufen, das dritte Jahrtausend hat also am 1.1.2001 begonnen. Die nur in Fachkreisen verwendete astronomische Zeitrechnung kennt hingegen ein Schaltjahr Null. Demzufolge hat bei dieser Zählweise das dritte Millennium am 1.1.2000 angefangen. Im Alltag verwenden wir jedoch ausschließlich den gregorianischen Kalender, so dass der 1.1.2001 maßgebend ist.

Quellen

Der Brockhaus. Astronomie. Planeten, Sterne, Galaxien, F.A. Brockhaus, Mannheim/Leipzig 2006, 542 Seiten

Herrmann, Joachim: dtv-Atlas. Astronomie. Mit Sternatlas. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 15. Auflage 2005, 288 Seiten

Zemanek, Heinz: Kalender und Chronologie. Bekanntes und Unbekanntes aus der Kalenderwissenschaft. R. Oldenbourg Verlag, München/Wien, 5. verbesserte Auflage 1990, 160 Seiten

Webseiten

www.computus.de, www.kalenderlexikon.de, www.kalendersysteme.de, www.hermetic.ch, www.nabkal.de, www.ortelius.de, www.ptb.de

Anhang

Zeitskalen

Zeitpunkt: Uhrzeit (nur positive Werte)

Anmerkung
Es gibt nur *positive* Tageszeiten, z. B. 06.00 Uhr.

Zeitspanne: Anzahl Stunden (Zeitdauer, positive und negative Werte)

Anmerkung
Bei der Zeiterfassung treten auch *negative* Werte auf.

Zeitrechnung: Jahre (Zeitspanne, Zeitabschnitt, Zeitraum) mit Zeitenwende (Nullpunkt)

Anmerkung
Auf dieser Zeitachse werden nicht Einzelwerte, sondern Wertebereiche (Zwischenräume, Zwischenzeiten, Zeitabstände) dargestellt. Das Jahr 1 n. Chr. G. ist ein *Zeitintervall*. Es gibt zwar einen Nullpunkt, die Zeit(en)wende, aber kein Jahr 0.

Vergleich zwischen astronomischer und gregorianischer Zeitrechnung

Anmerkung
Die astronomische Zählung kennt im Unterschied zum gregorianischen Kalender das Jahr null. Das Jahr -4 (astronomisch) entspricht demnach dem Jahr 5 v. Chr. Bei der astronomischen Zeitrechnung ist das Jahr 0 ein *Zeitraum*.

Zum Vergleich: Temperaturskala mit Grad Celsius (Temperaturwerte wie z.B. Nullpunkt)

Anmerkung
Bei der Temperaturskala gibt es verschiedene Fixpunkte (z.B. Schmelzpunkt von Eis, Siedepunkt von Wasser). 1 °C ist ein *Einzelwert*.

Zeitrechnung unter der Lupe

Wie genau ist unser Kalender?

Das Sonnenjahr hat eine Länge von 365,2422 mittleren Sonnentagen. Kalender können jedoch nur mit ganzen Tagen umgehen. Die krumme Zahl führt zur Einschubung oder Streichung von Schalttagen. Der gregorianische Kalender ist die weltweit meist genutzte Zeiteinteilung. Er wurde ab 1582 schrittweise eingeführt. Im Vergleich zu seinem Vorgänger, dem julianischen Kalender, hat die gregorianische Zeitrechnung eine bessere, aber immer noch mangelhafte Schaltregel. Um sie zu vervollkommen, wurden viele Vorschläge gemacht. Weitaus genauer sind der griechisch-orthodoxe und der persische Kalender.

Herbert Bruderer

Zurzeit sind mehrere unterschiedliche Kalender im Gebrauch, beispielsweise der astronomische, gregorianische, griechisch-orthodoxe, islamische oder muslimische, jüdische, julianische und der persische Kalender. Belegt ist eine Fülle weiterer Zeiteinteilungen: ägyptischer, armenischer, äthiopischer, aztekischer, babylonischer, Bahai-, Berber-, buddhistischer, chinesischer, georgischer, germanischer (Runen-), (alt)griechischer, hinduistischer, indischer, indonesischer, japanischer, keltischer, koptischer (alexandrinischer), kurdischer, Maya-, republikanischer, römischer, schwedischer, tibetischer, zoroastrischer (parsischer) Kalender usw.

Je nach Ausrichtung wird zwischen mehreren Kalenderarten unterschieden:

- Mond- oder Lunarkalender (Gleichlauf von Kalender- und Mondjahr, keine Übereinstimmung mit dem Sonnenjahr bzw. den Jahreszeiten), z.B. islamische, (alt)römische Zeitrechnung,
- gebundener Mondkalender, Mond-Sonne-Kalender oder Lunisolarkalender (Gleichlauf von Kalender- und Mondjahr, Ausgleich zum Sonnenjahr bzw. den Jahreszeiten durch Einschubung von Schaltmonaten), z.B. babylonische, chinesische, (alt)griechische, jüdische Zeitrechnung.
- Sonnen- oder Solarkalender (Gleichlauf von Kalender- und Sonnenjahr, Übereinstimmung mit den Jahreszeiten, keine Beziehung zum Mondlauf), z.B. ägyptische, christliche (julianische, gregorianische und griechisch-orthodoxe), Maya- (Haab-), persische Zeitrechnung,

Im Mittelpunkt der nachstehenden Betrachtungen stehen die Sonnenkalender.

Das Sonnenjahr hat eine krumme Anzahl von Tagen

Die natürlichen Zeiteinheiten Tag, Monat und Jahr bilden die Grundlage für alle bekannten Kalender. Das Sonnenjahr (tropisches Jahr) ist die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt (Frühjahrs-Tagundnachtgleiche) auf ihrer scheinbaren Bahn an der Himmelkugel. Es zählt 365,2422 mittlere Sonnentage. Für die Berechnungen wurde hier der genauere Wert 365,242199 verwendet. Etwas länger ist das Sternjahr (siderisches Jahr) mit 365,2564 (oder exakter 365,25636) mittleren Sonnentagen. Es ist der Zeitabschnitt zwischen zwei aufeinander folgenden Stellungen der Sonne in Bezug auf den gleichen Stern. Für die Zeitrechnung ist das Sonnenjahr maßgebend.

Die Bandbreite der Schaltzyklen liegt zwischen 4 und 2820 Jahren

Weil die Dauer des Sonnenjahrs nicht ganzzahlig ist, weicht das Kalenderjahr zwangsläufig davon ab. Daher müssen in gewissen Zeitabständen Schalttage eingefügt oder gestrichen werden. Dies geschieht aufgrund von (Schalt-)Regeln (z.B. julianische, gregorianische, griechisch-orthodoxe Zeitrechnung) oder von astronomischen Beobachtungen bzw. Berechnungen (z.B. chinesische, islamische, jüdische, persische, republikanische Zeitrechnung).

Ein Schaltzyklus ist die (kürzeste) Abfolge von Gemein- und Schaltjahren in einer vorgegebenen Anordnung. Ein Gemeinjahr umfasst 365, ein Schaltjahr 366 Tage. Mithilfe von Kettenbrüchen

lassen sich (günstige) Verhältnisse zwischen Schaltjahren und Schaltzyklen berechnen. Ein Kettenbruch zu den Werten 0,2422 und 0,242199 ergibt folgende Näherungsbrüche: $\frac{1}{4}$, $\frac{7}{29}$, $\frac{8}{33}$, $\frac{31}{128}$.

Der ägyptische Kalender kennt (ursprünglich) keine Schaltjahre. In der julianischen Zeitrechnung ist 1 von 4 Jahren ein Schaltjahr. Die besten Näherungen kommen im persischen Kalender vor. Der Hauptzyklus $\frac{7}{29}$ besteht aus folgenden Unterzyklen: 6×4 Jahre + 1×5 Jahre. $\frac{8}{33}$ gliedert sich in 7×4 Jahre + 1×5 Jahre. Hinzu kommt $\frac{9}{37}$: 8×4 Jahre + 1×5 Jahre. Die gregorianische Zeiteinteilung hat einen Schaltzyklus von 400 Jahren (mit 97 Schaltjahren), bei der griechisch-orthodoxen Zählweise sind es 900 Jahre (wovon 218 Schaltjahre).

Wiederkehr der gleichen Zuordnung von Wochentagen erst nach 400 Jahren

Beim gregorianischen Kalender entsprechen die 400 Jahre des Schaltzyklus zufälligerweise genau 20 871 Wochen. Das bedeutet, dass alle 400 Jahre die gleiche Zuordnung von Wochentagen zu einem bestimmten Kalenderdatum wiederkehrt. Ist der 1. Januar 2000 ein Samstag, so fällt Neujahr 1600, 2400, 2800 usw. ebenfalls auf einen Samstag. Damit diese Zuteilung zutrifft, muss der Schaltzyklus allgemein mit 7 vervielfacht werden: Bei der julianischen Zeitrechnung sind es $7 \times 4 = 28$ Jahre, bei der griechisch-orthodoxen $7 \times 900 = 6300$ Jahre.

Cäsars Kalender ist je Jahrtausend um 7,8 Tage zu lang

Bei dem im Jahr 46 v. Chr. von Julius Cäsar eingeführten julianischen Kalender sind die Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar ist, Schaltjahre. Diese Regel gilt jedoch erst ab dem Jahr 8 n. Chr. Die durchschnittliche Jahreslänge beträgt also 365,25 Tage. Gegenüber dem tropischen Jahr von 365,242199 Tagen ist das julianische Jahr um 0,007801 Tage zu lang. Folglich muss schon nach ungefähr 128 Jahren ein Schalttag wegfallen. Die Genauigkeit des Kalenders ist ungenügend.

Das Jahr 46 v. Chr. war ein verlängertes Jahr mit 445 Tagen. Die neue Schaltweise wurde ab 45 v. Chr. (Schaltjahr zu 366 Tagen) angewandt. Nach dem Tod Cäsars (44 v. Chr.) wurde infolge eines Missverständnisses (Zählung *einschließlich* des Ausgangsjahrs) bis mit 9 v. Chr. alle *drei* Jahre ein Schalttag eingefügt, was 3 Schalttage zu viel gibt. Schaltjahre waren die Jahre 45, 42, 39, 36, 33, 30, 27, 24, 21, 18, 15, 12, 9 v. Chr. sowie 8, 12, 16, 20, 24 usw. n. Chr. Um den Fehler zu verbessern, fielen in den Jahren 8. v. Chr. bis 7 n. Chr. auf Anordnung von Kaiser Augustus alle drei Schalttage aus. Der erste regelrechte julianische Schaltzyklus dauerte also von 8 bis 11 n. Chr. Dabei war 8 n. Chr. ein Schaltjahr, 9, 10 und 11 n. Chr. waren Gemeinjahre. Wendet man die julianische Zeitrechnung auf die Jahre vor 46 v. Chr. an, dann sind die Jahre, deren Jahreszahl geteilt durch 4 den Rest 1 ergibt, Schaltjahre. Beispiele: 49, 53, 57, 61 v. Chr.

Lässt man die beweglichen Festtage (Ostern, Pfingsten usw.) außer Acht, so gibt es *14 unterschiedliche Kalender*: Das Jahr kann an sieben Wochentagen beginnen. Das gilt für Gemein- wie für Schaltjahre.

Auf dem Konzil zu Nizäa wurde der Ostertermin festgelegt

Im Jahr 325, als das von Kaiser Konstantin I. einberufene Konzil zu Nizäa den Ostertermin festlegte, fiel der Frühlingsanfang (Frühlings-Tagundnachtgleiche der Nordhalbkugel) nach damaligem Wissensstand auf den 21. März. Ende des 16. Jahrhunderts hatte der julianische Kalender aber bereits einen Rückstand von 10 Tagen auf das Sonnenjahr ($1582 - 325 = 1257$ Jahre; $1257 \times 0,007801 = 9,8059$ Tage). Der Frühling begann im Jahr 1582 deshalb bereits am 11. März. Bei der Einführung des julianischen Kalenders fing das Frühjahr am 24. März an, was im Ganzen eine Abweichung von über 12 Tagen ergibt.

Auf dem Konzil wurde der Frühlingsbeginn (irrtümlich) auf den 21. März angesetzt. Dabei gab es allerdings einen geringfügigen Unterschied zwischen dem astronomischen (20. März 325) und dem

kalendarischen Frühlingsanfang (21. März 325). Der astronomische Frühlingsanfang schwankt zwischen dem 19. und 21. März.

Rückstand des julianischen Kalenders auf die gregorianische Zeitrechnung		
Zeitraum		Anzahl Tage
vom	bis	
15.10.1582	28.02.1700	10
01.03.1700	28.02.1800	11
01.03.1800	28.02.1900	12
01.03.1900	28.02.2100	13
01.03.2100	28.02.2200	14
01.03.2200	28.02.2300	15
01.03.2300	28.02.2500	16
01.03.2500	28.02.2600	17
01.03.2600	28.02.2700	18
01.03.2700	28.02.2900	19
01.03.2900	28.02.3000	20
01.03.3000	28.02.3100	21

Anmerkung
Der Unterschied von 13 Tagen macht sich etwa bei kirchlichen Festtagen oder weltlichen Bräuchen bemerkbar z.B. (alter Silvester, Fastnacht).

Papst Gregor XIII. schuf den heute gängigen Kalender

Die weltweit am meisten verbreitete Zeitrechnung ist der am 15. Oktober 1582 eingeführte gregorianische Kalender. Um den Zeitunterschied von 10 Tagen auszugleichen, folgte auf Donnerstag, 4. Oktober 1582 unmittelbar Freitag, 15. Oktober 1582. Die Übernahme der gregorianischen Zählung verlief allerdings schleppend und dauerte bis ins 20. Jahrhundert. Die gregorianische Schaltregel lautet wie folgt:

- Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar ist, sind Schaltjahre (z.B. 1996, 2004, 2008, 2012, 2016).
- Ausnahme: Volle Jahrhunderte bleiben Gemeinjahre, außer wenn sich ihre Jahreszahl ohne Rest durch 400 teilen lässt (Gemeinjahre: 1700, 1800, 1900, 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700; Schaltjahre: 1600, 2000, 2400, 2800).

Das gregorianische Jahr hat demnach eine mittlere Länge von 365,2425 Jahren. Es ist um 0,000301 Tage zu lang. Daher weicht es nach etwa 3322 Jahren um einen Tag vom Sonnenjahr ab. Um 4900 (1582 + 3322) müsste erstmals ein Schalttag entfallen.

Ausfall des Schalttages alle 3200, 3600 oder 4000 Jahre

Um die Genauigkeit des gregorianischen Kalenders zu erhöhen, haben die Gelehrten unzählige Vorschläge gemacht. Sie wurden allerdings bis heute nicht umgesetzt. Schalttage sollen in folgenden Zeitabständen gestrichen oder eingefügt werden:

- *1 Schalttag alle 3200 Jahre*
Die durchschnittliche Jahreslänge beläuft sich in diesem Fall auf 365,2421875 Tage. Das Kalenderjahr ist um 0,0000115 Tage zu kurz. Dank dieser sehr exakten Regelung muss erst nach rund 87 000 Jahren ein zusätzlicher Schalttag eingefügt werden.
- *1 Schalttag alle 3600 Jahre*
Bei dieser Lösung ergibt sich eine mittlere Jahreslänge von 365,2422222 Tagen. Das Jahr ist um 0,00002322 Tage zu lang. Also muss nach ungefähr 43 000 Jahren ein Schalttag gestrichen werden.
- *1 Schalttag alle 4000 Jahre*
Hier hat das Jahr im Schnitt eine Länge von 365,24225 Tagen und ist somit um 0,000051 Tage zu lang. Nach rund 19 000 Jahren müsste ein Schalttag ausgelassen werden.
- *3 Schalttage alle 10 000 Jahre*
Dieser Vorschlag führt zu einem Jahresmittel von 365,2422 Tagen. Die Abweichung vom Sonnenjahr macht gerade mal 0,000001 Tage aus. Erst nach 1 Million Jahren müsste man auf einen Schalttag verzichten.

Der griechisch-orthodoxe Kalender ist viel präziser als der gregorianische

Der 1923 eingeführte griechisch-orthodoxe oder neujulianische Kalender baut auf der folgenden Schaltregel auf:

- Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 (aber nicht durch 100) teilbar ist, sind Schaltjahre (z. B. 1996, 2004, 2008, 2012, 2016).
- Volle Jahrhunderte sind nur dann Schaltjahre, wenn sie durch neun geteilt den Rest 2 oder 6 ergeben. Schaltjahre sind demnach z.B. 2000, 2400, 2900, 3300, 3800, 4200.

Ein Kalenderjahr hat somit (wie bei der oben beschriebenen Variante 3600) 365,2422222 Tage. Es ist um 0,00002322 Tage zu lang. Erst nach etwa 43 000 Jahren entfällt ein Schalttag.

Die griechisch-orthodoxe Zeitrechnung weicht erstmals im Jahr 2800 vom gregorianischen Kalender ab (Schaltjahr im gregorianischen Kalender, kein Schaltjahr im griechisch-orthodoxen Kalender).

Persischer Kalender: Abweichung von einem Tag erst nach über 2 Millionen Jahren

Mit der genauesten Zeitrechnung wartet der 1925 begründete persische Kalender auf. Er fußt auf einer bereits im 11. Jahrhundert entwickelten Zeitrechnung. Der persische Kalender kennt allerdings (noch) keine amtlich festgelegte Schaltregel. Die Schalttage werden aufgrund von Beobachtungen der Himmelserscheinungen eingefügt. Es lassen sich jedoch rückwirkend folgende Schaltvorgänge erkennen:

- 8 Schaltjahre in 33 Jahren
Jahresschnitt: 365,242424 Tage: Streichung eines Schalttages nach ungefähr 4400 Jahren,
- 31 Schaltjahre in 128 Jahren (gleiche Abweichung wie Variante 3200)
Jahresschnitt: 365,2421875 Tage: Einfügung eines Schalttages nach etwa 87 000 Jahren,
- 683 Schaltjahre in 2820 Jahren
Jahresschnitt: 365,24219858156 Tage: Einschubung eines Schalttages nach rund 2,4 Million Jahren.

Kurzlebiger Revolutionskalender mit guten Ideen

Die republikanische Zeitrechnung wurde 1793 (rückwirkend ab 1792) bis Ende 1805 in Kraft gesetzt. Für den Kalender der französischen Revolution wurden mehrere wegweisende Reformvorschläge gemacht, die z. T. den oben bereits dargelegten Lösungen (Schaltzyklen 900, 3600 und 4000 Jahre) entsprechen. Sie wurden allerdings nicht verwirklicht, da der Revolutionskalender nach wenigen Jahren wieder abgeschafft wurde.

Die Länge des Sonnenjahrs verändert sich

Die weitaus ausgereifteste Zeitzählung weisen der *griechisch-orthodoxe* und der *persische* Kalender auf. Die Berechnungen zur Genauigkeit (vgl. Tabelle) haben jedoch einen Haken. Sie bauen auf einer gleich bleibenden Länge des tropischen Jahrs (hier: 365,242199 Tage) auf. In Wirklichkeit gibt es jedoch Schwankungen, so dass sich vor allem langfristig erhebliche Abweichungen ergeben können. Die Umlaufgeschwindigkeit der Erde verlangsamt sich wegen der Gezeitenreibung an den flachen Randmeeren. Zudem verlagert sich die Drehachse der Erde. Das tropische Jahr verkürzt sich. Deshalb sinkt die Genauigkeit des Kalenders auf lange Sicht deutlich. Wie groß diese Änderungen tatsächlich sind, lässt sich jedoch nicht mit Sicherheit voraussagen.

Zu guter Letzt: Die Jahreszählung beginnt stets beim Jahr 1. Ausnahmen: Der Maya-Kalender und die astronomische Zeitrechnung haben einen Nullpunkt. In der christlichen Zeiteinteilung gibt es kein Jahr 0. Das dritte Jahrtausend hat demzufolge nicht am 1.1.2000, sondern am 1.1.2001 begonnen.

Quellen

Der Brockhaus. Astronomie. Planeten, Sterne, Galaxien, F.A. Brockhaus, Mannheim/Leipzig 2006, 542 Seiten

Herrmann, Joachim: dtv-Atlas. Astronomie. Mit Sternatlas. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 15. Auflage 2005, 288 Seiten

Zemanek, Heinz: Kalender und Chronologie. Bekanntes und Unbekanntes aus der Kalenderwissenschaft. R. Oldenbourg Verlag, München/Wien, 5. verbesserte Auflage 1990, 160 Seiten

Webseiten

www.computus.de, www.kalenderlexikon.de, www.kalendersysteme.de, www.hermetic.ch,
www.nabkal.de, www.ortelius.de, www.ptb.de

Anhang

Vergleich der Schaltregeln unterschiedlicher Kalender

Schaltregeln

1. Julianischer Kalender

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar ist, sind Schaltjahre mit 366 Tagen. Diese allgemeine Regel gilt jedoch erst ab dem Jahr 8 n. Chr. Schaltjahre sind beispielsweise: 8, 12, 16, 20, 24 n. Chr. sowie 1200, 1300, 1400, 1500, 1560, 1564, 1568, 1572, 1576, 1580. Die übrigen Jahre sind Gemeinjahre zu 365 Tagen.

Jahre, deren Jahreszahl geteilt durch 4 den Rest 1 ergibt, sind Schaltjahre. Diese Regel gilt für die vorgezogene julianische Zeitrechnung, d.h. bis zum Jahr 47 v. Chr. Schaltjahre sind z. B. 73, 69, 65, 61, 57, 53, 49 v. Chr.

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 3 teilbar ist, sind Schaltjahre. Diese durch einen Irrtum entstandene Praxis ist auf die Jahre 45 v. Chr. bis 9 v. Chr. anwendbar. Schaltjahre waren 45, 42, 39, 36, 33, 30, 27, 24, 21, 18, 15, 12, 9 v. Chr.

In der Zeit von 8 v. Chr. bis 7 n. Chr. entfallen alle drei Schalttage. 5 und 1 v. Chr. sowie 4 n. Chr. sind daher Gemeinjahre.

2. Gregorianischer Kalender

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 (aber nicht durch 100) teilbar ist, sind Schaltjahre mit 366 Tagen (z. B. 1996, 2004, 2008, 2012, 2016).

Volle Jahrhunderte

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 400 teilbar ist, sind Schaltjahre mit 366 Tagen (z. B. 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600).

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 100 (aber nicht durch 400) teilbar ist, sind Gemeinjahre zu 365 Tagen (z. B. 1700, 1800, 1900, 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700).

3. Griechisch-orthodoxer Kalender (ne Julianischer Kalender)

nach *Milutin Milankovic* (1879–1958), vgl. auch den Kalender der französischen Revolution

Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar ist, sind Schaltjahre mit 366 Tagen (z. B. 1996, 2004, 2008, 2012, 2016).

Volle Jahrhunderte

Volle Jahrhunderte sind nur dann Schaltjahre, wenn sie durch 9 (bzw. 900) geteilt den Rest 2 (bzw. 200) oder 6 (bzw. 600) ergeben. Schaltjahre sind demnach z.B. 2000, 2400, 2900, 3300, 3800, 4200. Vgl. auch den Kalender 3600, der zur gleichen Abweichung vom Sonnenjahr führt.

4. Persischer Kalender (iranischer Kalender, Dschalali-Kalender, 1079)

nach *Omar Khajam* (1048–1131 n. Chr.), ähnlicher Vorschlag von 1582 von *John Dee* (1527–1606) für den protestantischen Kalender

Der Schaltzyklus beträgt 33 Jahre (7x4 Jahre + 1x5 Jahre): 8 Schaltjahre in 33 Jahren (11. Jahrhundert)

Variante (1925) sowie Vorschlag von *Johann Heinrich von Mädler* (1794–1874) aus dem Jahr 1864:

Der Schaltzyklus umfasst 128 Jahre (3x33 Jahre + 1x29 Jahre). 31 Schaltjahre in 128 Jahren

Variante (1925):

Der Schaltzyklus umfasst 2820 Jahre (21x128 Jahre + 1x132 Jahre), wobei sich die Unterzyklen von 128 Jahren aus 1x29 Jahren + 3 x33 Jahren zusammensetzen. Der Unterzyklus von 132 Jahren besteht aus 1x29, 2x33 und 1x37 Jahren.

5. Kalender der französischen Revolution (republikanischer Kalender)

Der 1793 eingeführte Revolutionskalender wurde (rückwirkend von 1792) bis Ende 1805 verwendet. Für die Schaltregelung gab es drei Vorschläge von *Jean Baptiste Joseph Delambre* (1749–1822):

- a) gleiche Regelung wie beim gregorianischen Kalender, jedoch Gemeinjahr alle 3600 Jahre,
- b) gleiche Regelung wie beim gregorianischen Kalender, jedoch Gemeinjahr alle 4000 Jahre und verkürztes Gemeinjahr von 364 Tagen alle 400 000 Jahre,
- c) Jahre, deren Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar ist, sind Schaltjahre. Volle Jahrhunderte bleiben jedoch Gemeinjahre. Ausnahme: abwechselnd gibt es alle 400 bzw. 500 Jahre ein Schaltjahr (vgl. den griechisch-orthodoxen Kalender).

Diese Schaltregelung aus dem Jahr 1793 wurde nicht umgesetzt.

6. Kalender 3200

Vorschlag von *Eduard Heis* (1806–1877)

Volle Jahrhunderte sollen nur dann Schaltjahre sein, wenn die Jahreszahl ohne Rest durch 400, nicht aber durch 3200 teilbar ist. Nach dieser Regel sind 1600, 2000, 2400, 2800, 3600, 4000, 4400, 4800, 5200, 5600, 6000, 6800, 7200 Schaltjahre, nicht aber 3200, 6400, 9600. Vgl. auch den persischen Kalender mit dem Schaltzyklus von 128 Jahren, der zur gleichen Abweichung vom Sonnenjahr führt.

7. Kalender 3600

Vorschlag für den Kalender der französischen Revolution

Volle Jahrhunderte sollen nur dann Schaltjahre sein, wenn die Jahreszahl ohne Rest durch 400, nicht aber durch 3600 teilbar ist. Nach dieser Regel sind 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 4000, 4400, 4800, 5200, 5600, 6000, 6400, 6800, 7600, 8000 Schaltjahre, nicht aber 3600, 7200, 10800.

8. Kalender 4000

Vorschlag von *Friedrich Wilhelm Herschel* (1738–1822) u. a.

Volle Jahrhunderte bzw. Jahrtausende sollen nur dann Schaltjahre sein, wenn die Jahreszahl ohne Rest durch 400, nicht aber durch 4000 teilbar ist. Nach dieser Regel sind 2000, 6000, 10 000, 14 000, 18 000, 22 000 Schaltjahre, nicht aber 4000, 8000, 12 000, 16 000 und 20 000. Vgl. auch den Kalender der französischen Revolution.

9. Kalender 10 000

Vorschlag von *Heinz Zemanek* (1920–)

Streichung von 3 Schaltjahren in 10 000 Jahren (z. B. in den Jahren 3200, 6400, 9600)

10. Kalender 62

Vorschlag von *Wilhelm Matzka* aus dem Jahr 1880

Zyklus von 62 Jahren mit je einem Unterzyklus von 33 Jahren (7x4 Jahre, 1x5 Jahre) und von 29 Jahren (6x4 Jahre + 1x5 Jahre): 15 Schaltjahre (7+1+6+1) in 62 Jahren

Ergänzungen

Mondkalender und Mondjahr

Der für den Kalender ausschlaggebende (synodische) Mondmonat hat eine Länge von 29,53059 oder genauer 29,530588 mittleren Sonnentagen. Ein synodischer Monat ist die (mittlere) Zeitspanne zwischen zwei gleichartigen Mondphasen, also die Zeit von Neumond zu Neumond. Ein Mondjahr zu 12 Mondmonaten zählt 354,36708 bzw. 354,367056 Tage. Es ist um rund 10 Tage 21 Stunden kürzer als das Sonnenjahr. Ein kalendarisches Mondjahr mit Monaten von abwechselnd 29 und 30

Tagen umfasst 354 Tage. Damit der Mondkalender mit dem Mondlauf in Einklang steht, müssen Zusatztage eingeschoben werden. Ein Kettenbruch zu $36708/100\ 000$ oder $367056/1\ 000\ 000$ ergibt folgende Näherungen: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{11}$, $\frac{7}{19}$, $\frac{11}{30}$, $\frac{29}{79}$, $\frac{533}{1452}$, $\frac{2161}{5887}$ bzw. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{11}$, $\frac{7}{19}$, $\frac{11}{30}$, $\frac{29}{79}$, $\frac{127}{346}$, $\frac{156}{425}$. Infrage kämen etwa folgende Lösungen: 11 Schalttage in 30 Jahren, 29 Schalttage in 79 Jahren oder 127 Schalttage in 346 Jahren.

Mondphasen:

- Neumond
- erstes Viertel (Halbmond) etwa 7 Tage nach Neumond
- Vollmond etwa 14–15 Tage nach Neumond
- letztes Viertel (Halbmond) etwa 22 Tage nach Neumond
- Neumond etwa 29 Tage nach Neumond.

Es gibt einen zunehmenden Mond (Neumond – Vollmond) und einen abnehmenden Mond (Vollmond – Neumond).

Metonischer Zyklus

Das Verhältnis zwischen Sonnen- und Mondkalender beträgt $12,368267$ (=Länge des Sonnenjahrs/Länge des synodischen Monats). Der Kettenbruch zu $0,368267$ bringt u. a. folgende Näherungen: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{11}$, $\frac{7}{19}$, $\frac{123}{334}$, $\frac{253}{687}$, $\frac{629}{1708}$.

Eine günstige Näherung ergibt sich mit $\frac{7}{19}$: $12 + \frac{7}{19} = \frac{228}{19} + \frac{7}{19} = \frac{235}{19}$. Der metonische Zyklus umfasst 235 synodische Monate bzw. 19 Sonnenjahre.

Tabellen

Vergleich von Kalenderjahr und Sonnenjahr														
Art des Kalenders	Einführung Jahr	Schaltzyklus in Jahren 1)	Wiederkehr der Wochentage nach 2)	mittlere Länge des Kalenderjahrs in Tagen		Länge des tropischen Jahrs in mittleren Sonnentagen 3)	Abweichung des Kalenderjahrs vom tropischen Jahr in Tagen	Abweichung des Kalenderjahrs um einen Tag nach rund 4)	Streichung eines Schalttages nach rund	Einfügung eines Schalttages nach rund 5)	Anzahl Schalttage im Schaltzyklus	Anteil Schalttage in %	erste Abweichung vom gregorianischen Kalender im Jahr	
ägyptisch	4. Jt. v. Chr.	–	7 Jahren	365	365	365,242199	0,242199	4 Jahren	–	–	–	0%	–	
julianisch	46 v. Chr.	4	28 Jahren	365,25	365 1/4		0,007801	128 Jahren	128 Jahren	–	–	1/4	25,0000%	1582
gregorianisch	1582	400	400 Jahren	365,2425	365 97/400		0,000301	3.322 Jahren	3.322 Jahren	–	–	97/400	24,2500%	–
griechisch-orthodox	1923	900	6.300 Jahren	365,24222222	365 218/900		0,00002322	43.062 Jahren	43.062 Jahren	–	–	218/900	24,2222%	2800
persisch	1079	33	231 Jahren	365,24242424	365 8/33		0,00022524	4.440 Jahren	4.440 Jahren	–	–	8/33	24,2424%	–
	1925	128	896 Jahren	365,2421875	365 31/128		0,0000115	86.957 Jahren	–	86.957 Jahren	–	31/128	24,2188%	–
	1925	2820	19.740 Jahren	365,24219858156	365 683/2820		0,00000041844	2.389.830 Jahren	–	2.389.830 Jahren	–	683/2820	24,2199%	–
Reformvorschläge														
3200 6)	–	3200	22.400 Jahren	365,2421875	365 775/3200		0,0000115	86.957 Jahren	–	86.957 Jahren	–	775/3200	24,2188%	3200
3600 6)	–	3600	25.200 Jahren	365,24222222	365 872/3600		0,00002322	43.062 Jahren	43.062 Jahren	–	–	872/3600	24,2222%	3600
4000 6)	–	4000	28.000 Jahren	365,24225	365 969/4000	0,000051	19.608 Jahren	19.608 Jahren	–	–	969/4000	24,2250%	4000	
10000 6)	–	10000	70.000 Jahren	365,2422	365 2422/10000	0,000001	1.000.000 Jahren	1.000.000 Jahren	–	–	2422/10000	24,2200%	3200	
62	–	62	62 Jahren	365,2419354839	365 15/62	0,0002635161	3.795 Jahren	–	3.795 Jahren	–	15/62	24,1935%	–	

Anmerkungen

- Schaltzyklus = (kürzeste) Abfolge von Gemein- und Schaltjahren in einer bestimmten Anordnung
- Zuordnung der Wochentage zu bestimmten Kalenderdaten: Ist der 1. Januar 2000 ein Samstag, so fallen im gregorianischen Kalender auch der 1.1.1600, der 1.1.2000, der 1.1.2400, der 1.1.2800, der 1.1.3200 usw. auf einen Samstag. Voraussetzung ist, dass der jeweilige Zyklus nur ganze, aber keine angebrochenen Wochen umfasst. Beim gregorianischen Kalender haben 400 Jahre (zufälligerweise) genau 20 871 Wochen.
- Tropisches Jahr = Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt (Frühjahrs-Tagundnachtgleiche)
- Diese Werte gelten unter der Annahme, dass das tropische Jahr (Sonnenjahr) gleich lang bleibt. Kehrwert zur mittleren jährlichen Abweichung
- Der ägyptische Sonnenkalender hatte ursprünglich keine Schaltjahre, später wurde jedoch jeweils nach vier Jahren ein Schalttag eingeschoben.
- Verbesserungen auf der Grundlage des gregorianischen Kalenders

Mittlere Länge der Kalenderjahre (in Tagen)												
Art des Kalenders	Berechnung I		Ergebnis		Berechnung II		Ergebnis		Berechnung III		Ergebnis	
	julianisch	365	1/4	365,25	365,25	–	365,25	365	1/4	–	–	365,25
gregorianisch	365	97/400	365,2425	365,25	- 3/400	365,2425	365	1/4	- 1/100	1/400	365,2425	
griechisch-orthodox	365	109/450	365,2422222	365,25	- 7/900	365,2422222	365	1/4	- 1/100	1/450	365,2422222	
persisch	365	8/33	365,2424242	366,00	- 25/33	365,2424242	365					
	365	31/128	365,2421875	366,00	- 97/128	365,2421875	365					
	365	683/2820	365,2421986	366,00	- 2137/2820	365,2421986	365					
3200	365	31/128	365,2421875	365,25	- 1/128	365,2421875	365	1/4	- 1/100	7/3200	365,2421875	
3600	365	109/450	365,24222	365,25	- 7/900	365,2422222	365	1/4	- 1/100	1/450	365,2422222	
4000	365	969/4000	365,24225	365,25	- 31/4000	365,24225	365	1/4	- 1/100	9/4000	365,24225	
10000	365	1211/5000	365,24220	365,25	- 39/5000	365,24220	365	1/4	- 1/100	11/5000	365,2422	
62	365	15/62	365,2419355	365,25	- 1/124	365,2419355	365	1/4	- 1/124		365,2419355	

Kettenbruch und Schaltzyklus											
Näherung	Ausgangswert		Abweichung vom Ausgangswert (Länge des Sonnenjahrs)	Einfügen oder Streichen *) eines Schalttages nach rund	Nutzung für den folgenden Kalender	Näherung	Ausgangswert		Abweichung vom Ausgangswert (Länge des Sonnenjahrs)	Einfügen oder Streichen *) eines Schalttages nach rund	Nutzung für den folgenden Kalender
	2422/1000	0,242200000000					242199/1000000	0,242199000000			
	gemeiner Bruch	dezimaler Bruch					gemeiner Bruch	dezimaler Bruch			
1. Näherung	1/4	0,250000000000	0,007800000000	128 Jahren	julianisch	1. Näherung	1/4	0,250000000000	0,007801000000	128 Jahren	julianisch
2. Näherung	7/29	0,241379310345	-0,000820689655	1.218 Jahren	persisch	2. Näherung	7/29	0,241379310345	-0,000819689655	1.220 Jahren	persisch
3. Näherung	8/33	0,242424242424	0,000224242424	4.459 Jahren	persisch	3. Näherung	8/33	0,242424242424	0,000225242424	4.440 Jahren	persisch
4. Näherung	31/128	0,242187500000	-0,000012500000	80.000 Jahren	persisch	4. Näherung	31/128	0,242187500000	-0,000011500000	86.957 Jahren	persisch
5. Näherung	132/545	0,242201834862	0,000001834862	545.000 Jahren		5. Näherung	163/673	0,242199108470	0,000000108470	9.219.178 Jahren	
6. Näherung	163/673	0,242199108470	-0,000000891530	1.121.667 Jahren		6. Näherung	3291/13588	0,242198999117	-0,000000000883	1.132.333.329 Jahren	
7. Näherung	295/1218	0,242200328407	0,000000328407	3.045.000 Jahren		7. Näherung	19909/82201	0,242199000012	0,000000000012	82.201.037.686 Jahren	
8. Näherung	458/1891	0,242199894236	-0,000000105764	9.455.000 Jahren		8. Näherung	242199/1000000	0,242199000000	0,000000000000	-	
9. Näherung	1211/5000	0,242200000000	0,000000000000	-							
Weitere für Schaltzyklen genutzte oder vorgeschlagene Näherungsbrüche											
Gemein- und Schaltjahre	Ausgangswert		Abweichung vom Sonnenjahr in Tagen	Einfügen oder Streichen *) eines Schalttages nach rund	Schaltzyklus	Gemein- und Schaltjahre	Ausgangswert		Abweichung vom Sonnenjahr in Tagen	Einfügen oder Streichen *) eines Schalttages nach rund	Schaltzyklus
	2422/1000	0,242200000000					242199/1000000	0,242199000000			
	gemeiner Bruch	dezimaler Bruch					gemeiner Bruch	dezimaler Bruch			
Anteil Schaltjahre je Schaltzyklus	97/400	0,242500000000	0,000300000000	3.333 Jahren	gregorianisch	Anteil Schaltjahre je Schaltzyklus	97/400	0,242500000000	0,000301000000	3.322 Jahren	gregorianisch
	218/900	0,242222222222	0,000022222222	45.000 Jahren	griechisch-orthodox		218/900	0,242222222222	0,000023222222	43.062 Jahren	griechisch-orthodox
	683/2820	0,242198581560	-0,000001418440	705.000 Jahren	persisch		683/2820	0,242198581560	-0,000000418440	2.389.831 Jahren	persisch
	15/62	0,241935483871	-0,000264516129	3.780 Jahren	Vorschläge		15/62	0,241935483871	-0,000263516129	3.795 Jahren	Vorschläge
	775/3200	0,242187500000	-0,000012500000	80.000 Jahren	Matzka		775/3200	0,242187500000	-0,000011500000	86.957 Jahren	Matzka
	872/3600	0,242222222222	0,000022222222	45.000 Jahren	Heis		872/3600	0,242222222222	0,000023222222	43.062 Jahren	Heis
	969/4000	0,242250000000	0,000050000000	20.000 Jahren	Delambre		969/4000	0,242250000000	0,000051000000	19.608 Jahren	Delambre
	2422/10000	0,242200000000	0,000000000000	-	Herschel/Delambre		2422/10000	0,242200000000	0,000001000000	1.000.000 Jahren	Herschel/Delambre
				Zemanek						Zemanek	
Anmerkung											
*) Wenn die Abweichung vom Ausgangswert bzw. vom Sonnenjahr positiv ist, muss ein Schalttag <i>gestrichen</i> werden, ist sie negativ, so ist ein zusätzlicher Schalttag <i>einzuschieben</i> .											
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011											

Auswirkungen des julianischen Kalenders auf den Frühlingsbeginn					
Jahr	Anzahl Jahre (rückwirkend)	jährliche Abweichung des julianischen Jahrs vom Sonnenjahr in Tagen	gesamte rückwirkende Abweichung in Tagen	Verschiebung des Frühlingsanfangs wegen der Abweichung vom Sonnenjahr	Bemerkungen
1582 n. Chr.	0		0	11. März	Einführung des gregorianischen Kalenders
1500 n. Chr.	82		0,639682		
1454 n. Chr.	128		0,998528	12. März	
1400 n. Chr.	182		1,419782		
1326 n. Chr.	256		1,997056	13. März	
1300 n. Chr.	282		2,199882		
1200 n. Chr.	382		2,979982		
1197 n. Chr.	385		3,003385	14. März	
1100 n. Chr.	482		3,760082		
1069 n. Chr.	513		4,001913	15. März	
1000 n. Chr.	582		4,540182		
941 n. Chr.	641		5,000441	16. März	
900 n. Chr.	682		5,320282		
813 n. Chr.	769		5,998969	17. März	
800 n. Chr.	782		6,100382		
700 n. Chr.	882		6,880482		
685 n. Chr.	897		6,997497	18. März	
600 n. Chr.	982		7,660582		
556 n. Chr.	1026		8,003826	19. März	
500 n. Chr.	1082		8,440682		
428 n. Chr.	1154		9,002354	20. März	
400 n. Chr.	1182		9,220782		
325 n. Chr.	1257		9,805857		Konzil zu Nizäa (Festlegung Ostertermin)
300 n. Chr.	1282		10,000882	21. März	
200 n. Chr.	1382	0,007801	10,780982		
172 n. Chr.	1410		10,99941	22. März	
100 n. Chr.	1482		11,561082		
44 n. Chr.	1538		11,997938	23. März	
1 n. Chr.	1581		12,333381		
1 v. Chr.	1582		12,341182		
45 v. Chr.	1626		12,684426		
46 v. Chr.	1627		12,692227		Einführung des julianischen Kalenders
85 v. Chr.	1666		12,996466	24. März	
100 v. Chr.	1681		13,113481		
200 v. Chr.	1781		13,893581		
215 v. Chr.	1796		14,010596	25. März	
300 v. Chr.	1881		14,673681		
344 v. Chr.	1925		15,016925	26. März	
400 v. Chr.	1981		15,453781		
473 v. Chr.	2054		16,023254	27. März	
500 v. Chr.	2081		16,233881		
600 v. Chr.	2181		17,013981		
602 v. Chr.	2183		17,029583	28. März	
700 v. Chr.	2281		17,794081		
731 v. Chr.	2312		18,035912	29. März	
800 v. Chr.	2381		18,574181		
861 v. Chr.	2442		19,050042	30. März	
900 v. Chr.	2481		19,354281		
990 v. Chr.	2571		20,056371	31. März	
1000 v. Chr.	2581		20,134381		
Anmerkungen					
Die Kalenderreform von 1582 führte dazu, dass der Frühling nun am 21. März beginnt. Es wurden 10 Tage gestrichen und die Schaltregeln angepasst. Der Frühlingsbeginn verschiebt sich in der julianischen Zeitrechnung rund alle 128,188694 Jahre um einen Tag.					
Die Berechnungen vor 46 v. Chr. beruhen auf der julianischen Zeitzählung. Sie gelten unter dem Vorbehalt, dass das tropische Jahr (Sonnenjahr) gleich lang bleibt.					
Rechnet man mit einer Abweichung von 0,0078 statt (wie hier) von 0,007801 Tagen, ändern sich folgende Jahre: 86 v. Chr. statt 85 v. Chr. sowie 732 v. Chr. statt 731 v. Chr.					
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011					

Falsche und richtige Schaltjahre in der julianischen Zeitrechnung																																																																																																																																																																																																							
Schaltzyklus von 4 Jahren				Schaltzyklus von 4 Jahren				Anzahl Schaltjahre																																																																																																																																																																																															
77 v.Chr.	76 v.Chr.	75 v.Chr.	74 v.Chr.	73 v.Chr.	72 v.Chr.	71 v.Chr.	70 v.Chr.	2	2																																																																																																																																																																																														
69 v.Chr.	68 v.Chr.	67 v.Chr.	66 v.Chr.	65 v.Chr.	64 v.Chr.	63 v.Chr.	62 v.Chr.	2	4																																																																																																																																																																																														
61 v.Chr.	60 v.Chr.	59 v.Chr.	58 v.Chr.	57 v.Chr.	56 v.Chr.	55 v.Chr.	54 v.Chr.	2	6																																																																																																																																																																																														
53 v.Chr.	52 v.Chr.	51 v.Chr.	50 v.Chr.	49 v.Chr.	48 v.Chr.	47 v.Chr.	46 v.Chr.	2	8																																																																																																																																																																																														
45 v.Chr.	44 v.Chr.	43 v.Chr.	42 v.Chr.	41 v.Chr.	40 v.Chr.	39 v.Chr.	38 v.Chr.	3	11																																																																																																																																																																																														
37 v.Chr.	36 v.Chr.	35 v.Chr.	34 v.Chr.	33 v.Chr.	32 v.Chr.	31 v.Chr.	30 v.Chr.	3	14																																																																																																																																																																																														
29 v.Chr.	28 v.Chr.	27 v.Chr.	26 v.Chr.	25 v.Chr.	24 v.Chr.	23 v.Chr.	22 v.Chr.	2	16																																																																																																																																																																																														
21 v.Chr.	20 v.Chr.	19 v.Chr.	18 v.Chr.	17 v.Chr.	16 v.Chr.	15 v.Chr.	14 v.Chr.	3	19																																																																																																																																																																																														
13 v.Chr.	12 v.Chr.	11 v.Chr.	10 v.Chr.	9 v.Chr.	8 v.Chr.	7 v.Chr.	6 v.Chr.	2	21																																																																																																																																																																																														
5 v.Chr.	4 v.Chr.	3 v.Chr.	2 v.Chr.	1 v.Chr.	1 n.Chr.	2 n.Chr.	3 n.Chr.	0	21																																																																																																																																																																																														
4 n.Chr.	5 n.Chr.	6 n.Chr.	7 n.Chr.	8 n.Chr.	9 n.Chr.	10 n.Chr.	11 n.Chr.	1	22																																																																																																																																																																																														
12 n.Chr.	13 n.Chr.	14 n.Chr.	15 n.Chr.	16 n.Chr.	17 n.Chr.	18 n.Chr.	19 n.Chr.	2	24																																																																																																																																																																																														
20 n.Chr.	21 n.Chr.	22 n.Chr.	23 n.Chr.	24 n.Chr.	25 n.Chr.	26 n.Chr.	27 n.Chr.	2	26																																																																																																																																																																																														
28 n.Chr.	29 n.Chr.	30 n.Chr.	31 n.Chr.	32 n.Chr.	33 n.Chr.	34 n.Chr.	35 n.Chr.	2	28																																																																																																																																																																																														
36 n.Chr.	37 n.Chr.	38 n.Chr.	39 n.Chr.	40 n.Chr.	41 n.Chr.	42 n.Chr.	43 n.Chr.	2	30																																																																																																																																																																																														
44 n.Chr.	45 n.Chr.	46 n.Chr.	47 n.Chr.	48 n.Chr.	49 n.Chr.	50 n.Chr.	51 n.Chr.	2	32																																																																																																																																																																																														
Zeichenerklärung																																																																																																																																																																																																							
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #f08080; margin-right: 5px;"></div> falsche Schaltjahre (alle drei Jahre): 42 v. Chr. bis 9 v. Chr. Jahreszahl ohne Rest durch 3 teilbar </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #90ee90; margin-right: 5px;"></div> richtige Schaltjahre (alle 4 Jahre): ab 8 n. Chr. Jahreszahl ohne Rest durch 4 teilbar </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-right: 5px;"></div> gestrichene Schaltjahre: 8 v. Chr. bis 7 n. Chr. </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #00bfff; margin-right: 5px;"></div> Schaltjahre vor 46 v. Chr. (rückwirkende Anwendung der julianischen Zeitrechnung) Jahreszahl geteilt durch 4 ergibt den Rest 1 </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #8b4513; margin-right: 5px;"></div> Beginn des Schaltzyklus mit einem Schaltjahr </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #a9a9a9; margin-right: 5px;"></div> Beginn der christlichen Zeitrechnung (kein Jahr 0!) </div>										Varronische Jahreszählung (Beginn: Gründung der Stadt Rom am 21. April 753 v. Chr.)										53 v.Chr.	52 v.Chr.	51 v.Chr.	50 v.Chr.	49 v.Chr.	48 v.Chr.	47 v.Chr.	46 v.Chr.	701 a.u.c.	702 a.u.c.									703 a.u.c.	704 a.u.c.									705 a.u.c.	706 a.u.c.									707 a.u.c.	708 a.u.c.	45 v.Chr.	44 v.Chr.	43 v.Chr.	42 v.Chr.	41 v.Chr.	40 v.Chr.	39 v.Chr.	38 v.Chr.	709 a.u.c.	710 a.u.c.									711 a.u.c.	712 a.u.c.									713 a.u.c.	714 a.u.c.									715 a.u.c.	716 a.u.c.	13 v.Chr.	12 v.Chr.	11 v.Chr.	10 v.Chr.	9 v.Chr.	8 v.Chr.	7 v.Chr.	6 v.Chr.	741 a.u.c.	742 a.u.c.									743 a.u.c.	744 a.u.c.									745 a.u.c.	746 a.u.c.									747 a.u.c.	748 a.u.c.	5 v.Chr.	4 v.Chr.	3 v.Chr.	2 v.Chr.	1 v.Chr.	1 n.Chr.	2 n.Chr.	3 n.Chr.	749 a.u.c.	750 a.u.c.									751 a.u.c.	752 a.u.c.									753 a.u.c.	754 a.u.c.									755 a.u.c.	756 a.u.c.	a.u.c. = ab urbe condita, seit der Gründung der Stadt (Rom)										© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011									
Varronische Jahreszählung (Beginn: Gründung der Stadt Rom am 21. April 753 v. Chr.)																																																																																																																																																																																																							
53 v.Chr.	52 v.Chr.	51 v.Chr.	50 v.Chr.	49 v.Chr.	48 v.Chr.	47 v.Chr.	46 v.Chr.	701 a.u.c.	702 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								703 a.u.c.	704 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								705 a.u.c.	706 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								707 a.u.c.	708 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
45 v.Chr.	44 v.Chr.	43 v.Chr.	42 v.Chr.	41 v.Chr.	40 v.Chr.	39 v.Chr.	38 v.Chr.	709 a.u.c.	710 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								711 a.u.c.	712 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								713 a.u.c.	714 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								715 a.u.c.	716 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
13 v.Chr.	12 v.Chr.	11 v.Chr.	10 v.Chr.	9 v.Chr.	8 v.Chr.	7 v.Chr.	6 v.Chr.	741 a.u.c.	742 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								743 a.u.c.	744 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								745 a.u.c.	746 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								747 a.u.c.	748 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
5 v.Chr.	4 v.Chr.	3 v.Chr.	2 v.Chr.	1 v.Chr.	1 n.Chr.	2 n.Chr.	3 n.Chr.	749 a.u.c.	750 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								751 a.u.c.	752 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								753 a.u.c.	754 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
								755 a.u.c.	756 a.u.c.																																																																																																																																																																																														
a.u.c. = ab urbe condita, seit der Gründung der Stadt (Rom)																																																																																																																																																																																																							
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011																																																																																																																																																																																																							

Länge von Sternjahr, Sonnenjahr und Kalenderjahr							
Sternjahr (siderisches Jahr)				Sternjahr (siderisches Jahr)			
365,2564 mittlere Sonnentage 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 13 Sekunden				365,25636 mittlere Sonnentage 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 10 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	6 Stunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	6 Stunden
0,256400 Tage	22.152,9600000	Sekunden		0,256360 Tage	22.149,5040000	Sekunden	
	369,2160000	Minuten			369,1584000	Minuten	
	6,1536000	Stunden			6,1526400	Stunden	
	0,1536000	Rest			0,1526400	Rest	
	9,2160000	Minuten		9 Minuten	9,1584000	Minuten	
	0,2160000	Rest			0,1584000	Rest	
	12,9600000	Sekunden	12,9600 Sekunden	9,5040000	Sekunden	9,5040 Sekunden	
Sonnenjahr (tropisches Jahr)				Sonnenjahr (tropisches Jahr)			
365,24220 mittlere Sonnentage 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 46 Sekunden				365,242199 mittlere Sonnentage 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 46 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	5 Stunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	5 Stunden
0,242200 Tage	20.926,0800000	Sekunden		0,242199 Tage	20.925,9936000	Sekunden	
	348,7680000	Minuten			348,7665600	Minuten	
	5,8128000	Stunden			5,8127760	Stunden	
	0,8128000	Rest			0,8127760	Rest	
	48,7680000	Minuten		48 Minuten	48,7665600	Minuten	
	0,7680000	Rest			0,7665600	Rest	
	46,0800000	Sekunden	46,0800 Sekunden	45,9936000	Sekunden	45,9936 Sekunden	
Julianisches Jahr				Gregorianisches Jahr			
365,25 mittlere Sonnentage 365 Tage 6 Stunden				365,2425 mittlere Sonnentage 365 Tage 5 Stunden 49 Minuten 12 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	6 Stunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	5 Stunden
0,250000 Tage	21.600,0000000	Sekunden		0,242500 Tage	20.952,0000000	Sekunden	
	360,0000000	Minuten			349,2000000	Minuten	
	6,0000000	Stunden			5,8200000	Stunden	
	0,0000000	Rest			0,8200000	Rest	
	0,0000000	Minuten		0 Minuten	49,2000000	Minuten	
	0,0000000	Rest			0,2000000	Rest	
	0,0000000	Sekunden	0 Sekunden	12,0000000	Sekunden	12,00 Sekunden	
Sonnenjahr und julianisches Jahr				Sonnenjahr und gregorianisches Jahr			
365,24220 mittlere Sonnentage				365,24220 mittlere Sonnentage			
365,25000 mittlere Sonnentage				365,24250 mittlere Sonnentage			
Abweichung				Abweichung			
0,00780 mittlere Sonnentage				0,00030 mittlere Sonnentage			
11 Minuten 13,92 Sekunden				25,92 Sekunden			
Sonnenjahr und julianisches Jahr				Sonnenjahr und gregorianisches Jahr			
365,242199 mittlere Sonnentage				365,242199 mittlere Sonnentage			
365,250000 mittlere Sonnentage				365,242500 mittlere Sonnentage			
Abweichung				Abweichung			
0,007801 mittlere Sonnentage				0,000301 mittlere Sonnentage			
11 Minuten 14,0064 Sekunden				26,0064 Sekunden			
Sonnenjahr und Sternjahr							
Sonnenjahr	365,2422 mittlere Sonnentage						
Sternjahr	365,2564 mittlere Sonnentage						
Unterschied	0,0142 mittlere Sonnentage						
	20 Minuten 26,88 Sekunden						
Sonnenjahr und Sternjahr							
Sonnenjahr	365,242199 mittlere Sonnentage						
Sternjahr	365,256360 mittlere Sonnentage						
Unterschied	0,014161 mittlere Sonnentage						
	20 Minuten 23,5104 Sekunden						
Anmerkungen							
Das julianische Jahr ist im Vergleich zum Sonnenjahr rund 11 Minuten 14 Sekunden zu lang.							
Das gregorianische Jahr ist im Vergleich zum Sonnenjahr rund 26 Sekunden zu lang.							
Das gregorianische Jahr ist folglich rund 26 mal genauer als das julianische (674/26).							
Das Sternjahr (siderische Jahr) ist 0,014161 mittlere Sonnentage länger als das Sonnenjahr (tropisches, astronomisches oder Äquinoktialjahr), das sind gut 20 Minuten.							
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011							

Länge von Monat, Mondjahr und Sonnenjahr							
Sonnenjahr (tropisches Jahr)				Sonnenjahr (tropisches Jahr)			
365,24220 mittlere Sonnentage				365,242199 mittlere Sonnentage			
365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 46 Sekunden				365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 46 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	5 Stunden 48 Minuten 46,0800 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	5 Stunden 48 Minuten 45,9936 Sekunden
0,242200 Tage	20.926,0800000	Sekunden		0,242199 Tage	20.925,9936000	Sekunden	
	348,7680000	Minuten			348,7665600	Minuten	
	5,8128000	Stunden			5,8127760	Stunden	
	0,8128000	Rest			0,8127760	Rest	
	48,7680000	Minuten			48,7665600	Minuten	
	0,7680000	Rest		0,7665600	Rest		
	46,0800000	Sekunden		45,9936000	Sekunden		
Synodischer Monat (Mondmonat)				Synodischer Monat (Mondmonat)			
29,53059 mittlere Sonnentage				29,530588 mittlere Sonnentage			
29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Sekunden				29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,8 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	12 Stunden 44 Minuten 2,9760 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	12 Stunden 44 Minuten 2,8032 Sekunden
0,530590 Tage	45.842,9760000	Sekunden		0,530588 Tage	45.842,8032000	Sekunden	
	764,0496000	Minuten			764,0467200	Minuten	
	12,7341600	Stunden			12,7341120	Stunden	
	0,7341600	Rest			0,7341120	Rest	
	44,0496000	Minuten			44,0467200	Minuten	
	0,0496000	Rest		0,0467200	Rest		
	2,9760000	Sekunden		2,8032000	Sekunden		
Mondphase				Mondphase			
7,38265 mittlere Sonnentage				7,382647 mittlere Sonnentage			
7 Tage 9 Stunden 11 Minuten 1 Sekunde				7 Tage 9 Stunden 11 Minuten 0,7 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	9 Stunden 11 Minuten 0,7440 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	9 Stunden 11 Minuten 0,7008 Sekunden
0,38265 Tage	33.060,7440000	Sekunden		0,382647 Tage	33.060,7008000	Sekunden	
	551,0124000	Minuten			551,0116800	Minuten	
	9,1835400	Stunden			9,1835280	Stunden	
	0,1835400	Rest			0,1835280	Rest	
	11,0124000	Minuten			11,0116800	Minuten	
	0,0124000	Rest		0,0116800	Rest		
	0,7440000	Sekunden		0,7008000	Sekunden		
Mondjahr				Mondjahr			
354,36708 mittlere Sonnentage				354,367056 mittlere Sonnentage			
354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 35,7 Sekunden				354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 33,6 Sekunden			
Berechnung				Berechnung			
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	8 Stunden 48 Minuten 35,7120 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	8 Stunden 48 Minuten 33,6384 Sekunden
0,36708 Tage	31.715,7120000	Sekunden		0,367056 Tage	31.713,6384000	Sekunden	
	528,5952000	Minuten			528,5606400	Minuten	
	8,8099200	Stunden			8,8093440	Stunden	
	0,8099200	Rest			0,8093440	Rest	
	48,5952000	Minuten			48,5606400	Minuten	
	0,5952000	Rest		0,5606400	Rest		
	35,7120000	Sekunden		33,6384000	Sekunden		
Sonnenjahr und Mondjahr				Sonnenjahr und Mondjahr			
365,24220 mittlere Sonnentage				365,242199 mittlere Sonnentage			
354,36708 mittlere Sonnentage				354,367056 mittlere Sonnentage			
Unterschied				Unterschied			
10,87512 mittlere Sonnentage				10,875143 mittlere Sonnentage			
10 Tage 21 Stunden 0 Minuten 10,3680 Sekunden				10 Tage 21 Stunden 0 Minuten 12,3552 Sekunden			
Sonnen- und Mondkalender/Sonnenjahr und Mondmonat							
Sonnenjahr		synodischer Monat		Verhältnis zwischen Sonnen- und Mondkalender			
365,2422 mittlere Sonnentage		29,53059 mittlere Sonnentage		12,36826626220470			
365,242199 mittlere Sonnentage		29,530588 mittlere Sonnentage		12,36826706599950			
Übereinstimmung von Mond- und Sonnenlauf. Kettenbruch: 12 + 7/19 = 235/19							
19 Sonnenjahre				235 synodische Monate			
6.939,60180 mittlere Sonnentage				6.939,68865 mittlere Sonnentage			
6.939,60178 mittlere Sonnentage				6.939,68818 mittlere Sonnentage			
0,0868500 Tage				2 Stunden 5 Minuten 3,84 Sekunden			
0,0863990 Tage				2 Stunden 4 Minuten 24,8736 Sekunden			
Metonischer Zyklus oder Mondzirkel (Meton von Athen, 5. Jh. v. Chr.)							
12 Jahre zu 12 Monaten		144 Monate		125 Monate zu 30 Tagen		3750 mittlere Sonnentage	
7 Jahre zu 13 Monaten		91 Monate		110 Monate zu 29 Tagen		3190 mittlere Sonnentage	
19 Sonnenjahre		235 Monate				6940 mittlere Sonnentage	
Anmerkungen							
1 Mondjahr besteht aus 12 synodischen Monaten.							
Das Sonnenjahr ist rund 10 Tage 21 Stunden länger als das Mondjahr.							
Ein Zwölftel eines Sonnenjahrs sind 30,43685 Tage oder 30 Tage 10 Stunden 29 Minuten 3,83 Sekunden							
Ein mittlerer gregorianischer Monat hat 30,43688 Tage oder 30 Tage 10 Stunden 29 Minuten 6 Sekunden.							
Metonischer Zyklus: Nach jeweils 19 Sonnenjahren fallen die Mondphasen wieder auf die gleichen Tage des Jahres.							
Eine Mondphase ist im Schnitt 9 Stunden 11 Minuten 0,7 Sekunden länger als eine Woche von 7 Tagen.							
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011							

Mondjahr im Vergleich zum Sonnenjahr				
Wanderung des Jahresbeginn durch alle Jahreszeiten				
Länge Sonnenjahr	Länge Mondjahr	Längenunterschied	Verhältnis Sonnenjahr : Längenunterschied	
365,24220 Sonnentage	354,36708 Sonnentage	10,8751200 Sonnentage	Laufzeit:	33,5851 Jahre
Sonnenjahr	Sonnenjahr	Mondjahr	Sonnenjahr	Mondjahr
Jahresbeginn	Zeitpunkt	Jahreszeit	Zeitpunkt	Jahreszeit
01.01.2000 00:00	01.01.2000 00:00	Neujahr	21.03.2000 00:00	Frühlingsanfang
01.01.2001 00:00	20.12.2000 08:48	Neujahr im Winter	10.03.2001 08:48	
01.01.2002 00:00	09.12.2001 17:37		27.02.2002 17:37	
01.01.2003 00:00	29.11.2002 02:25		17.02.2003 02:25	
01.01.2004 00:00	18.11.2003 11:14		06.02.2004 11:14	
01.01.2005 00:00	06.11.2004 20:02		25.01.2005 20:02	
01.01.2006 00:00	27.10.2005 04:51		15.01.2006 04:51	
01.01.2007 00:00	16.10.2006 13:40		04.01.2007 13:40	
01.01.2008 00:00	05.10.2007 22:28	24.12.2007 22:28	Frühlingsanfang im Winter	
01.01.2009 00:00	24.09.2008 07:17	13.12.2008 07:17		
01.01.2010 00:00	13.09.2009 16:05	02.12.2009 16:05		
01.01.2011 00:00	03.09.2010 00:54	22.11.2010 00:54	Frühlingsanfang im Herbst	
01.01.2012 00:00	23.08.2011 09:43	11.11.2011 09:43		
01.01.2013 00:00	11.08.2012 18:31	30.10.2012 18:31		
01.01.2014 00:00	01.08.2013 03:20	20.10.2013 03:20		
01.01.2015 00:00	21.07.2014 12:08	09.10.2014 12:08		
01.01.2016 00:00	10.07.2015 20:57	28.09.2015 20:57		
01.01.2017 00:00	29.06.2016 05:46	17.09.2016 05:46		
01.01.2018 00:00	18.06.2017 14:34	06.09.2017 14:34	Frühlingsanfang im Sommer	
01.01.2019 00:00	07.06.2018 23:23	26.08.2018 23:23		
01.01.2020 00:00	28.05.2019 08:11	16.08.2019 08:11		
01.01.2021 00:00	16.05.2020 17:00	04.08.2020 17:00		
01.01.2022 00:00	06.05.2021 01:49	25.07.2021 01:49		
01.01.2023 00:00	25.04.2022 10:37	14.07.2022 10:37		
01.01.2024 00:00	14.04.2023 19:26	03.07.2023 19:26		
01.01.2025 00:00	03.04.2024 04:14	22.06.2024 04:14	Frühlingsanfang im Sommer	
01.01.2026 00:00	23.03.2025 13:03	11.06.2025 13:03		
01.01.2027 00:00	12.03.2026 21:52	31.05.2026 21:52		
01.01.2028 00:00	02.03.2027 06:40	21.05.2027 06:40		
01.01.2029 00:00	19.02.2028 15:29	09.05.2028 15:29		
01.01.2030 00:00	08.02.2029 00:17	29.04.2029 00:17		
01.01.2031 00:00	28.01.2030 09:06	18.04.2030 09:06		
01.01.2032 00:00	17.01.2031 17:55	07.04.2031 17:55	Frühlingsanfang	
01.01.2033 00:00	07.01.2032 02:43	27.03.2032 02:43		
01.01.2034 00:00	26.12.2032 11:32	16.03.2033 11:32		
01.01.2035 00:00	15.12.2033 20:20	05.03.2034 20:20		
01.01.2036 00:00	05.12.2034 05:09	23.02.2035 05:09		
01.01.2037 00:00	24.11.2035 13:58	12.02.2036 13:58		

Erläuterungen

Das Mondjahr hat keine Beziehung zum Sonnenjahr. Es ist rund 11 Tage kürzer als das Sonnenjahr. Das hat zur Folge, dass der Jahresanfang, die Festtage und die Monate jeweils in etwa 33 Jahren durch das Sonnenjahr, d.h. durch alle Jahreszeiten wandern.

Beispiel: Mond- und Sonnenkalender stimmen überein, das Datum lautet 1.1.2000. Nach einem Mondjahr zeigt der gregorianische Kalender jedoch erst den 20. Dezember 2001. Nach dem Mondkalender wird Neujahr gefeiert. Im Vergleich zum Mondkalender ist der Sonnenkalender im Rückstand. Nach weiteren acht Mondjahren haben wir gemäß Sonnenkalender den 24.9.2009. Der Mondkalender hat einen Vorsprung und feiert den Jahresbeginn diesmal im Herbst.

Länge von Mondmonat und Mondjahr						
Synodischer Monat				Synodischer Monat		
29,53059 mittlere Sonnentage				29,530588 mittlere Sonnentage		
29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Sekunden				29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,8 Sekunden		
Berechnung				Berechnung		
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	12 Stunden 44 Minuten 2,9760 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden
0,530590 Tage	45.842,9760000	Sekunden		0,530588 Tage	45.842,8032000	Sekunden
	764,0496000	Minuten			764,0467200	Minuten
	12,7341600	Stunden			12,7341120	Stunden
	0,7341600	Rest			0,7341120	Rest
	44,0496000	Minuten			44,0467200	Minuten
	0,0496000	Rest		0,0467200	Rest	
	2,9760000	Sekunden		2,8032000	Sekunden	
Mondjahr				Mondjahr		
354,36708 mittlere Sonnentage				354,367056 mittlere Sonnentage		
354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 35,7 Sekunden				354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 33,6 Sekunden		
Berechnung				Berechnung		
1 Tag	86.400,0000000	Sekunden	8 Stunden 48 Minuten 35,7120 Sekunden	1 Tag	86.400,0000000	Sekunden
0,36708 Tage	31.715,7120000	Sekunden		0,367056 Tage	31.713,6384000	Sekunden
	528,5952000	Minuten			528,5606400	Minuten
	8,8099200	Stunden			8,8093440	Stunden
	0,8099200	Rest			0,8093440	Rest
	48,5952000	Minuten			48,5606400	Minuten
	0,5952000	Rest		0,5606400	Rest	
	35,7120000	Sekunden		33,6384000	Sekunden	
Kalendarisches Mondjahr im Vergleich zum Mondlauf						
Mondmonate	Anzahl Sonnentage	Anzahl Sonnentage	Abweichung			
6	29	174	Unterschied zum Mondlauf			
6	30	180	von einem ganzen Tag			
12	29,5	354	nach rund			
Abweichung eines Kalenderjahrs vom Mondlauf		0,367080	2,72420		Jahren	
		0,367056	2,72438		Jahren	
Gleichlauf von Mondkalender und Mondlauf in der islamischen (muslimischen) Zeitrechnung						
Mondjahre	Anzahl Sonnentage	Anzahl Sonnentage	Abweichung des Mondkalenders			
19 Gemeinjahre	354	6.726	Unterschied zum Mondlauf		Unterschied zum Mondlauf	
11 Schaltjahre	355	3.905	nach einem Schaltzyklus		von einem ganzen Tag	
30 Mondjahre	354,3666667	10.631	von 30 Jahren		nach rund	
30 Mondjahre	354,36708	10.631,012400	0,012400 Tage		80,645161 Mondjahren	
30 Mondjahre	354,367056	10.631,011680	0,011680 Tage		85,616438 Mondjahren	
Gleichlauf von Mondkalender und Mondlauf (Variante)						
Mondjahre	Anzahl Sonnentage	Anzahl Sonnentage	Abweichung des Mondkalenders			
50 Gemeinjahre	354	17.700	Unterschied zum Mondlauf		Unterschied zum Mondlauf	
29 Schaltjahre	355	10.295	nach einem Schaltzyklus		von einem ganzen Tag	
79 Mondjahre	354,36708861	27.995	von 79 Jahren		nach rund	
79 Mondjahre	354,36708	27.994,999320	0,000680 Tage		1.470,588233 Mondjahren	
79 Mondjahre	354,367056	27.994,997424	0,002576 Tage		388,198758 Mondjahren	
Anmerkungen						
Das Mondjahr ist rund 0,367 Tage, d.h. ungefähr 8 Stunden 48 Minuten, zu kurz. Etwa alle 2,724 Jahre fehlt ein Tag.						
In einem reinen Mondkalender müsste bei einem 30-jährigen Zyklus mit 11 Schaltjahren nach über 80 Mondjahren ein zusätzlicher Schalttag eingefügt werden.						
Deutlich genauer wären 29 Schaltjahre in 79 Jahren.						
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011						

Einfügung von Schaltsekunden					
Tag	Jahr	Abstand in Jahren	Anzahl eingefügte Sekunden	Gesamt eingefügte Sekunden	Abweichung der Atomzeit von der Weltzeit
1. Juli	1972	–	1	1 s	11 s
1. Januar	1973	1	1	2 s	12 s
1. Januar	1974	1	1	3 s	13 s
1. Januar	1975	1	1	4 s	14 s
1. Januar	1976	1	1	5 s	15 s
1. Januar	1977	1	1	6 s	16 s
1. Januar	1978	1	1	7 s	17 s
1. Januar	1979	1	1	8 s	18 s
1. Januar	1980	1	1	9 s	19 s
1. Juli	1981	1	1	10 s	20 s
1. Juli	1982	1	1	11 s	21 s
1. Juli	1983	1	1	12 s	22 s
1. Juli	1985	2	1	13 s	23 s
1. Januar	1988	3	1	14 s	24 s
1. Januar	1990	2	1	15 s	25 s
1. Januar	1991	1	1	16 s	26 s
1. Juli	1992	1	1	17 s	27 s
1. Juli	1993	1	1	18 s	28 s
1. Juli	1994	1	1	19 s	29 s
1. Januar	1996	2	1	20 s	30 s
1. Juli	1997	1	1	21 s	31 s
1. Januar	1999	2	1	22 s	32 s
1. Januar	2006	7	1	23 s	33 s
1. Januar	2009	3	1	24 s	34 s

Quelle: Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig (<http://www.ptb.de>)

Anmerkungen

Die Drehung der Erde um ihre Achse verläuft unregelmäßig. Im langzeitigen Mittel nimmt ihre Geschwindigkeit u .a. wegen der Gezeitenreibung ab. Dadurch werden die Tage länger. Ein mittlerer Sonnentag hat eine Dauer von 86 400 Sekunden.

Bei der Einführung der koordinierten Weltzeit UTC am 1.1.1972 gab es bereits einen Unterschied von 10 Sekunden zwischen Atom- und Weltzeit (astronomische Zeit). Seither hat sich die Abweichung um 24 Sekunden auf 34 Sekunden erhöht.

© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011

Länge der Jahrtausende																
Jahrtausend	Beginn	Ende	Anzahl Jahre	Anzahl Tage	Anzahl Schaltjahre	Erläuterungen	Anzahl Schalttage	Korrektur in Tagen	Erläuterungen	Gesamtlänge in Tagen						
4. Jahrtausend v. Chr.	1.1.4000 v. Chr.	31.12.3001 v. Chr.	1000	365.000	250	1/4 von 1000	250			365.250						
3. Jahrtausend v. Chr.	1.1.3000 v. Chr.	31.12.2001 v. Chr.														
2. Jahrtausend v. Chr.	1.1.2000 v. Chr.	31.12.1001 v. Chr.														
1. Jahrtausend v. Chr.	1.1.1000 v. Chr.	31.12.1 v. Chr.														
1. Jahrtausend n. Chr.	1.1.1 n. Chr.	31.12.1000 n. Chr.														
2. Jahrtausend n. Chr.	1.1.1001 n. Chr.	31.12.2000 n. Chr.									247	250-3 1700, 1800, 1900 sind Gemeinjahre.	247	-10	Kalenderreform 1582: Streichung von 10 Tagen	365.237
3. Jahrtausend n. Chr.	1.1.2001	31.12.3000									242	250-8 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700, 2900, 3000 sind Gemeinjahre.	242			365.242
4. Jahrtausend n. Chr.	1.1.3001	31.12.4000									243	250-7 3100, 3300, 3400, 3500, 3700, 3800, 3900 sind Gemeinjahre.	243			365.243
5. Jahrtausend n. Chr.	1.1.4001	31.12.5000									242	250-8 4100, 4200, 4300, 4500, 4600, 4700, 4900, 5000 sind Gemeinjahre	242	-1	Streichung 1 Schalttages im Jahr 4800 (1582 + 3200)	365.241
6. Jahrtausend n. Chr.	1.1.5001	31.12.6000									243	250-7 5100, 5300, 5400, 5500, 5700, 5800, 5900 sind Gemeinjahre.	243			365.243
7. Jahrtausend n. Chr.	1.1.6001	31.12.7000									242	250-8 6100, 6200, 6300, 6500, 6600, 6700, 6900, 7000 sind Gemeinjahre.	242			365.242
8. Jahrtausend n. Chr.	1.1.7001	31.12.8000									243	250-7 7100, 7300, 7400, 7500, 7700, 7800, 7900 sind Gemeinjahre.	243	-1	Streichung 1 Schalttages im Jahr 8000 (1582 + 6400)	365.242
9. Jahrtausend n. Chr.	1.1.8001	31.12.9000	242	250-8 8100, 8200, 8300, 8500, 8600, 8700, 8900, 9000 sind Gemeinjahre	242			365.242								
10. Jahrtausend n. Chr.	1.1.9001	31.12.10000	243	250-7 9100, 9300, 9400, 9500, 9700, 9800, 9900 sind Gemeinjahre.	243			365.243								
11. Jahrtausend n. Chr.	1.1.10001	31.12.11000	242	250-8 10100, 10200, 10300, 10500, 10600, 10700, 10900, 11000 sind Gemeinjahre.	242			365.242								
12. Jahrtausend n. Chr.	1.1.11001	31.12.12000	243	250-7 111000, 11300, 11400, 11500, 11700, 11800, 11900 sind Gemeinjahre.	243	-1	Streichung 1 Schalttages im Jahr 11200 (1582 + 9600)	365.242								
Anmerkungen																
Julianische Jahrtausende haben stets 365 250 Tage.																
Das zweite nachchristliche Jahrtausend ist mit bloß 365 237 Tagen das kürzeste Jahrtausend.																
Ab dem dritten nachchristlichen Jahrtausend haben gerade Jahrtausende jeweils 365 243, ungerade 365 242 Tage (ohne Berücksichtigung der Streichung eines weiteren Schalttages, vgl. unten).																
Vor dem 1.1.1 n. Chr. wird die julianische Zählung angewandt (vorgreifende julianische Zeitrechnung).																
Weil das gregorianische Jahr im Vergleich zum Sonnenjahr zu lang ist, muss (<i>ab dem Jahr 1582</i>) z.B. alle 3200 oder 3300 (genau 3322) Jahre ein Schalttag gestrichen werden. Die Jahre 4900, 8100 und 11300 sind Gemeinjahre, so dass die Streichung auf die Jahre 4800, 8000 und 11200 fallen könnte.																
© Bruderer Informatik, CH-9401 Rorschach 2011																

Zeitrechnung (Auswahl)

Zeitrechnung (Ära)		Beginn (sog. Epoche)		
alfabetische Reihenfolge	ägyptisch (1. Sothis-Periode)	19. Juli 4241 v. Chr.	oder	
	alexandrinisch	29. August 5493 v. Chr. (nach Panodorus)		(25. März 5492 v. Chr., nach Annianos)
	byzantinisch	1. September 5509 v. Chr.		1. September 5508 v. Chr.
	christlich	1. Januar 1 n. Chr.		
	diokletianisch oder Märtyrer-	29. August 284 n. Chr.		
	französisch oder republikanisch	22. September 1792		
	islamisch	16. Juli 622 n. Chr.		(15. Juli 622 n. Chr.)
	jüdisch	6. Oktober 3761 v. Chr.		(7. Oktober 3761 v. Chr.)
	julianisch oder Scaliger	1. Januar 4713 v. Chr.		
	Maya-	6. September 3114 v. Chr.		(6. September 3113 v. Chr.)
	olympisch	1. Juli 776 v. Chr.		
	persisch oder Dschelaleddin-	15. März 1079 n. Chr.		
seleukidisch	1. Oktober 312 v. Chr. (makedonisch)	(3. April 311 v. Chr., babylonisch)		
varronisch (ab urbe condita)	21. April 753 v. Chr.			

Zeitrechnung (Ära)		Beginn (sog. Epoche)		
zeitliche Reihenfolge	byzantinisch	1. September 5509 v. Chr.	oder	
	alexandrinisch	29. August 5493 v. Chr. (nach Panodorus)		1. September 5508 v. Chr.
	julianisch oder Scaliger	1. Januar 4713 v. Chr.		(25. März 5492 v. Chr., nach Annianos)
	ägyptisch (1. Sothis-Periode)	19. Juli 4241 v. Chr.		
	jüdisch	6. Oktober 3761 v. Chr.		(7. Oktober 3761 v. Chr.)
	Maya-	6. September 3114 v. Chr.		(6. September 3113 v. Chr.)
	olympisch	1. Juli 776 v. Chr.		
	varronisch (ab urbe condita)	21. April 753 v. Chr.		
	seleukidisch	1. Oktober 312 v. Chr. (makedonisch)		(3. April 311 v. Chr., babylonisch)
	christlich	1. Januar 1 n. Chr.		
	diokletianisch oder Märtyrer-	29. August 284 n. Chr.		
	islamisch	16. Juli 622 n. Chr.		(15. Juli 622 n. Chr.)
persisch oder Dschelaleddin-	15. März 1079 n. Chr.			
französisch oder republikanisch	22. September 1792			

Angaben ohne Gewähr

Anmerkungen

Der islamische Kalender beginnt astronomisch am 15. Juli 622 und bürgerlich (volkstümlich) am 16. Juli 622. Im Mondkalender fängt der Tag jeweils am Abend des Vortages an.

Die jüdische Ära beginnt am 6. Oktober 3761 um 23:11:20 Uhr (christliche Zeitrechnung). Weil der Tag im jüdischen Kalender um 18:00 Uhr (christliche Zeit) anfängt, wird das Anfangsdatum in der jüdischen Zeitrechnung zum 7. Oktober 3761, 05:11:20 Uhr.

Die Angaben in der Fachliteratur über den Anfang mancher Ären sind widersprüchlich, das trifft insbesondere für den Maya-Kalender zu. Für die Verwirrung sind gibt es wohl mehrere Gründe, z.B.:

Das fehlende Jahr Null und der damit verbundene Unterschied von einem Jahr zwischen der christlichen und der julianischen Zählung: 1 v. Chr. (christlich, gregorianisch) = 0 (julianisch, astronomisch); 2 v. Chr. = -1; 3 v. Chr. = -2; 4 v. Chr. = -3 usw.

Der unterschiedliche Jahresbeginn (z.B. 1. Januar, 1. März, 21. März, 25. März, 1. September, 21. September, 1. Oktober, 25. Dezember usw.) und der abweichende Tagesanfang (Mitternacht, Sonnenaufgang, Mittag, Sonnenuntergang) können die Jahres- und Tageszählung beeinflussen.

Beim Maya-Kalender werden auch Daten wie 10. Februar 3641 v. Chr., 14. Oktober 3373 v. Chr. und 13. August 3113 v. Chr. genannt.

Wie genau ist unser Kalender?

Hinweis: Je länger der Balken, desto genauer ist der Kalender.

