

Kapitel 2

Sonnenkalender



Bild 3 Kalenderstein von Ravenna

Das vermutlich älteste Dokument zum julianischen Sonnenkalender befindet sich im Erzbischöflichen Museum in Ravenna. Es wird auf das 6. Jh. datiert, also in die Zeit des Dionysius Exiguus, dessen Kalenderarbeit auch handschriftlich erhalten ist, wenn auch aus viel späteren Abschriften (s. Tabelle 6 in Kapitel 5.4, dort wird der Text des Kalendersteins in Bild 3 genauer erläutert).

2.1 Tageszählung

Alle heutigen Kalender haben den Nachteil, dass sie sich nur schlecht für die Angabe historischer Daten eignen. Das ist besonders beim gregorianischen Kalender offensichtlich: Vor 1582 gab es ihn nicht, folglich sind alle älteren historischen Dokumente irgendwie anders datiert. Für genauere Betrachtungen der Kalender braucht man deswegen eine bessere Referenz, um Daten eindeutig anzugeben, am besten eine absolute Benennung jedes möglichen Tages. Hierfür hat Joseph Justus Scaliger (1540–1609) vorgeschlagen, alle Tage fortlaufend zu zählen, so dass jedem eine andere natürliche Zahl zugeordnet wird [Rich 98, Zema 87]. Benutzt man dafür das julianische Jahr mit 365,25 d Länge und beginnt die Zählung am 1.1.4713 v. Chr., erhält man ein eindeutiges Schema. Es wurde von der Wissenschaft allgemein akzeptiert, da es den Bezug auf historische Epochen und deren vielleicht fehlerhafte Anfänge vermeidet. Warum man diesen Anfang gewählt hat, wird in Abschnitt 4.4 erläutert. Zu Ehren des ersten erfolgreichen Kalenderreformators Julius Caesar wurde von ihm der Name „**julianischer Tag**“ für diese Zählung vorgeschlagen. Bis heute haben sich schon beträchtliche Werte akkumuliert, wie die folgenden Angaben zeigen:

Sonnabend,	25.4.2009	ist (mittags) der julianische Tag	2 454 947,
Donnerstag,	1.1.2009	entsprechend	2 454 833,
Freitag,	1.1.2010	”	2 455 198.

2.2 Gregorianischer Sonnenkalender und ISO-Jahr

Wie jeder Leser weiß, gibt es für Datumsangaben im gregorianischen Kalender zwei Zyklen im Jahresablauf, den regelmäßigen der Woche mit ihren 7 Tagen und den unregelmäßigen mit Tag im Monat wechselnder Länge. Jedes Datum besteht aus Wochen- und Monatstag, dazu kommt noch die Jahreszahl.

Wegen dieser Zyklen lässt sich der **Wochentag** leicht bestimmen. Seit langer Zeit wird dazu der **Sonntagsbuchstabe** verwendet. Dazu benennt man alle 365 Tage des Jahres ab 1. Januar fortlaufend mit den Buchstaben A bis G, den so genannten **Tagesbuchstaben**. Der 8. Januar erhält wieder A, der 9. B bis zum 31.12. wieder mit A. Der 29. Februar wird hierbei ausgelassen (s. Tabellen 24 und 25 in Kapitel 5 oder Tabelle 43 im Anhang). Ist der Sonntagsbuchstabe zum Beispiel C wie 2010, sind alle Tage mit C Sonntag. Das betraf als erstes den 3.1.2010 und bedeutet, dass 2010 mit einem Freitag begann und folglich mit einem Freitag endet. Der 1.1.2011 ist somit ein Sonnabend, der Sonntagsbuchstabe für 2011 folglich B. Man sieht, dass er jedes Jahr zurückweicht, normal um einen Buchstaben, im Schaltjahr aber um zwei, von denen der erste bis 28. Februar, der zweite ab 1. März die Sonntage angibt. Dadurch erhält auch der 29.2. automatisch den korrekten Wochentag.

Das lässt sich leicht nachprüfen. Im Jahr 2008 waren die Sonntagsbuchstaben F E, also war der 6.1.2008 Sonntag, ebenso der 24.2., dann wieder der 2.3. Die Tages-

Tabelle 1 Sonntagsbuchstaben im laufenden Sonnenzyklus

1996	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09
G F	E	D	C	B A	G	F	E	D C	B	A	G	F E	D
2010	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	2023
C	B	A G	F	E	D	C B	A	G	F	E D	C	B	A

buchstaben des 28.2. und 1.3. sind C und D, denn der 29.2. wurde ja ausgelassen. Durch den Wechsel der Sonntagsbuchstaben wird folglich der Schalttag mitberücksichtigt.

Der **Sonnenzyklus** beginnt mit einem Schaltjahr und Montag als Neujahrstag, also hat das die Sonntagsbuchstaben G F. Ein solches Jahr war 1996. Zählt man von hier ab weiter, erhält man Tabelle 1, die alle Sonntagsbuchstaben zwischen 1900 und 2099 zu bestimmen erlaubt, wenn man sie zyklisch nach beiden Seiten fortsetzt.

Man sieht leicht, dass Tabelle 1 die obigen Beispiele bestätigt. Für beliebige Daten ist die Kenntnis des Tagesbuchstabens oder wenigstens der Ordnungszahl des Tages im Jahr notwendig, die sich durch weitere Tabellen der Zuordnung der Wochen zum Jahr ergeben. Hier sollen sie nicht angegeben werden, doch findet man sie im Anhang als Tabellen 42 und 43.

Die Sonntagsbuchstaben in dieser Form gehen auf das Mittelalter oder dessen Frühzeit zurück. Sie sind also mit ihrer Besonderheit für das Schaltjahr vor allem durch die Tradition vorgegeben und werden auch hier in dieser Form benutzt. Dennoch hat sich der Konstrukteur der astronomischen Uhr der Kirche St. Marien in Lübeck die Alternative überlegt, auch den 29.2. mit einem Tagesbuchstaben zu versehen und dadurch offenbar die Mechanik seines Uhrwerks zu vereinfachen versucht, die von 1955 bis 67 konstruiert und angefertigt wurde. Bei ihm hat das Schaltjahr einfache, alle Normaljahre aber haben doppelte Sonntagsbuchstaben. Man sieht, dass eine Verbesserung der Tradition keineswegs zu Vereinfachungen, sondern gelegentlich sogar zu umständlicheren Lösungen führt! Denn der Mechanismus muss ja nun in jedem Normaljahr den 29.2. überspringen und anschließend mit erhöhtem Sonntagsbuchstaben weiterzählen. Hier werden stets nur die oben angegebenen traditionellen Sonntagsbuchstaben verwendet.

Durch das **ISO-Jahr** hat das gregorianische Jahr eine moderne Ergänzung erfahren, die jeder gute Kalender heute ausweist. Es handelt sich um die Angabe einer Wochennummer, die offenbar die Werte 1 bis 53 annehmen kann und eindeutig alle Wochen kennzeichnet. Das genormte gregorianische Jahr oder das ISO-Jahr legt die Regeln für diesen **Wochenkalender** fest. (ISO 8601 von 1988). Die Abkürzung bezieht sich auf die International Standards Organisation, die auch viele andere Dinge genormt hat. Hier ist nur wichtig, dass die **ISO-Woche** mit Montag beginnt und folglich mit Sonntag endet. Die erste Woche des Jahres enthält dabei stets dessen ersten Donnerstag. Man kann dafür auch sagen, dass der 4. Januar stets in Woche 1 fällt. Der Grund für diese Festlegung ist leicht einzusehen: je nach Sonntagsbuchstabe des Jahres können die ersten drei Tage entweder bereits in die erste Woche des neuen Jahres fallen (1.1. = Mo wie 2007) oder sie können zur letzten Woche des alten Jahres gehören (dann 1.1. = Fr wie 2010). Das gilt umgekehrt ebenso für den 29. bis 31. Dezember, die gelegentlich wie 2008 in die erste Woche des neuen Jahres

fallen können. Der 28.12. gehört immer zur letzten Woche des alten Jahres. Auch das lässt sich anders ausdrücken: das ISO-Jahr beginnt immer mit einem Montag zwischen dem 29.12. und 4.1. und endet mit einem Sonntag zwischen dem 28.12. und 3.1. [ReDe 02].

Ganz offenbar hat jedes Jahr mindestens 52 Wochen zu 7 d, aber darüber hinaus gibt es einen Rest von einem oder zwei Tagen, letzteres im Schaltjahr. Dieser Rest akkumuliert sich zur 53. Woche, die alle fünf oder sechs Jahre eingeschoben werden muss, so dass dadurch das **ISO-Jahr** entsteht. Es hat immer genau 52 oder 53 Wochen, umfasst also 364 oder 371 d. Der Sonnenzyklus bestimmt deren Reihenfolge, die sich nach 28 Jahren wiederholt, solange nicht ein Jahrhundertwechsel einen Schalttag ausfallen lässt. Derzeit nennen die um 2, 8, 13, 19 und 24 erhöhten Jahreszahlen ab Zyklusbeginn ISO-Jahre mit 53 Wochen. Wegen des Sonnenzyklus ab 1996 sind 2004, 2009, 2015 usw. **ISO-Schaltjahre** mit 53 Wochen, alle anderen ISO-Jahre in diesem Intervall haben 52 Wochen. Man beachte, dass sie nicht mit gregorianischen Schaltjahren verwechselt werden dürfen. 2004 war ein **Doppelschaltjahr** mit beiden Eigenschaften, 2008 ist nur gregorianisch, 2009 nur als ISO-Jahr ein Schaltjahr. 2006 begann als ISO-Jahr erst am 2.1.2006 mit der 1. Kalenderwoche, der 1. Januar 2006 gehörte als Sonntag in die 52. Woche von 2005. Dafür endet 2006 mit der 52. Woche am Sonntag, dem 31.12.2006, nach 364 Tagen. Der ganze Sonnenzyklus, nachdem sich die Wochentage genau wiederholen, umfasst folglich $23 \cdot 52 + 5 \cdot 53$ oder 1461 Wochen, genauso viele, wie 4 julianische Jahre an Tagen aufweisen, denn er besteht ja aus 7 derartigen Folgen.

Aus diesen Gründen müsste man eigentlich von einem speziellen **ISO-Kalender** sprechen, dessen Jahreszahl beim Jahreswechsel von der gregorianischen abweichen kann. Jedoch verzichtet man darauf und überlässt diese Ungenauigkeiten dem Verständnis des Benutzers, der ja auch beachten muss, dass die **gregorianische Woche** mit Sonntag und nicht mit Montag beginnt, was auf die christlich-jüdische Tradition zurückzuführen ist. Erst seit etwa 40 Jahren wird meist die ISO-Wochen-einteilung in Kalendern verwendet.

Die Ausführungen dieses Abschnitts sollten zeigen, dass das gregorianische Sonnenjahr rein zyklisch abläuft, durch alle Wochen- und Monatstage zählt und fast nichts mit der Astronomie zu tun hat. Man darf also korrekt vom **zyklischen gregorianischen Sonnenjahr** sprechen. Der einzige Bezug zur Astronomie ist die Kopplung an den Frühlingspunkt im Jahre 1583. Damals wurde es mit dem Erdumlauf um die Sonne synchronisiert, läuft seither aber trotz seiner um 26 Sekunden zu großen Länge frei ab, wobei sich dieser Fehler langsam in rund 3300 Jahren zu einem ganzen Tag akkumuliert haben wird. Bei der ausführlichen Behandlung der gregorianischen Reform soll auf diesen Umstand noch einmal genauer eingegangen werden.

Frage 4: Welche Sonntagsbuchstaben hat ein Schaltjahr, in dem der 29.2. auf einen Sonntag fällt?

Frage 5: Wann war das zuletzt?

Frage 6: Nach wie vielen Jahren wiederholt sich dieses Zusammentreffen?

2.3 Zyklische oder arithmetische Sonnenkalender

2.3.1 Tagesangaben im alten Mexiko

Ein Kalender, der recht einfach die Prinzipien zeigt, ist bei den **Maya** in Mittelamerika benutzt worden, wie man von archäologischen Fundstücken weiß. Er besteht aus drei unterschiedlichen Zählweisen der Tage in schrittweise zusammengefassten Einheiten [ReDe 01]. Alle drei überlappen sich, etwa so wie unsere Wochen- und Monattage, und alle drei zählen fortlaufend wie unsere Woche durch leicht unterschiedliche Zyklen. Es handelt sich folglich um einen rein zyklischen Kalender, der astronomische Vorgaben nur annähert, so ähnlich wie unser gregorianischer Kalender. Vollständig lautet eine Datumsangabe, z. B. für den Todestag des Herrschers Pascal von Palenque [Wiki 07], (ohne den Bezug auf Mond oder Sterne)

9.12.11.5.18 6 Etznab 11 Yax,

wobei die drei Angaben zur sog. langen Zählung, dem rituellen oder Priesterjahr Tzolkin und dem bürgerlichen Jahr Haab gehören.

Am leichtesten zu verstehen ist die **lange Zählung**, ein reines Stellenwertsystem zur Basis 20, nur die vorletzte Stelle zählt bis 18. Man kann es sich wie unser Datum rückwärts angeordnet vorstellen, allerdings mit (Tag, Monat,) Jahren, Jahrhunderten und einer noch größeren Einheit als Stellensystem zur Basis 20 aufgebaut. Da die Null durchaus bekannt war, sind die Folgetage nach dem oben angegebenen Datum 9.12.11.5.19 und 9.12.11.6.0, d. h. nach 20 Tagen erhöht sich der Monatswert, ist bei ihm 17 erreicht, erhöht sich das Jahr entsprechend um eine Einheit. Man sieht, dass sich der Zyklus erst nach $18 \cdot 20^4$ Tagen oder rund 7885 Jahren wiederholt.

Das Jahr (Tun) hat 18 Monate zu 20 Tagen. Die Jahreszahl erhöht sich nach 360 Tagen, ist also nur ungefähr an das Sonnenjahr angelehnt. Höhere Einheiten sind Katun=20 Tun und Baktun=20 Katun=400 Tun. Eine weitere 6. Stelle wäre das Pictun=20 Baktun oder 8000 Mayajahre zu 360 d. Sie wurde bei den Mayas meist weggelassen, so ähnlich wie wir 2010 zu 10 verkürzen.

Ein Problem ist die Zuordnung zu unserem Kalender. Die Mehrheit der Forscher legt das Anfangsdatum 0.0.0.0.0 auf den 6.9.3114 v. Chr. julianisch, also den julianischen Tag 584 283, doch ist auch ein um 2 Tage größerer Wert vorgeschlagen worden. Gegenwärtig ergibt sich mit dem kleineren Wert nach Calendrica [ReDe 01] das Mayadatum für den

23.8.2007 entsprechend 12.19.14.10.13 7 Ben 1 Mol.

Wie man leicht sieht, steht nach dieser Zuordnung demnächst ein Übertrag in die erste Stelle bevor: am 21.12.2012 springt die lange Zählung auf 13.0.0.0.0 4 Ahau

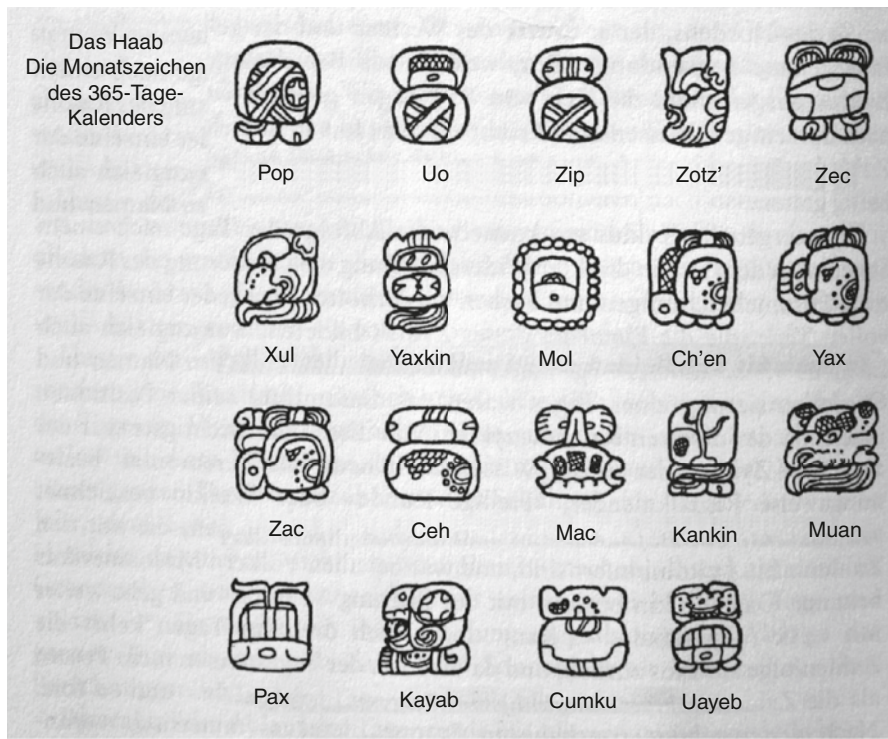


Bild 4 Monatsnamen im Sonnenjahr Haab [ScFr 90]

3 Kankin. Dann beginnen nicht nur ein neues Tun, sondern auch ein weiteres Katun und neues Baktun.

Haab ist das bürgerliche Jahr, das 18 Monate zu 20 Tagen mit 5 Zusatztage umfasst, sich also mit 365 d an die Sonne anzupassen versucht. Allerdings verschiebt sich die Zuordnung alle 4 Jahre um einen Tag wie das später erläuterte ägyptische Wandeljahr. Man kann die Zusatztage als 19. Monat mit 5 Tagen auffassen, auch dies wie bei den Ägyptern, die allerdings nur 12 Monate verwendeten. Hier beginnt die Zählung mit Null, so dass vollendete Tage als Datum angegeben werden oder das Nulldatum als Vorbereitung einer neuen Einheit zu betrachten ist. Auf 19 Pop folgt 0 Uo, auf 4 Uayeb folgt entsprechend 0 Pop. Die Zuordnung zur langen Zählung legt den Beginn auf 8 Cumku für 0.0.0.0. Die Monatsnamen sind mit ihren Hieroglyphen in Bild 4 angegeben, wobei nur Uayeb 5 Tage enthält, alle anderen 20 Tage.

Tzolk'in ist das rituelle Jahr, das 260 Tage umfasst. Es kombiniert in zwei parallelen Zyklen wie unsere Wochen- und Monatstage 13 Zahlen mit 20 Namen, wir haben 7 und 12 Namen an dieser Stelle. Beide sind jedoch Tagesbezeichnungen, die sich täglich ändern, d. h. auf 13 Etznab folgt 1 Cauac, dann 2 Ahau, 3 Imix usw.

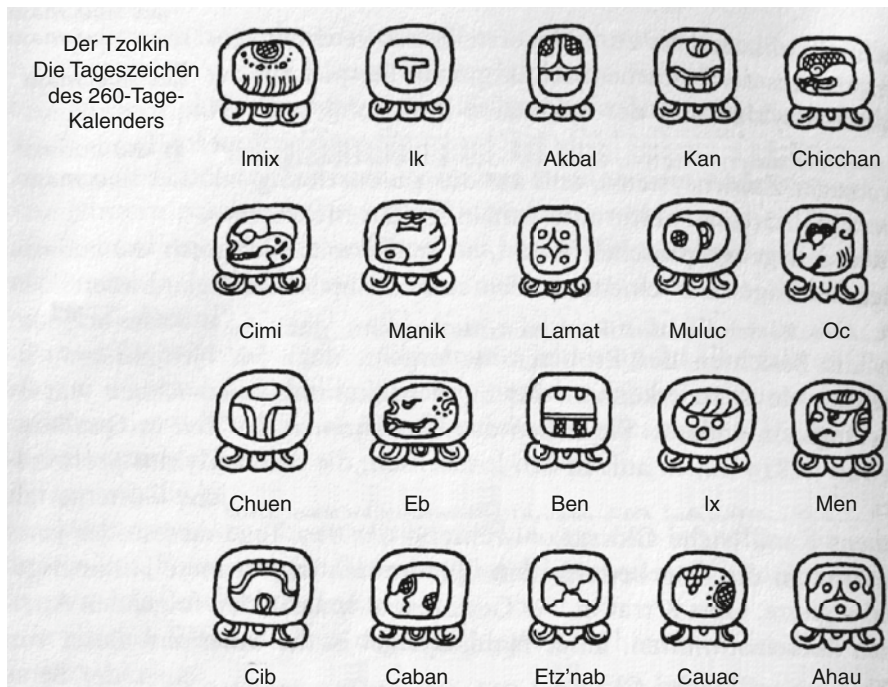


Bild 5 Tagesnamen im Ritualjahr Tzolkin [ScFr 90]

Die Zählung beginnt mit 1, ihre Zuordnung zur langen Zählung erfolgt ab 4 Ahau. Bild 5 zeigt die 20 Tagesnamen, die man auch übersetzen kann:

Imix, Ik, Akbal, Kan, Chicchan,	Cimi, Manik, Lamat, Muluc, Oc,
Alligator, Wind, Haus, Eidechse, Schlange,	Tod, Hirsch, Kaninchen, Wasser, Hund,
Chuen, Eb, Ben, Ix, Men,	Cib, Caban, Etznab, Cauac, Ahau,
Affe, Gras, Rohr, Jaguar, Adler,	Geier, Erdbeben, Feuerstein, Regen, Blume.

Man sieht, dass die Kombination von Haab und Tzolkin zu einer Kalenderrunde führt, die durch das kleinste gemeinsame Vielfache von 260 und 365 bestimmt wird, also 18 980 d oder 52 julianische Jahre abzüglich der 13 Schalttage umfasst. Bild 6 erläutert das Fortschalten als Zahngetriebe.

Tzolkin und Haab allein bilden mit anderen Namen den **Aztekenkalender**, der im 16. Jh. in Mexiko in Gebrauch war und durch den Kalenderstein im Nationalmuseum in Mexiko gewürdigt wird. Die lange Zählung war bei den Azteken offenbar in Vergessenheit geraten, dafür wurde jeder volle Zyklus durch Feste feierlich dokumentiert.

Hier soll der Kalenderstein von Bild 7 genauer erläutert werden. In seiner Mitte ist die Sonne zu erkennen, mit einem Feuersteinmesser als Zunge. Um sie

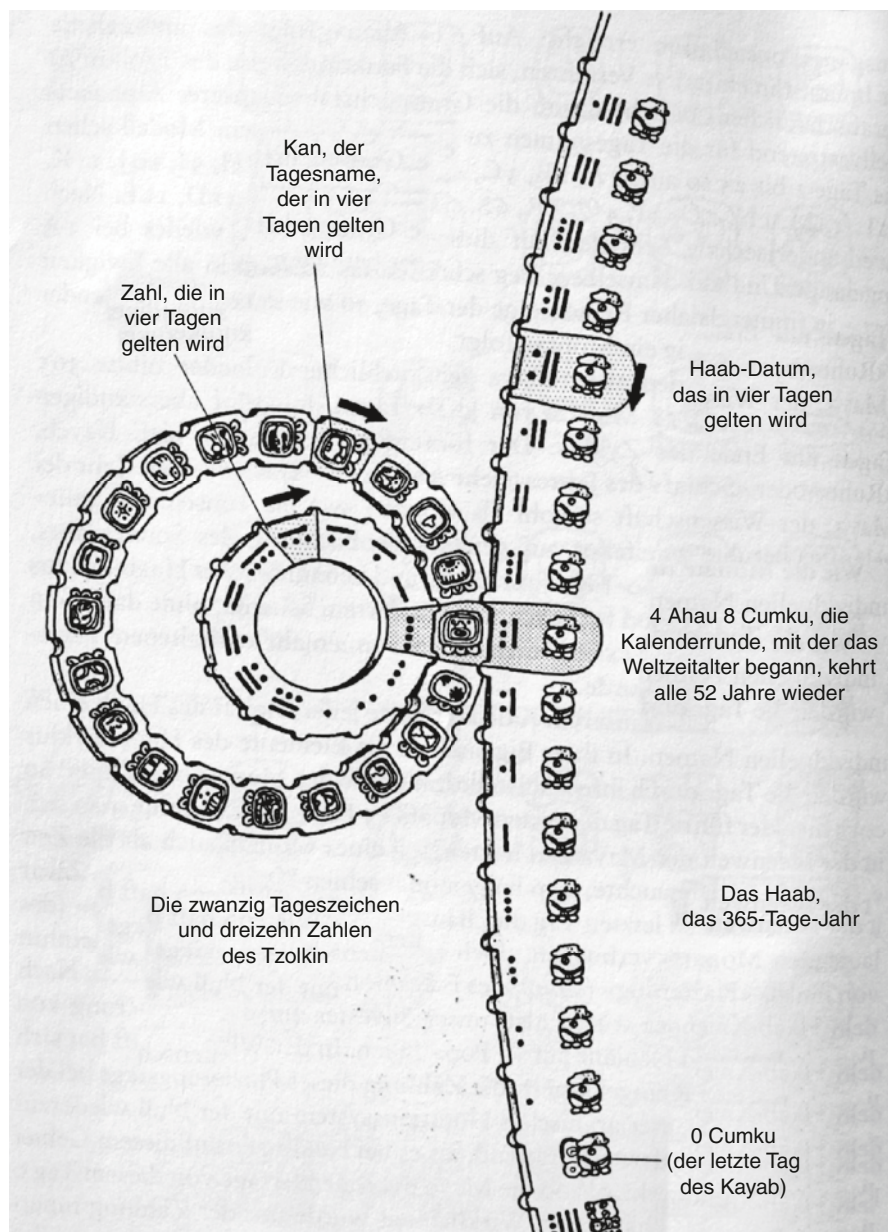


Bild 6 Fortzählung als Getriebe [ScFr 90]. Eingestellt ist der Beginn einer neuen Kalenderrunde mit 4 Ahau 8 Cumku. Vortag war 3 Cauac 7 Cumku, Folgetag ist 5 Imix 9 Cumku

Bild 7 Aztekischer Kalenderstein (Anthropol.-hist. Museum Mexico) [Wiki 07]



herum sind in Kästen eingerahmt die vier vorangegangenen Sonnenwelten dargestellt: rechts oben 4 Jaguar, links oben 4 Wind, links unten 4 Regen, rechts unten 4 Wasser. Neben der Sonne rechts und links sind Klauen dargestellt, die ein Herz halten, Symbol für die 5. oder gegenwärtige Welt, die durch 4 Bewegung oder ein Erdbeben beendet werden wird, wie die Azteken glaubten. Der viereckige Kastenrahmen deutet auf Daten hin.

Oben und unten im inneren Kreis werden die Himmelsrichtungen angegeben: Obsidianmesser für Osten, daneben links Kopfschmuck für Norden, unten neben dem Kreis rechts Affe für Süden und links Haus des Regengottes für Westen. Um dieses Mittelbild gibt ein Kreis die in je einem Kasten dargestellten Bilder für die zwanzig Tagesnamen an, die von oben links herum mit Alligator, Wind, Haus, Eidechse, Schlange beginnen und mit Regen und Blume oben rechts enden. Außerhalb der Verzierungen zwischen den Sonnenstrahlen wird der äußere Kreis durch zwei Feuerschlangen gebildet, die unten rechts die Nacht, links den Tag durch Gott Quetzalcoatl symbolisieren, zwei Götter im Kampf um Licht und Dunkelheit. Oben in der Mitte zwischen den Schlangen enthält ein Kasten die Hieroglyphe 13 Rohr, wohl das Datum für die Aufstellung 1479 dieses Basaltmonuments von 3,60 m Durchmesser, das 1790 in Mexiko-Stadt gefunden wurde.

Eine Besonderheit dieser aztekischen Kalenderrunde, die ja von den Mayas übernommen wurde und bei allen mittelamerikanischen Völkern bekannt war, ist der Umstand, dass Haab- und Tzolkin-Daten keineswegs in beliebiger Kombination auftreten können. 365 und 260 haben den gemeinsamen Teiler 5, folglich gibt es nicht $365 \cdot 260$ Kombinationen, sondern nur $73 \cdot 260$, eben die 18 980 d des Kalenderzyklus. 52 davon sind Haab-Neujahrstage, insgesamt mit nur vier Tzolkin-

Namen, aber jeweils mit allen 13 Zahlen verknüpft. 4 Rohr, 4 Feuerstein, 4 Haus und 4 Kaninchen gelten als ausgezeichnete Tage für die vier Himmelsrichtungen.

Andererseits fehlt ein fester Bezug zu größeren Zeitabschnitten als 52 Jahre. Ein solcher entsteht, wenn man das Ritualjahr Tzolkin mit dem Tun der langen Zählung verbindet, also mit dem Jahr zu 360 d. Da 360 und 260 beide durch 20 teilbar sind, enden alle Jahresperioden der langen Zählung, also Tun, Katun, Baktun usw., im gleichen Tzolkin-Monat, also mit dem gleichen Tagesnamen, der sich ja alle 20 d wiederholt [ScFr 90]. Jedoch ist die Tageszahl eine andere, die sich als Rest mod 13 ergibt, z. B. für Katun als $7200:260=27$ Rest 180, $180:13=13$ Rest 11 oder kürzer $7200 \bmod 13=11$. Damit erhält jedes Katun-Ende ein um 2 kleineres Ahau-Datum als das vorangehende, ein Zyklus, der sich erst nach 13 Katun oder 260 Tun wiederholt. Das ist die **kurze Zählung** des Mayakalenders, die noch im 16. Jh. bei ihnen in Gebrauch war, während die lange Zählung weit vor der Kolonisierung, schon im 10. Jh., in Vergessenheit geraten war.

Nur vermuten lässt sich, ob es einen Grund für die Länge des Tzolkin-Jahres gibt. Die Aufteilung des Sonnenjahres in einen südlichen Abschnitt von 260 d zwischen zwei Zenitdurchgängen und einen nördlichen von 105 d würde zwar für die geographische Breite einiger Mayastädte passen, widerspricht aber dem Verzicht auf die Kopplung des Kalenders an den Sonnenlauf. Es ist abschließend bemerkenswert, dass der Kalenderstein zwar 5 rituelle Daten nennt, aber kein echtes Datum angibt, so ähnlich wie Himmelfahrt sich zwar jährlich wiederholt, aber allein kein Datum darstellt. Alle fünf Daten wiederholen sich 73 mal im Kalenderzyklus, waren es also 365 aztekische Feiertage?

Auch beim **aztekischen Kalender** lassen sich Daten recht genau angeben, wie man vor allem aus den Handschriften oder Codices entnehmen kann [AnJa 88]. Im Gegensatz zu den Mayatexten sind über 500 Codices der Azteken bekannt, die teilweise nach der Eroberung angefertigt wurden, um die Kommunikation mit der Urbevölkerung zu erleichtern. Bild 8 zeigt einen Ausschnitt der Seite 9 des Codex Cospi, die zeigt, dass die Kalendernamen als Hieroglyphen in Verbindung mit Punkten für die Zahlenwerte angegeben wurden. (Man beachte den Schreibfehler beim Tag Schlange in der Handschrift.)

Auch der Codex Borbonicus in Paris lässt einiges über den Kalender der Azteken erkennen, der wie bei den anderen mittelamerikanischen Völkern von den Mayas übernommen und dabei leicht abgewandelt wurde. Vor allem Sonnenjahr und Ritualjahr bilden die Grundlage als Tonalpohualli bzw. Xiuhpohualli, die lange Zählung war ja in Vergessenheit geraten. Tabelle 2 stellt die Bezeichnungen in den Sprachen Nahuatl der Azteken und Yucatec der Mayas einander gegenüber, die Ritualnamen auch übersetzt.

Allerdings ist die Datierung nicht ganz einfach, eine Übersetzung der Namen ist nicht ausreichend. Wie der erwähnte Codex angibt, begann ein Kalenderzyklus 1507 mit dem Jahr 2 Rohr und hätte sich ab 1559 wiederholt. Einige aktuelle Daten würden wie in Tabelle 3 angeführt lauten [Azte 07, ReDe 01].

Damit wird die Zuordnung zu unserem Kalender erkennbar. Genannt sind u. a. für 2007 bis 2013 die aztekischen Neujahrstage, an denen erstmals ein neuer Jahresname auftritt, der dann für 365 d so bleibt. Im Sonnenkalender Xiuhpohualli ist

Bild 8 Codex Cospi S. 9 [AnJa 88]. Venustafeln mit der Darstellung als pfeile-versendender Krieger. Der Ausschnitt stellt links am Rand von unten 8 aufeinander folgende Tage dar:
 1 Alligator, 2 Wind,
 3 Haus, 4 Eidechse, weiter
 am Rand oben 5 (!) Schlange,
 6 Tod, 7 Hirsch, 8 Kaninchen



dies 1 Izcalli, was 0 Pop der Mayas entspricht, allerdings mit deren Datum 1 Cauac 7 Yax für 2007. Der Jahresname, den es bei den Mayas nicht gab, wird durch den letzten Tag des 18. Monats nach dem Ritualkalender festgelegt, also des sechst-letzten Tages des Jahres rückwirkend zum 1 Izcalli. Seinen Wechsel sieht man in der 3. Datenspalte für den Oktober 2007. Weiterhin erkennt man den schon von den Mayas bekannten Bezug auf die 4 möglichen Ritualnamen zu 1 Izcalli. Hier folgt auf 8 Acatl (Rohr) das Aztekenjahr 9 Tecpatl (Feuerstein), dann 10 Calli (Haus) und 11 Tochtli (Kaninchen), ehe sich der Zyklus mit höheren Zahlen, also 12 Rohr, 13 Feuerstein, 1 Haus usw. wiederholt. Als Zahlen treten nur die Werte 1 bis 13 durch Punkte dargestellt auf, einschließlich der Glyphen der Namen lassen sich damit alle Daten des Zyklus von 52 Jahren angeben.

Extrapoliert man diese heutigen Daten zurück in die Zeit der Eroberung Mexikos, findet man den letzten Neujahrstag 2 Rohr am 13.10.1987 (7 Quiahuitl

Tabelle 2 Namen im Sonnen- und Ritualjahr der Azteken und Maya

Xiuhpohualli	Haab	Tonalpohualli	Tzolkin	Bedeutung
Izcalli	Pop	Cicpactli	Imix	Krokodil
Atlcahualo	Uo	Ehecatl	Ik	Wind
Tlacaxipehualiztli	Zip	Calli	Akbal	Haus
Tozoztontli	Zotz	Cuetzpalin	Kann	Eidechse
Hueytozotli	Zec	Coatl	Chicchan	Schlange
Toxcatl	Xul	Miquiztli	Cimi	Tod
Etzalcualiztli	Yaxkin	Mazatl	Manik	Hirsch
Tecuilhuitontli	Mol	Tochtli	Lamat	Kaninchen
Hueytecuilhuitl	Chen	Atl	Muluc	Wasser
Miccailhuitontli	Yax	Itzcuintli	Oc	Hund
Xocothuetzi	Zac	Ozomatli	Chuen	Affe
Ochpaniztli	Ceh	Malinalli	Eb	Gras
Teotleco	Mac	Acatl	Ben	Rohr
Tepeilhuitl	Kankin	Ocelotl	Ix	Jaguar
Quecholli	Muan	Cuauhtli	Men	Adler
Panquetzaliztli	Pax	Cozcacuauhtli	Cib	Geier
Atemoztli	Kayab	Ollin	Caban	Bewegung
Tititl	Cumku	Tecpatl	Etznab	Feuerstein
Nemontemi	Uayeb	Quiahuitl	Cauac	Regen
		Xochitl	Ahau	Blume

Tabelle 3 Aztekische und Mayadaten der Gegenwart

greg.	jul. Tag	aztek. Jahr	Ritualkal.	Sonnenkal.	Maya-Datum		
26.9.07.	2 454 370	8 Acatl	2 Mazatl	14 Tititl	12.19.14.12.7	2 Manik	15 Chen
7.10.07.	2 454 381	8 Acatl	13 Tepactl	5 Nemont.	12.19.14.12.18	13 Etznab	6 Yax
8.10.07.	2 454 382	9 Tecpatl	1 Quiahuitl	1 Izcalli	12.19.14.12.19	1 Cauac	7 Yax
9.10.07.	2 454 383	9 Tecpatl	2 Xochitl	2 Izcalli	12.19.14.13.0	2 Ahau	8 Yax
7.10.08	2 454 747	10 Calli	2 Cuetzpalin	1 Izcalli	12.19.15.13.4	2 Kan	7 Yax
7.10.09.	2 455 112	11 Tochtli	3 Atl	1 Izcalli	12.19.16.13.9	3 Muluc	7 Yax
7.10.10.	2 455 477	12 Acatl	4 Ocelotl	1 Izcalli	12.19.17.13.14	4 Ix	7 Yax
7.10.11.	2 455 842	13 Tecpatl	5 Quiahuitl	1 Izcalli	12.19.18.13.19	5 Cauac	7 Yax
6.10.12.	2 456 207	1 Calli	6 Cuetzpalin	1 Izcalli	12.19.19.14.4	6 Kan	7 Yax
6.10.13.	2 456 572	2 Tochtli	7 Atl	1 Izcalli	13.0.0.14.9	7 Muluc	7 Yax

1 Izcalli bzw. 7 Cauac 7 Yax), also auch 10 Zyklen vorher am 19.2.1455 greg. unter Berücksichtigung von 126 Schalttagen. Am 13.2.1479 greg. begann dann das Jahr 13 Acatl (Rohr), das auf dem Kalenderstein oben in Bild 7 angegeben ist, so dass dessen Datierung damit bestätigt wird.

Leider gibt Calendrica kein aztekisches Datum an, aber unter [Azte 07] findet man im Internet einen interaktiven Aztekenkalender, mit dem man alle angegebenen Daten leicht bestätigen kann. Das Jahr 2 Rohr begann auch am 7.2.1507 in Übereinstimmung mit [AnJa 88, S. 87], wo erwähnt wird, dass als Feier zum Zyklusbeginn der 52 Jahre die Zeremonie der Feuerbohrung auf dem Berg vorgenommen wurde. Die Hauptstadt der Azteken Tenochtitlan wurde im Jahr 3 Haus am Tag 1 Coatl 2 Xocothuetzi von den Spaniern unter Cortez erobert. Das war der 13.8.1521 jul. oder der Tag St. Hippolyt, wie historische Quellen berichten. Man beachte, dass das entsprechende Mayadatum 11.15.1.9.5 3 Uo 1 Chicchan lautet, beide Kalender also von einander verschiedene Daten angeben, obwohl sie wie in Tabelle 3 relativ

leicht in einander umgerechnet werden können. Interessant ist, dass der gleiche Jahresname auch nach Mayarechnung zu 1 Yax ablesbar ist, der „Jahresräger“ ist also bei Mayas und Azteken der gleiche Tag. Allerdings ist 1 Pop 179 d später als 1 Izcalli, wie die Tabelle der Zuordnung beider Kalender erkennen lässt. Auch im mittelalterlichen Europa begann das Jahr in Ost und West zu unterschiedlichen Zeiten, jedoch waren die Monate die gleichen. Zu beachten ist weiterhin, dass in Guatemala heute Mayakalender erhältlich sind, die jedes Datum gregorianisch und rituell angeben, jedoch mit je 3 unterschiedlichen Monatsnamen. Da sie nur teilweise mit den in der Tabelle oben für Yucatec genannten übereinstimmen, beziehen sie sich offensichtlich auf die heute dort gesprochenen Mayadialekte. Man darf bezweifeln, dass die Zählung kontinuierlich seit der Eroberung beibehalten wurde. Vielleicht aber ist das der Grund für die Verschiebung zwischen den erwähnten Maya- und Aztekendaten. Genauer hierzu ist in [Edmo 88] ausgeführt.

2.3.2 Sonnenkalender im alten Ägypten und im Orient

Ganz anders verlief die Entwicklung in **Ägypten**. Hier war durch die Nilschwemme eine Basis für den Kalender entstanden, die durch den Siriusaufgang vorhergesagt werden konnte. Dabei steht der Sternhimmel im Vordergrund, so dass gegenüber dem Sonnenumlauf eine ganz langsame Verschiebung eintritt. Diese wurde vermutlich akzeptiert, sie machte ohnehin nur höchstens 25 Tage in der gesamten ägyptischen Geschichte aus, was aber erst im 2. Jh. n. Chr. richtig gedeutet wurde [Rich 98]. Die Präzession der Erddrehung war damals noch unbekannt, es galt das siderische Sonnenjahr.

In Ägypten gab es weiterhin auch einen bürgerlichen Kalender mit einem Sonnenjahr, das zu 365 Tagen gerechnet wurde. Es bestand aus zwölf Monaten zu 30 Tagen mit 5 Zusatztagen, die als Unglücksbringer galten. Beginn der Jahreszählung und Jahresanfang sind hierbei nicht ganz klar. Das Jahr wurde römisch *annus vagus* oder **Wandeljahr** genannt und wurde wegen der festen Tageszahl noch von Kopernikus zu astronomischen Berechnungen benutzt. Aus der Sage, dass der Gott Thot von der Mondgöttin im Brettspiel $1/72$ jedes Lichttages gewonnen hat und dem Sonnenjahr anfügte, geht hervor, dass es früher ein Jahr mit 360 Tagen Länge gegeben hat, wodurch sich auch das kürzere Mondjahr erklärt [Sele 81].

Monatsnamen sind seit der Frühzeit z. B. Toth (1), Athyr (3), Mesir (6), Phamenoth (7), Pharmouti (8), Mesiani (12), alle sind anders benannt als in Babylon. Die Monate waren in Dekaden zu zehn Tagen unterteilt; es gab keine Ära, sondern das Regierungsjahr des Pharao benannte die Jahre. Manetho stellte 282 v. Chr. für den nun griechischen König eine Liste auf, die das Gerüst des Geschichtsablaufs in Ägypten zusammenstellt und an einer Tempelwand in Abydos erhalten ist. Von Claudius Ptolemäus stammt die Zuordnung zur Ära seit Nabonassar ab Mi, 26.2.747 v. Chr. Damit wurde ein Bezug zwischen Babylon und Ägypten hergestellt, der eine Datenkorrespondenz ermöglicht. Der 1. Toth war im Jahr 139 n. Chr. dem 20.7. des julianischen Kalenders zugeordnet, wie Dokumente beweisen.

Tabelle 4 Ägyptische und armenische Daten der Gegenwart

Datum	gregor.	ägyptisch	armenisch
So	8.7.2007	18. Athyr 2756	18. Hrotich 1456
Di	8.7.2008	19. Athyr 2757	19. Hrotich 1457
Mi	8.7.2009	19. Athyr 2758	19. Hrotich 1458
Do	8.7.2010	19. Athyr 2759	19. Hrotich 1459
Fr	8.7.2011	19. Athyr 2760	19. Hrotich 1460
So	8.7.2012	20. Athyr 2761	20. Hrotich 1461

Auch heute noch kann man nach ihm datieren: der 8.7.2009 entspricht dem 19. Athyr 2758 nach Nabonassar. Verfolgt man das durch einige Jahre hindurch, bemerkt man die Verschiebung gegenüber unserem Kalender, wie Tabelle 4 deutlich macht [ReDe 01].

Zum gregorianischen Datum sind hier die Zuordnung zur Ära Nabonassar im ägyptischen sowie das Datum des **armenischen Kalenders** genannt. Durch das Wandeljahr ergibt sich für den gleichen Tag unseres Kalenders ein alle 4 Jahre fortschreitendes Datum im ägyptischen und armenischen Kalender. Während ersterer heute kaum mehr benutzt wird, lebt er in letzterem mit anderer Epoche fort. In Armenien wird der Anfang auf den 11.7.552 julianisch oder den 1. Nawasardi 1 armenisch gelegt, wobei Hrotich der 12. Monat dieses Kalenders ist. Zwar ist der Wochentag der gleiche wie bei uns, aber die Datenzuordnung wechselt alle 4 Jahre. Dadurch vollendet sich demnächst ein armenischer Kalenderzyklus, der der ägyptischen Sothisperiode entspricht. Am 11.7.2012 jul., d. h. am 24.7.2012 greg. ist wieder der 1. Nawasardi erreicht. Dann sind seit 552 genau 1461 ägyptische oder armenische, aber nur 1460 julianische Jahre vergangen.

Es gab auch Diskussionen um das (später so genannte) **julianische Jahr**, denn die Sothisperiode von 1461 Jahren, nach der das Wandeljahr seinen Zyklus wiederholt, war bekannt. Es gibt aber keinen Nachweis, dass dieser Kalender auch verwendet wurde. So wollte das Dekret von Canopus von 239 v. Chr. einen vierjährigen Schaltzyklus einführen, aber statt der Übernahme dieser Regel durch die Priesterschaft wurde die Tochter des Königs zur Göttin erhoben (hier ist offensichtlich das Haar der Berenike als Sternbild gemeint). Erst Augustus führte 23 v. Chr. den julianischen Kalender in Ägypten ein, jedoch in ägyptischer Form nach dem erwähnten Dekret von Ptolemäus III. Euergetes (246–221). Seither läuft der ägyptische Kalender synchron zum julianischen, wobei aber das ägyptische Jahr am 29.8. beginnt.

Zur Unterscheidung wird der alte bürgerliche Kalender der ägyptische genannt, der angepasste julianische aber der **alexandrinische Kalender**. Der Schalttag wurde am Ende des Jahres als 6. Zusatztag eingeschoben, also am 29.8. Damit beginnt das alexandrinische Schaltjahr (genauer das nachfolgende) am 30.8., erst der 25. Februar (heute der 29.) gleicht das mit dem echten julianischen Kalender wieder aus. Die Tageszuordnung ist also vor einem julianischen Schaltjahr für ein halbes Jahr um einen Tag verschoben.

Der alexandrinische Kalender wurde von **Kopten** und **Äthiopiern** ebenfalls mit geänderten Monatsnamen und mit anderen Anfangsjahren übernommen. Die Kopten rechnen seit dem ersten Regierungsjahr von Diokletian am 29.8.284, die

Äthiopier seit dem 29.8.8 n. Chr. Später versuchte man die Zählung nach Diokletian wegen dessen Christenverfolgungen zu vermeiden und nannte deshalb die Jahre seit 284 auch Märtyrerära (AM anni martyrum).

Noch 1792 wurde der ägyptische Kalender als Revolutionskalender in Frankreich neu eingeführt, allerdings nur für wenige Jahre, wie später erläutert wird. Im Osten hat der islamische Kalender ab dem 7. Jh. praktisch überall den alexandrinischen verdrängt. Im Westen aber hat sich der römische Kalender, der ganz anders aufgebaut ist, als **julianischer Kalender** erhalten, wobei seit der Vorherrschaft des Christentums der alexandrinische Mondkalender eingefügt wurde. Auch Ostrom hat sich nach ihm gerichtet, wie die lateinischen Monatsnamen in Griechenland noch heute erkennen lassen, die seit der Spätantike neben den griechischen verwendet wurden. Jedoch begann das Jahr am 1.9. mit dem Wechsel der Indiktion, einem 15-jährigen Zyklus, seit Konstantin offenbar zur Steuererhebung eingesetzt. Insgesamt zählte man bereits 5508 vor der Geburt abgelaufene Jahre, ehe unsere christliche Ära begann.

Soweit der Blick auf die zyklischen oder arithmetischen Sonnenkalender. Wie dabei deutlich wird, haben sie eine Zykluslänge, die sich mehr oder weniger an das Sonnenjahr anlehnt, weichen aber wegen des notwendigen Bezugs auf ganze Tage von dessen genauem Ablauf ab. Zwar entstehen dabei auch größere Perioden, nach denen sich die Zuordnung zu den Jahreszeiten wiederholt, doch ist normalerweise eine Korrektur erforderlich. Bemerkenswert ist, dass man dafür keine gebrochenen Zahlen verwendet hat. Sie waren in Mexiko und dem alten Ägypten unbekannt, begründeten aber in Alexandria die Verbesserungen, die im julianischen Sonnenjahr ihren Ausdruck fanden, das anschließend für mehr als 1500 Jahre in Europa die Grundlage der Zeitzählung bilden sollte.

2.4 Astronomische Sonnenkalender

2.4.1 *Iranischer Kalender*

Durch die Schrägstellung der Erdachse gegenüber ihrer Bahn, der Ekliptik, hat die Natur eine grundlegende Einheit vorgegeben, die sich gut zur Zeitzählung eignet. Es ist das Jahr, hier das so genannte **tropische Jahr**, dessen Länge durch den Erdumlauf um die Sonne definiert wird. Als Anfang gilt dabei der Durchlauf durch den Himmelsäquator von Süden nach Norden, auch Frühlingstag- und Nachtgleiche genannt. Im Kapitel 1.5 wurde das genauer erläutert. Der fiktive Ort der Sonne am Fixsternhimmel zu diesem Zeitpunkt wird Frühlingspunkt genannt. Er befindet sich derzeit im Sternbild der Fische, doch beginnt mit ihm der 30°-Sektor Widder für den Lauf der Sonne auf der Ekliptik. Erde, Sonne und dieser Frühlingspunkt bilden genau eine Linie, wenn der Frühling beginnt. Wir sind gewohnt, das mit dem 21. März gleichzusetzen. Dadurch erhält der Sonnenkalender seinen rein astronomischen Bezugspunkt, der sich von Jahr zu Jahr verifizieren lässt. Der genaue

Zeitpunkt dieser Konjunktion wird heute astronomisch bestimmt und in besseren Kalendern angegeben.

Leider ist dieses Ereignis durch den Laien gar nicht so leicht zu bestimmen, schwankt sogar von Jahr zu Jahr bzgl. des Datums. Man gewinnt eine gewisse Hochachtung vor der Wissenschaft unserer Vorväter, wenn man daran denkt, dass dies seit mehr als 3000 Jahren bekannt ist und zu allen Zeiten als Grundlage für die Zeitrechnung gedient hat, jedenfalls für Astronomen und andere Wissenschaftler. Das bürgerliche Jahr ist wegen der notwendigen ganzen Tageszahl beträchtlich komplizierter, wie schon am Bezug auf den 21.3. zu erkennen ist. Gibt es also einfachere Sonnenkalender? Kann man von ihnen Möglichkeiten zur Vereinfachung lernen, jedenfalls um das Verständnis zu verbessern?

Als Beispiel soll hier der persische oder besser nach gegenwärtigem Sprachgebrauch der **iranische Kalender** erläutert werden. Er wurde in seiner heutigen Version am 31.10.1925 durch den damaligen Schah eingeführt, um den islamischen Mondkalender zurückzudrängen, der in Iran vorherrschte. Er wird trotz der islamischen Revolution auch gegenwärtig neben dem islamischen verwendet und lohnt daher, sich mit ihm zu beschäftigen. Bild 9 zeigt einen heutigen Zeitungskopf, aus dem die Kalenderangaben gregorianisch, islamisch und iranisch hervorgehen. Man liest von rechts Charshanbeh 1 Farvardin 1386 usw., wobei in der arabischen Schrift die iranisch abweichenden Ziffern 6 und 4 auffallen. In Saudi-Arabien zählt dieser Tag übrigens als 2. Rabi-al-Awwal. Das wird zusammen mit dem Mondkalender genauer erklärt.

Dem ersten Anschein nach ist dieser Sonnenkalender bestechend einfach, ist er doch astronomisch definiert, enthält zwölf regelmäßig aufgebaute Monate und bezieht seine Jahreszählung auf das Jahr der Hedschra, also 622 nach Christus als Jahr 1. Das Jahr beginnt mit dem 1. des ersten Monats Farvardin, wenn die Frühlings- tag- und Nachtgleiche in Teheran eintritt. Dies muss vor 12 Uhr mittags geschehen,



Bild 9 Ausschnitt aus einer Zeitungsseite aus Teheran mit Datumszeile, Angaben *rechts*: 21. März 2007, 1. Rabi-al-Awwal 1428, 1. Farvardin 1386 Mittwoch

anderenfalls ist der nächste Tag der 1. Farvardin. Jeder Tag beginnt um Mitternacht [ReDe 01]. Dabei gilt wegen der geographischen Länge von Teheran eine Zeitverschiebung zur Universal- oder Weltzeit von 3 h 30 min. Im Jahr 2007 bedeutete das, dass der Frühlingsanfang auf den 21.3.2007 3 Uhr 37 Ortszeit fiel, dieser Tag folglich das **iranische Neujahr** war und als 1.1.1386 zählte. In Mitteleuropa begann der Frühling an diesem Tag um 1:07 Uhr.

Scherzfrage: Zu welchem Jahr gehörten die ersten drei Stunden dieses Tages in Iran? Natürlich zum neuen Jahr, da der Tag ja um 0 Uhr beginnt.

Zunächst sei auf die **Monate** eingegangen. Es gibt wie bei uns 12, aber die ersten sechs haben 31, die nächsten fünf 30 Tage, der letzte (Esfand) hat 29 Tage. Im Schaltjahr bekommt auch er 30 Tage. Einfacher lassen sich die Monate nicht gestalten, denn das tropische Sonnenjahr hat ja die Länge von 365,242 19 d. Das ist leider ein mit der Tageslänge inkommensurabler Wert, so dass Schaltmechanismen notwendig werden, um die Bruchteile an ganze Tage anzupassen, wodurch das bürgerliche iranische Jahr entsteht. Da der gebrochene Anteil fast einen Vierteltag bildet, wird ungefähr alle vier Jahre ein Schalttag notwendig, hier der 30. Esfand am Ende jedes Schaltjahres. Allerdings ist das im Mittel zuviel, wie man vom Fehler des julianischen Kalenders weiß, der gregorianische hat das ja verbessern müssen. Wann also hat der iranische Kalender **Schaltjahre**? Offenbar hängt das von der Sonne und dem Frühlingspunkt ab, wobei letzterer sogar wegen der Präzession der Erdbewegung jährlich um einige Bogensekunden zurückweicht, also gar nicht fest steht.

An dieser Stelle würde man sich einen Zyklus wie im gregorianischen Sonnenkalender wünschen, bei dem ja gelegentlich, aber genau angebbar, z. B. im Jahr 2100, ein Schalttag ausfällt. Ein solcher Zyklus gibt klar alle Schalttage an, so dass auch die Schaltjahre in Vergangenheit und Zukunft genau bekannt und einfach bestimmbar sind. Astronomische Kalender haben diesen Vorzug aber nicht, so dass bei ihnen die Bestimmung der Schaltjahre kompliziert wird. Für den Jahresbeginn ist ja allein der Sonnenstand in Teheran maßgebend. Berechnet man ihn über größere Zeiträume, stellt man fest, dass die Schaltjahre zwischen 1930 und 2124 gregorianisch auf die hier angegebenen Jahre fielen oder fallen werden:

1309, dann alle 4 Jahre bis	1337, dann	1342, dann alle 4 Jahre bis	1370, dann
1375, "	1403, "	1408, "	1436, "
1441, "	1465, "	1470, "	1498, 1503.

Im Gegensatz zum gewohnten gregorianischen Schaltzyklus gibt es im iranischen Kalender anscheinend nach 28 Jahren jeweils einen Sprung um fünf Jahre bis zum nächsten Schaltjahr, also auch einen Zyklus, der sich nach 33 Jahren zu wiederholen scheint. Allerdings ist die vorletzte der angegebenen Perioden nur 29 Jahre lang, so dass offensichtlich kein einfacher Zyklus existiert. Auch nach der letzten angegebenen Folge gibt es eine Abweichung mit 37 Jahren. Es ist also schwer, die iranischen Schaltjahre über längere Zeiträume vorherzusagen.

Außerdem ist ziemlich nachteilig, dass sich die Schaltjahre nur schwer merken lassen, da der Sprung um 5 Jahre immer wieder andere Jahreszahlen zu Schalt-

jahren erklärt. Derzeit ist 1387, also 2008 gregorianisch, ein iranisches Schaltjahr, also stimmen beide überein, wenn auch nicht im Schalttag. Erst ab 1408 sind durch 4 teilbare iranische Jahre auch Schaltjahre. Dafür beginnen alle iranischen Jahre innerhalb eines Intervalls von 24 h. Wieso gibt es dann in Iran wechselnde Neujahrsdaten zwischen dem 20. und 22.3. gregorianisch? Offensichtlich liegt das am Zyklus des gregorianischen Kalenders, der hier genauer betrachtet werden muss. Dessen Schaltjahre sind alle durch 4 teilbaren Jahre außer den nicht durch 400 teilbaren Jahrhundertjahren. In ihnen, z. B. 2100, fällt der Schalttag weg, so dass sich dann ein Sprung von 8 Jahren zum nächsten Schaltjahr ergibt. Diese Regel führt zu den bekannten 97 Schalttagen in je 400 Jahren, aus denen sich der Bruchanteil des gregorianischen Jahres von $97/400 = 0,2425$ d ergibt. Das ist ganz leicht zu viel gegenüber der tropischen Jahreslänge, doch werden diese 0,000 31 d = 26 s in jedem Jahr vernachlässigt, weil sie erst nach über 3000 Jahren einen Fehlertag erzeugen. Dafür ist die Schaltregel einfach und leicht zu merken.

Ein Schalten alle 4 Jahre ohne Ausnahme hat den viel größeren julianischen Fehler von $0,25 - 0,2425 = 0,0075$ d oder mehr als 11 min jährlich zur Folge. Das erzeugt bereits nach etwa 128 Jahren einen Fehlertag, der ja durch die gregorianische Reform korrigiert wurde. Andererseits bewirkt die gregorianische Schaltregel, dass zwischen 1900 und 2100 alle 4 Jahre ein Schaltjahr vorliegt, also müssen zwei Fehlertage in Erscheinung treten. Dies ist tatsächlich der Fall und erklärt die Schwankung des iranischen Jahresanfangs, der wegen seiner astronomischen Festlegung viel genauer ist als die gregorianische Tageszählung, mit der wir ihn benennen. In Wirklichkeit bleiben die gregorianischen Kalenderdaten gegenwärtig mehr und mehr hinter dem Zeitablauf zurück. So wird es 2011 zum letzten Mal in diesem Jahrhundert in Deutschland einen Frühlingsbeginn am 21.3. geben. Er wird anschließend stets am 20.3. erfolgen, ab 2048 sogar alle 4 Jahre am 19.3. Ab 2080 beginnt der Frühling im Wechsel zweimal am 19., dann zweimal am 20.3., bis der ausfallende Schalttag 2100 das Datum wieder um einen Tag voranbringt. Man sieht hier, dass die Unterschiede zwischen verschiedenen Kalendern relativ sind und unser gewohnter gregorianischer Bezug gelegentlich das Verständnis der Zusammenhänge erschwert.

Auf eine Kleinigkeit sei ausdrücklich hingewiesen: auch wenn sowohl gregorianisch als auch iranisch ein Schaltjahr vorliegt, sind die Schalttage verschieden, hier der 29.2., im Iran der 30. Esfand. Dieser Tag wird um den 21. März eingeschoben, und zwar genau dann, wenn der Frühlingsbeginn auf den Nachmittag des Tages fällt und so den Folgetag zum Neujahrstag erklärt. Das geschah zuletzt im Jahr 2005, für das nach dem Programm *Calendrica* [ReDe 01] für den 20.3. 0:00 Uhr die Sonnenposition $359,481^\circ$ angegeben wird. Nach Weltzeit und damit für uns bedeutet das, dass der Frühling angenähert nach $0,519^\circ$ oder um 12:27 Uhr Weltzeit am 20.3.2005 begann. In Teheran war es bereits 15:57 Uhr, also war der Folgetag der 1. Farvardin 1384, entsprechend dem 21.3.2005. Dessen Vortag ist der 30. Esfand 1383, in der Tat ein Schaltjahr, wie bereits ausgeführt wurde. 2009 hat sich dieser Vorgang wiederholt. Die Sonne hatte am 20.3.2009 die Sonnenposition $359,515$ um 0 Uhr, d. h. Frühlingsbeginn ist um $0,485^\circ$ oder 11 h 38 min Weltzeit oder 15:08 Uhr in Teheran. Also ist das der 30. Esfand 1387, das iranische Jahr 1388 begann am 21.3.2009.

Tabelle 5 Frühlingsbeginn nach Weltzeit 2001 bis 2012

Jahr greg.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Frügspt.	20.	20.	21.	20.3.	20.	20.	21.	20.3.	20.	20.	20.	20.
So-Pos Cal	359,441	359,202	359,959	359,718	359,481	359,238	359,995	359,76	359,515	359,274	359,034	359,783
„ extrap.	359,447	359,209	359,956	359,717	359,479	359,241	359,988	359,749	359,510	359,271	359,033	359,780
h min	13:24	19:09	0:59	6:46	12:27	18:17	0:07	5:45	11:38	17:25	23:11	5:12
RD fest	730564	730929	731295	731660	732025	732390	732756	733121	733486	733851	734216	734582
Diff d	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	365	366

Auch eine Betrachtung der Anzahl der Schaltjahre im Verlauf der Zeit ist durchaus interessant. Das Intervall 1309 bis 1503 entspricht den gregorianischen Jahren 1930 bis 2124, also 194 Jahre, in die gregorianisch $192:4=48$, also 47 Schalttage fallen, da 2100 ja ein Normaljahr ist. Das iranische gleiche Intervall enthält $8 \cdot 5 + 7 = 47$ Schalttage, also genau die gleiche Anzahl. Man erkennt hier den Ausgleich der zyklischen Annäherung an die astronomischen Vorgaben für den Jahresbeginn.

Tabelle 5 stellt die maßgeblichen Zahlenwerte für die Jahre 2001 bis 2012 zusammen. Eingetragen ist die Sonnenposition nach Calendrica [ReDe 01] mit ihrem Datum, so dass das Komplement zu 360° den genauen Zeitpunkt des Frühlingsbeginns nach Weltzeit (UTC) zu bestimmen erlaubt. Da eine alternative Definition der mittleren Länge des tropischen Sonnenjahres von dieser Position ausgeht und die Länge durch eine Zunahme des Winkels um 360° festlegt [Wiki 07], wird anschließend diese Größe so extrapoliert, dass zur Sonnenposition für 2000 der den Tagen entsprechende Winkelzuwachs angegeben wird. Man sieht, dass die Werte geringfügig von den nach Calendrica bestimmten abweichen, sich das jedoch auch wieder ausgleicht. Die Abweichungen sind auf astronomische Feinheiten beim Erdumlauf zurückzuführen, z. B. auf Rückwirkungen vom Mond und anderen Planeten. Die Zeile mit den Uhrzeiten gibt den Frühlingsbeginn zum erwähnten Komplement der Sonnenposition an, während zur Kontrolle die festen Tageszahlen seit dem 1.1.1 gregorianisch sowie die jährlichen Inkremente mit angeführt werden.

Auf jeden Fall ist das leichte Zurückweichen der Sonnenposition jedes Jahr sowie der Sprung um den Schalttag gut zu erkennen. Ebenso bemerkt man, dass die Sonnenposition nach 4 Jahren etwas größer als vorher ist, z. B. von 2003 bis 2007 um $0,036^\circ$ oder 51 min 51 sek. Als Mittelwert sind $4 \cdot (11 \text{ min } 14 \text{ sek})$ zu erwarten. Deutlich ist auch der Sprung im Jahr 2011 gegenüber 2007, als der Frühling am 21.3. bereits wenige Minuten nach Mitternacht begann ($0,005^\circ$ oder 7 min 12 sek, nach [Astr 05] wird für 2007 der Frühlingsbeginn in Deutschland um 1 h 7 min angegeben). Nun beginnt der Frühling bereits am 20.3.2011 um 23 h 11 min so dass nach MEZ der Frühling zum letzten Mal am 21.3. kurz nach Mitternacht beginnen wird. Weiterhin fällt auf, dass der Schalttag durch den Wechsel des Datums deutlich wird, z. B. 2003 und 2007, erst ab 2011 unterbleibt dieser Wechsel.

Wie man erwarten würde, ist auch ein zyklischer oder arithmetischer Kalender für den Iran vorgeschlagen worden [ReDe 01]. Zwar gehen die persischen Kalender schon auf Omar Khayyam (ca. 1048–1123) zurück, damals als Djelali-Kalender mit der alexandrinisch-koptischen Struktur von $12 \cdot 30 + 5$ oder 6 d, doch ist die geschichtliche Entwicklung kompliziert. Hier soll genügen, dass in [Bira 93] ein

Vorschlag für einen iranischen Zyklus gemacht wird, der weitgehend die astronomischen Neujahrszeitpunkte annähern soll. Er verteilt 683 Schalttage auf 2820 Jahre so, dass danach nur ein Fehler von wenigen Minuten bleibt. Allerdings ist der Zyklus komplex: auf 21 Zyklen zu 128 Jahren folgt einer mit 132 Jahren oder

$$\begin{aligned} 21 \cdot (29 + 3 \cdot 33) + 29 + 2 \cdot 33 + 37 &= 2820 \text{ mit} \\ 21 \cdot (7 + 3 \cdot 8) + 7 + 2 \cdot 8 + 9 &= 683 \text{ Schalttagen.} \end{aligned}$$

Der Zyklus beginnt mit Null im iranischen Jahr 474, dann wieder 3294, hat aber den Nachteil, dass er sich mit den oben angegebenen Schaltjahren auf astronomischer Basis nicht leicht zur Deckung bringen lässt. Wie bereits erwähnt ist in naher Zukunft ein Unterzyklus mit 37 Jahren zu erwarten, der aber nur einmal am Ende des Zyklus auftritt. Folglich sind die Unterzyklen wohl entsprechend zu verschieben, um für die ferne Zukunft die Neujahrszeitpunkte abzubilden. In [ReDe 01] wird eine Tabelle mit Abweichungen zwischen dem astronomischen und arithmetischen iranischen Kalender angegeben, die aber zeigt, dass alle Neujahrstage zwischen 1865 und 2024 (also 1244 und 1403 iranisch) übereinstimmen. Für den Rest unseres Jahrhunderts wird nur 2025 und 2058 jeweils arithmetisch ein Tag zu früh angegeben, danach erst wieder 2153. Auf lange Sicht sei die Einschränkung erwähnt, dass alles auch davon abhängt, dass sich die astronomischen Verhältnisse nicht allzu sehr verändern.

Wie man aus diesen Betrachtungen entnehmen kann, sind trotz der einfachen Himmelsmechanik mit nur Erde und Sonne die Auswirkungen auf die Kalender nicht ohne Feinheiten. Das ist mit dem System Erde–Mond so ähnlich und soll zusammen mit den Mondkalendern genauer erläutert werden.

2.4.2 *Andere astronomische Sonnenkalender*

Der **Bahai-Kalender** geht auf Mirza Hussein Ali (1817–1872) und dessen Vorgänger Mirza Ali Muhammed (1819–1850) zurück, beide in Persien geboren [Rich 98]. Letzterer hatte 1844 eine göttliche Erleuchtung, er sei Bab, das Tor zur Wiederkehr des 12. Kalifen des Islam, der 1000 Jahre früher verschwunden war. Damit entstand eine islamische Sekte, die viele Anhänger und Feinde fand, denn sie trat für die Gleichberechtigung von Mann und Frau sowie aller Menschen und Völker ein. Schon 1850 wurde er hingerichtet, doch Mirza Hussein Ali setzte als sein Schüler sein Werk fort, bis auch er 1872 Persien verlassen musste. Im damaligen Palästina oder heutigen Israel sammelte er 18 weitere Schüler um sich, die ihren Glauben über die ganze Welt verbreiteten [Rich 98].

Die Zahl 19 kennzeichnet deshalb ihren Kalender, dessen Jahr mit dem Frühlingsbeginn in Teheran anfängt, aber 19 Monate zu 19 Tagen umfasst. Heute ist der 21.3. Neujahr, so dass sich der Monatsablauf an den gregorianischen Kalender anlehnt. Da 361 Tage zu wenig sind, werden 4 oder 5 Zusatztage nach dem 18. Monat eingeschoben, bevor der 19. Monat beginnt. Der Tagesbeginn fällt wie im Orient

Tabelle 6 Monatsanfänge im Bahai-Kalender

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beginn	21.3.	9.4.	28.4.	17.5.	5.6.	24.6.	13.7.	1.8.	20.8.	8.9.
Monat	11	12	13	14	15	16	17	18	Zusatztage	19
Beginn	27.9.	16.10.	4.11.	23.11.	12.12.	31.12.	19.1.	7.2.	26.2. – 1.3.	2.3.

üblich auf den Vorabend. Die Jahreszählung beginnt mit dem Bab, also 1844. Es gibt auch größere Zyklen von 19 bzw. 19 · 19 Jahren. Die Wochentage laufen mit, haben aber keine Bedeutung, während u. a. die Monatsanfänge feierlich begangen werden. Man erhält dafür eine feste Zuordnung nach Tabelle 6.

Offensichtlich ist dieser Kalender auch an den iranischen angelehnt, denn Neujahr stimmt mit ihm meist überein, genau dann, wenn die Tag- und Nachtgleiche in Teheran vor Sonnenuntergang erfolgt. Geschieht dies aber am Nachmittag, sind die Neujahrstage verschieden von einander, denn das iranische Neujahr ist erst am Folgetag. Die Schalttage richten sich nach dem gregorianischen Kalender, wie an den Zusatztagen in Tabelle 6 erkennbar ist.

Interessant ist auch ein Blick auf den **französischen Revolutionskalender**, der vom 24.11.1793 bis zum 31.12.1805 in Frankreich die Zeitrechnung bestimmte [ReDe 01]. Man hat ihn vom koptischen Kalender übernommen, so dass er 12 Monate zu 30 Tagen und 5 oder 6 Zusatztage umfasste. Er beginnt mit dem Tag nach der Ausrufung der Republik. Das war der 22.9.1792 und gleichzeitig Herbstäquinoktium in Paris und damit der 1. Vendémiaire des Jahres 1. Die Woche wurde mit ihm zugunsten von Dekaden, also Monatsdritteln, abgeschafft. Vielleicht war das ein Grund für die Widerstände, die seiner allgemeinen Einführung entgegenstanden und deshalb zu seiner Abschaffung durch Napoleon beitrugen. Ein anderer Nachteil war der Jahresanfang, der astronomisch als Tag des Herbstäquinoktiums festgelegt war [Sele 81]. Leider ist dafür eine recht komplexe Rechnung erforderlich, so dass man sich eine Vereinfachung bezüglich der Schaltjahre überlegte, die aber nur einen Vorschlag bildete: jedes 4. Jahr sollte ein Schaltjahr sein, aber jedes 100. ein Normaljahr, allerdings jedes 400. doch ein Schaltjahr, dafür jedes 4000. keines. Das ist eine elegante Regel, die sogar das Problem des gregorianischen Kalenders lösen könnte. Mit ihr beträgt die Jahreslänge 365,242 25 d, das ist deutlich besser als die gregorianischen 365,2425 d, denn erst nach rund 14 000 Jahren entsteht ein Fehler von einem Tag.

2.5 Zusammenfassung

Wie die vorigen Abschnitte darlegen, reicht für eine einfache Zeitzählung der Bezug auf Erde und Sonne vollkommen aus: die Umdrehung der Erde bestimmt den Tag, ihr Umlauf um die Sonne das Jahr. Man kann auf den Mond völlig verzichten. Allerdings gilt das nicht für viele christliche Feste, denn sie sind wegen ihres orientalischen Ursprungs an den Mondumlauf gekoppelt, der den Kalender zum Lunisolarkalender erweitert. Bevor dieser mit seinen Feinheiten erläutert wird, sollen die

reinen Mondkalender genauer betrachtet werden, die auf den Bezug zur Sonne verzichten. Sie sind u. a. die Grundlage für die Feiertage des Islam, z. B. des Ramadan, und deshalb neuerdings auch in Westeuropa weit verbreitet.

Literatur

- [AnJa 88] Anders, F., Jansen, M., Schrift und Buch im alten Mexico, Akadem. Druck- u. Verlagsanst. Graz 1988
- [Astr 05] Astronomische Grundlagen für den Kalender 2007, Braun, Karlsruhe 2005
- [Azte 07] <http://www.azteccalendar.com> (Abruf 22.5.09)
- [Bira 93] Birashk, A., A comparative calendar for 3000 years, Mazda Publ. Costa Mesa, CA, 1993
- [Edmo 88] Edmonson, M.S., Book of the year, Univ. of Utah Press 1988
- [ReDe 01] Reingold, E.M., Dershowitz, N., Calendrical calculations – The millennium ed., 1. publ. - Cambridge : Cambridge University Press 2001
- [ReDe 02] Reingold, E.M., Dershowitz, N., Calendrical Tabulations 1900–2200, Cambridge University Press 2002
- [Rich 98] Richards, E.G., Mapping time : the calendar and its history, Oxford Univ. Press 1998
- [ScFr 90] Schele, L., Freidel, D., Die unbekannte Welt der Maya, A. Knaus, München 1990
- [Sele 81] Seleschnikow, S.I., Wieviel Monde hat ein Jahr? Urania, Leipzig 1981
- [Wiki 07] Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Tropisches_Jahr bzw. <http://de.wikipedia.org/wiki/Maya-Kalender> (Abruf Aug. 2007) und <http://en.wikipedia.org/wiki/Xiuhpohualli>
- [Zema 87] Zemanek, H., Kalender und Chronologie, 4. Aufl., München, Oldenbourg 1987

Datum und Kalender

Von der Antike bis zur Gegenwart

Görke, W.

2011, X, 165 S. 31 Abb., 24 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-13147-9