



Alternativen zum Gregorianischen Kalender

Zusammenfassung

Durch die Gregorianische Reform wurde unser Kalender wieder mit dem in den Jahreszeiten erkennbaren astronomischen Jahr synchronisiert. Die seitdem gültige Schalt-Regelung garantiert, dass das Kalender-Jahr praktisch nicht mehr abdriften kann. Also war die Reform ziemlich perfekt, wurde aber schon damals [1] und wird auch heute noch gelegentlich [2,3] -leider allzu pauschal- kritisiert. Oft geht es dabei auch nur um Einzelheiten, die die Allgemeinheit nicht berühren, sie deshalb auch nicht interessieren.

Als Laie stellt man aber vielleicht doch zum Beispiel fest, dass der Frühlings-Anfang kein fixer Kalendertag ist, sondern zwischen wenigstens drei März-Tagen (21., 20. und 19.3.) pendelt. Bei der Beschäftigung mit den Schalt-Jahren könnte man sich über ihre Verteilung auf den sehr langen Zeitraum von 400 Jahren wundern. Und wer sich für die Festlegung des Oster-Datums interessiert, mag auf die damit verbundene Kompliziertheit stoßen und enttäuscht sein, dass er die Sache nicht versteht.

Diese und andere Einzelheiten werden diskutiert, und es wird gezeigt, wie konsequentere -aber fiktive- Kalender aussehen.

Inhalt

1. Vom Julianischen zum Gregorianischen Kalender
2. Der Khayam-Zyklus
3. Der Matzka-Zyklus
4. Der Mädler-Zyklus
5. Übersicht auf verschiedene Kalender-Zyklen
6. Ostern als bewegliches Kalender-Datum
7. Die Oster-Rechnung bis zur Kalender-Reform
8. Oster-Rechnung seit der Kalender-Reform
9. Die Oster-Rechnung in den alternativen Kalendern
10. Kritik an der Praxis der Oster-Rechnung
11. Literatur
12. Anmerkungen

1. Vom Julianischen zum Gregorianischen Kalender

Das astronomische (tropische) Jahr ist im Mittel 365,242199 Jahre lang. Die Einschaltung eines Zusatz-Tages im olympischen Rhythmus von 4 Jahren in das sonst 365 Tage lange Jahr führte zum Julianischen Kalender-Jahr mit im Mittel 365,25Tagen. Durch Wegfall von 3 Schalt-Tagen anlässlich von 3 Jahrhundert-Wechseln in **400** Jahren kommt das Gregorianische Kalender-Jahr auf 365,2425 Tage. Es ist 25 mal genauer als das Julianische. Nachteilig ist aber, dass sich die Regelung über einen 100 mal längeren Zeitraum erstreckt, der für den Einzelnen gänzlich unüberschaubar ist.

Eine Graphik von *Walter Puschart* [4] ([Abb.1](#)) erstreckt sich über ca. 1½ Zyklen (600 Jahre) im Gregorianischen Kalender und zeigt das Wandern des astronomischen Frühlingsbeginns zwischen dem 21. und 19. März. Der im Kalender verbliebene Fehler summiert sich in ca. **3320** Jahren zu einem Tag, so dass der Frühlingsbeginn bis zum 18.März (s.[Abb.2](#)) vorrücken wird, bevor eine Korrektur des Kalenders durch Auslassen einer Schaltung möglich wäre.

Im Nebenbild von [Abb.2](#) ist gezeigt, dass das Fehlerband noch etwas breiter ist, wenn man nicht nur den Frühlingsbeginn betrachtet ([Anmerkung 1](#)).

Die vordergründige Einfachheit, der Gregorianischen Regelung (weiterhin 4-Jahres-Periode, ergänzt durch 3 Säkularjahr-Ausfälle, [Anmerkung 2](#)) schneidet in einem von *Heinz Zemanek* [3] formulierten Mangelwert entsprechend schlecht ab. Er multipliziert die Ungenauigkeit des Kalender-Jahres mit der Zyklus-Länge (beides in Tagen) und findet für den Gregorianischen Kalender einen ca. 4 mal höheren Wert als für den Julianischen (**44,0** gegenüber **11,4**).

Die große Zykluslänge ist letztlich von der gewählten Korrektur Oster-Rechnung (Computus), die der eigentliche Anlass der Reform war, verursacht. Man wollte die alte Rechnung durch einfache Korrekturen verbessern und entschied sich, diese ausschließlich in Säkular-Jahren (Hunderter) vorzunehmen.

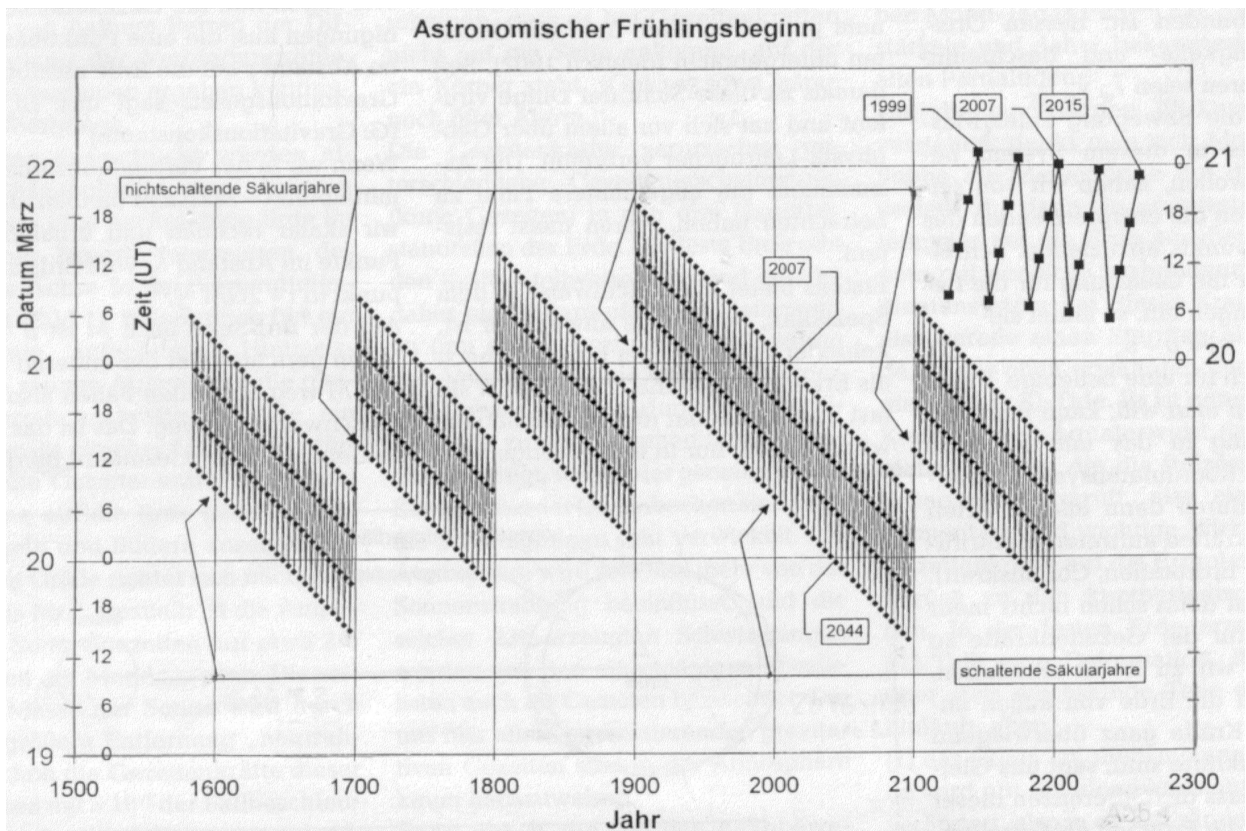


Abb.1 Gregorianischer Kalender, astronomischer Frühlingsbeginn [4]

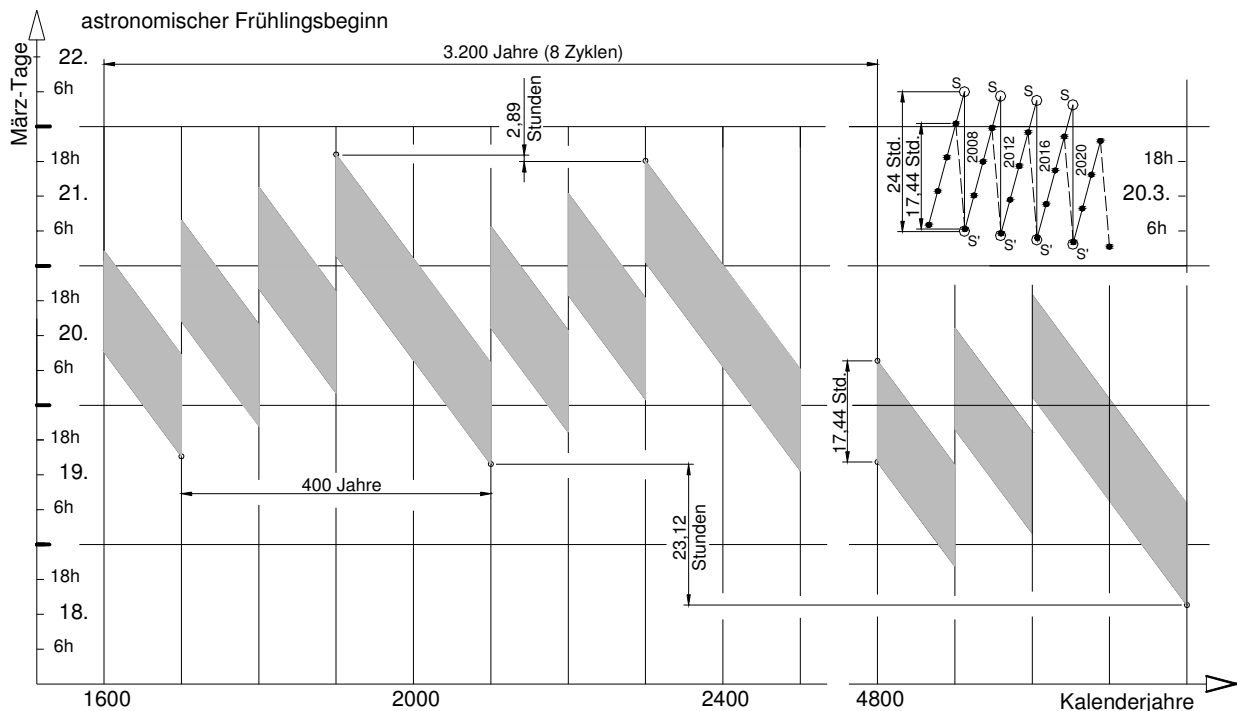


Abb.2 Gregorianischer Kalender, astronomischer Frühlingsbeginn (Abb.1 schematisiert und verlängert)

2. Der Khayam-Zyklus

Dem bereits im 12. und 13. Jahrhundert lebenden Iranischen Dichter und Mathematiker *Omar Khayam* wird ein Kalender-Zyklus mit nur 33 Jahren Länge zugerechnet, der sich im Irani-

schen Kalender bis heute erhalten hat (Anmerkung 3, [5]). In ihm sind 7 Schalttage nach je 4 Jahren und 1 Schalttag im abschließenden 33. Jahr enthalten. 7 üblichen 4-Jahres-Perioden folgt eine davon abweichende 5-Jahres-Periode. Das ergibt für die Länge des

hier so genannten Khayam-Jahres 365,242424 Tage, das somit etwas genauer als das Gregorianische ist. Die Ungenauigkeit summiert sich erst in ca.4.440 Jahren auf einen ganzen Tag zuviel (Gregorianisch nach ca. 3.320 Jahren 1 Tag zuviel).

Der Hauptvorteil ist aber die Zyklus-Kürze und dass wie in Abb.3 gezeigt ist, der Frühlingsbeginn-Tag während eines Zyklus' innerhalb eines Kalender-Tages untergebracht werden kann. Zusammen mit der sich langsam einstellenden Verfrühung durch den allgemeinen Fehler bliebe die Bandbreite auf 2 Tage begrenzt, wenn man sich für 1 ausfallenden Schalt-Tag nach ca.4.440 Jahren entschliesse.

Der Mangelwert nach Zemanek (s.o.) verringert sich auf **2,7**.

Um den Frühlingsbeginn zunächst beim 21.März zu halten, hätte man die erste Schaltung nach der Reform bis zum Jahre 1587 verzögert, und alle Schaltjahre im ersten Zyklus wären ungerade Jahre gewesen, im zweiten gerade (ab1620) usf..

Der Khayam-Zyklus könnte den Gregorianischen Reformern bekannt gewesen sein. Man darf annehmen, dass sie häufiger vorkommende Schalt-Ausnahmen, zudem noch in derart "krummer Reihenfolge", scheuten.

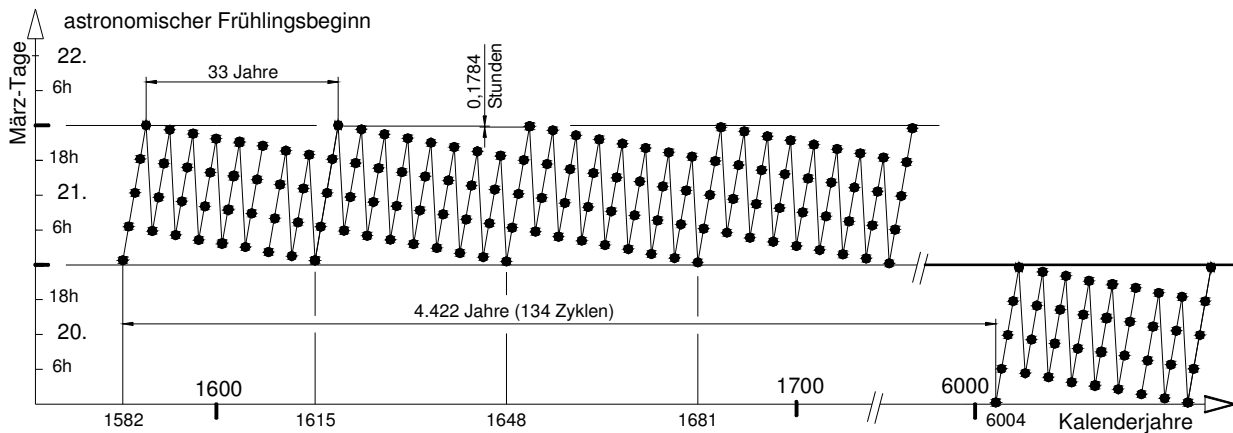


Abb.3 Khayam-Kalender, astronomischer Frühlingsbeginn

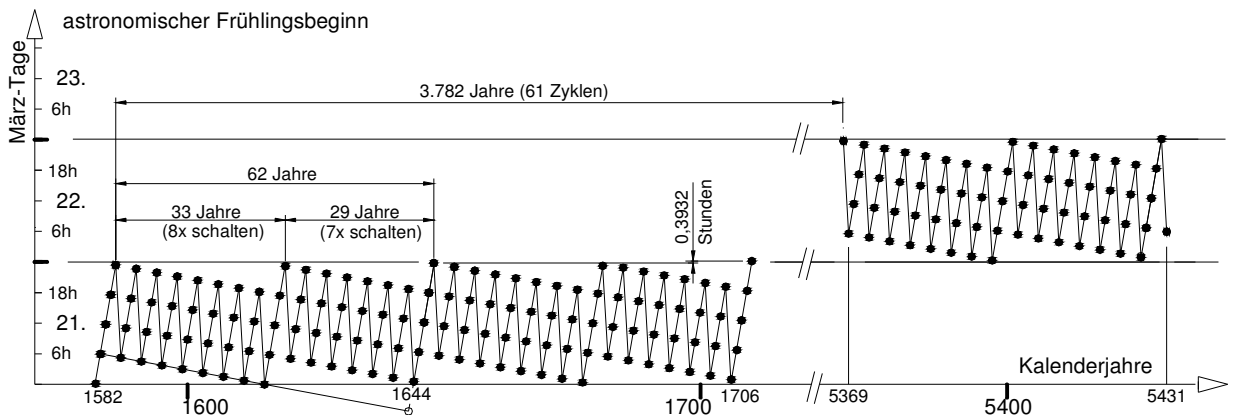


Abb.4 Matzka-Kalender, astronomischer Frühlingsbeginn

3. Der Matzka-Zyklus

Der böhmische Mathematiker *Wilhelm Matzka* schlug 1880 [6], also lange nach der Gregorianischen Reform, einen Kalender mit einer Zyklus-Dauer von 62 Jahren vor. Darin sind 15 Schalttage enthalten. Nach 7 oder 8 olympischen Schalt-Perioden à 4 Jahre wird erst nach dem 5. Jahr erneut geschaltet. Dann folgt der zweite Teil des Zyklus mit 8 oder 7 olympischen Schalt-Perioden und erneuter Schalt-

Verzögerung bis zum Ende des Zyklus'. Das Matzka-Jahr ist 365,241936 Tage lang, ist also ein zu kurzes Kalender-Jahr. Man müsste nach ca. **3.795** Jahren einen zusätzlichen Schalt-Tag einfügen (Abb.4).

Der Mangelwert nach Zemanek (s.o.) ist wegen des gegenüber Khayam fast doppelt langen Zyklus' mit **6,0** auch ca. doppelt so groß.

Dieser Zyklus ist eine Folge aus 1 Khayam-Zyklus und 1 noch kürzeren Zyklus (29 Jahre)

mit dem schon besprochenen Vorteil, dass der Frühlingsbeginn eine sehr lange Zeit lang immer der gleiche März-Tag ist, aber auch mit dem für die Gregorischen Reformer gleichen Manko, was die Verteilung der Schaltjahre betrifft.

In Abb.4 ist eine Variante angedeutet, bei der erst am Zyklus-Ende der 4-Jahres-Takt mit einer 6-jährigen Schaltpause abgeschlossen wird. Dabei ist aber die Gesamt-Bandbreite von 2 Tagen nicht möglich. Der Frühlingsbeginn wäre z.B. zusätzlich auch am 20. März.

4. Der Mädler-Zyklus

Der deutsche Astronom *Johann Heinrich Mädler* war vom russischen Zar aufgerufen, Vorschläge für die Erneuerung des damals in Russland angewendeten Julianischen Kalenders zu machen [7]. Er war nicht mit dem Gregorianischen Zyklus einverstanden und propagierte den vermutlich alt-bekanntem 128-Jahre-Zyklus im Jahre 1865 [8]. Er enthält 31 Schalt-Tage. Das Mädler-Jahr ist äußerst genau: 365,2421875 Tage, also nur ganz wenig zu kurz. Erst nach ca. 87.000 Jahren wäre ein zusätzlicher Schalt-Tag fällig.

Dieser Zyklus ist eine Folge von 3 Khayam-Zyklen und 1 noch kürzeren Zyklus mit dem

schon besprochenen Vorteil, dass der Frühlingsbeginn eine sehr lange Zeit lang immer der gleiche März-Tag ist. 3 Teil-Zyklen sind je 33 Jahre lang (je 8 Schaltungen), der 4. Teil hat 29 Jahre (7 Schaltungen): Abb.5.

Der Mangelwert nach Zemanek (s.o.) ist trotz nochmals verdoppelter Zyklus-Länge wegen der hohen Genauigkeit äußerst klein: **0,54**.

In der Abb.5 ist auch die 1-Stück-Variante angedeutet, bei der sich die Schaltjahre immer im 4-Jahres-Abstand folgen. Am Ende wird dann 1 Schaltjahr zum Gemeinjahr gemacht, was der 100(400)-jährigen Praxis der Reformer entspricht. Die Band-Breite für den Frühlingsbeginn ist 2 Tage, wäre sogar bei 4-Jahres-Schalt-Rhythmus in geraden Jahren nicht größer (erste Schaltung nach der Reform im Jahre 1586).

Trotz mehr als 80 mal kleinerem Mangelwert (Zemanek), kleinerer Bandbreite für den Frühlingsbeginn und nur ca. ein Drittel so großer Länge fand dieser Zyklus bei den Gregorianischen Reformern keinen Anklang. Einzige Nachteile: Verschiebung des olympischen Rhythmus um 2 Jahre und kein Bezug auf Säkular-Jahre.

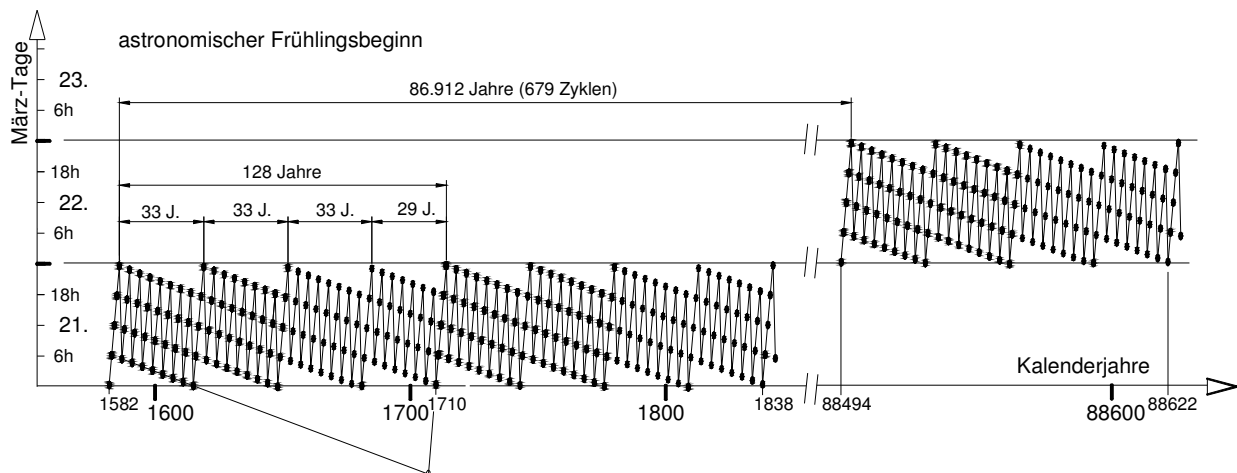


Abb.5 Mädler-Kalender, astronomischer Frühlingsbeginn

5. Übersicht auf verschiedene Kalender-Zyklen

Zyklus-Name	Zykl-Länge Jahre	Zykl-Länge Tage	Jahr-Länge Tage	J-Länge-Fehler Tage	Mangelwert Tage*Tage	Service nach ... Jahren	Band-Breite Tage
julianisch	4	1.461	365,25	0,007801	11,4		
gregorianisch	400	146.079	365,2425	0,000301	44,0	3.200	4
Khayam	33	12.053	365,242424	0,000225	2,7	4.422	2
Matzka	62	22.645	365,241936	(-) 0,000263	(-) 6,0	3.782	2 (3)
Mädler	128	46.751	365,2421875	(-) 0,0000115	(-) 0,54	86.912	2 (3)

Der "Service" (Schalt-Tag auslassen oder einfügen) ist nach einem ganz-zahligen Vielfachen der Zyklus-Länge angegeben. Die bei der Band-Breite für den Frühlingsbeginn in Klammern angegebenen Werte beziehen sich auf die jeweils besprochene Variante.

6. Ostern als bewegliches Kalender-Datum

Der Frühlingsbeginn hat im Kirchenjahr keine direkte Bedeutung, wohl aber das von ihm abhängige Osterfest. Deshalb war die Oster-Rechnung der eigentliche Anlass zur Gregorianischen Reform. Die Festlegung von Ostern interessiert immer noch, auch wenn Ostern und die anderen davon abhängigen christliche Festtage heute oft nur als bewegliche arbeitsfreie Zeit wahrgenommen werden.

Vor der Reform war der tatsächliche Frühlingsbeginn dem kalendarischen Ereignis ca. 10 Tage voraus. Im Gregorianischen Kalender wurde die Gleichheit zwischen Kalender und kosmischen Ereignis wieder hergestellt und dafür gesorgt, dass eine prinzipiell nicht zu vermeidende Abweichung zwischen beiden künftig klein bleibt. Für die Oster-Rechnung wird wie bisher für den Frühlingsbeginn vereinfachend der 21. März angesetzt. Um diesen Tag pendelt der tatsächliche Termin künftig nur geringfügig (was bei den angeführten Alternativen besser als im Gregorianischen Kalender ist), er driftet nicht mehr entscheidend ab, wie das im Julianischen Kalender der Fall war.

Das Ostern schließlich entscheidende Ereignis ist der Termin des ersten Vollmondes nach Frühlingsbeginn (Frühlings-Vollmond). Wäre Ostern allein auf den Frühlingsbeginn bezogen, so hätte es wie jeder andere Tag im Jahr, z.B. der Geburtstag eines Menschen, im besonderen der Weihnachtstag als (nachträglich angenommener) Geburtstag von Jesus Christus einen fixen Termin. Die christliche Religion entnimmt aber den Auferstehungstag Christus' dem damals auch für Christen in Jerusalem gültigen jüdischen Kalender. Somit ist ihr Kalender ebenfalls eine Kombination von Sonnen- und Mondkalender, denn der Ostersonntag folgt heute wie damals dem jährlich wechselnden Frühlingsvollmond. Nur ist aus dem historischen ab dem Vollmond-Tag (gleich 14. Nisan und Vortag zum jüdischen Pessah-Fest) gezählten dritten Tag für die Auferstehung heute der zweite bis achte Tag (1_bis_7_Tage_danach) für Ostersonntag geworden. Der historische Auferstehungstag war aber nur zufällig ein Sonntag.

Es ist also nötig, dass der Frühlings-Vollmond richtig vorausgesagt wird (Anmerkung 4). Weitere Vereinfachung bleibt, mit dem langfristigen Mittelwert der ziemlich variablen Mond-Umlaufzeit zu rechnen. Bei der Reform wurde auf einen genaueren Mittelwert als den bisher verwendeten umgestellt.

7. Die Oster-Rechnung bis zur Kalender-Reform

Um die Vollmond-Tage im Sonnen-Kalender anzugeben, bezog man sich seit Anfang der Oster-Rechnung (Computus) im frühen Mittelalter auf das bereits den Babyloniern bekannte Meton'sche Verhältnis, dass 19 Sonnen-Jahre (a) näherungsweise gleich lang wie 235 Mond-Umläufe (Lunationen, Zeit pro Lunation =m) sind. Bis zur Kalender-Reform vernachlässigte man den Fehler dieses Verhältnisses (bzw. man wusste es nicht besser), das als Gleichung wie folgt lautet:

$$19 a = 235 m .$$

Die Umrechnung ergibt mit dem Julianischen Jahr $a_j = 365,25$ Tage für die Lunation $m_j = 19 \cdot 365,25 / 235 = 29,53085$ Tage (heutiger Wert $m = 29,53059$).

Im Computus erscheint keine Zahl für m, denn es braucht lediglich das Zahlenverhältnis **$19 a_j = 235 m_j = 6.939,75$ Tage**

beachtet werden. Ausserdem kann man den nächsten Vollmond immer nur mit einer Differenz von ganzen Tagen im Kalender angeben. Wie in reinen Mond-Kalendern üblich, folgen sich 29- und 30-Tage-"Monate" (Lunationen) im Wechsel (354 Tage sind ein Mond-Jahr). Wenn der ab einem Frühlings-Vollmond gezählte - im nächsten Jahr 11 Tage frühere - 12. Vollmond vor den 21. März fällt, gilt der 13. als Frühlings-Vollmond. Ein solcher Monat wird in einer Meton-Periode 7 mal eingeschaltet. Der Schaltmonat wird 6 mal mit 30 Tagen versehen (+ 19 Tage im Kalender), der am Perioden-Ende bekommt 29 Tage zugewiesen (+ 18 Tage, 2014 in Abb.6, Anmerkung 5). In den Schaltjahren ist noch je ein Zusatz-Tag versteckt, der leicht übersehen werden kann. Man platziert ja in solchen Jahren den Vollmond-Tag nicht nach 354, 384 oder 383 Tagen im Kalender, sondern nach einem Tag (29.Februar) mehr. Es entsteht folgende Bilanz:

19 Mondjahre à 354 Tage =	6.726
6 Mond-Sprünge à 30 Tage =	180
1 Mond-Sprung à 29 Tage =	29
<u>4,75 Schalt-Tage im Durchschnitt =</u>	<u>4,75</u>
Summe =	6.939,75 d
= $19 a_j$ (s.o.).	

Die Frühlings-Vollmonde lassen sich nach diesen Überlegungen leicht im Kalender eintragen. Nach je 19 Jahren wiederholen sich die vorherigen Daten. Im Computus erarbeitet man die Werte für die **Goldene Zahl** (im Gregorianischen Kalender für die **Epakte**) und unterscheidet damit die Jahre bezüglich ihres Frühlings-Vollmond-Datums.

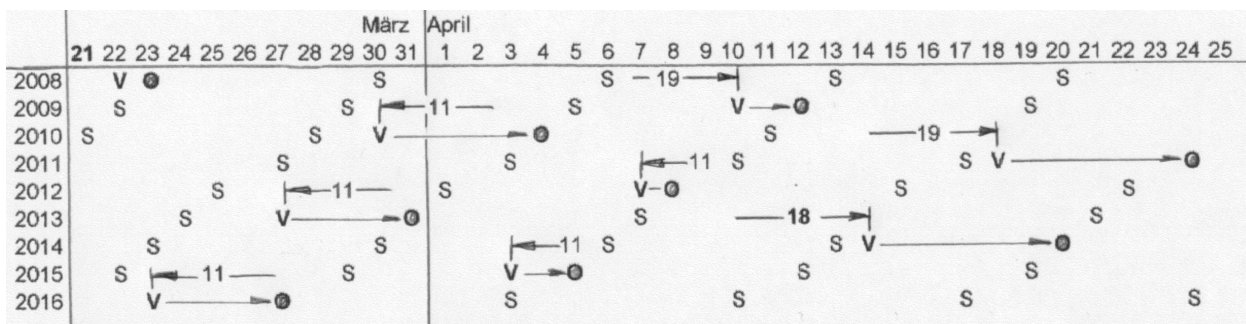


Abb.6 Frühlings-Vollmonde (V), Sonntage (S) und Oster-Sonntage (⊙) für die Jahre 2008 bis 2016
Hinweis: Abb.6 wurde für ein paar wenige aktuelle Jahre angefertigt. Das darin angewendete Verfahren ist sowohl vor der Reform als auch wenigstens zwischen zwei Säkular-Jahren (Hunderter) nach der Reform anwendbar. Ab 2014 wiederholen sich die Daten der Frühlingsvollmonde. Vorher erfolgt der sogenannte *Mond-sprung*: nur +18 anstatt +19 Tage.

Ostern ist dann am ersten Sonntag nach dem Frühlings-Vollmond. Die Sonntage im Kalender anzugeben, ist der einfache letzte Schritt (Abb.6). Jeder für Ostern in Frage kommende Sonntag (im März oder April) ist im Folgejahr einen Tag früher im Kalender, in Schaltjahren zwei. Im Computus gibt es dafür den **Sonntagsbuchstaben** oder den **Sonnenszirkel** für das Kalenderjahr.

8. Die Oster-Rechnung seit der Kalender-Reform

Für die verbesserte Bestimmung des Osterdatums sind zwei voneinander unabhängige Korrekturen laufend nötig:

1. den Frühlingsanfang nahe beim 21. März halten,
2. die vorausgesagten Vollmontage nahe bei den astronomischen Vollmond-Ereignissen halten .

Den Frühlingsanfang nahe beim 21. März zu halten, dient nicht nur dem *Sonnenteil* des Gregorianischen Kalenders, sondern auch seinem bei der Oster-Rechnung in Erscheinung tretenden *Mondteil*. Die entsprechende Maßnahme ist eigenständig, heißt *Sonnengleichung* (Anmerkung 6) und ist schon im 1. Abschnitt beschrieben.

Das unter Punkt 2. formulierte Ziel verlangt außer der Sonnengleichung eine zweite Maßnahme, die sogenannte *Mondgleichung*.

Die Mondgleichung

Bei der Oster-Rechnung wird weiterhin das auf dem Meton'schen Verhältnis beruhende Grundschema angewendet. Darin werden 19 Kalenderjahre zu je 365,25 Tagen und 235 Mondmonate einander zugeordnet. Der dabei gemachte Fehler ist periodisch zu korrigieren. Die Jahr-

länge wird mit der Sonnengleichung (siehe Punkt 1.) auf 365,2425 Tage korrigiert.

Der Mondfehler im Grundschema

$$19 a_j = 235 m = 6.939,75 \text{ Tage}$$

beträgt mit $m = 29,53059$ Tage

0,06135 Tage. Er addiert sich in knapp 310 Jahren zu einem Tag.

In der als *Mondgleichung* bezeichneten Maßnahme wird das Mond-Datum im Durchschnitt alle 312,5 Tage einen Tag früher angesetzt.

Die periodische Korrektur der Oster-Rechnung

1. Sonnengleichung:

Der Sonnen-Teil des Gregorianischen Kalenders unterscheidet sich vom Julianischen Kalender durch weniger Schaltjahre. Die Anwendung der für das Sonnenjahr nötigen Sonnengleichung verschlechtert zunächst die Genauigkeit des Frühlingsvollmondes. Man muss deshalb den Frühlings-Vollmond ab einem Ausfall-Jahr immer um einen Tag im Kalender auf später verschieben (Epakte durchschnittlich alle **133,33** Jahre um 1 verkleinern) und hat auf diese Weise die alte Rechnung an das kürzere Gregorianische Jahr a_g angepasst.

2. Mondgleichung

Dass die Mond-Lunation kürzer ist als ursprünglich eingerechnet, heisst, den Frühlings-Vollmond gelegentlich im Kalender 1 Tag früher anzusetzen. Man einigte sich auf eine genäherte Korrektur und bestimmte, die Mondgleichung 8 mal innerhalb von 2.500 Jahren anzuwenden (Erhöhung der Epakte um 1 durchschnittlich alle **312,5** Jahre).

Selbstverständlich mussten sowohl beim Sonnenjahr (der bekannte Ausfall von 10 Tagen im Oktober 1582) als auch beim "Monat" bisher

aufgelaufene Fehler durch einmalige Verschiebungen eliminiert werden. Diese einmaligen und die bis heute angefallenen Verschiebungen sind in Abb.6 eingearbeitet.

Da die beiden Korrekturen unterschiedliches Vorzeichen haben, heben sie sich manchmal gegenseitig auf (Anwendungen der Mondgleichung auch in Säkular-Jahren). In der Summe wird der Frühlings-Vollmond aber **stetig** auf später verschoben (Verminderung der Epakte).

Die notwendig getrennte Behandlung der beiden Korrekturen nach voneinander unabhängigem Schema führt dazu, dass er manchmal auch um einen Tag vorverschoben (z.B. im Jahre 2400) und damit die Genauigkeit unnötig verschlechtert wird. Eine bessere Situation würde vorliegen, wenn man die Mondgleichung immer zusammen mit der Sonnengleichung anwenden, das heißt zeitweilig "auf der Stelle treten" würde (Anmerkung 7).

9. Die Oster-Rechnung in den alternativen Kalendern

Gegenüber dem Gregorianischen Kalender ändert sich nur die Sonnenangleichung, denn die Mondangleichung hat keinen Bezug zu den Schaltungen, sie wäre getrennt zu variieren oder weiterhin wie im Gregorianischen Kalender anzuwenden.

Im Gregorianischen Kalender ausfallende Schaltungen stören den olympischen 4-Jahres-Rhythmus nicht nachhaltig. Deshalb wäre bei den alternativen Kalendern auch mit einer Sonnenangleichung zu warten, bis die Summe der Schalt-Verschiebungen 4 Jahre beträgt, also gemäss julianischer Basis 1 Tag ausmacht.

Khayam-Kalender:

In einer Periode mit 33 Jahren wird die Schaltung 1 mal um 1 Jahr verschoben. Nach 4 Perioden, d.h. nach **132** Jahren ist die Summe 4.

Matzka-Kalender:

In einer Periode mit 62 Jahren wird die Schaltung 2 mal um je 1 Jahr verschoben. Die Summe beträgt 4 nach 2 Perioden, also nach insgesamt **124** Jahren.

Mädler-Kalender:

Während einer Mädler-Periode wird die Schaltung 4 mal um je 1 Jahr verschoben. Eine Sonnenangleichung ist am Perioden-Ende, d.h. nach **128** Jahren fällig (Anmerkung 8).

Zum Vergleich das Gregorianische Jahr:

3 Ausfälle in 400 Jahren sind 1 Ausfall im Mittel in **133 1/3** Jahren. Alle alternativen Jahre sind kürzer, man muss etwas früher eine Sonnenan-

gleichung vornehmen. (Alle alternativen Jahre passen aber genauer zum Lauf der Sonne.)

10. Kritik an der Praxis der Oster-Rechnung

Die Auswerte-Arbeit mit den Begriffen und Zahlen gemäss Computus ist uns fremd und erst nach einiger Zeit des Einübens möglich. Besonders nachteilig ist, dass man bei meist nicht zu umgehender schematischer Anwendung des Verfahrens keinen Einblick in die Grundlagen der Oster-Rechnung erhält und der Verdacht der Geheimniskrämerei entsteht.

Es ist nicht verwunderlich, dass in der Neuzeit versucht wurde, das Problem mit Neuzeitlicher Mathematik einfacher darzustellen. Die bekannte Osterformel von *Carl Friedrich Gauss* ist aber in Wirklichkeit ein Satz mehrerer Formeln [9]. Es sind umso mehr, wenn man will, dass nicht zu viel von den Zusammenhängen in unpraktisch langen Formeln untergebracht ist. Als Vorteil ist zu werten, dass man keine aus Jahrbüchern o.ä. zu entnehmende Kennzahlen benötigt. Der Besitz der Formelsammlung genügt für alle Zeit. Gauss berücksichtigt alle Angleichungen. Die seltene, historisch begründete Ausnahme, dass ein ermittelter 26. April in den 19. April umzuwandeln und darauf zu achten ist, dass Ostern innerhalb 19 Jahren (Meton-Periode) nicht ein zweites mal auf den 25. April fällt, hat er aber nicht in seinen Formeln unterbringen können. Das ist erst einem Mathematiker unserer Zeit gelungen [12].

Auch die Anwendung der Gauss'schen Formel(n) ist ein schematischer Brauch ohne vertiefenden Einblick. Die zusammenfassende Feststellung lautet deshalb:

Wer die Oster-Rechnung verstehen möchte, muss den Computus studieren.

11. Literatur

- [1] Arno Borst: "Computus Zeit und Zahl in der Geschichte Europas", Wagenbach 1990
Der Autor erwähnt *Joseph Justus Scaliger*, der die Reform kritisierte, "weil sie ihm nicht weit genug ging". (S.88)
- [2] Arno Borst: s.[1]
Die Reform "erkaufte erhöhte Präzision durch verringerte Konsequenz." (S.86)
- [3] Heinz Zemanek: "Kalender und Chronologie", Oldenbourg 1990
"Die erhöhte Präzision wurde durch vergrößerte Unordnung erkaufte". (S.30)
- [4] Walter Puschart: "Wann ist der astronomische Frühlingsbeginn?",
Astronomie und Raumfahrt, 2007 Heft 1
- [5] Hossein Bagher Zadeh: "Introduction to Khayam", www.netnative.com
- [6] Wilhelm Matzka: "Zur christlichen Zeitmessung und deren Verbesserung", Verlag der königlich böhmischen Gesellschaft für Naturwissenschaften, Prag 1880
- [7] Heiner Eelsalu, Dieter B.Herrmann:
"Johann Heinrich Mädler", Akademie-Verlag, Berlin 1982, S.70
- [8] Johann Heinrich Mädler: "Die Kalender-Reform", Deutsche Naturforscher, Bd. 40 (1865)
- [9] Dietrich Kracht: "Gaussche Formel"
www.kr8.de/osterngaussche_formel.htm
- [10] Nikolaus A. Bär:
"Reform des Iranischen Kalenders?",
www.nabkal.de/irankalreform.html
- [11] Heiner Lichtenberg: "Die Struktur des Gregorianischen Kalenders",
Sterne und Weltraum Bd.33 (1994), S.199
- [12] Heiner Lichtenberg: "Das ... Zeitzählungssystem des Gregorianischen Kalenders",
Mathematische Semesterberichte, Bd.50 (2003), S.54

12. Anmerkungen

Anmerkung 1

Der Kalender weicht noch etwas weiter vom astronomischen Zeitplan ab, wenn man nicht nur den Frühlingsbeginn betrachtet. Die Verspätung hält bis zum Schalttag (S) an und setzt unmittelbar danach (S') erneut ein (Abb.2). Der Sprung beträgt **24** Stunden (1 Schalt-Tag), nicht nur 17,44 Stunden wie zwischen den beiden aufeinander folgenden Frühlingsanfängen.

Anmerkung 2

Alle Gregorianischen Besonderheiten (sowohl Sonnen- als auch Mond-Angleichungen, s. später) sind auf Säkular-Jahre (Hunderter) verlegt. Aus vermutlich politischen Gründen sind die Re-

former kurzfristig behutsam, lassen aber "grundstürzende Veränderung der Verhältnisse im Grossen" walten [11].

Anmerkung 3

Alle bisherigen Iranischen Kalender sind nicht wie der Julianische und der Gregorianische Kalender gänzlich vorausberechnet (zyklischer Kalender) [10]. Der Frühlingsbeginn, der gleichzeitig der Neujahrstag ist, wird jährlich festgestellt (astronomischer Kalender), sodass der 33-Jahre-Schalt-Zyklus in seltenen Fällen gestört wird.

Anmerkung 4

"Die zyklische Bestimmung des Ostertermins hat den großen Vorzug der Bestimmtheit" [12]. Bei kurzfristiger astronomischer Vorausrechnung können Entscheidungen unsicher sein und zu Streit führen. Astronomische "just-in-time"-Bestimmung widersprach wohl schon früher einer bequemen Terminplanung.

Anmerkung 5

Nach 19 Jahren wiederholen sich die Daten des Frühlings-Vollmondes. Also muss die Bilanz der 19 Verschiebungen ausgeglichen (d.h. =0) sein:
 $-132 = -11 \cdot 12$
 $+132 = 19 \cdot 6 + 18 \cdot 1$

Anmerkung 6

Sonnenangleichung: 3 Tage / 400 Jahre

Mondangleichung:

0,06135 Tage / 19 Jahre \approx 1 Tag / 310 Jahre

Zusammengefasste Angleichung:

$$1/x = 3/400 - 1/310 \rightarrow x \approx 234$$

Im Gregorianischen Kalender ist alle **234** Jahre eine Verschiebung des julianisch errechneten Vollmond-Tages auf 1 Tag später nötig (wie am Anfang von 8. bereits anders ausgerechnet).

Anmerkung 7

Dieses Vorgehen ließ sich nicht in einen radikal einfachen Algorithmus einbringen. Es hätte erhöhte Aufmerksamkeit verlangt. Also kam es nicht infrage, denn die Kalenderreform hatte schließlich den Status eines Dogmas. Dogmen verzichten auf jedwedes Mitdenken, sie sind stumpfsinnig anzuwenden, sie sind stumpfsinnig zu befolgen.

Anmerkung 8

Für den sehr genauen Mädler-Kalender bietet sich auch eine Überlegung an, wie die Mondgleichung vorteilhaft zu handhaben wäre. Gemäß dem weiter oben geäußerten Gedanken würde sie immer mit einer Sonnengleichung zusammengelegt. Man würde dafür jeweils die Sonnengleichung wählen, die nach denjenigen Jahren stattfindet, die sich mit einer Periode von

310 Jahren folgen. Ab dem Jahre 1900 (Mädler machte seinen Vorschlag 1865, 1900 sollte ohnehin kein Schaltjahr sein) hätte das Vorgehen wie in folgender Tabelle ausgesehen:

schendurch steigt, wie in der Gregorianischen Regelung.

Der Vorteil dieses Vorschlags ist, dass die Epakte immer nur fällt (das Frühlingsvollmond-Datum immer nur größer wird), niemals zwi-

April 2008 / Juli 2010 (Juli 2011)
Siegfried Wetzel, CH 3400 Burgdorf
s.wet@gmx.net www: sWetzel.ch

+ 310	(1900)			2210		2520			2830		3140		
ab Jahr	(1900)	2028	2156	2284	2412	2540	2668	2796	2924	3052	3180	3308	3436
Epakte ¹	(0)	29	28	28	27	27	26	25	25	24	24	23	22
+ 310	3450		3760		4070			4380		4690			5000
ab Jahr	3564	3692	3820	3948	4076	4204	4332	4460	4588	4716	4844	4972	5100
Epakte ¹	22	21	21	20	20	19	18	18	17	17	16	15	15

Epakte¹ = Epakte für Jahre mit Goldener Zahl 1

Epakte und Goldene Zahl kennzeichnen ein Kalenderjahr bezüglich ihres Frühlingsvollmond-Datums.