Eberhard Rössler

Umrechnung von Angaben des Maya-Kalenders mit Hilfe eines programmierbaren Taschenrechners*

Se exponen tres programas factibles a ser utilizados por las computadoras programables de bolsillo del tipo Casio FX-602P para calcular fechas calendáricas de los mayas.

El programa *P0* sirve para la conversión de una fecha de la rueda calendárica en las respectivas fechas de Cuenta Larga. El programa *P1* permite calcular la fecha de rueda calendárica correspondiente a una Cuenta Larga determinada. El *P2* posibilita convertir un dato de la Cuenta Corta, o sea una fecha caracterizada meramente por las indicaciones de Katun y Tun, en las pertinentes fechas completas de la Cuenta Larga. *P3* hasta *P5* son subprogramas de los aquí mencionados programas principales *P0* – *P2*.

In der klassischen Maya-Epoche liefen zwei Kalender nebeneinander, die Kalenderrunde (KR) und die Long-Count-Zählung (LC). In der KR wurden die Tage fortlaufend durch die Angabe des Datums im Tzolkin (Zeremonial-Jahr) und im Haab (Sonnen-Jahr) festgelegt.

Die Tzolkin-Tage sind dabei durch eine Tageszahl und den folgenden Tagesnamen bestimmt. Aus Gründen einer vereinfachten Darstellung wurden die Tagesnamen in ihrer kalendarischen Abfolge durchnumeriert und dann durch die zugeordnete Zahl ersetzt:

* Die Anregung zur Beschäftigung mit Problemen der Maya-Arithmetik und -Chronologie erhielt der Verfasser in einem Gespräch mit Prof. Kutscher im Frühjahr 1977.

INDIANA 9 (1984): 249-254
ISBN 3-7861-1312-2
Ibero-Amerikanisches Institut, Stiftung Preußischer Kulturbesitz

Imix	= 1	Ik	= 2	Akbal	= 3	Kan	= 4	Chicchan	= 5
Cimi	= 6	Manik	= 7	Lamat	= 8	Muluc	= 9	Oc	= 10
Chuen	= 11	Eb	= 12	Ben	= 13	Ix	= 14	Men	= 15
Cib	= 16	Caban	= 17	Edznab	= 18	Cauac	= 19	Ahau	= 20(=0)

Damit lässt sich jeder Tzolkin-Tag durch ein geordnetes Paar $(x; a)$ mit der Tageszahl $x \in \{1; ...; 13\}$ und dem Tagesnamen $a \in \{1; ...; 20\}$ darstellen.

Die Tzolkin-Tage werden in folgender Reihenfolge gezählt:
$(1; 1), (2; 2), ..., (13; 13), (1; 14), (2; 15), ..., (7; 20), (8; 1), (9, 2), ..., (12; 19), (13, 20)$, beginnend mit $(4, 20)$. Nach 260 Tagen wiederholt sich dieser Zyklus.

Die Haab-Tage sind bestimmt durch die Tageszahl $y \in \{0; ...; 19\}$ und einen Monatsnamen. Das 365 Tage umfassende Haab-Jahr ist also in 18 Monate von je 20 Tagen und einen zusätzlichen Zeitraum von 5 Tagen aufgeteilt. Auch hier wurden die Monatsnamen wieder durch die ihnen bei einer Durchnumerierung zugeordneten Zahlen ersetzt:

Pop	= 1	Uo	= 2	Zip	= 3	Zotz	= 4	Zec	= 5
Xul	= 6	Yaxkin	= 7	Mol	= 8	Chen	= 9	Yax	= 10
Zac	= 11	Ceh	= 12	Mac	= 13	Kankin	= 14	Muan	= 15
Pax	= 16	Kayab	= 17	Cumku	= 18	Uayeb	= 19		

Damit lassen sich auch die Haab-Tage als geordnete Zahlenpaare $(y; b)$ mit $b \in \{1; ...; 19\}$ darstellen.

Die Haab-Tage werden in folgender Reihenfolge gezählt:
$(0; 1), (1; 1), ..., (19; 1), (0; 2), (1; 2), ..., (19; 18), (0; 19), (1; 19), ..., (4; 19)$, beginnend mit $(8; 18)$. Dieser Zyklus wiederholt sich nach 365 Tagen.

Die beiden Zahlenpaare $(x; a)$ und (y, b) legen eindeutig einen Tag in der KR fest, der mit $(x; a; y; b)$ bezeichnet werden soll. Eine KR hat 18980 ($= kgV(260; 365)$) Tage, danach wiederholt sich die Abfolge dieser durch die vier Zahlen x, a, y und b bezeichneten Tage.

Jede KR beginnt mit $(4; 20, 8; 18)$. Sie enthält 73 Tzolkin- bzw. 52 Haab-Perioden.

Der LC gibt die Anzahl der Tage von einem mythologisch festgelegten Nulldatum ab gerechnet in einem modifizierten Vigesimalsystem an:
$A.B.C.D.E = 144000A + 7200B + 360C + 20D + E$ mit $0 \leqslant A < 13$, $0 \leqslant B, C, E < 20$ und $0 \leqslant D < 18$.

Als Nulldatum wird z. Zt. von der Mehrheit der Archäologen im gregorianischen Zeitmass der 12. August 3113 v. Chr. $= -3112{,}388$ v. Chr. angenommen. In der julianischen Tageszählung entspricht diesem Datum die Tageszahl 584283 (-3113, 6. September).

Die Maya-Inschriften der klassischen Zeit nennen nach dem LC auch die zugehörige KR-Tagesbezeichnung. Oft jedoch wird in ihnen nur die KR-

Bezeichnung genannt. Wenn man die Zahl der seit dem Nulldatum vergangenen KR'n kennt, ist es für die Mayaisten kein Problem, den zugehörigen LC zu ermitteln. Dazu werden i. a. Tabellen benutzt, aus denen sich die Anzahl der Tage ablesen lassen, die bis zum Tag $(x; a; y; b)$ innerhalb einer KR vergangen sind. Wenn man nun die Tage der seit dem Nulldatum vergangenen abgeschlossenen KR'n dazuzählt, erhält man die Gesamtzahl der vergangenen Tage, die sich relativ einfach (Restbildung bei der Division durch $144000, 7200, 360, 20$) in die LC-Schreibweise umformen läßt.

Die tabellarischen Umrechnungen lassen sich mit Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung maschinell durchführen. Für die praktische Anwendung am Schreibtisch oder unterwegs ist aber ein Verfahren erwünscht, das sich bereits mit einem relativ einfachen progammierbaren Taschenrechner ausführen lässt. Dazu muss man die tabellarische Bestimmung der Tageszahl innerhalb einer KR durch eine formelmässige Berechnung ersetzen.

Sei $\Delta(x; a)$ die Zahl der Tzolkin-Tage von $(4; 20)$ bis $(x; a)$ und $\Delta(y; b)$ die Zahl der Haab-Tage von $(8; 18)$ bis $(y; b)$, dann ergibt die Übereinstimmung der beiden Distanzzahlen in einer KR sich als Lösung der Diophantischen Gleichung $\Delta(x; a) + 260n = \Delta(y; b) + 365m$ mit $0 \leqslant m < 52$ und $0 \leqslant n < 73$.

Wie sich zeigen lässt, besitzt diese Diophantische Gleichung die Lösung $m = (\Delta(x; a) - \Delta(y; b)) \bmod 52$ und $n = 7/5(\Delta(x; a) - \Delta(y; b)) \bmod 73$ mit $\Delta(x; a) = (40x + 221a - 160) \bmod 260$ und $\Delta(y; b) = (y + 20b - 3) \bmod 365$.

Damit erhält man als Anzahl der Tage, die bis zum Eintreten von $(x; a; y; b)$ nach n vergangenen KR'n verstrichen sind:
$z = 18980n + 365(((40x + 221a - 160) \bmod 260 - (y + 20b - 3) \bmod 365) \bmod 52) + (y + 20b - 3) \bmod 365.$

Von den 94900 möglichen Quadrupeln $(x; a; y; b)$ sind nur 18980 KR-Daten, d. h. ein fünftel davon. Ist $(x; a; y; b)$ z. B. ein KR-Datum, dann sind dies die Quadrupel $(x; a \pm 4k; y; b)$ mit $1 \leqslant a \pm 4k \leqslant 20$ nicht. Sie führen aber alle nach der obigen Formel zum gleichen z-Wert.

Die Programmierung der Berechnung von z nach der angegebenen Formel ist bei einem Taschenrechner, der Modulo-Befehle ausführen kann, wie z. B. der HP 41C von Hewlett-Packard, problemlos und lässt sich bei ihm mit 45 Schritten ausführen. Bei einfacheren Taschenrechnern, wie z. B. dem Casio FX–602P, muss die Modulo-Berechnung durch ein kleines Unterprogramm bewältigt werden.

Nachfolgend wird für diesen Taschenrechner ein vollständiges Programm angegeben, das neben dem oben genannten Problem eine Reihe weiterer Aufgaben der Maya-Chronologie löst:

P0: Umrechnung eines bekannten KR-Datums *(x; a; y; b)* nach *n* vergangenen KR'n in die Anzahl *z* der seit dem Nulldatum vergangenen Tage. Umrechnung von *z* in tropische Jahre und in das zugehörige LC-Datum. Durch weiteren Tastendruck werden danach die entsprechenden Werte in den folgenden KR'n angezeigt.

P1: Umrechnung eines gegebenen LC-Datums in die Zahl der seit dem Nulldatum vergangenen Tage *z*. Umrechnung von *z* in tropische Jahre und in das zugehörige KR-Datum.

P2: Umrechnung der Short Count-Angabe „*k* Ahau-Katun des *m*. Short Count" in die Baktun- und Katun-Werte des zugehörigen LC-Datums. Durch weiteren Tastendruck werden danach die entsprechenden Werte der folgenden Short Counts angezeigt. (Vgl. dazu Rössler 1978).

P3 bis *P5:* Unterprogramme

P0: HLT Min03 HLT Min04 HLT Min01 HLT Min02 HLT Min05 LBL2 MR01 + 20 × MR02 − 3 = Min10 365 Min11 GSBP3 Min06 (((40 × MR03 + 221 × MR04 − 160 = Min10 260 Min11 GSBP3 − MR06) Min10 52 Min11 GSBP3) x≥0 GOTO1 + 52 LBL1) × 365 + MR06 + MR05 × 18980 = Min07 HLT ÷ 365.2422 = HLT "Al . Al" 144000 Min12 GSBP4 7200 Min12 GSBP4 360 Min12 GSBP4 20 Min12 GSBP4 MR07 GSBP5 1 M+05 GOTO2

P1: HLT Min01 HLT Min02 HLT Min03 HLT Min04 HLT Min05 144000 × MR01 + 7200 × MR02 + 360 × MR03 + 20 × MR04 + MR05 = Min06 Min10 HLT ÷ 365.2422 = HLT "Al . Al" 160 M+10 13 Min11 GSBP3 GSBP5 20 Min11 GSBP3 GSBP5 MR06 + 348 = ÷ 365 = FRAC × 73 ÷ 4 = RND4 Min06 FRAC × 20 = RND2 = GSBP5 MR06 INT + 1 = GSBP5

P2: HLT Min01 HLT Min02 LBL3 "Al . Al" MR02 × 13 = Min10 20 Min11 GSBP3 MinF MR01 × 6 + 1 = Min10 13 Min11 GSBP3 + MRF = Min03 20 MinF MR03 x≥F GOTO1 .65 × MR02 = INT GSBP5 MR03 GSBP5 GOTO2 LBL1 .65 × MR02 = INT + 1 = GSBP5 MR03 − 20 = GSBP5 LBL2 1 M+02 GOTO3

P3: MR10 ÷ MR11 = INT × MR11 − MR10 = +/−

P4: MR07 ÷ MR12 = INT MinF GSBP5 MR07 − MRF × MR12 = Min07

P5: "Al ; # . Al" HLT

Die Berechnung wird dann in folgender Weise durchgeführt (eingegebene Werte in Klammer):

P0: (x =) EXE (a =) EXE (y =) EXE (b =)EXE (n =) EXE z EXE t EXE A EXE A. B EXE A. B. C EXE A. B. C. D EXE A. B. C. D. E
Durch weitere Betätigung der *EXE*-Taste folgen die entsprechenden Werte für *n + 1* usw.

P1: (A =) EXE (B =) EXE (C =) EXE (D =) EXE (E =) EXE z EXE t EXE x EXE x. a EXE x. a. y EXE x. a. y. b

P2: (k =) EXE (m =) EXE A EXE A. B
Durch weitere Betätigung der *EXE*-Taste folgen die entsprechenden Werte für *m + 1* usw.

(*t* bedeutet die in tropische Jahre umgerechnete Tageszahl *z*.)

Auf ein für den praktischen Gebrauch vielleicht wünschenswertes alphabetisches Sichtanzeigeprogramm wurde bewusst verzichtet, da dieser Komfort eine erhebliche Anzahl von Programmschritten kostet, die bei einem derartigen Taschenrechner für sinnvollerer Zwecke genutzt werden sollten.

In entsprechender Weise lassen sich übrigens auch die gelegentlich auftretenden Datumsangaben im sogenannten Grosszyklus (GZ), der gegenüber dem LC zwei weitere Vigesimalstellen (1 Calabtun = 20 Pictun und 1 Pictun = 20 Baktun) aufweist, mit KR-Daten verbinden.

Der Nulltag des LC *(4; 20, 8; 18)* liegt bei *13.0.0.0.0.0.0* des GZ. Der Beginn des GZ fällt somit auf den KR'n-Tag *(4; 20; 18; 2)*. Im GZ müssen die KR'n von diesem Datum an gerechnet werden. In der angegebenen Formel für die Zahl z der vergangenen Tage braucht man also nur die Differenz $\Delta(y; b)$ an den neuen Beginn *(18; 2)* im Haab anzupassen. Dabei ergibt sich $\Delta(y; b) = (y + 20b + 307) \bmod 365$. Da der LC-Nulltag in der 39452. KR seit dem Beginn des GZ liegt, muss ausserdem die Zahl der vergangenen KR'n entsprechend vergrössert werden.

LITERATURVERZEICHNIS

Dittrich, Arnošt

1939 „Die Elemente des Mayakalenders mit chronologischen und astronomischen Tafeln." *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Carolinae*, 168, Prag.

Rössler, Eberhard

1978 „Maya-Arithmetik. Eine kulturhistorische Ergänzung zur Dezimalarithmetik." In *Praxis der Mathematik*, 22.4: 91 – 106, Köln.

Zimmermann, Günther

1935 „Einige Erleichterungen beim Berechnen von Maya-Daten." In *Anthropos*, 30: 707 – 715, Wien.