Informatik

Projekt **P**rotokoll

Jahreskalender

Stichworte:

Pascal-Programm

Jahreskalender

- Kalenderproblem
- Historische Lösungen

Algorithmen:

- Eingabe Jahreszahl
- Schaltjahr
- Zellersche Formel
- Anzahl Monatstage

Schule	Herzog-Johann-Gymnasium Simmern / Hunsrück
Kurs	Stufe 11/ 2
Lehrer	Werner Rockenbach
Projektleiter	Werner Rockenbach

Inhalt
Nach Eingabe einer Jahreszahl wird der entsprechende Kalender ausgegeben. Der Kalender ist gegliedert nach Monaten und Wochentagen. Der heutige Kalender ist gültig seit der Gregorianischen Reform, welche mit dem 15. Oktober 1582 eingeführt wurde.

Das Programm liefert nur für Jahreszahlen größer als 1582 einen sinnvollen Kalender.

Softwareprojekt: Kalender

1. Das Kalenderproblem

Die Zeit ist eine Grundfunktion des menschlichen Lebens sowie der Naturwissenschaften und der Technik. Die Zeit erscheint in zwei Hauptformen, erstens als Maß der Arbeitsabläufe, gemessen in Mikro-, Nano-, Picosekunden, Sekunden, Minuten und Stunden und zweitens als Datum, bestehend aus Uhrzeit, Tag, Monat und Jahr. Das Datum steht in Beziehung zu Wochen- und Feiertagen und damit zum Kalender. Die verschiedenen Zeitrechnungen im Laufe der Jahrhunderte sind verwirrend und die Umrechnung von Datumsangaben aus einer Zeitrechnung in eine andere ist schwierig.
Die Gestirne Sonne, Mond und Sterne sind die Wurzeln dieser Schwierigkeiten, den sie bewegen sich scheinbar und tatsächlich mit irrationalen Verhältnissen der Parameter. Der Kalender ist aber ein digitales Konzept mit ganzzahligen Parametern und er ist daher stets eine Näherung des Kalenderproblems.

Das Problem:	1 Jahr (a)	=	365,24200 Tage (d)
	1 Monat (m)	=	29,53059 Tage
	1 Phase	=	7,38265 Tage

Wie bringt man diese Dezimalzahlen zu einer ganzzahligen Ordnung von Tagen ?

Lösungsansätze:	1 Jahr	=	364, 365 oder 366 Tage
	1 Monat	=	28, 29, 30 oder 31 Tage
	1 Woche	=	7 Tage

Die Erstellung eines Kalenders ist ein komplexes Problem, welches für ein Softwareprojekt im Unterricht geeignet ist.

2. Historische Lösungen

Zwei Beweggründe veranlaßten die alten Kulturvölker, den Himmel zu beobachten und astronomisches Wissen zu erwerben:

- die religiöse Verehrung der Gestirne in Verbindung mit Sterndeutung,
- das praktische Bedürfnis nach einem Zeitrechnungs- und Kalenderwesen.

Die natürliche Grundlage der Zeitrechnung ist der Kreislauf der Jahreszeiten, das tropische oder astronomische Jahr. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt wird als tropisches Jahr bezeichnet. Die Verfahren zur Bestimmung des Frühlingspunktes waren in den alten Kulturkreisen bekannt, aber die Anwendung dieser Verfahren war schwierig und die Resultate ungenau. Augenfälliger und leicht zu beobachten ist der Phasenwechsel des Mondes, der sich in einem Monat von Neumond zu Neumond bewegt. Die Mondrechnung spielt daher in der Zeitrechnung alter Völker eine bedeutende Rolle und die Jahresform war vielmals das Mondjahr.

2.1 Das Mondjahr

Das Mondjahr hat 354 Tage mit 12 Monaten von abwechselnd 29 und 30 Tagen. Der Nachteil, daß sich hierbei die Kalenderdaten gegenüber dem natürlichen Ablauf der Jahreszeiten verschieben, wurde durch systematisches Einfügen von Schaltmonaten behoben. Das Mondjahr hatte einen 19-jährigen Zyklus mit 12 kurzen und 7 langen Jahren, 12 Jahre mit 12 Monaten und 7 Jahre mit 13 Monaten. Das Mondjahr war in China und Babylon die eingeführte Jahresform. Der Hebräische Kalender ist aus dem Babylonischen Kalender abgeleitet und wurde allmählich zu einem komplizierten System ausgebaut. Die Monatsordnung mit den Monatslängen in unserem heutigen Kalender und die Woche entstand aus dem Siebener-Rhythmus der Mondviertel.

2.2 Das Ägyptische Jahr

Das Ägyptische Jahr hatte 365 Tage und es gab keinen Schalttag. Schon im 4. Jahrtausend v. Chr. bildete in Ägypten ein Jahr mit 365 Tagen, welches in 12 Monate mit jeweils 30 Tagen und 5 Zusatztagen geteilt war, die Grundlage der Zeitrechnung. Daneben gab es noch eine Einteilung in 36 Zehntagewochen, die ohne Rücksicht auf die 5 Zusatztage über das Jahresende hinweg liefen. Ihnen waren die 36 Dekane zugeordnet, Sterne oder Sterngruppen, deren Aufgang den Beginn der betreffenden Woche anzeigte.

$$1\ a_{Ä} \quad = \quad 365\ d$$

Durch diesen groben Näherungsfehler bewegt sich das Ägyptische Jahr in 14610 $a_{Ä}$ = 532365 d einmal durch die Jahreszeiten. In einem Menschenleben bedeutet diese Bewegung eine Verschiebung um 20 Tage. Die Ägypter richteten sich aus diesem Grunde nicht nach dem Kalender, sondern nach der regelmäßig um dieselbe Jahreszeit wiederkehrende Nilüberschwemmung. Die Nilüberschwemmung wurde angezeigt durch das Erscheinen des Sternes Sirius im Großen Hund am Morgenhimmel. Das glänzende Gestirn, das „die Fülle des Wassers herbeiführt, um das Land zu überschwemmen“, genoß daher besondere Verehrung, und das Jahr wurde mit dem Tage nach dem Aufgang von Sirius begonnen. Infolge des Näherungsfehlers im Ägyptischen Kalender verspätete sich das Wiedererscheinen des Sternes alle vier Jahre um einen Tag.

2.3 Das Julianische oder Römische Jahr

Die Verehrung der Gestirne war ein Kernstück der ägyptischen Religion, und so lag wie in Babylon die Astronomie in den Händen der Priester. Die Ungenauigkeiten des ägyptischen Kalenders, daß die Zeit zwischen zwei Siriusaufgängen länger als 365 Tage ist, war den Priestern bekannt. So gab es als weitere Annäherung das Siriusjahr 365 1/4 Tagen. Das tägliche Leben blieb weiter mit dem 365-tägigen Jahr verbunden; nur die Feste, die mit der Nilüberschwemmung und mit der Ernte zusammenhingen, wurden im Siriusjahr gefeiert. Eine angeregte Kalenderreform konnte in Ägypten nicht durchgesetzt werden.
Julius Cäsar übernahm die Kalenderreform und führte sie 45 v. Chr. im Römischen Reich ein. Der bis dahin hoffnungslose unordentliche Kalender wurde neu geordnet. Die neue Ordnung ist in vielerlei Hinsicht heute noch gültig.

$$1\ a_{J} \quad = \quad 365{,}25\ d$$

Die Periode dauerte 4 Jahre, $4\ a_J = 1461$ d. Schaltjahre sind n. Chr. diejenigen Jahre, die durch 4 teilbar sind, v. Chr. sind die durch den Rest 1 auf die Division durch 4 gekennzeichnet. Der Schalttag wurde von Julius Cäsar auf den Tag vor dem Ersten des Monats März festgelegt.

2.4 Das Gregorianische Jahr

Die Abweichung des Julianischen Jahres vom astronomischen Jahr beträgt 0,0078 Tage oder 674 Sekunden. Im Römischen Reich war die entstandene Verschiebung unbedeutend, aber bis zum 16. Jahrhundert hatte sich ein Unterschied von 10 Tagen aufsummiert. Papst Gregor XIII (1572 - 1585) führte nach längeren wissenschaftlichen Vorarbeiten 1582 eine bessere Annäherung ein. Die Näherung sieht in 400 Jahre 97 Schalttage vor. Schaltjahre sind diejenigen Jahre, deren Jahreszahl durch 4 teilbar ist mit Ausnahme derjenigen, deren Jahreszahl durch 100, nicht aber durch 400 teilbar ist.

$$1\ a_G \quad = \quad 365{,}2425\ \mathrm{d}$$

Die Periode dauert 400 Jahre, d.h. $400\ a_G = 146097$ d. Die Gregorianische Reform wurde in der ganzen Welt angenommen, zuerst in den katholischen Ländern, in den evangelischen erst 1700 und in Rußland 1923. Der verbleibende Unterschied zum astronomischen Jahr könnte durch eine einfache Erweiterung der Schaltjahrregelung des Gregorianischen Kalenders zu einem idealen Kalender erweitert werden. Die ideale Anpassung ergibt sich durch Weglassen von drei Schalttagen in 10 000 Jahren, was am besten in den von der Ausnahme bisher verschonten vollen Jahrhunderten geschieht, z.B. in den Jahren 3200, 6400 und 9600.
Die Gregorianische Reform hatte außerdem zur Folge, daß die Jahrtausende nicht mehr gleich lang sind. Die Julianischen Jahrtausende haben einheitlich 365,250 Tage, die Gregorianischen Jahrtausende haben abwechselnd 365,242 und 365,243 Tage.

3. Der Algorithmus zur Kalendererstellung

Die Erstellung eines Jahreskalenders bei vorgegebener Jahreszahl ist ein komplexes Problem. Zur Entwicklung einer Lösungsstrategie wird das Problem in kleinere einfachere Teilprobleme gegliedert.

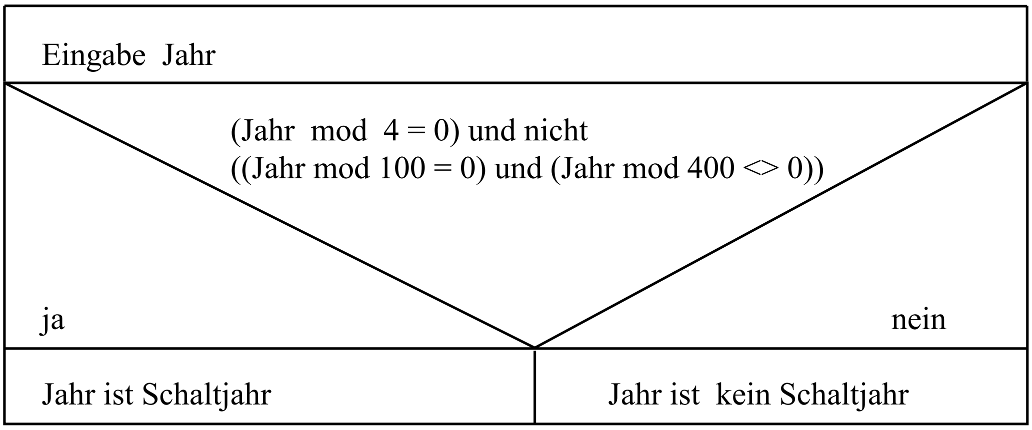
3.1 Eingabe der Jahreszahl

Die Gregorianische Reform wurde mit dem 15. Oktober 1582 eingeführt. Nur für eingegebene Jahreszahlen größer als 1582 liefert der Algorithmus einen sinnvollen Kalender. Jahreszahlen, die diese Bedingung nicht erfüllen, müssen zurückgewiesen werden.

wiederhole	Eingabe Jahr
bis Jahr > 1582	

3.2 Schaltjahr

Schaltjahre sind diejenigen Jahre, deren Jahreszahl durch 4 teilbar ist mit Ausnahme derjenigen, deren Jahreszahl durch 100, nicht aber durch 400 teilbar ist. Dieser Algorithmus wird mit einer Booleschen Funktion realisiert, wobei der Rumpf durch eine Verzweigung ohne Alternative mit zusammengesetzter Bedingung umgesetzt wird.



3.3 Zellersche Formel

Um den Kalender nach Wochen und Monaten optisch zu gliedern, ist es erforderlich, daß der Wochentag für ein gegebenes Datum bestimmt werden kann. Die Gesetzmäßigkeiten des immerwährenden Kalenders wurden von Christoph Zeller 1885 zu einer mathematischen Formel zusammengefaßt. Diese Formel erlaubt es, für jedes Datum den Wochentag zu bestimmen.

$$W = \left(T + [2{,}61 \cdot M - 0{,}2] + J + \left[\frac{J}{4}\right] + \left[\frac{H}{4}\right] - 2 \cdot H \right) \text{modula } 7$$

H: Jahrhundert
J: Jahreszahl innerhalb des Jahrhunderts
M: Monat
Für die Monate ist die altrömische Zeitrechnung zu verwenden, d.h. März M = 1, April M = 2, ..., Dezember M = 10, Januar und Februar sind der 11. bzw. 12. Monat des Vorjahres.
T: Tag,
W: Wochentag
(Sonntag = 0, Montag = 1, Dienstag = 2, Mittwoch = 3, Donnerstag = 4, Freitag = 5, Samstag = 6)
[x]: größte ganze Zahl ≤ x (Gaußsche Klammerfunktion)

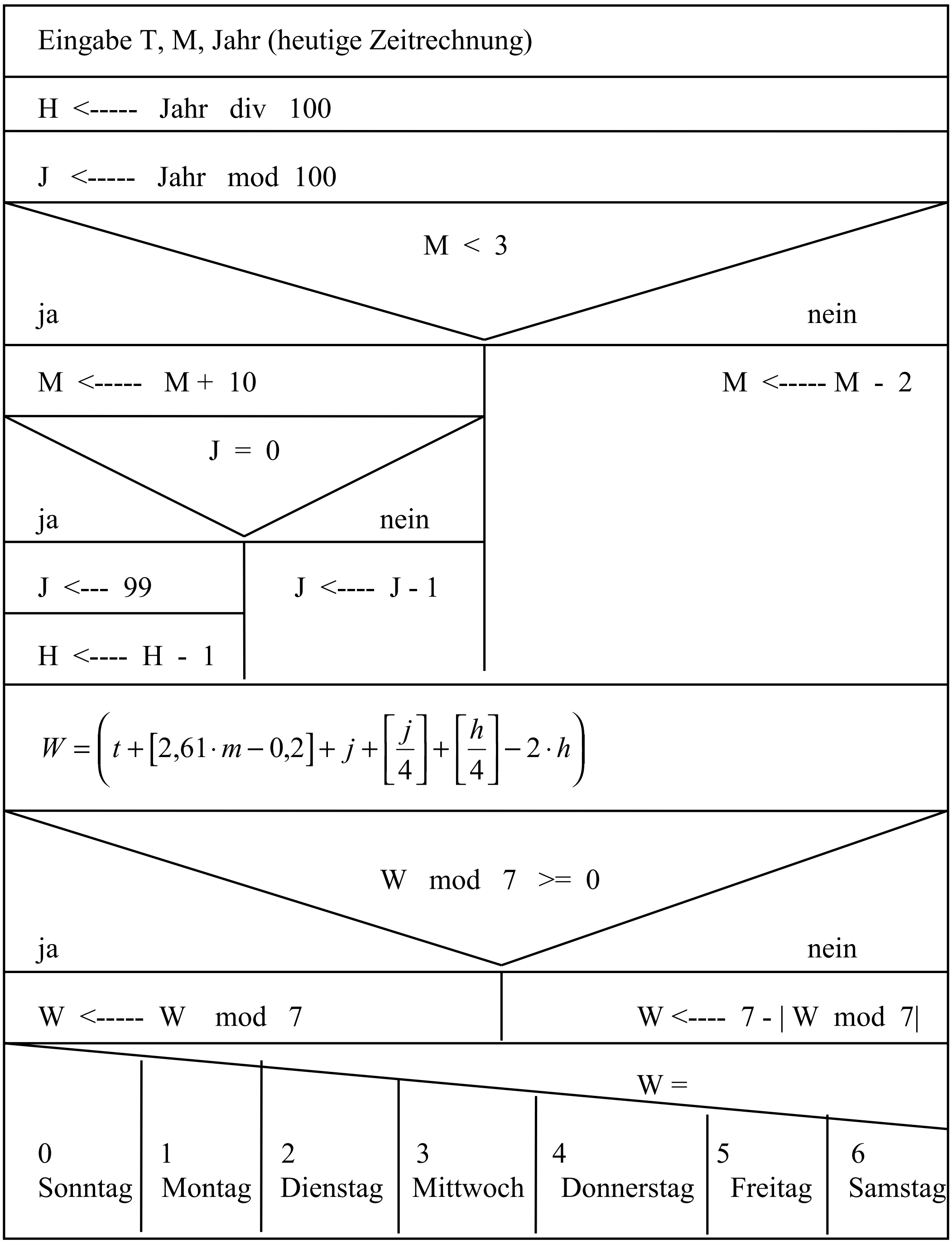
Beispiel: Auf welchen Wochentag fällt der 1. Januar 1998 ?

H = 19, J = 97 (altrömische Zeitrechnung), M = 11 (altrömische Zeitrechnung), T = 1

$$W = \left(1 + [2{,}61 \cdot 11 - 0{,}2] + 97 + \left[\frac{97}{4}\right] + \left[\frac{19}{4}\right] - 2 \cdot 19\right) \text{modula } 7$$

$= \ 116 \ \text{modula } 7$
$= \ 4$

Ergebnis: Der 1. Januar 1998 ist ein Donnerstag.



3.4 Anzahl der Monatstage

In diesem Unterprogramm werden den Monaten die Anzahl der Tage zugeordnet.
Woche und Monat sind eine Annäherung an Mondviertel und Mondphase, aber sie haben in unserem Kalender keinen direkten Bezug auf den Mond. Im heutigen Kalender ist das Jahr in 12 Monate eingeteilt mit scheinbar willkürlichen Monatslängen von 28, 29, 30 und 31 Tagen. Die Monatslängen gehen zurück auf das Babylonische Mondjahr von 29 bzw. 30 Tagen. Diese Monatsordnung gelangte über den Jüdischen Kalender in den römischen Kalender. In das Mondjahr wurden zur Erreichung des tropischen Jahres 11 Tage eingefügt, und zwar je zwei Tage nach dem Neulicht (Neumond) der 29-Tage-Monate März, Mai, Juli und Oktober, der Dezember erhielt die zwei Tage nach dem Vollmond und auch der Monat August bekam einen Tag nach dem Vollmond. Dem Februar wurde ein Tag weggenommen und dem Januar hinzugefügt.

März	29 + 2 = 31
April	30
Mai	29 + 2 = 31
Juni	30
Juli	29 + 2 = 31
August	30 + 1 = 31
September	30
Oktober	29 + 2 = 31
November	30
Dezember	29 + 2 = 31
Januar	30 + 1 = 31
Februar	29 - 1 = 28

4. Programm

```
PROGRAM Kalender;
(*  Werner Rockenbach  23. Juni 1999  *)
USES WINCRT;
VAR jahr,tag,monat,anzahl,w,z,k: INTEGER;

PROCEDURE Eingabe (VAR jahr :INTEGER);
BEGIN
    REPEAT
        CLRSCR;
        GOTOXY (5,10);
        WRITE ('Bitte geben Sie das Jahr ein:   ');
        READLN (jahr);
    UNTIL jahr>1582
END;

FUNCTION Schaltjahr (jahr:INTEGER):BOOLEAN;
BEGIN
    IF (jahr mod 4 =0) and not ((jahr mod 100=0) and (jahr mod 400<>0))
    THEN schaltjahr:= TRUE
    ELSE schaltjahr:= FALSE
END;
```

```
PROCEDURE Kopfzeile (jahr:INTEGER);
BEGIN
    CLRSCR;
    GOTOXY (10,1);
    WRITELN (jahr);
END;

FUNCTION Zuordnung (monat:INTEGER):INTEGER;
BEGIN
    CASE monat OF
        1:Zuordnung:=31;
        2:IF Schaltjahr (jahr)=TRUE  THEN Zuordnung:=29 ELSE Zuordnung :=28;
        3:Zuordnung:=31;
        4:Zuordnung:=30;
        5:Zuordnung:=31;
        6:Zuordnung:=30;
        7:Zuordnung:=31;
        8:Zuordnung:=31;
        9:Zuordnung:=30;
       10:Zuordnung:=31;
       11:Zuordnung:=30;
       12:Zuordnung:=31;
    END;
END;

PROCEDURE Bezeichnung(monat:INTEGER);
BEGIN
    CASE monat OF
        1:WRITELN ('JANUAR');
        2:WRITELN ('FEBRUAR');
        3:WRITELN ('MAERZ');
        4:WRITELN ('APRIL');
        5:WRITELN ('MAI');
        6:WRITELN ('JUNI');
        7:WRITELN ('JULI');
        8:WRITELN ('AUGUST');
        9:WRITELN ('SEPTEMBER');
       10:WRITELN ('OKTOBER');
       11:WRITELN ('NOVEMBER');
       12:WRITELN ('DEZEMBER');
    END;
END;

PROCEDURE Wochentage;
BEGIN
     WRITELN ('   MO   DI   MI   DO   FR   SA   SO');
END;

PROCEDURE ZELLER(VAR tag,monat,jahr:INTEGER);
VAR h,j:integer;
BEGIN
     h:=jahr DIV 100;
     j:=jahr MOD 100;
     IF monat<3
     THEN BEGIN
                monat:=monat+10;
```

```
            IF j=0
            THEN BEGIN
                    j:=99;
                    h:=h-1;
                 END
            ELSE j:=j-1
          END
    ELSE monat:=monat-2;
    w:=TRUNC (tag+INT(2.61*monat-0.2) + j +INT(j/4) + INT(h/4) - 2*h );
   IF w MOD 7>=0   THEN w:=w MOD 7   ELSE w:=7-ABS (w MOD 7);
END;

BEGIN
    CLRSCR;
    Eingabe(jahr);
    Kopfzeile(jahr);
    FOR k:=1 TO 12
    DO BEGIN
          Bezeichnung(k);
          Wochentage;
          tag:=1;
          monat:=k;
          Zeller (tag,monat,jahr);
          CASE w OF
              1:WRITE ('');
              2:WRITE ('     ');
              3:WRITE ('          ');
              4:WRITE ('               ');
              5:WRITE ('                    ');
              6:WRITE ('                         ');
              0:WRITE ('                              ');
          END;
      ANZAHL:=Zuordnung(K);
      FOR z:=1 TO ANZAHL
      DO BEGIN
             IF (z+w-1) MOD 7 = 1 THEN WRITELN;
             WRITE(z:5);
         END;
      WRITELN;
      IF  k  MOD 3 = 0 THEN BEGIN
                                READLN;
                                CLRSCR;
                             END;
    END;
END.
```

5. Literatur

Zemanek: „Kalender und Chronologie“
München 1984

Becker: „Geschichte der Astronomie“
Mannheim 1968

Engel: „Elementarmathematik vom algorithmischen Standpunkt“
Stuttgart 1977