

## A19 Verwendete Computerprogramme und Datenfiles

Die Programme ermöglichen geometrische und astronomische Berechnungen (Programme 1 - 4 bzw. 5 - 7). Sie besitzen verschiedene Möglichkeiten, durch Optionen die Logik des Programmablaufs und die Datenausgabe zu beeinflussen. Alle Berechnungen erfolgen mit doppelter Genauigkeit (REAL\*8), was für korrekte Resultate nahezu unumgänglich ist. Die Programmausgabe ist so gestaltet, daß möglichst alle wichtigen Ergebnisse in einem Bildschirminhalt dargestellt werden. Zur Ausführung der Berechnungen diente ein Notebook-Computer (486DX-33), der auch für die Erstellung von Text und Zeichnungen eingesetzt wurde. Für die Programme 1 bis 6 wurde die Programmiersprache FORTRAN 77 verwendet (IBM Professional Fortran Compiler, Version 1.00, Ryan-McFarland). Andere FORTRAN-Compiler sollten jedoch auch problemlos verwendbar sein.

Die Dateneingabe erfolgt meist interaktiv am Bildschirm. Nur bei den Programmen FORM und SEKAN zur Berechnung der Pyramidenformen wird, wegen der größeren Anzahl an Eingabeparametern, eine Eingabedatei verwendet. Da beide Programme überwiegend identische Parameter benötigen, wurden sie so ausgelegt, daß sie auf dieselbe Eingabedatei zugreifen. Am Ende jedes (ersten) Absatzes ist die ungefähre Zeilenanzahl des FORTRAN-Quellcodes angegeben (... Z.).

### 1. Programm FORM

Berechnung der genauen Pyramidenformen auf der Grundlage der Pyramiden-Modelle B bis D2. Als wesentlicher Bestandteil liegt FITEX [21] in Form von drei Unterprogrammen zugrunde. Eine Anpassung der berechneten Pyramidenform an die durch Borchardt und Cole ausgemessene Grundfläche unter Berücksichtigung der Meßfehler ist möglich. Diese erfolgt durch Verschiebung und Drehung der berechneten Grundfläche und optional zusätzlich durch Anpassung von Pyramidengröße und 'Verkipfung' im Sinne der kleinsten Fehlerquadrate. Eingabedateien: INP1 - INP6 (Modellvarianten). Näheres zu FITEX: Ende Anhang A6 (s. Abschnitte 2.4, A6, A7; 1430 Z.).

### 2. Programm SEKAN

Berechnung der Pyramidenform des Modells B auf nahezu analytischem Wege auf der Basis der Gleichung (A8.5), Anhang A8. Zur Lösung wird das Sekanten-Verfahren zur Nullstellenbestimmung [23, S. 783] angewendet. Eingabedatei ist INP2 (s. a. Abschnitte 2.5, A8; 260 Z.).

### 3. Programm PYT

Bestimmung der Seitenlängen von pythagoräischen Dreiecken und Vergleich der Dreieckswinkel mit den in den Pyramiden vorhandenen Winkeln ( $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma'$ , Abb. 47). Dieses Programm erlaubt auch optional ein Einsortieren der gefundenen Winkel in ein Zahlen-Array, das für die Darstellung als Histogramm in Abbildung 48 verwendet wurde (Abschnitt 6.2; 200 Z.).

### 4. Programm 7916

Bestimmung der Pyramidenformen (Böschungswinkel), bei denen drei der Strecken  $h$ ,  $S$ ,  $D$ ,  $a$  und  $K$  zugleich ganzzahlig sind. Daneben wird auch das Summenkriterium überprüft. Falls gewünscht, können unter anderem Doppellösungen und/oder pythagoräische Dreiecke aussortiert werden. Anwendung ist die Mykerinos-Pyramide, eine '7-9-16-Pyramide'. Ebenfalls wird 'historisch bedingt' auf vier ganzzahlige Strecken untersucht (Abschnitt 6.4; 390 Z.).

## 5. Programm P3

Berechnung von Konstellationen der Planeten Merkur, Venus und Erde und Bestimmung des gesuchten Zeitpunktes durch Vergleich von Planeten- und Pyramidenpositionen. Die ekliptikalen Koordinaten der Planeten werden mit Hilfe der Theorie VSOP87 (Bretagnon und Franco) [55, 56] im wesentlichen direkt bestimmt. Durch Vorgabe von entsprechenden Parametern können mehrere hunderttausend Konstellationen in einem einzigen Programmlauf geprüft werden (s. Abschnitte 7.2 - 7.6, A14 - A16; 2620 Z.). Das Programm bietet unter anderem die folgenden Optionen:

### A. Theorieversionen:

**a)** VSOP87, gekürzte Version aus dem Buch von Jean Meeus. Die Daten der Theorie aus der Referenz [54, S. 205 ff., Appendix II, S. 381 ff.] wurden manuell für Merkur bis Erde in eine Datei (INPZ1) konvertiert, die vom Programm eingelesen wird. Diese Option eignet sich besonders zum Absuchen eines großen Zeitraumes in bezug auf passende Konstellationen.

**b)** VSOP87, Vollversion. Das wesentliche Unterprogramm (VSOP87) und die umfangreichen Dateien mit den Parameter-Daten der Theorie stammen von CD-ROM [57]. Wegen der längeren Rechenzeit ist in einem Programmlauf nur die Berechnung für einen einzelnen Zeitpunkt vorgesehen. Diese Option eignet sich also weniger zum 'Suchen' von Konstellationen als vielmehr zur Überprüfung durch das Einsetzen bekannter Zeitpunkte. Die Daten der Planeten Merkur bis Neptun für die Systeme J2000.0 (VSOP87A) und 'Ekliptik der Epoche' (VSOP87C) sind jeweils für rechtwinklige ekliptikale Koordinaten enthalten.

**c)** 'Keplersche Gleichung'. Bestimmung der Bahnelemente, die in parametrisierter Form als zeitabhängiges Polynom 3. Grades gegeben sind, und anschließende Lösung der Keplerschen Gleichung. Die Daten stammen aus dem Buch von Meeus [54, S. 181 ff., S. 200] und werden vom Programm aus der Datei INPZ2 eingelesen. Diese parametrisierte Darstellung wurde nach Meeus aus VSOP82 abgeleitet und dient hier nur zu Testzwecken.

**B. Koordinatensystem (Zeitreferenz):** **a)** Ekliptik der Epoche und **b)** Standardsystem J2000.0.

**C. 'Sonnenposition' im Pyramidenareal:** **a)** ca. 726 m südlich des Zentrums der Mykerinos-Pyramide, **b)** ungefähr 963 m südlich des Zentrums der Chefren-Pyramide, **c)** frei in jeweils zwei Raumdimensionen (horizontale Ebene in Giza und Ekliptikebene) und **d)** frei in allen drei Raumdimensionen.

**D. Blickrichtung auf die Planetenbahnen ('Parität'):** **a)** Blick vom ekliptikalen Nordpol und **b)** Blick vom ekliptikalen Südpol. (zu C. a und b)

**E. Koordinatentransformation:** **a)** Ekliptikales Koordinatensystem, **b)** Merkurbahn-System und **c)** Venusbahn-System. Die Umrechnung für b) und c) erfolgt durch die im Anhang A15 beschriebenen Koordinatentransformationen. (zu C. a)

**F. Positionsfestlegung vertikal:** durch Höhenlage der **a)** Grundflächen, **b)** Schwerpunkte und **c)** Spitzen der Pyramiden. (zu C. d)

**G. Berechnung der Sonnenposition:** durch **a)** Lösung eines linearen Gleichungssystems und **b)** Koordinatentransformation 'Planeten → Pyramiden', Abstandsminimierung mit FITEX. (zu C. d)

**H. Vorgabe der Zeitpunkte:** **a)** Apheldurchgang des Merkurs und **b)** Freier Zeitpunkt: gleichmäßige Folge von Zeitpunkten in Zeitintervallen, die jeweils den Apheldurchgang des Merkurs mit einschließen.

Die wesentlichen, jedoch nicht alle Kombinationen der unterschiedlichen Optionen sind möglich. Letztere werden zu Beginn bei der Parametereingabe abgefangen, d. h. gar nicht zur Wahl gestellt. Die Programmbezeichnung 'P3' symbolisiert verschiedene Umstände: Unser Planet Erde ist der *dritte Planet* im Sonnensystem. Die *drei großen Pyramiden* von Giza repräsentieren die *ersten drei Planeten* Merkur, Venus und Erde. Ferner geht es um die *drei* Begriffe: Pyramiden, Planeten und Positionen.

## 6. Programm DATUM

Bestimmung von Jahr, Monat, Tag und Uhrzeit für eine gegebene Julianische Tagesangabe (*JDE*). Schaltjahre und Gregorianische Kalenderreform werden berücksichtigt. Der Algorithmus stammt aus der Referenz von Meeus [54, S. 63] (s. Abschnitte 7.2 - 7.5, A14; 80 Z.).

## 7. Programm SKYGLOBE 3.5/ 3.6

Astronomisches Shareware-Programm zur Himmelsdarstellung unter Berücksichtigung der Erdrotation und des Beobachtungsortes. Es enthält Daten für ca. 25 000 Sterne bis zur Helligkeit  $m = 7,5$  sowie für Sonne, Mond, Planeten und weitere Himmelsobjekte. Darüber hinaus erlaubt es unter anderem, die Milchstraße, Sternbilder, den Himmelsäquator und z. B. die Gradnetzeinteilung anzuzeigen. Zahlreiche Optionen ermöglichen eine sehr variable Darstellung bei einfacher Handhabung. Inzwischen existiert die neue Version 3.6, geeignet für DOS und Windows, mit über 257 000 Sternen bis zur Helligkeit  $m = 9,9$  [58] (s. a. Abschnitte 7.4, 7.8, A17).

## 8. Datenfile PPM star catalogue

PPM: Positions and Proper Motions. Umfangreicher Sternkatalog mit Positionen, Eigenbewegungen und Genauigkeitsangaben, 181 731 Sterne nördlich von  $-2,5^\circ$  Deklination [99] bzw. im Gesamtkatalog 378 910 Sterne des ganzen Himmels [100], auf CD-ROM [57] (s. a. Anhang A17).

### *Anmerkung:*

*Von 1999 bis jetzt zum Jahre 2007 stieg die Rechenleistung der PC's um mehr als einen Faktor 100 an. Dadurch benötigen die längeren Berechnungen anstatt vieler Stunden heute nur noch einige Minuten.*

*Viele Begriffe, Abkürzungen und Quellenangaben sind hier nicht näher erläutert. Deshalb ist dieser Text für das Studium der Programme wenig geeignet, sondern soll lediglich einen kleinen Ausblick auf die Möglichkeiten der Programme bieten. Die hier fehlenden Informationen werden mit der Lektüre des Buches klar.*