

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 39 (1981)
Heft: 184

Rubrik: Fragen - Ideen - Kontakte

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mitteilung

Der Redaktor der Rubrik «Fragen – Ideen – Kontakte» ist vom 5. Juli bis 10. Oktober 1981 abwesend. Leser, die während dieser Zeit Fragen an uns richten, werden daher etwas länger als üblich auf eine Antwort warten müssen. Wir bitten um Verständnis, sind aber froh, wenn trotzdem Briefe bei der Redaktion eintreffen!

E. LAAGER

FRAGEN · QUESTIONS

Wozu dienen Bahndaten von Planeten?

Dans l'article ci-dessus, il est répondu à la question de l'utilisation des données concernant les orbites planétaires. Il y est également indiqué la littérature donnant les instructions pour les calculs nécessaires.

In BRUNO STANEKS «Planeten-Lexikon» sind jeweils bei jedem Planeten 6 Bahnelemente aufgeführt, z.B. bei Mars

Länge des aufsteigenden Knotens (Grad)	$49,36469 + 2,11 \cdot 10^{-5} \cdot T$
Neigung zur Ekliptik (Grad)	$1,84983 - 1,78 \cdot 10^{-8} \cdot T$
Länge des Perihels (Grad)	$286,23417 + 2,93 \cdot 10^{-5} \cdot T$
Grosse Halbachse (astron. Einheiten)	1,5236884
Numerische Exzentrizität	$0,093382 + 2,52 \cdot 10^{-9} \cdot T$
Mittlere Anomalie am 1.1.1975 (Grad)	274,55739

Darüber steht: «Die untenstehenden vollständigen Bahnelemente sind für den mit modernen Rechenhilfsmitteln ausgerüsteten interessierten Leser gedacht. Die mittlere Drift der sich systematisch ändernden Elemente ist angegeben und gestattet für viele Zwecke hinreichend genaue Positionsrechnungen je ungefähr 200 Jahre in die Zukunft und in die Vergangenheit. T bedeutet die seit dem 1. Januar 1975 verflossene Zeit in Tagen.»¹⁾

Fragen:

- Was kann man mit diesen Bahnelementen berechnen?
- Wie kann man diese Grössen berechnen?
- Welche Hilfsmittel benötigt man dazu?

Antwort:

Durch die sechs Bahnelemente wird die Umlaufbahn eines Planeten um die Sonne vollständig bestimmt. Anders gesagt: Mit Hilfe dieser Angaben kann man für einen vorgegebenen Zeitpunkt ausrechnen, wo sich der Planet befindet, und zwar in bezug auf dasjenige Koordinatensystem, welches durch die Ebene der Ekliptik und den Frühlingspunkt bestimmt ist.

Weil diese Berechnung auch für die Erde möglich ist, kann man die zuerst gefundene Position vom Ekliptiksystem auch umrechnen in ein erdgebundenes Koordinatensystem, z.B. in das Äquatorsystem. So findet man Rektaszensionen und Deklinationen eines bewegten Objekts, wie

sie etwa in den sogenannten Ephemeriden (= Tabellen mit den Örtern der «beweglichen Gestirne») in astronomischen Jahrbüchern publiziert sind²⁾.

Die Berechnung liefert zudem die Distanz des Planeten von der Erde und damit dessen scheinbaren Durchmesser und – durch etwas kompliziertere Zusatzrechnungen – die scheinbare Helligkeit des Planeten. Die Position der Erde in bezug auf die Sonne ergibt umgekehrt den Ort der Sonne für einen irdischen Beobachter, woraus z.B. Aufgangs- und Untergangszeiten hergeleitet werden können. Soviel zum Grundsätzlichen!

Was mit den einzelnen Bahnelementen gemeint ist, findet man in vielen Lehrbüchern erklärt³⁾, und auch über die Bahnberechnung ist im ORION und anderswo schon ausführlich geschrieben worden⁴⁾. Wir beschränken uns daher in dieser Antwort darauf, zu zeigen, wozu die Elemente in den Rechnungen verwendet werden:

1. Durch die grosse Halbachse und die numerische Exzentrizität sind Form und Grösse der Bahnellipse bestimmt.
2. Die mittlere Anomalie gibt einen mittleren Ort des Planeten auf seiner Bahn um die Sonne an. Diesen Ort würde er einnehmen, wenn er sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegen würde. Die Berücksichtigung der ungleichförmigen Bewegung infolge einer elliptischen Bahn mit Hilfe der «Keplerschen Gleichung» ergibt dann den wahren Ort (die «wahre Anomalie») des Planeten⁵⁾.
3. Die Länge des aufsteigenden Knotens, die Neigung der Planetenbahn zur Ekliptikebene und die Perihellänge erlauben es schliesslich, die Bahn jedes Planeten auf das heliozentrische Ekliptiksystem zu orientieren und den Ort des Planeten in diesem System festzulegen.
4. Jetzt wird es auch möglich, die gegenseitige Lage zweier Planeten zueinander zu bestimmen und – als wichtigste Anwendung – für einen Beobachter auf der Erde zu berechnen, wo ihm die Sonne, wo ein Planet oder ein Komet am Himmel erscheint.
5. Diese Positionen am Himmelsgewölbe wiederum sind die Grundlagen für die rechnerische Bestimmung besonders interessanter Stellen wie Oppositionen zur Sonne, Konjunktionen mit anderen Planeten, grösster Elongationen der innern Planeten oder deren Durchgänge vor der Sonne, aber auch für die Sichtbarkeitsverhältnisse (Merkur z.B.) sowie der Zeiten für Aufgang, Kulmination und Untergang. Sogar Sternbedeckungen durch Planeten können vorausberechnet werden, sofern man alle bekannten Störungen in die Rechnung einbezieht!

In einer ungestörten Bewegung eines Planeten um die Sonne – nach den Keplerschen Gesetzen – wäre dessen Bahn für alle Zeiten unveränderlich, d.h. die Bahnelemente blieben in diesem Falle konstant. In Wirklichkeit erfahren die Planetenbahnen kleine Änderungen durch die Wirkung von Gravitationskräften; ein bestimmtes Bahnelement kann daher im Laufe der Zeit zu- oder abnehmen. Mit Hilfe der «mittleren Drift» (STANEK) können diese Änderungen erfasst werden. Beispiel (siehe oben): Die Neigung der Marsbahn zur Ekliptikebene wird gegenwärtig pro Tag rund $1,78 \cdot 10^{-8}$ Grad (dies sind 1,78 Hundertmillionstel Grad) kleiner! Der Wert 1,84983 Grad gilt für den 1. Januar 1975.

Ein Astro-Amateur mit einigen mathematischen Kenntnissen ist durchaus in der Lage, Bahnrechnungen selbst

durchzuführen. Die erwähnten Artikel⁴⁾ geben eine detaillierte Anleitung für den Rechnungsverlauf. Dieser ist aber recht aufwendig, und in der Praxis wird man sich wohl nur mit einem programmierbaren Rechner an das Problem heranwagen. Wird der Rechner noch mit einem Drucker verbunden, kann man auf elegante Art Listen von Planeten-örtern usw. selbst erstellen.

Solche «hausgemachten Ephemeriden» leisten auch den ORION-Zeichnern unentbehrliche Dienste, da die Planetenkärtchen in der Heftmitte und die Grafik «Sonne, Mond und innere Planeten» zum Teil vor dem Erscheinen eines Jahrbuches gezeichnet werden müssen. Wir erhalten die Angaben von Herrn ROMAN A. GUBSER, Wettswil (Mond, Planeten) und Herrn Dr. BEUCHAT, Bern (Sonne und Dämmerung). Zudem liefert uns das Astronomische Institut Bern die Zeiten für Mondaufgang und -Untergang (berechnet von Herrn Prof. M. SCHÜRER). – Wir benutzen die Gelegenheit, diesen Mitarbeitern hier einmal bestens zu danken.

Herr Dr. BEUCHAT berechnete mir seinerzeit auf Wunsch auch die Sonnenauf- und Untergangszeiten für meinen Ferienaufenthalt in Südfrankreich. Diese leisteten mir gute Dienste für meine Foto-Exkurse, und ich habe in diesem Fall von astronomischen Kenntnissen ausnahmsweise ganz handfesten Nutzen gezogen!

Ich danke Herrn GUBSER für seine wertvollen Hinweise zu diesem Artikel.

Anmerkungen:

- 1) Der Fragesteller zitiert aus B. STANEKS «Planeten-Lexikon», Verlag Hallwag Bern, 1979, S. 133. (Rezension des Buches siehe ORION Nr. 177, S. 68).
- 2) Für genauere Positionsangaben müssen auch die periodischen Störungen durch die Gravitationskräfte der andern Planeten berücksichtigt werden. Abhängig von Planet und erforderlicher Genauigkeit kann dann der Rechenaufwand beträchtlich ansteigen.

- 3) Literaturangaben zum Thema Planetenbahnen:
 - MEYERS Handbuch über das Weltall (1973), S. 214–216: Hier findet man eine ausführliche Definition der Bahnelemente und weiterer Grössen, die im Verlauf der Bahnberechnungen auftreten.
 - LITTROW/STUMPF: Die Wunder des Himmels (Dümmlers Verlag, Bonn 1969), S. 149–154: Himmelsmechanik, Bahnelemente, Störungen.
 - A. UNSÖLD: Der neue Kosmos (Springer-Verlag, Berlin 1974), S. 24–28: Bahnen von Planeten und Kometen.
- 4) Berechnungsanleitungen:
 - ORION Nr. 144 (Oktober 1974), S. 190–195: R. SCHNEIDER: Die Vorausberechnung eines Planeten-Ortes (Ephemeride).
 - ORION Nr. 166 (Juni 1978), S. 103–110: R.A. GUBSER: Die Berechnung der Ephemeriden von Planeten und Kometen mit dem programmierbaren Taschenrechner (mit weiteren Literaturhinweisen).
 Beide Artikel enthalten instruktive Zeichnungen!
 - J. MEEUS: Astronomical formulae for calculators (verschiedene Kapitel). Eine Besprechung dieses Buches findet man in ORION Nr. 173 (August 1979), S. 146.
- 5) In diesem Teil der Rechnung wird also die Beziehung zwischen dem Ort eines Planeten und einer Zeitskala hergestellt. Die «Mittlere Anomalie» in Staneks Tabellen gibt an, an welcher Stelle der Umlaufbahn sich der Himmelskörper am 1.1.1975 um 12 h ET befindet. Will man dessen Ort für irgendeinen andern Zeitpunkt berechnen – und dies wird in der Praxis die Regel sein – muss man zusätzlich seine siderische Umlaufzeit kennen. Diese kann man aber nach dem dritten Keplerschen Gesetz direkt aus der grossen Halbachse herleiten. Häufig wird allerdings bei den Bahnelementen auch die zeitliche Änderung der mittleren Anomalie mit angegeben. Dies würde dann für Mars heissen:
Mittlere Anomalie am 1.1.1975 12h ET (Grad) 274,55739 (+ 0,52402077 · T)

Adresse des Autors:

ERICH LAAGER, Schlüchtern 9, 3150 Schwarzenburg.

Die grössten Schmidt-Teleskope

Ort	Land	Geogr. Breite	Höhe über Meer	Inbetriebnahme	Durchmesser der Korrek-tionsplatte	Durchmesser des Haupt-spiegels	Brennweite des Systems	Brennweite/Öffnung
Tautenburg bei Jena	DDR	+ 51°		1960	1,34 m	2,00 m	4,00 m	3,0
Mt. Palomar («Big Schmidt»)	Californien, USA	+ 33°	1706 m	1948	1,22 m	1,83 m	3,07 m	2,5
Siding Spring	Australien	– 31°	1164 m	1976	1,22 m	1,83 m	3,07 m	2,5
La Silla (Europäisches Süd-Observatorium)	Chile	– 29°	2400 m	1972	1,00 m	1,58 m	3,07 m	3,1
Mérida (Caracas)	Venezuela	+ 09°	1040 m	1973	1,00 m	1,52 m	3,00 m	3,0
Tokio	Japan	+ 36°		1976	1,05 m	1,50 m	3,30 m	3,1
Bjurakan	Erewan, UdSSR	+ 40°	1500 m	1960	1,00 m	1,50 m	2,13 m	2,1
Uppsala/Kvistaberg	Schweden	+ 60°		1964	1,00 m	1,35 m	3,00 m	3,0
Uccle bei Brüssel	Belgien	+ 51°	60 m ?	1958	0,84 m	1,20 m	2,10 m	2,5
Früher: Hamburg	BRD	+ 53°		1955	0,80 m	1,20 m	2,40 m	
Heute: Calar Alto	Spanien	+ 37°	2168 m	1980				3,0
Riga/Baldone	UdSSR	+ 57°		1966	0,80 m	1,20 m	2,40 m	3,0
Stockholm/Saltsjöbaden	Schweden	+ 59°	60 m	1964	0,65 m	1,00 m	3,00 m	4,6

Tabelle nach Angaben der Sternwarte DDR-8514 Pulsnitz. (Die Reihe wird fortgesetzt).