Die Vorausberechnung eines Planeten-Ortes (Ephemeride)

Autor(en): **Schneider, Roland**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **32 (1974)**

Heft 144

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899669

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

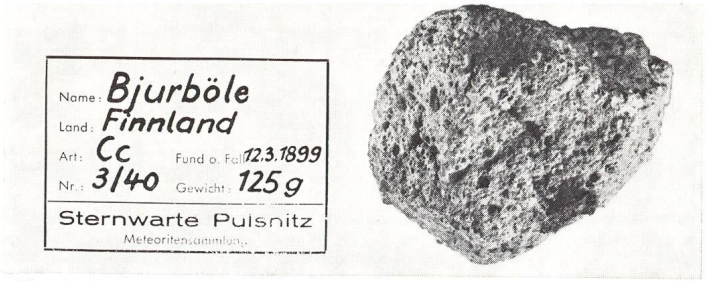


Fig. 2: Steinmeteorit von Bjurböle (Finnland) vom 12. 3. 1899, 125 g.

Die Hauptsammlung enthält Material von etwa 350 Fällen mit einem Gesamtgewicht von etwa 500 kg. Charakteristisch für sie ist, dass in ihr sowohl das klassische Meteoritenmaterial vom Meteoritenfall von Ensisheim im Elsass im Jahr 1492 bis zum Beginn des 2. Weltkrieges im Jahr 1939, als auch das Meteoritenmaterial der neueren Fälle von 1939 bis 1973 in gleicher Weise vertreten ist, (das im übrigen aus aller Welt stammt. Der Nachteil der Pulsnitzer Sammlung, dass infolge örtlicher Schwierigkeiten ein Teil der Bestände verlagert ist und deswegen noch keine umfassende Katalogisierung möglich war, soll nun behoben werden).

Anmerkung:

[1]) Interessenten belieben die zitierte Literatur von der Sternwarte Pulsnitz anzufordern.

Adresse des Autors:
J. Classen, Sternwarte und Meteoritensammlung Pulsnitz, DDR.

Die Vorausberechnung eines Planeten-Ortes (Ephemeride)

von Roland Schneider, Zug

1) Bestimmung der Polarkoordinaten v und r des Planeten

Um den Ort des Planeten zu einer bestimmten Zeit angeben zu können, legen wir in die Ellipsenebene der Planetenbahn ein Koordinatensystem derart, dass die x-Achse mit der halben grossen Achse zusammenfällt (vergl. Fig. 1). Der Ort des Planeten ist dann durch v und $\vec{r}$ bestimmt.

v nennt man die wahre Anomalie des Planeten und $\vec{r}$ nennt man den Radiusvektor des Planeten.

Die wahre Anomalie ändert sich nicht gleichmässig, mit anderen Worten: sie ist keine lineare Funktion der Zeit. Um sie für eine bestimmte Zeit bequem berechnen zu können, wird (analog zur mittleren Zeit anstelle der wahren Zeit) die *mittlere Anomalie* in der Weise eingeführt, dass man einen gedachten Planeten *mit gleichförmiger Geschwindigkeit* die Planetenbahn durchlaufen lässt.

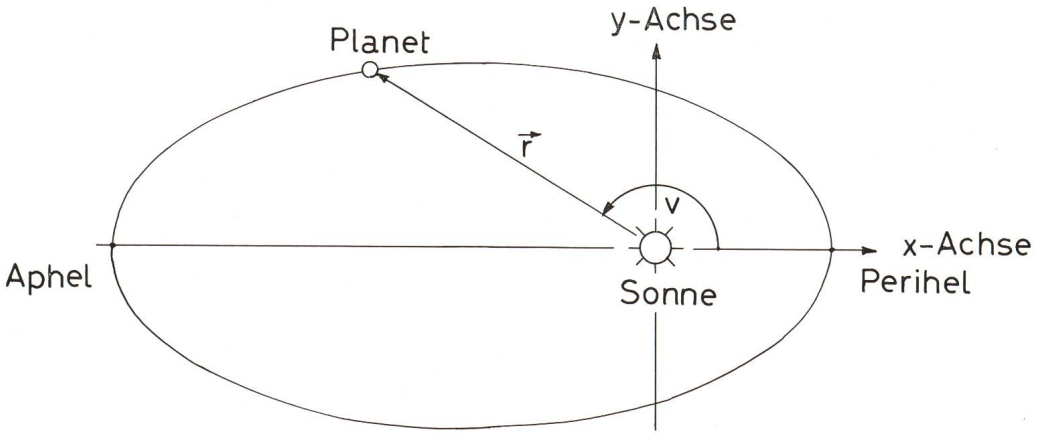


Fig. 1: Zur Bestimmung der Polarkoordinaten eines Planeten. Erläuterungen im Text.

Ist T die siderische Umlaufszeit des Planeten und M die mittlere Anomalie, so gilt:

$$T : t = 2\pi : M \text{ oder } M = \frac{2\pi}{T} \cdot t = \mu\, t.$$

Die Grösse $\mu = 2\pi/T$ nennt man, wenn T in Sterntagen ausgedrückt wird, die *mittlere tägliche Bewegung* des Planeten. Da die Zeit ohne Anfang ist, geht man bei der Berechnung der mittleren Anomalie von einem Wert M_0 zur Zeit t_0 aus, und hat damit

$$M = M_0 + (t - t_0) \cdot \mu \qquad (1)$$

Die Zeit t_0 wird die *Epoche* (der mittleren Anomalie) genannt. Zwischen r, v und M bestehen die folgenden Beziehungen:

a) $v = M + 2e \sin M + \frac{3}{4}e^2 \sin 2M + \ldots$ und (2)

b) $$r = a\left(1 - e\,\frac{\cos v + e}{1 + e\cos v}\right), \qquad (3)$$

wobei e die Exzentrizität des Planeten und a die halbe grosse Bahnachse bedeuten; e ist dabei als der Quotient OS/Oπ definiert.

2) Berechnung der heliozentrischen Länge und Breite aus den Bahnelementen (vergl. hierzu Fig. 2)

In der Fig. 2 bedeuten:

γ den Frühlingspunkt (Schnittpunkt Äquator-Ekliptik),
k den Knoten (Schnittpunkt Planetenbahn-Ekliptik),
i den Neigungswinkel der Planetenbahn (gegen die Ekliptik),
$\varkappa$ den Winkel $\gamma\odot\varkappa$ (auf der Ekliptik gezählt), und
ω den Winkel $\varkappa\odot$P (auf der Planetenbahn gezählt).

Ist P′ die Projektion des Planetenorts P auf die Ekliptik, so ist

$\gamma\odot$P′ = l die heliozentrische Länge des Planeten und
P′$\odot$P = b die heliozentrische Breite des Planeten.

Bezeichnet man den Radiusverktor $\odot$ P wieder mit $\vec{r}$ und wählt man ein rechtwinkeliges Koordinatensystem mit dem Ursprung in der Sonne derart, dass die x-Achse die Richtung $\odot\gamma$ annimmt und die y-Achse durch den Punkt mit der Länge l = 90° geht, während die z-Achse nach dem Pol der Ekliptik gerichtet ist, so wird:

$x = r \cos b \cos l,$ (4)
$y = r \cos b \sin l,$ und (5)
$z = r \sin b.$ (6)

Wendet man auf das schraffierte Dreieck der Fig. 2 KPP′ die Grundformeln der sphärischen Trigonometrie an, so folgt:

$\cos b \cos (l-\varkappa) = \cos u,$ (7)
$\cos b \sin (l-\varkappa) = \cos i \sin u,$ und (8)
$\sin b = \sin i \sin u.$ (9)

Daraus lassen sich die heliozentrische Länge und Breite des Planeten berechnen.

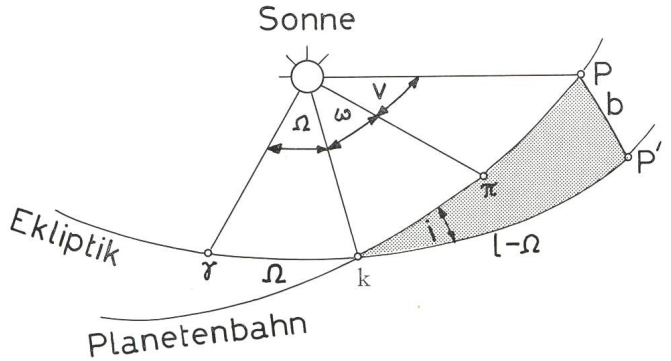


Fig. 2: Zur Berechnung der heliozentrischen Länge und Breite aus den Bahnelementen. Erläuterungen im Text.

3) Umwandlung der heliozentrischen Koordinaten in geozentrische Koordinaten (vergl. hierzu Fig. 3)

Für die Berechnung des Planetenortes, wie er von der Erde aus gesehen wird, müssen die heliozentrischen Koordinaten r, b und l in die geozentrischen Koordinaten ϱ, β und λ umgewandelt werden. Bezeichnet man mit

x, y, z	die rechtwinkeligen heliozentrischen Koordinaten der Erde,
R, −B, L+180°	die polaren heliozentrischen Koordinaten der Erde,
x′, y′, z′	die rechtwinkeligen heliozentrischen Koordinaten des Planeten,
r, b, l	die polaren heliozentrischen Koordinaten des Planeten,
ζ, η, ξ	die rechtwinkeligen geozentrischen Koordinaten der Sonne,
R, B, L	die polaren geozentrischen Koordinaten der Sonne,
ζ, η', ξ'	die rechtwinkeligen geozentrischen Koordinaten des Planeten, und mit
ϱ, β, λ	die polaren geozentrischen Koordinaten des Planeten,

so folgen aus Fig. 3 unmittelbar die Gleichungen:

$\xi' = x' - x$,
$\eta' = y' - y$, und
$\zeta' = z' - z$.

Verwandelt man nach (4), (5), und (6) die rechtwinkeligen Koordinaten in Polarkoordinaten, so folgt:

$\varrho \cos \lambda \cos \beta = r \cos l \cos b + R \cos L \cos B$,
$\varrho \sin \lambda \cos \beta = r \sin l \cos b + R \sin L \cos B$, und
$\varrho \sin \beta = r \sin b + R \sin B$.

Diese Gleichungen lassen sich noch umformen. Denkt man sich die Längen statt vom Frühlingspunkt vom Knoten aus gezählt, und berücksichtigt man, dass die Sonnenbreite $B = 0°$ ist, so werden:

$\varrho \cos (\lambda - \varkappa) \cos \beta = r \cos (l - \varkappa) \cos b + R \cos (L - \varkappa)$,
$\varrho \sin (\lambda - \varkappa) \cos \beta = r \sin (l - \varkappa) \cos b + R \sin (L - \varkappa)$,
und $\varrho \sin \beta = r \sin b$.

Nach (7), (8), und (9) gehen diese Gleichungen über in:

$\varrho \cos (\lambda - \varkappa) \cos \beta = r \cos u + R \cos (L - \varkappa)$,
$\varrho \sin (\lambda - \varkappa) \cos \beta = r \sin u \cos i + R \sin (L - \varkappa)$,
und $\varrho \sin \beta = r \sin u \sin i$.

Aus diesen drei Formeln lassen sich mit Hilfe einiger Umformungen ϱ, β und λ berechnen; das Ergebnis ist:

$$\varrho = \sqrt{R^2 + r^2 + 2Rr(\cos u \cos(L - \varkappa) + \sin u \sin(L - \varkappa) \cos i}, \quad (10)$$

$$\frac{\sin \beta = r \sin u \sin i}{\varrho} \quad \text{und}$$

$$\cos (\lambda - \varkappa) = \frac{r \cos u + R \cos (L - \varkappa).}{\varrho \cos \beta} \quad (12)$$

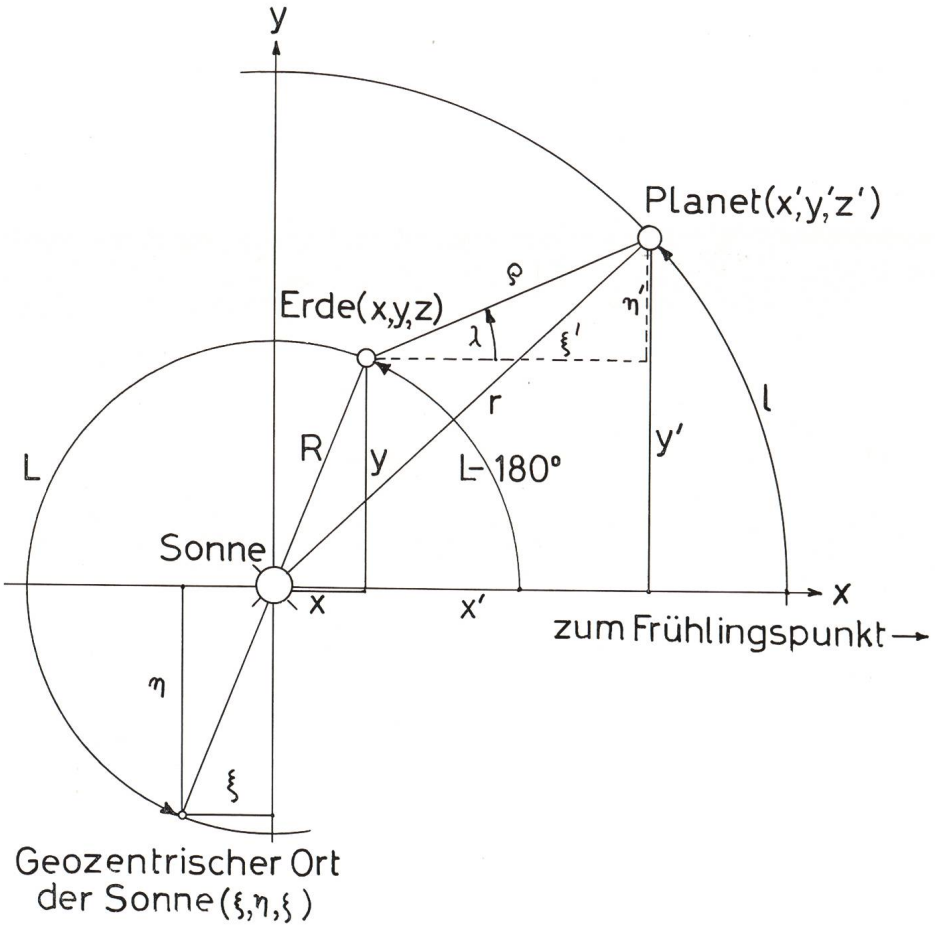


Fig. 3: Zur Umwandlung der heliozentrischen Koordinaten in geozentrische Koordinaten. Erläuterungen im Text.

Wie aus dem Bisherigen folgt, werden zur Berechnung einer Ephemeride die folgenden 7 Eingangswerte benötigt:

1) die Epoche t_0, zu welcher $M = M_0$ ist,
2) die mittlere Anomalie M_0 für die Epoche t_0,
3) die halbe grosse Achse a der Planetenbahn,
4) die Exzentrizität e dieser Bahn,
5) die Länge des aufsteigenden Knotens $\varkappa$,
6) die Neigung i der Bahn, und
7) die Länge der Perihels π.

4) Die Umwandlung der geozentrischen Koordinaten in äquatoriale Koordinaten (vergl. hierzu Fig. 4)

Wendet man auf das schraffierte Dreieck der Fig. 4 wiederum die Grundformeln der sphärischen Trigonometrie an, so erhält man:

$$\sin \delta = \cos \beta \sin \lambda \sin \varepsilon + \sin \beta \cos \varepsilon,$$

$$\cos \alpha = \frac{\cos \beta \cos \lambda}{\cos \delta}$$

$$\sin \alpha \cos \delta = \cos \beta \sin \lambda \cos \varepsilon - \sin \beta \sin \varepsilon.$$

Aus diesen Formeln erhält man δ und α. (Die dritte Formel dient zu Kontrollzwecken).

Mit diesen Formeln wurde ein Kleincomputer P 652 Olivetti programmiert und das Programm zur Vorausberechnung von Planeten-Örtern verwendet. Dabei ergaben sich für die Deklination Abweichungen von höchstens ½° und für die Rektaszension Abweichungen von höchstens 1 min. Diese, an sich kleine Abweichungen rühren daher, dass Störungen (durch andere Planeten), die den Rechengang kompliziert hätten, nicht berücksichtigt wurden.

Im nachfolgenden werden als Beispiele Teile der Berechnung der Ephemeride des Planeten Jupiter für die Zeit vom 1. 1. 1974 bis zum 31. 1. 1975 gegeben, wobei als Epoche t_0, zu welcher $M = M_0$ ist, der 0. Januar 00^h WZ 1950 gewählt und die Bahnelemente für diesen Zeitpunkt dem Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1950 entnommen wurden.

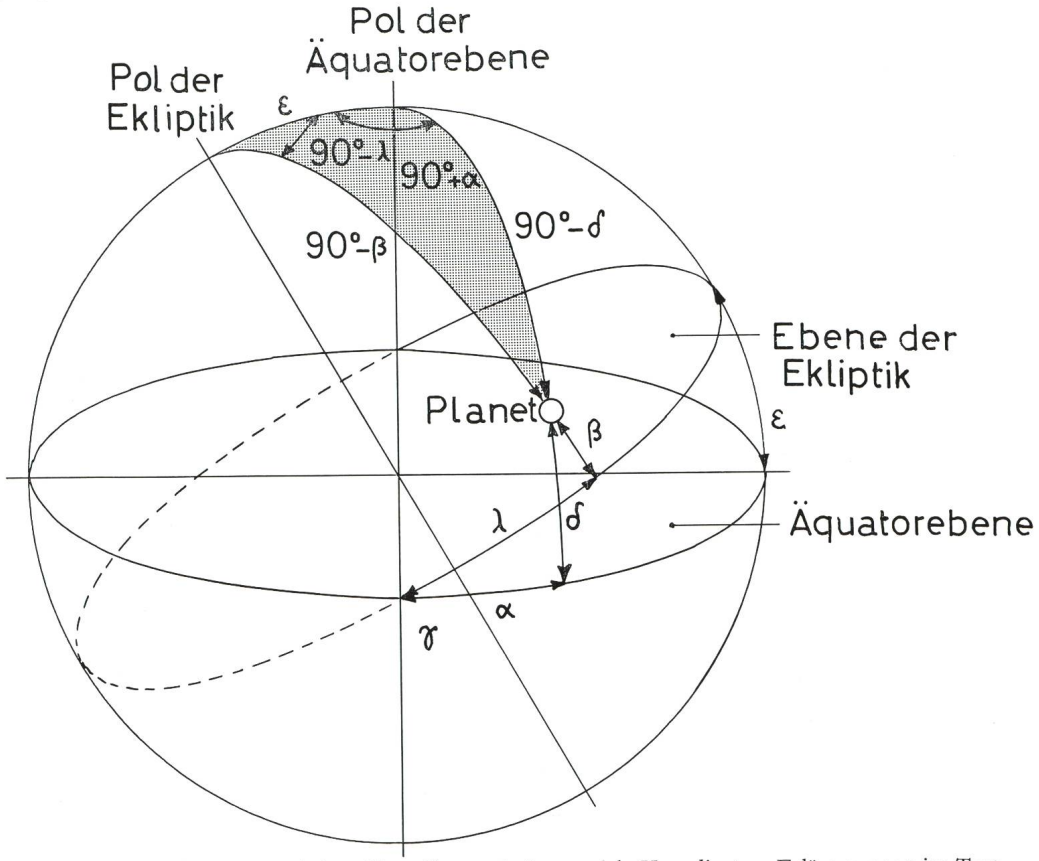


Fig. 4: Zur Umwandlung der geozentrischen Koordinaten in äquatoriale Koordinaten. Erläuterungen im Text.
Berechnungsbeispiel: S. 194—195

Merkur von riesigem Himmelskörper getroffen

Der Merkur ist im frühen Stadium seinen Bestehens vor etwa dreieinhalb Milliarden Jahren von einem riesigen Himmelskörper getroffen worden, der einen rund 1300 Kilometer breiten Krater in die Oberfläche des Planeten gerissen hat. Dies ergab die Auswertung von Fotos, die die amerikanische Raumsonde Mariner 10 von dem Planeten gemacht hat. Die Entdekkung wurde von dem Institut für Strahlantriebe in Pasadena mitgeteilt, wohin Mariner 10 während seines zweiten Vorbeifluges am Merkur am letzten Wochenende über 500 Aufnahmen übermittelt hat. Der Astrogeologe Donald Gault wollte nach einer ersten Auswertung der Aufnahmen keine Angaben darüber machen, um was für einen Himmelskörper es sich gehandelt haben könnte, der auf dem Merkur mit ungeheurer Geschwindigkeit eingeschlagen ist. Nach Ansicht von Gault hatte der rätselhafte Himmelskörper nur einen Durchmesser von etwa 50 Kilometern, wenn er von ausserhalb des Sonnensystems kam, oder von zwischen 90 und 180 Kilometern, wenn er aus dem Sonnensystem stammte. Nach den Schätzungen des Wissenschaftlers hatte der Körper eine Geschwindigkeit von etwa fünf Kilometern in der Sekunde (18 000 Kilometer in der Stunde).

Beispiel: Berechnung der Ephemeride für Jupiter

Bahnelemente für die Epoche t_0 = 0. Januar 1950 00^h WZ

Planet	M_0	μ	a	e	i	ω	$\varkappa$
Erde	357.016°	0.9856°	$149.6 \cdot 10^6$	0.0167	—	—	—
Jupiter	302.591°	0.0831°	$777.4 \cdot 10^6$	0.0484	1.306°	273.6°	99.95°

Ephemeriden-Berechnung für Jupiter

Datum	t ab 0. Jan. 1950	ϱ AE	β Grad	λ Grad	δ Grad	α h m
1. 1. 74	8767	5.821	–0.732	314.006	–17.368	21 6.8
2. 1. 74	8768	5.829	–0.732	314.225	–17.304	21 7.7
3. 1. 74	8769	5.838	–0.733	314.444	–17.240	21 8.6
4. 1. 74	8770	5.846	–0.733	314.665	–17.176	21 9.5
5. 1. 74	8771	5.854	–0.733	314.887	–17.111	21 10.4
6. 1. 74	8772	5.862	–0.733	315.109	–17.046	21 11.2
7. 1. 74	8773	5.870	–0.734	315.332	–16.980	21 12.1
8. 1. 74	8774	5.877	–0.734	315.557	–16.914	21 13.0
9. 1. 74	8775	5.884	–0.734	315.782	–16.847	21 13.9
10. 1. 74	8776	5.891	–0.735	316.008	–16.780	21 14.8
11. 1. 74	8777	5.898	–0.735	316.234	–16.712	21 15.7
12. 1. 74	8778	5.905	–0.736	316.462	–16.644	21 16.6
13. 1. 74	8779	5.912	–0.736	316.690	–16.575	21 17.6
14. 1. 74	8780	5.918	–0.737	316.919	–16.506	21 18.5
15. 1. 74	8781	5.924	–0.737	317.149	–16.437	21 19.4
16. 1. 74	8782	5.930	–0.738	317.379	–16.367	21 20.3
17. 1. 74	8783	5.936	–0.738	317.610	–16.297	21 21.2
18. 1. 74	8784	5.941	–0.739	317.842	–16.226	21 22.1
19. 1. 74	8785	5.947	–0.739	318.074	–16.155	21 23.1
20. 1. 74	8786	5.952	–0.740	318.307	–16.084	21 24.0
21. 1. 74	8787	5.957	–0.740	318.541	–16.012	21 24.9
22. 1. 74	8788	5.961	–0.741	318.775	–15.939	21 25.8
23. 1. 74	8789	5.966	–0.742	319.009	–15.867	21 26.8
24. 1. 74	8790	5.970	–0.742	319.244	–15.794	21 27.7
25. 1. 74	8791	5.974	–0.743	319.480	–15.720	21 28.6
26. 1. 74	8792	5.978	–0.744	319.716	–15.647	21 29.5
27. 1. 74	8793	5.982	–0.744	319.952	–15.573	21 30.5
28. 1. 74	8794	5.986	–0.745	320.189	–15.498	21 31.4
29. 1. 74	8795	5.989	–0.746	320.426	–15.423	21 32.3
30. 1. 74	8796	5.992	–0.747	320.664	–15.348	21 33.3
31. 1. 74	8797	5.995	–0.748	320.901	–15.273	21 34.2
1. 7. 74	8948	4.537	–1.198	347.419	–6.086	23 15.6
2. 7. 74	8949	4.522	–1.203	347.439	–6.083	23 15.7
3. 7. 74	8950	4.508	–1.208	347.455	–6.081	23 15.8
4. 7. 74	8951	4.494	–1.214	347.469	–6.080	23 15.8
5. 7. 74	8952	4.480	–1.219	347.479	–6.081	23 15.9
6. 7. 74	8953	4.466	–1.224	347.486	–6.083	23 15.9
7. 7. 74	8954	4.452	–1.229	347.490	–6.086	23 15.9
8. 7. 74	8955	4.438	–1.234	347.490	–6.090	23 15.9
9. 7. 74	8956	4.424	–1.239	347.487	–6.096	23 15.9
10. 7. 74	8957	4.410	–1.244	347.481	–6.103	23 15.9
11. 7. 74	8958	4.397	–1.249	347.472	–6.111	23 15.9
12. 7. 74	8959	4.384	–1.254	347.460	–6.121	23 15.9
13. 7. 74	8960	4.370	–1.259	347.444	–6.132	23 15.8
14. 7. 74	8961	4.357	–1.264	347.425	–6.144	23 15.7
15. 7. 74	8962	4.344	–1.269	347.402	–6.157	23 15.7
16. 7. 74	8963	4.332	–1.274	347.377	–6.171	23 15.6
17. 7. 74	8964	4.319	–1.279	347.348	–6.187	23 15.5
18. 7. 74	8965	4.307	–1.283	347.316	–6.204	23 15.4
19. 7. 74	8966	4.294	–1.288	347.281	–6.222	23 15.2
20. 7. 74	8967	4.282	–1.293	347.243	–6.242	23 15.1
21. 7. 74	8968	4.270	–1.298	347.201	–6.263	23 15.0
22. 7. 74	8969	4.259	–1.303	347.156	–6.285	23 14.8
23. 7. 74	8970	4.247	–1.308	347.109	–6.308	23 14.6
24. 7. 74	8971	4.236	–1.312	347.058	–6.332	23 14.5
25. 7. 74	8972	4.224	–1.317	347.004	–6.357	23 14.3
26. 7. 74	8973	4.213	–1.322	346.947	–6.384	23 14.1
27. 7. 74	8974	4.202	–1.326	346.886	–6.412	23 13.8
28. 7. 74	8975	4.192	–1.331	346.823	–6.440	23 13.6
29. 7. 74	8976	4.181	–1.335	346.757	–6.470	23 13.4

Datum	t ab 0. Jan. 1950	ϱ AE	β Grad	λ Grad	δ Grad	α h m
30. 7. 74	8977	4.171	–1.340	346.688	–6.501	23 13.1
31. 7. 74	8978	4.161	–1.344	346.616	–6.534	23 12.9
1. 8. 74	8979	4.151	–1.349	346.542	–6.567	23 12.6
2. 8. 74	8980	4.142	–1.353	346.464	–6.601	23 12.3
3. 8. 74	8981	4.133	–1.357	346.384	–6.636	23 12.0
4. 8. 74	8982	4.123	–1.361	346.301	–6.673	23 11.7
5. 8. 74	8983	4.115	–1.366	346.215	–6.710	23 11.4
6. 8. 74	8984	4.106	–1.370	346.127	–6.748	23 11.1
7. 8. 74	8985	4.097	–1.374	346.036	–6.787	23 10.8
8. 8. 74	8986	4.089	–1.378	345.943	–6.827	23 10.4
9. 8. 74	8987	4.081	–1.381	345.847	–6.868	23 10.1
10. 8. 74	8988	4.074	–1.385	345.749	–6.910	23 9.7
11. 8. 74	8989	4.066	–1.389	345.648	–6.952	23 9.4
12. 8. 74	8990	4.059	–1.393	345.545	–6.995	23 9.0
13. 8. 74	8991	4.052	–1.396	345.440	–7.040	23 8.6
14. 8. 74	8992	4.046	–1.400	345.333	–7.084	23 8.2
15. 8. 74	8993	4.039	–1.403	345.224	–7.130	23 7.8
16. 8. 74	8994	4.033	–1.406	345.113	–7.176	23 7.4
17. 8. 74	8995	4.027	–1.410	345.000	–7.223	23 7.0
18. 8. 74	8996	4.022	–1.413	344.885	–7.271	23 6.6
19. 8. 74	8997	4.016	–1.416	344.769	–7.319	23 6.1
20. 8. 74	8988	4.011	–1.419	344.650	–7.367	23 5.7
21. 8. 74	8999	4.007	–1.422	344.530	–7.416	23 5.3
22. 8. 74	9000	4.002	–1.424	344.409	–7.466	23 4.8
23. 8. 74	9001	3.998	–1.427	344.286	–7.516	23 4.4
24. 8. 74	9002	3.994	–1.430	344.162	–7.566	23 3.9
25. 8. 74	9003	3.990	–1.432	344.037	–7.617	23 3.4
26. 8. 74	9004	3.987	–1.434	343.910	–7.668	23 3.0
27. 8. 74	9005	3.984	–1.437	343.783	–7.719	23 2.5
28. 8. 74	9006	3.981	–1.439	343.654	–7.771	23 2.0
29. 8. 74	9007	3.979	–1.441	343.525	–7.823	23 1.5
30. 8. 74	9008	3.977	–1.443	243.394	–7.875	23 1.1
31. 8. 74	9009	3.975	–1.445	343.264	–7.927	23 0.6
1. 1. 75	9132	5.321	–1.165	342.909	–7.805	22 58.8
2. 1. 75	9133	5.335	–1.163	343.078	–7.738	22 59.4
3. 1. 75	9134	5.349	–1.160	343.249	–7.670	23 0.1
4. 1. 75	9135	5.363	–1.158	343.422	–7.601	23 0.7
5. 1. 75	9136	5.377	–1.155	343.597	–7.531	23 1.4
6. 1. 75	9137	5.390	–1.153	343.773	–7.461	23 2.0
7. 1. 75	9138	5.404	–1.150	343.952	–7.390	23 2.7
8. 1. 75	9139	5.417	–1.148	344.132	–7.318	23 3.3
9. 1. 75	9140	5.430	–1.146	344.315	–7.245	23 4.0
10. 1. 75	9141	5.444	–1.144	344.498	–7.172	23 4.7
11. 1. 75	9142	5.457	–1.141	344.684	–7.098	23 5.4
12. 1. 75	9143	5.469	–1.139	344.872	–7.023	23 6.1
13. 1. 75	9144	5.482	–1.137	345.061	–6.948	23 6.8
14. 1. 75	9145	5.495	–1.135	345.252	–6.872	23 7.5
15. 1. 75	9146	5.507	–1.133	345.444	–6.795	23 8.2
16. 1. 75	9147	5.520	–1.131	345.638	–6.718	23 8.9
17. 1. 75	9148	5.532	–1.129	345.834	–6.640	23 9.6
18. 1. 75	9149	5.544	–1.127	346.031	–6.561	23 10.4
19. 1. 75	9150	5.556	–1.125	346.230	–6.482	23 11.1
20. 1. 75	9151	5.567	–1.123	346.430	–6.402	23 11.8
21. 1. 75	9152	5.579	–1.121	346.632	–6.322	23 12.6
22. 1. 75	9153	5.591	–1.119	346.835	–6.241	23 13.3
23. 1. 75	9154	5.602	–1.117	347.039	–6.159	23 14.1
24. 1. 75	9155	5.613	–1.115	347.245	–6.077	23 14.8
25. 1. 75	9156	5.624	–1.114	347.452	–5.995	23 15.6
26. 1. 75	9157	5.635	–1.112	347.661	–5.911	23 16.4
27. 1. 75	9158	5.645	–1.110	347.871	–5.828	23 17.1
28. 1. 75	9159	5.656	–1.109	348.082	–5.744	23 17.9
29. 1. 75	9160	5.666	–1.107	348.294	–5.659	23 18.7
30. 1. 75	9161	5.676	–1.106	348.508	–5.574	23 19.5
31. 1. 75	9162	5.686	–1.104	348.722	–5.488	23 20.3

Literatur:
W. Laska, Lehrbuch der Astronomie, Bd. I/II.
K. Stumpff, Himmelsmechanik, Bd. I.

Adresse des Autors:
Roland Schneider, St. Johannesstrasse 23, CH-6300 Zug.