

1 Die Position der Planeten	1
1.1 Die Kepler'schen Gesetze.....	1
1.1.1 Herleitung des ersten Kepler'schen Gesetzes	2
1.1.2 Herleitung des zweiten Kepler'schen Gesetzes	5
1.1.3 Herleitung des dritten Kepler'schen Gesetzes	7
1.2 Die Bahnparameter und Bahnelemente der Planeten.....	8
1.2.1 Julianisches Datum und Julianisches Jahrhundert	9
1.2.2 Große Halbachse und Exzentrizität	12
1.2.3 Mittlere Anomalie	13
1.2.4 Winkelgeschwindigkeit	14
1.2.5 Winkel zwischen Bahnebene und Ebene der Ekliptik	14
1.2.6 Länge des aufsteigenden Knotens	16
1.2.7 Argument und Länge des Perihels	16
1.2.8 Mittlere Länge	18
1.2.9 Wahre Anomalie	18
1.2.9.1 Herleitung der Kepler-Gleichung	19
1.2.9.2 Lösung der Kepler-Gleichung	21
1.2.9.3 Berechnung der wahren Anomalie	23
1.2.10 Abstand Planet-Sonne	25
1.2.11 Bahngeschwindigkeit	26
1.2.12 Argument der Breite	29
1.2.13 Zusammenstellung der bisher ermittelten Bahnparameter	30
Literatur	30
2 Koordinatentransformationen.....	33
2.1 Rechenmethode zur Koordinatentransformation	34
2.2 Die Bahnebene	37
2.3 Koordinatentransformationen von der Bahnebene zur Ebene der Ekliptik	37
2.4 Der Übergang von heliozentrischen zu geozentrischen ekliptikalen Koordinaten	44
2.4.1 Die Transformation	45

2.4.2	Die Position der Sonne	48
2.4.3	Die Position des Mondes	49
2.5	Transformation von geozentrisch ekliptikalen zu geozentrisch äquatorialen Koordinaten	51
2.6	Die Transformation von geozentrisch äquatorialen zu topozentrischen Koordinaten	55
2.6.1	Die geozentrische Breite und der Abstand zum Erdmittelpunkt	55
2.6.2	Die Sternzeit	56
2.6.2.1	Sternzeit für Null Uhr Greenwicher Zeit am Beobachtungstag	58
2.6.2.2	Sternzeit für die Beobachtungszeit am Beobachtungstag	59
2.6.2.3	Sternzeit unter Berücksichtigung des Beobachtungsortes	59
2.6.2.4	Transformation von geozentrisch äquatorialen Koordinaten zu topozentrischen Koordinaten	60
2.7	Die Transformation von geozentrisch äquatorialen Koordinaten zum Horizontsystem	62
2.7.1	Stundenwinkel	63
2.7.2	Berechnung von Azimut und Höhe	64
2.7.2.1	Berechnung mit Rotationsmatrix	64
2.7.2.2	Auswertung eines sphärischen Dreiecks	66
2.7.2.3	Die Position von Venus, Jupiter und der Sonne	67
2.8	Das Horizontsystem	68
2.9	Vereinfachungen	69
2.10	Zusammenstellungen	73
2.10.1	Kenngößen	74
2.10.2	Rechenschritte	74
2.10.3	Koordinatensysteme	79
	Literatur	79
3	Anwendungsbeispiele der Ephemeridenrechnung	81
3.1	Der Sonnenstand	81
3.1.1	Der Sonnenstand in Abhängigkeit von der Zeit	82
3.1.2	Die Berücksichtigung der Lichtlaufzeit	84
3.1.3	Der Azimut in Abhängigkeit von der Zeit	86
3.1.4	Die Zeitgleichung	87
3.2	Wann ist Frühlingsanfang?	87
3.3	Die Position der Erde und der Venus	90
3.4	Sternkarte	92
3.4.1	Die Sternscheibe und die Deckscheibe	93
3.4.1.1	Zirkumpolarkreis und Himmelsäquator	95
3.4.1.2	Ekliptik	95

3.4.1.3	Der zu einem bestimmten Zeitpunkt sichtbare Teil des Himmels	96
3.4.2	Einzeichnen von Beobachtungen in die Grundscheibe der Sternkarte	99
3.5	Finsternisse	101
3.5.1	Mondfinsternis	101
3.5.1.1	Die Bahnen des Mondes und der Sonne	102
3.5.1.2	Bestimmung des Ortes des Kernschattens	103
3.5.1.3	Die Bahn des Mondes im Kernschatten	104
3.5.2	Sonnenfinsternis	106
3.6	Analemma	107
	Literatur	110
Anhang A		111
A.1	Newtonsche Näherungsverfahren	111
A.2	Sinussatz und Kosinussatz der sphärischen Geometrie	112
A.3	Quadratische Interpolation	113
A.3.1	Die Interpolationsgleichung	113
A.3.2	Schnittstellen von Parabeln	114
A.4	Zylinderkoordinaten	114
A.5	Ellipse	117
	Literatur	118
Sachverzeichnis		119