

Inhaltsverzeichnis

1	Teleskope	1
1.1	Was sollte ein Teleskop leisten?	1
1.1.1	Vergrößerung	1
1.1.2	Auflösungsvermögen	3
1.1.3	Mehr Details	4
1.1.4	Vergrößern ja – aber sinnvoll	7
1.1.5	Der Abbildungsmaßstab	8
1.2	Teleskope und Abbildungsfehler	9
1.2.1	Linsen- und Spiegelteleskope	9
1.2.2	Chromatische Aberration	10
1.2.3	Weitere Abbildungsfehler	11
1.3	Auf den Unterbau kommt es an: Teleskopmontierungen	12
1.3.1	Azimutale Montierung	12
1.3.2	Parallaktische Montierung	13
1.3.3	Autoguiding	14
1.3.4	Fernglas	15
1.4	Bilder aufnehmen	16
1.4.1	Astrokameras	17
1.4.2	Bildverarbeitung	18
2	Der Ursprung des Universums oder warum es nachts dunkel wird	25
2.1	Tag und Nacht	25
2.1.1	Wann ist eigentlich Mittag?	25
2.1.2	Was ist eigentlich ein Tag genau?	27
2.1.3	Der Lauf des Mondes	29
2.1.4	Die schiefe Erdachse	30
2.1.5	Wieso dauert der Sommer länger als der Winter?	32
2.1.6	Die veränderliche Sonnenmasse	34
2.2	Gravitation – alles dreht sich	35
2.2.1	Die Gravitation gilt überall	35
2.2.2	Zwei Arten von Kräften	36
2.3	Der Anblick des Sternenhimmels	39
2.3.1	Erste Beobachtung: Es ist nachts dunkel	39
2.3.2	Beobachtung Nummer 2: Alles dreht sich um den Polarstern	41
2.3.3	Beobachtung Nummer 3: Staub zwischen den Sternen	41
2.3.4	Beobachtung Nummer 4: Planeten am Himmel	42

2.3.5 Wann sieht man die Planeten am besten? 45
2.3.6 Beobachtung für Spezialisten: Das Problem
der Planetenschleifen 47

3 Der Mond – Begleiter der Erde 51

3.1 Die Bahn des Mondes 51
3.1.1 Mondumlauf und Erdachse 51
3.1.2 Sonnen- und Mondfinsternisse 52
3.1.3 Finsternisse und die Relativitätstheorie 53
3.1.4 Alles ist relativ 57
3.1.5 Allgemeine Relativitätstheorie 58
3.2 Den Mond beobachten 60
3.2.1 Rotiert der Mond? 60
3.2.2 Den Mond mit bloßem Auge beobachten 61
3.2.3 Den Mond mit einem Fernglas beobachten 61
3.2.4 Der Mond im Teleskop 61
3.3 Eine Reise durch die Geschichte des Mondes 63
3.3.1 Die Gegend um das Mare Nectaris 63
3.3.2 Das Mare Imbrium 64
3.3.3 Oceanus Procellarum 65
3.4 Der Mond physikalisch 66
3.4.1 Ein Doppelplanet am Venushimmel 66
3.4.2 Vergleich Erde und Mond 67
3.4.3 Wir berechnen die Masse des Mondes 67
3.4.4 Hat der Mond eine Atmosphäre? 69
3.4.5 Beben auf dem Mond 70
3.4.6 Der Einfluss des Mondes auf die Erde 71
3.4.7 Die Erde dreht sich langsamer 73
3.5 Die Entstehung des Mondes 74
3.5.1 Wir bestimmen das Alter der Mondoberfläche 74
3.5.2 Woher stammt der Mond? 74
3.6 Den Mond fotografieren 75
3.6.1 Fotografie des Vollmondes 76
3.6.2 Fotografie der Mondkrater und Mondgebirge 77
3.6.3 Der Mond bewegt sich 79

4 Die Planeten 83

4.1 Einteilung der Planeten 83
4.1.1 Erdähnliche Planeten 83
4.1.2 Die Riesenplaneten 84
4.1.3 Wir machen ein Modell des Sonnensystems 84
4.1.4 Die astronomische Einheit 85
4.2 Wir beobachten die Planeten 87
4.2.1 Merkur 87
4.2.2 Venus 88
4.2.3 Zusammenfassung: Beobachtung der inneren Planeten 89

4.2.4	Mars	89
4.2.5	Fotografieren der erdähnlichen Planeten	91
4.2.6	Jupiter	92
4.2.7	Saturn	94
4.2.8	Uranus und Neptun	94
4.3	Das Innere der Planeten	95
4.3.1	Aufbau der Erde	95
4.3.2	Seismologie	96
4.3.3	Der Aufbau anderer erdähnlicher Planeten	97
4.3.4	Weshalb sind Planeten eigentlich rund?	98
4.3.5	Wieso ist es im Inneren der Planeten heiß?	98
4.3.6	Planeten und Magnetfelder	99
4.4	Die Oberflächen der terrestrischen Planeten	99
4.4.1	Was wir aus der Form von Kratern lernen können	100
4.4.2	Vulkanismus	100
4.5	Geologische Geschichte der Planeten	103
4.5.1	Mars	105
4.5.2	Venus	108
4.6	Die Atmosphären der erdähnlichen Planeten	111
4.6.1	Grundlegendes über Atmosphären	111
4.6.2	Wechselwirkung zwischen Strahlung und Atmosphäre	113
4.6.3	Sonnenwind und Magnetosphäre	115
4.6.4	Wetter und Klima	115
4.6.5	Woher kommt das Gas in der Atmosphäre eines Planeten?	118
4.6.6	Die Atmosphären von Mond und Merkur	119
4.6.7	Die Atmosphäre des Mars	120
4.6.8	Warum ist Venus so heiß?	122
4.6.9	Die Atmosphäre der Erde	123
4.6.10	Überlegen Sie doch mal ...	125
4.7	Die Gasplaneten	125
4.7.1	Die jovianischen Planeten	125
4.7.2	Uranus und Neptun	128
4.8	Planetenmonde und Planetenringe	131
4.8.1	Die Ringe der großen Planeten	131
4.8.2	Die Roche-Grenze, oder wann Monde auseinanderbrechen	132
4.8.3	Die Monde des Mars	133
4.8.4	Die Monde des Jupiter	135
4.8.5	Saturnmonde	139
4.8.6	Die Monde des Uranus	141
4.8.7	Die Monde des Neptun	142
5	Zwergplaneten und andere Kleinkörper	145
5.1	Zwergplaneten	145
5.1.1	Pluto – vom Planeten zum Zwergplaneten	145
5.1.2	Ceres – vom Asteroiden zum Zwergplaneten	146
5.1.3	Was ist der Unterschied zwischen Planeten und Zwergplaneten?	147

X Den Nachthimmel erleben

5.2	Asteroiden	148
5.2.1	Allgemeine Eigenschaften	148
5.2.2	Asteroiden beobachten	149
5.2.3	Asteroiden – Gefahr für die Erde?	149
5.2.4	Gefahr eines Asteroideneinschlages	151
5.2.5	Trojaner	152
5.3	Kometen	153
5.3.1	Kurz- und langperiodische Kometen	153
5.3.2	Aufbau der Kometen	153
5.3.3	Herkunft der Kometen	154
5.3.4	Wir beobachten Kometen	156
5.4	Kleinkörper und Staub im Sonnensystem	157
5.4.1	Meteoroiden	157
5.4.2	Sternschnuppenströme beobachten	158

6 Die Sonne – unser Stern

6.1	Wir beobachten die Sonne	161
6.1.1	Achtung: Niemals direkt!!	161
6.1.2	Flecken, die nicht sein durften	162
6.1.3	Die brodelnde Oberfläche der Sonne	166
6.1.4	Wird es im Inneren der Sonne heißer?	166
6.1.5	Wir zeigen, dass die Erdbahn elliptisch ist	166
6.1.6	Moderne Sonnentelkope	167
6.2	Der Aufbau der Sonne	171
6.2.1	Die Kernfusion im Inneren der Sonne	171
6.2.2	Die Photosphäre	173
6.2.3	Chromosphäre und Korona	174
6.2.4	Die Korona	177
6.3	Sonnenaktivität und Weltraumwetter	180
6.3.1	Wie man berühmt wird	180
6.3.2	Wir messen die Sonnenaktivität	181
6.3.3	Der Sonnendynamo	182
6.3.4	Sonnenaktivität und Erdklima	184
6.3.5	Weltraumwetter – Gefahr für Astronauten?	184
6.3.6	Die Heliosphäre	186
6.3.7	Eine Reise an den Rand des Sonnensystems	187

7 Die Sterne – Aufbau und Entwicklung

7.1	Der Sternenhimmel	189
7.1.1	Sternbilder und Beobachtungen mit bloßem Auge	189
7.1.2	Sternhaufen	191
7.1.3	Gebiete der Sternentstehung	192
7.2	Zustandsgrößen der Sterne	193
7.2.1	Entfernung der Sterne	193
7.2.2	Massen der Sterne	194

7.2.3	Wie groß sind Sterne	195
7.2.4	Wie heiß sind Sterne?	196
7.2.5	Sternhelligkeiten	196
7.3	Das wichtigste Diagramm der Astrophysik	197
7.3.1	Was ist ein Spektrum?	197
7.3.2	Das Hertzsprung-Russell-Diagramm	199
7.3.3	Riesen und Zwerge: Leuchtkraftklassen	201
7.4	Wie entstehen Sterne?	201
7.4.1	Gasnebel und junge Sternhaufen	202
7.4.2	Eine Wolke kollabiert	202
7.4.3	Sterne auf der Hauptreihe	205
7.5	Sterne am Ende ihrer Entwicklung	208
7.5.1	Weißer Zwerge, das Schicksal unserer Sonne	208
7.5.2	Neutronensterne	211
7.5.3	Schwarze Löcher	214

8	Galaxien	217
8.1	Unsere kosmische Heimat – die Milchstraße	217
8.1.1	Wir beobachten die Milchstraße	217
8.1.2	Die Masse der Milchstraße – dunkle Materie?	219
8.1.3	Eine Spiralgalaxie	221
8.1.4	Das supermassive schwarze Loch im Zentrum	223
8.2	Galaxien	224
8.2.1	Wir beobachten Galaxien	224
8.2.2	Entfernungsbestimmungen	226
8.2.3	Typen von Galaxien	229
8.2.4	Besondere Galaxien	230
8.3	Galaxienhaufen	231
8.3.1	Wir beobachten Galaxienhaufen	231
8.3.2	Die lokale Gruppe	232
8.3.3	Der Virgohaufen	233
8.3.4	Superhaufen	234

9	Wie alles entstanden ist	237
9.1	Das Universum und der Urknall	237
9.1.1	Warum die Nacht dunkel ist	237
9.1.2	Welteninseln	238
9.1.3	Das Universums dehnt sich aus	239
9.1.4	Das Alter des Universums	241
9.1.5	Das kühle Universum war früher heiß	242
9.1.6	Das Universum wird undurchsichtig	242
9.1.7	Woher kommen die chemischen Elemente	244
9.2	Urknall und Teilchenphysik	246
9.2.1	Teilchen und Energie	246
9.2.2	Vereinigung der Kräfte	246

XII	Den Nachthimmel erleben	
	9.2.3	Dunkle Materie und dunkle Energie 248
	9.2.4	Raum-Zeit 249
9.3		Leben im Universum 251
	9.3.1	Entstehung des Lebens auf der Erde 251
	9.3.2	Die Entdeckung von Exoplaneten 253
	9.3.3	Habitable Zonen 256
	9.3.4	Kontaktaufnahme? 257
		Weiterführende Literatur 259
		Sachverzeichnis 261