

Inhalt

1. Entdeckung der Galaxien	
1.1 Erforschung des Universums	1
1.2 Frühe Anfänge	1
1.3 Die Nebel	3
1.4 Die Familie Herschel fängt mit dem Sterngucken an	5
1.5 Kosmische Strudel	7
1.6 Verstärkung für die Augen der Astronomen	8
1.7 Vom Chaos zur Ordnung	9
1.8 Extragalaktische Systematik	12
2. Beobachtung des extragalaktischen Universums	
2.1 Elektromagnetische Strahlung	16
2.2 Optische Teleskope	18
2.3 Radioteleskope	19
2.4 Röntgenteleskope	22
2.5 Spektroskopie	22
2.6 Himmelsdurchmusterungen	23
3. Entfernungen	
3.1 Entfernungen zu den Sternen	25
3.2 Die Sternstromparallaxenmethode	26
3.3 Kerzen anstatt Lineal	27
3.4 Standardkerzen in den Magellanschen Wolken	29
3.5 Galaxienentfernungen aus veränderlichen und explodierenden Sternen	30
3.6 Wasserstoffwolken als Kerzen	31
3.7 Das ferne Universum	32
3.8 Das Hubble-Diagramm	33
3.9 Sind die extragalaktischen Entfernungen zuverlässig?	35
4. Untersuchungen an normalen Galaxien	
4.1 Soziologie der Sterne	38
4.2 Spektren und Zusammensetzung der Sterne	40

4.3	Morphologie der Galaxien	44
4.4	Leuchtkräfte der Galaxien	46
4.5	Das Wiegen der Galaxien	48
4.6	Farben der Galaxien	51
4.7	Galaxienspektren	53
5.	Das Innere der Galaxien	
5.1	Der stellare Inhalt der Galaxien	55
5.2	Gas und Staub	56
5.3	Stätten der Sternentstehung	63
5.4	Die Radioemission von Spiralgalaxien	65
5.5	In welcher Art von Galaxis leben wir?	67
5.6	Vergleich zwischen unserer Galaxis und den Magellanschen Wolken	68
6.	Wechselwirkungen der Galaxien	
6.1	Gruppen von Galaxien	71
6.2	Ausreißende Galaxien brechen die Ketten	72
6.3	Brücken und Schwänze zwischen den Galaxien	76
6.4	Explodierende Galaxien	78
6.5	Die Energieerzeuger	81
7.	Die Kerne von Galaxien	
7.1	Die Zentralgebiete von Galaxien	82
7.2	Das Herz der Milchstraße	83
7.3	Die Kerne normaler Galaxien	88
7.4	Seyfert-Galaxien	90
7.5	Kerne als Kraftwerke der Galaxien	94
8.	Haufen von Galaxien	
8.1	Familien und Hierarchien von Galaxien	96
8.2	Unsere eigene Galaxienfamilie	97
8.3	Die nächsten großen Haufen	100
8.4	Röntgenstrahlen von Haufen	101
9.	Radiogalaxien	
9.1	Die Entdeckung ferner Radioquellen	103
9.2	Optische Eigenschaften der Radiogalaxien	105
9.3	Eigenschaften der Radioemission	106

9.4	Der Aufbau der Radiogalaxien	109
9.5	Einige gut untersuchte Radiogalaxien	111
9.6	Radiowellen von Kaulquappengalaxien	114
9.7	Probleme für die Modellmacher	116
10.	Quasistellare Objekte	
10.1	Die Entdeckung der Quasare	119
10.2	Beobachtungen der Radioemission von Quasaren	123
10.3	Geheimnisse der Quasarrotverschiebungen	125
10.4	Quasare und die Expansion des Universums	126
11.	Was liegt zwischen den Galaxien?	
11.1	Brauchen wir intergalaktische Materie?	133
11.2	Eigenschaften des intergalaktischen Gases	136
11.3	Die Jagd nach neutralem Gas	136
11.4	Ein heißes intergalaktisches Medium	138
11.5	Ist das Gas in der Nähe von Galaxienhaufen?	138
11.6	Elektronen und Magnetfelder im intergalaktischen Raum	139
11.7	Schnee, Sand, Ziegelsteine und Planeten?	139
11.8	Irrlichter zur Schließung des Universums	140
11.9	Abschließende Bemerkungen	142
12.	Das Energieproblem	
12.1	Ärger mit den Radiogalaxien	143
12.2	Konventionelle Energiequellen	144
12.3	Schwarze Löcher und Weiße Löcher	146
12.4	Die Zählung der Energie	150
13.	Ursprung und Entwicklung der Galaxien	
13.1	Der Anfang der Zeit	151
13.2	Protogalaxien aus Störungen	153
13.3	Entwicklung der Galaxien	155
13.4	Spiralstruktur	157
13.5	Die Ziele zukünftiger Forschung	159
	Namen- und Sachverzeichnis	163
	Verzeichnis astronomischer Objekte	167
	Tafeln 1-22	nach Seite 114