

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

# **Status und Perspektiven der Astronomie in Deutschland 2003–2016**

Denkschrift

Redaktionskomitee:

Andreas Burkert, Reinhard Genzel,  
Günther Hasinger, Gregor Morfill (Vorsitz),  
Peter Schneider, Detlev Koester (Vorsitzender  
des Rates Deutscher Sternwarten)



**WILEY-  
VCH**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

**DFG**

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	IX
<b>Zusammenfassung</b> .....	XI
<b>1</b> <b>Astronomie gestern, heute und morgen</b> .....	1
1.1     Die Entwicklung des Universums .....	1
1.2     Lebensweg der Sterne und Materiekreislauf .....	7
1.3     Neue Fenster ins All .....	18
<b>2</b> <b>Die wissenschaftlichen Themen</b> .....	24
2.1     Das Universum – Entstehung, Entwicklung und großräumige Struktur .....	24
2.1.1   Urknall und kosmische Hintergrundstrahlung .....	26
2.1.2   Die kosmische Entfernungsskala .....	29
2.1.3   Kosmologische Entwicklung .....	34
2.1.4   Die großräumige Struktur im Universum .....	39
2.1.5   Galaxienhaufen als kosmische Laboratorien .....	43
2.1.6   Ultrahochenergetische Gammaastronomie .....	48
2.1.7   Astroteilchenphysik .....	49
2.1.8   Neue Eigenschaften der Neutrinos .....	52
2.1.9   Gravitationswellenastronomie .....	54
2.2     Galaxien und massereiche Schwarze Löcher .....	55
2.2.1   Entstehung und Entwicklung von Galaxien .....	59
2.2.2   Struktur von Galaxien .....	69
2.2.3   Massereiche Schwarze Löcher .....	74
2.2.4   Aktive Galaxienkerne .....	82
2.3     Materiekreislauf und Sternentwicklung .....	87
2.3.1   Das interstellare Medium .....	91
2.3.2   Kosmische Strahlung .....	96
2.3.3   Der nächste Stern: die Sonne .....	98
2.3.4   Die Sterne .....	101
2.3.5   Sterne als chemische Fabriken und Motoren des Materiekreislaufs .....	106
2.3.6   Endstadien der Sternentwicklung .....	108

2.4	Stern- und Planetenentstehung: Protosterne, zirkumstellare Scheiben und extrasolare Planetensysteme. . . . .	116
2.4.1	Sternentstehung als fundamentaler Prozess im Kosmos . . . . .	117
2.4.2	Bildung massearmer Sterne: vom prästellaren Kern zur Staubscheibe	120
2.4.3	Massereiche Sterne, Sternhaufen und die Anfangsmassenverteilung	130
2.4.4	Extrasolare Planeten . . . . .	132
<b>3</b>	<b>Die Observatorien und Instrumente der nächsten fünfzehn Jahre . .</b>	<b>139</b>
3.1	Zugang zu Teleskopen und Beteiligung an internationalen Großprojekten . . . . .	139
3.2	Sicherung der Konkurrenzfähigkeit . . . . .	148
3.3	Stärkung der nationalen Initiativfähigkeit und Innovationskraft . . . .	149
3.4	Weitere geplante Weltraum- bzw. Ballonmissionen. . . . .	156
3.5	Neue Initiativen: Astroteilchen- und Gravitationswellenforschung . .	158
3.6	Die Projekte des nächsten Jahrzehnts. . . . .	162
3.7	Künftige Rolle existierender Einrichtungen . . . . .	168
3.7.1	Institut für Radioastronomie im Millimeterbereich (IRAM) . . . . .	168
3.7.2	Radioteleskop Effelsberg . . . . .	170
3.7.3	Calar-Alto-Sternwarte. . . . .	171
3.7.4	Sonnenteleskope . . . . .	174
<b>4</b>	<b>Struktur der astronomischen Forschung . . . . .</b>	<b>175</b>
4.1	Historische Entwicklung. . . . .	175
4.2	Gegenwärtiger Stand . . . . .	178
4.3	Forschungsinstitute. . . . .	180
4.4	Instrumente der Forschungsförderung . . . . .	185
4.5	Ausbildung. . . . .	188
4.6	Astronomie und Öffentlichkeit. . . . .	190
<b>5</b>	<b>Empfehlungen . . . . .</b>	<b>193</b>
5.1	Grundlegende Aspekte. . . . .	193
5.2	Instrumente und Projekte . . . . .	195
5.3	Große Projekte. . . . .	199
5.4	Mittlere Projekte . . . . .	199
5.5	Kleine Projekte . . . . .	201
5.6	Organisatorische Maßnahmen. . . . .	206
5.7	Wechselwirkung und Kooperation. . . . .	209
5.8	Sicherung und Stärkung der Förderinstrumente . . . . .	212
<b>6</b>	<b>Anhang. . . . .</b>	<b>222</b>
	Mitgliedsinstitute des Rates Deutscher Sternwarten . . . . .	222
	<b>Glossar/Akronyme . . . . .</b>	<b>232</b>
	<b>Teleskope, Instrumente, Experimente . . . . .</b>	<b>234</b>