

Inhalt

Vorwort	9
Die Jahrhundert-Entdeckung	11
1. Die Allgemeine Relativitätstheorie und ihre Folgen	13
Periheldrehung des Planeten Merkur	23
Lichtablenkung durch die Sonne	24
Gravitationslinsen	26
Einsteinringe und Einsteinkreuze	26
Gravitative Rotverschiebung des Lichts	28
Der Shapiro-Effekt verzögert Radarsignale	29
Kein GPS ohne Relativitätstheorie?	30
Die Raumzeit als zäher Leim: der Lense-Thirring-Effekt	31
Starke Gravitationsfelder verformen die Raumzeit	32
Die Kosmologische Konstante als »größte Eselei«?	36
Schwarze Löcher und andere relativistische Objekte	38

2. Albert Einsteins geniale Vorhersage	42
Geisterhafte Wellen im Kosmos.	44
Wie entstehen Gravitationswellen?	45
Quadrupolstrahlung	49
Auch ein Genie kann sich irren: Einsteins zweitgrößte Eselei?. ..	51
Was erzeugt Gravitationswellen?	52
Neutronensternsysteme und Doppelpulsare	56
Zusammenstürzende Schwarze Löcher	57
Kosmische Katastrophen.....	60
Kontinuierlich strahlende Quellen.....	63
Der Urknall als Gravitationswellensender?	64
Klassifizierung der Quellen	66
 3. Versuch und Irrtum:	
der lange Weg zum Erfolg	70
Zahlenspiele: Wie klein ist 10^{-21} ?	71
Joseph Weber zaubert Kaninchen aus seinem Zylinder	73
Die letzte Falschmeldung: alles nur Staub	80
Erste laseroptische Techniken	83
 4. Rieseninterferometer	85
Immer am Limit: ultrapräzise Messtechnik	93
Mit allen Feinessen	94
Einhundert Kilowatt Lichtleistung	95
Doppeltes Recycling	97
Vier Kilometer lange Vakuumsysteme	
und seismische Isolation	98
Der letzte Schliff: Advanced LIGO	100
Bis an die Grenzen der Quantenphysik	107

5. Schwarze Löcher im Supercomputer	116
Supercluster und eindrucksvolle Farbgrafiken	118
Schwarze Löcher als exakte Lösungen der Allgemeinen	
Feldgleichungen	120
Numeriker, Simulanten und das Lazarus-Projekt	124
Simulieren geht über studieren	130
Die Suche im kosmischen Heuhaufen	132
Mögliche Ergebnisse und deren Interpretation	135
 6. Was lange währt, wird endlich gut:	
der direkte Nachweis	137
Chronik eines historischen Ereignisses	138
Was wurde wirklich bewiesen?	143
Stimmt es diesmal? – Statistik und Datenanalyse	145
Das Milliarden-Dollar-Signal	147
Astrophysikalische Detektivarbeit	152
»Heller« als 70 Trilliarden Sterne	156
Ein kosmischer Tango der Superlative	159
Signale aus den Tiefen des Universums	162
Simulation und Realität	167
Wann kommt die nächste Welle?	172
 7. Gravitationswellenastronomie:	
Einsteins neues Fenster zum Kosmos	175
Neue Entdeckungen durch Gravitationswellenobservatorien?	177
VIRGO in Europa	183
Indien und Japan: LIGO-India und KAGRA	184
Neues Spiel, neues Glück, neue Messbereiche	189
Das erste Weltrauminterferometer: LISA	190
LISA Pathfinder und der ruhigste Ort im Sonnensystem	197
Detektoren, so groß wie das Universum selbst:	
Pulsar Timing Arrays	202

8. Gravitationswellen und Kosmologie..... 210

Die großen Unbekannten im Kosmos:

Dunkle Materie und Dunkle Energie 212

Die beschleunigte Expansion des Universums 218

Wurde Dunkle Materie entdeckt?..... 229

Bringen Gravitationswellen Licht ins Dunkel? 235

Vereinheitlichte Feldtheorien und Superstrings 237

Könnte die Raumzeit »Kosmische Strings« enthalten? 242

Steht Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie kurz

vor ihrem Ende? 246

Die Stringtheorie als Weltformel?..... 249

Inflation, MOND und andere Alternativen..... 256

Kosmologen benötigen nicht einmal einen Papierkorb 262

Welche Bedeutung könnten Gravitationswellen in der Zukunft haben?..... 265

Glossar 270

Literatur 276

Dank 277

Register 278

Bildnachweis 286