

# Inhalt

<b>Geleitwort von Prof. Danzmann.....</b>	<b>9</b>
---	----------

<b>Vorwort zur 2. Auflage.....</b>	<b>11</b>
------------------------------------	-----------

<b>Die Jahrhundert-Entdeckung .....</b>	<b>12</b>
---	-----------

## **1. Die Allgemeine Relativitätstheorie**

<b>und ihre Folgen .....</b>	<b>14</b>
------------------------------	-----------

Periheldrehung des Planeten Merkur .....	24
--	----

Lichtablenkung durch die Sonne .....	25
--------------------------------------	----

Gravitationslinsen .....	27
--------------------------	----

Einsteinringe und Einsteinkreuze .....	27
--	----

Gravitative Rotverschiebung des Lichts .....	29
--	----

Der Shapiro-Effekt verzögert Radarsignale .....	30
---	----

Kein GPS ohne Relativitätstheorie? .....	31
--	----

Die Raumzeit als zäher Leim: der Lense-Thirring-Effekt .....	32
--	----

Starke Gravitationsfelder verformen die Raumzeit .....	33
--	----

Die Kosmologische Konstante als »größte Eselei«? .....	37
--	----

Schwarze Löcher und andere relativistische Objekte .....	39
--	----

<b>2. Albert Einsteins geniale Vorhersage</b>	44
Geisterhafte Wellen im Kosmos	46
Wie entstehen Gravitationswellen?	47
Quadrupolstrahlung	51
Auch ein Genie kann sich irren: Einsteins zweitgrößte Eselei?	53
Was erzeugt Gravitationswellen?	55
Neutronensternsysteme und Doppelpulsare	58
Zusammenstürzende Schwarze Löcher	60
Kosmische Katastrophen	63
Kontinuierlich strahlende Quellen	66
Der Urknall als Gravitationswellensender?	66
Klassifizierung der Quellen	68
 <b>3. Versuch und Irrtum:</b>	
<b>der lange Weg zum Erfolg</b>	74
Zahlenspiele: Wie klein ist $10^{-21}$ ?	75
Joseph Weber zaubert Kaninchen aus seinem Zylinder	77
Die letzte Falschmeldung: alles nur Staub	84
Erste laseroptische Techniken	87
 <b>4. Rieseninterferometer</b>	90
Immer am Limit: ultrapräzise Messtechnik	97
Mit allen Feinessen	98
Einhundert Kilowatt Lichtleistung	99
Doppeltes Recycling	101
Vier Kilometer lange Vakuumsysteme	
und seismische Isolation	102
Der letzte Schliff: Advanced LIGO	104
Bis an die Grenzen der Quantenphysik	114

<b>5. Schwarze Löcher im Supercomputer</b>	120
Supercluster und eindrucksvolle Farbgrafiken	122
Schwarze Löcher als exakte Lösungen der Allgemeinen	
Feldgleichungen	124
Numeriker, Simulanten und das Lazarus-Projekt	128
Simulieren geht über studieren	134
Die Suche im kosmischen Heuhaufen	136
Mögliche Ergebnisse und deren Interpretation	139
 <b>6. Was lange währt, wird endlich gut:</b>	
<b>der direkte Nachweis</b>	141
Chronik eines historischen Ereignisses	142
Was wurde wirklich bewiesen?	148
Stimmt es diesmal? – Statistik und Datenanalyse	150
Das Milliarden-Dollar-Signal	154
Astrophysikalische Detektivarbeit	157
»Heller« als 70 Trilliarden Sterne	162
Ein kosmischer Tango der Superlative	165
Signale aus den Tiefen des Universums	167
Simulation und Realität	173
Wann kommt die nächste Welle? –	
Das wissenschaftliche Abenteuer hat erst begonnen!	177
Internationale Erfolge: VIRGO kommt mit ins Spiel	186
Gammablitz und verschmelzende Neutronensterne	189
Tödliche Strahlung und tonnenweise Gold	195
 <b>7. Gravitationswellenastronomie:</b>	
<b>Einsteins neues Fenster zum Kosmos</b>	203
Neue Entdeckungen durch Gravitationswellenobservatorien?	205
VIRGO in Europa	211
Indien und Japan: LIGO-India und KAGRA	213
Neues Spiel, neues Glück, neue Messbereiche	218

Das erste Weltrauminterferometer: LISA.....	219
LISA Pathfinder und der ruhigste Ort im Sonnensystem ....	226
Detektoren, so groß wie das Universum selbst:	
Pulsar Timing Arrays .....	231

## **8. Gravitationswellen und Kosmologie..... 240**

Die großen Unbekannten im Kosmos:	
Dunkle Materie und Dunkle Energie .....	242
Die beschleunigte Expansion des Universums .....	248
Wurde Dunkle Materie entdeckt?.....	259
Bringen Gravitationswellen Licht ins Dunkel? .....	266
Vereinheitlichte Feldtheorien und Superstrings .....	268
Könnte die Raumzeit »Kosmische Strings« enthalten? .....	273
Steht Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie	
kurz vor ihrem Ende?.....	277
Die Stringtheorie als Weltformel?.....	280
Inflation, MOND und andere Alternativen.....	287
Kosmologen benötigen nicht einmal einen Papierkorb .....	292

## **Welche Bedeutung könnten Gravitationswellen in der Zukunft haben?..... 296**

Glossar .....	302
Literatur .....	308
Dank .....	309
Register .....	310
Bildnachweis .....	318