

# Inhalt

Vierdimensionales Vorspiel 11

## *Teil I*

*Im Schlund von Raum und Zeit* 15  
Rätsel um unersättliche Schwerkraftfallen im All

Prolog auf der Erde 16

An den Fronten der Forschung 22

### **1. Schwarze Löcher** 27

Das Einfachste der Welt 27

Nomen est omen 31

Dunkle Sterne 33

Der Schwarzschild-Radius 34

Sterne so klein wie die Erde 36

Kollaps ins Bodenlose 40

Einstiens Irrtum 44

Hinter dem Ereignishorizont 45

Schwarze Löcher haben keine Haare 47

Durch Kerr-Tunnel ins Niemandsland 49

Weisse Löcher 51

### **2. Finales Fiasko** 54

Hawkings Wette 54

Spurlos verschwunden? 55

Kosmische Ordnung in Gefahr 60

### **3. Wege aus der Krise** 64

Im Labyrinth des Informationsparadoxons 64

Gravasterne, Holosterne und Fusselknäuel 72

Abfluss ins Nachbaruniversum? 80

Das Ende ist auch nicht mehr das, was es einmal war 84

Ein Informationskristall im Schwarzen Loch?	87
Informationen in der Hawking-Strahlung?	88
Saiten am Horizont	90
Eine tiefere Grundlage der Physik?	91
<b>4. Hawkings Revision</b>	<b>93</b>
Die verlorene Wette	93
Hawkings Vorschlag	95
Auf entlegenen Pfaden	98
Es hagelt Kritik	103
<b>5. Das Gewebe der Raumzeit</b>	<b>107</b>
Quantengeometrie	107
Einstinsche Alchemie	108
Die Zeit vor dem Urknall	110
Rückprall im schwarzen Zentrum	112
Dynamische Horizonte	115
Informationsbunker	117
Blick ins Schwarze Loch	119
<b>6. Schwarze Spiegel und Atome</b>	<b>126</b>
Reflexionen am Schwarzen Loch	126
Teilchen aus dem Schwarzen Loch	131
Schwarze Atome in uns allen?	135
<i>Teil II</i>	
<i>Mit Überlichtgeschwindigkeit</i>	
<i>zu den Sternen</i>	<i>141</i>
Wurmlöcher, Warp-Antrieb und Tachyonen	
<b>7. Zu neuen Ufern</b>	<b>142</b>
Motivationen für den Flug zu den Sternen	142
Angriff auf die Lichtmauer	144
Einstein und die Überlichtgeschwindigkeit	145
Sprünge und Flüge durch höhere Dimensionen	147

<b>8. Der Warp-Antrieb</b>	149
Designer-Raumzeiten	149
Die Warp-Blase	151
Negative Energie und die Kraft aus dem Vakuum	154
Kosmischer Frust	158
Staub, Strahlung und Streuprobleme	159
Vom Traum zu den Sternen	161
<b>9. Wurmlöcher</b>	165
Kosmische Schlupflöcher	165
Befahrbare Wurmlöcher	171
Anleitungen für Ingenieure	175
Tunnel im All gesucht!	180
Alternativen zur exotischen Materie	186
Geisterstrahlung und verwandte Löcher	188
<b>10. Tachyonen</b>	192
Überlichtschnelle Geisterteilchen	192
Imaginäre Ruhemasse	194
Die seltsamen Eigenschaften der Tachyonen	195
Die Suche nach den Tachyonen	198
Gott's Tachyonen-Universum	199
Sind Neutrinos Tachyonen?	201
Tachyonen-Triebwerke	205
Von der Fiction zur Science	207
<b>11. Fantastische Physik</b>	208
Lob des Möglichkeitssinns	208
Was ist Wissenschaft?	210
Wurmlöcher und Widerlegbarkeit	213
Voodoo Science: Betrug, Humbug und Tyrannei	217
Abgrenzung von den Pseudowissenschaften	222
Dynamische Forschungsprogramme	227
Was wissenschaftliches Wissen ausmacht	231
Neue Physik – von der Pyramide zum Ring?	236
Fazit: Wissenschaftlich wertvoll!	240

### *Teil III*

## *Zeitmaschinen, Zeitreisen und Zeitparadoxien* 243 Bewegungen durch die vierte Dimension

<b>12. Botschaften und Reisen durch die Zeit</b>	244
Gedankenexperimente in der Science Fiction	244
Im Reigen der Zeiten	247
Sinn und Unsinn von Zeitreisen	257
Science und Fiction der Zeitreisen	263
Flug in die Zukunft	265
Zeitdehnung und Zwillingsparadoxon	266
Rückwärtszeit	268
Logische Kapriolen mit Tachyonen	270
Überlichtschnell durch Extrdimensionen	272
Kranke Raumzeiten	278
<b>13. Zeitmaschinen groß und klein</b>	279
Das verrückte Gödel-Universum	279
Die kreisförmige Zeit	284
Gödel und die Folgen	288
Eine kurze Geschichte der Zeitmaschinen	291
Nackte Singularitäten, Weltränder und Zeitkreise	297
Wurmlöcher als Zeitmaschinen	303
Gebrauchsanweisung für Zeitmaschinisten	307
Miniatur-Zeitmaschinen in Genf	310
Schwarze Löcher im Labor: Gefahr für die Erde?	315
Mit Ringlasern in die Vergangenheit	319
<b>14. Zeitparadoxien – oder nicht?</b>	327
Temporale Fragwürdigkeiten	327
Schwindel erregende Paradoxien	330
Logische Notwehr oder (meta)physische Schadensbegrenzung	334
Die Suche nach Alternativen	336
Langweilige oder radikal neue Physik	338
Zeit im Doppelpack?	340
Die Zeitschutz-Verordnung	344

Zeitschutz und D-Branen	351
Das Selbstkonsistenzprinzip	354
Zeitreisen in Paralleluniversen	361
Die Zeit ist auch nicht mehr das, was sie einmal war	364
Temporäres Fazit	366
<b>15. Im Anfang war die Zeitschleife</b>	<b>368</b>
Murmeltier-Raumzeiten und Zeitkreise	368
Wie sich das Universum selbst erschaffen haben könnte	372
Gott und Gott	375
Der entrollte Zeitpfeil	376
Phantomenergie zerreißt das All	379
Vorwärts in die Vergangenheit	384
<b>Epilog: Neutrinos – Geisterteilchen sorgen für Wirbel</b>	<b>388</b>
Eine »überlichtschnelle« Nachricht	388
730 Kilometer durch die Erde	389
Die Suche nach Erklärungen	392
Mehr Neutrinos – und wieder überlichtschnell?	396
Ein lockeres Kabel sorgt für Ärger	397
Showdown in Kyoto	400
Von Fischern und Bergsteigern	402
<b>Appendix</b>	<b>404</b>
Lesestoff für (lange) Zeitreisen	404
Informationen aus dem Schwarzen Loch des Internets	407
Terrestrischer Dank	409
Register	410