

524.8
J30.12
524 88

Rüdiger Vaas

Tunnel durch Raum und Zeit

Einsteins Erbe –
Schwarze Löcher,
Zeitreisen und
Überlichtgeschwindigkeit

KOSMOS

524.8

Inhalt

I	
Im Schlund von Raum und Zeit	11
Rätsel um unersättliche Schwerkraftfallen im All	
Prolog auf der Erde	12
An den Fronten der Forschung	16
1. Schwarze Löcher	20
Das Einfachste der Welt	20
Nomen est omen	23
Dunkle Sterne	25
Der Schwarzschild-Radius	26
Sterne so klein wie die Erde	29
Kollaps ins Bodenlose	31
Einsteins Irrtum	35
Hinter dem Ereignishorizont	36
Schwarze Löcher haben keine Haare	37
Durch Kerr-Tunnel ins Niemandsland	39
Weißer Löcher	42
2. Finales Fiasko	44
Hawkings Wette	44
Spurlos verschwunden?	45
Kosmische Ordnung in Gefahr	49
3. Wege aus der Krise	53
Im Labyrinth des Informationsparadoxons	53
Gravasterne, Holosterne und Fusselknäuel	60
Abfluss ins Nachbaruniversum?	64
Das Ende ist auch nicht mehr das, was es einmal war	67
Ein Informationskristall im Schwarzen Loch?	69
Informationen in der Hawking-Strahlung?	71
Saiten am Horizont	72
Eine tiefere Grundlage der Physik?	73

4. Hawkings Revision	75
Die verlorene Wette	75
Hawkings Vorschlag	76
Auf entlegenen Pfaden	79
Es hagelt Kritik	83
5. Das Gewebe der Raumzeit	86
Quantengeometrie	86
Einsteinsche Alchemie	87
Die Zeit vor dem Urknall	88
Rückprall im Schwarzen Zentrum	90
Dynamische Horizonte	92
Informationsbunker	94
Blick ins Schwarze Loch	95
6. Schwarze Spiegel	99
Reflexionen am Schwarzen Loch	99
Teilchen aus dem Schwarzen Loch	104
II	
Mit Überlichtgeschwindigkeit zu den Sternen	109
Wurmlöcher, Warp-Antrieb und Tachyonen	
7. Zu neuen Ufern	110
Motivationen für den Flug zu den Sternen	110
Angriff auf die Lichtmauer	112
Einstein und die Überlichtgeschwindigkeit	113
Sprünge und Flüge durch höhere Dimensionen	114
8. Der Warp-Antrieb	116
Designer-Raumzeiten	116
Die Warp-Blase	117
Negative Energie und die Kraft aus dem Vakuum	120
Kosmischer Frust	125
Staub, Strahlung und Streuprobleme	125
Vom Traum zu den Sternen	127
9. Wurmlöcher	130
Kosmische Schlupflöcher	130
Eine kurze Geschichte der Wurmlöcher	133

Befahrbare WurmLöcher	135
Anleitungen für Ingenieure	138
Alternativen zur exotischen Materie	144
Geisterstrahlung und verwandte Löcher	146
Kosmische Seltsamkeiten	147

10. Tachyonen	150
Überlichtschnelle Geisterteilchen	150
Imaginäre Ruhemasse	151
Die seltsamen Eigenschaften der Tachyonen	153
Die Suche nach den Tachyonen	155
Gotts Tachyonen-Universum	156
Sind Neutrinos Tachyonen?	157
Tachyonen-Triebwerke	159
Von der Fiction zur Science	160

III

Zeitmaschinen, Zeitreisen und Zeitparadoxien	163
Bewegungen durch die vierte Dimension	

11. Botschaften und Reisen durch die Zeit	164
Zeitreisen in der Science-Fiction	164
Im Reigen der Zeiten	167
Sinn und Unsinn von Zeitreisen	175
Science und Fiction von Zeitreisen	179
Flug in die Zukunft	181
Zeitdehnung und Zwillingsparadoxon	182
Rückwärtszeit	184
Logische Kapriolen mit Tachyonen	185
Kranke Raumzeiten	188

12. Zeitmaschinen groß und klein	189
Das verrückte Gödel-Universum	189
Die kreisförmige Zeit	192
Gödel und die Folgen	194
Eine kurze Geschichte der Zeitmaschinen	197
WurmLöcher als Zeitmaschinen	201
Gebrauchsanweisung für Zeitmaschinen-Ingenieure	205
Eine Lichtbremse als Zeitmaschine	207

13. Zeitparadoxien – oder nicht?	213
Temporale Fragwürdigkeiten	213
Schwindel erregende Paradoxien	215
Logische Notwehr oder (meta)physische Schadensbegrenzung	219
Die Suche nach Alternativen	220
Langweilige oder radikal neue Physik	221
Die Zeitschutz-Verordnung	223
Zeitschutz und D-Branen	227
Das Selbstkonsistenzprinzip	230
Zeitreisen in Paralleluniversen	234
14. Im Anfang war die Zeitschleife	237
Murmeltier-Raumzeiten und Zeitkreise	237
Wie sich das Universum selbst erschaffen haben könnte	240
Gott und Gott	243
Der entrollte Zeitpfeil	244
Appendix	247
Lesestoff für (lange) Zeitreisen	247
Informationen aus dem Schwarzen Loch des Internets	249
Bildnachweis	250
Dank	250
Register	251

Die Welt als Würfelspiel?: »Gott würfelt nicht«, glaubte Albert Einstein. »Gott wirft die Würfel sogar manchmal dorthin, wo man sie nicht sehen kann«, konterte Stephen Hawking. Er meinte damit, dass Schwarze Löcher eine neue Dimension des Zufalls ins Universum bringen. Doch wenn sie Würfel und anderes auf Nimmerwiedersehen verschlucken könnten, dann wären die Fundamente der Physik in Gefahr.