

# Inhalt

VORWORT . . . . .	15
1 WAS IST WIRKLICHKEIT? . . . . .	17
Nicht das, was es zu sein scheint . . . . .	17
Wie lautet die wichtigste Frage? . . . . .	23
Die Reise beginnt . . . . .	27
ERSTER TEIL	
HINAUSGEZOOMT . . . . .	35
2 UNSERE STELLUNG IM RAUM . . . . .	37
Kosmische Fragen . . . . .	37
Wie groß ist der Weltraum? . . . . .	39
Die Größe der Erde . . . . .	42
Entfernung zum Mond . . . . .	44
Entfernung zur Sonne und zu den Planeten . . . . .	45
Entfernung zu den Sternen . . . . .	47
Entfernung zu den Galaxien . . . . .	52
Was ist Raum? . . . . .	55
3 UNSERE STELLUNG IN DER ZEIT . . . . .	61
Woher stammt unser Sonnensystem? . . . . .	62
Woher stammen die Galaxien? . . . . .	71
<i>Galaxienbildung</i> . . . . .	71
<i>Unser Universum könnte expandieren</i> . . . . .	73
<i>Unser Universum expandiert tatsächlich</i> . . . . .	77
<i>Das expandierende Universum begreifen</i> . . . . .	79
<i>Wohin expandiert unser Universum?</i> . . . . .	81
<i>Der kosmische Hörsaal</i> . . . . .	82

---

	Woher stammen die rätselhaften Mikrowellen? . . . . .	84
	<i>Der kosmische Plasmaschirm</i> . . . . .	85
	<i>Die aufgespürte Nachglut</i> . . . . .	87
	<i>Babyfotos unseres Universums</i> . . . . .	88
	<i>Der Goldrausch</i> . . . . .	90
	<i>Der kosmische Wasserball</i> . . . . .	96
	<i>Die Achse des Bösen</i> . . . . .	97
	<i>Die kosmische Hintergrundstrahlung wird erwachsen</i> . . . . .	99
	Woher stammen die Atome? . . . . .	101
	<i>Der kosmische Fusionsreaktor</i> . . . . .	101
	<i>Urknall in Gefahr</i> . . . . .	103
	<i>Was genau ist eigentlich ein Urknall?</i> . . . . .	105
4	UNSER UNIVERSUM IN ZAHLEN . . . . .	111
	Gesucht: Präzisionskosmologie . . . . .	112
	Präzise Mikrowellenhintergrundfluktuationen . . . . .	116
	<i>Teleskope und Computer</i> . . . . .	117
	<i>Gold in den Hügeln</i> . . . . .	120
	<i>Dunkle Energie</i> . . . . .	122
	<i>Eine Trefferquote von 50 Prozent</i> . . . . .	124
	<i>Die Beule ist zurück</i> . . . . .	126
	Präzise Clusterbildung von Galaxien . . . . .	127
	<i>Rotverschiebungskataloge von Galaxien</i> . . . . .	128
	<i>Von verspotteter Kosmologie zur Präzisionskosmologie</i> . . . . .	132
	Die endgültige Karte unseres Universums . . . . .	138
	<i>Was zu erforschen bleibt</i> . . . . .	138
	<i>Wasserstoffvermessung</i> . . . . .	141
	<i>Was ist eigentlich ein Teleskop?</i> . . . . .	142
	<i>Das Omniskop</i> . . . . .	144
	Woher stammt unser Urknall? . . . . .	147
5	UNSER KOSMISCHER URSPRUNG . . . . .	151
	Was ist mit unserem Urknall los? . . . . .	152
	<i>Das Horizontproblem</i> . . . . .	154
	<i>Das Flachheitsproblem</i> . . . . .	156

Wie die Inflation funktioniert . . . . .	158
<i>Die Kraft der Verdoppelung</i> . . . . .	158
<i>Gelöste Probleme</i> . . . . .	161
<i>Wer hat das ultimative kostenlose Mittagessen bezahlt?</i>	163
Das Geschenk, das sich ständig selbst erneuert. . . . .	166
<i>Inflationszugabe</i> . . . . .	166
<i>Die Dichteschwankungen im frühen Universum</i> . . .	167
Ewige Inflation . . . . .	172
<i>Nicht aufzuhalten</i> . . . . .	173
<i>Wie man einen unendlichen Raum</i> <i>in einem endlichen Volumen erschafft</i> . . . . .	176
6 WILLKOMMEN IM MULTIVERSUM. . . . .	185
Das Ebene-I-Multiversum . . . . .	185
<i>Was ist ein Universum?</i> . . . . .	186
<i>Wie sehen Ebene-I-Paralleluniversen aus?</i> . . . . .	189
<i>Sind Paralleluniversen unwissenschaftlich?</i> . . . . .	191
<i>Beweise für Ebene-I-Paralleluniversen</i> . . . . .	194
<i>Wo sind die Ebene-I-Paralleluniversen?</i> . . . . .	200
Das Ebene-II-Multiversum . . . . .	203
<i>Viele Universen in einem Raum</i> . . . . .	204
<i>Vielfalt!</i> . . . . .	206
<i>Feinabstimmung als Nachweis für das</i> <i>Ebene-II-Multiversum</i> . . . . .	213
<i>Feinabgestimmte dunkle Energie</i> . . . . .	214
<i>Feinabgestimmte Teilchen</i> . . . . .	216
<i>Feinabgestimmte Kosmologie</i> . . . . .	217
<i>Die Glücksfall-Erklärung</i> . . . . .	218
<i>Das A-Wort</i> . . . . .	219
<i>Mit welchen Vorhersagen können wir rechnen?</i> . . . .	222
<i>Nicht alles ist verloren</i> . . . . .	225
Halbzeitzusammenfassung zum Thema Multiversum . . . . .	228

## ZWEITER TEIL

HINEINGEZOOMT . . . . .	235
7 KOSMISCHE LEGOSTEINE . . . . .	237
Atomare Legosteine . . . . .	238
Nukleare Legosteine . . . . .	240
Das Lego der Teilchenphysik . . . . .	243
Mathematische Legosteine . . . . .	246
Photonenlegosteine . . . . .	250
Über dem Gesetz? . . . . .	252
Quanten und Regenbögen . . . . .	255
Wellen schlagen . . . . .	257
Quantenmerkwürdigkeit . . . . .	262
Der Zusammenbruch des Konsens. . . . .	264
Das Verrückte lässt sich nicht einschränken . . . . .	268
Quantenkonfusion . . . . .	270
8 DAS EBENE-III-MULTIVERSUM . . . . .	273
Das Ebene-III-Multiversum . . . . .	275
Die Illusion der Zufälligkeit . . . . .	283
Quantenzensur . . . . .	290
Die Freuden des Ausgestochenen . . . . .	297
Warum Ihr Gehirn kein Quantencomputer ist . . . . .	301
Subjekt, Objekt und Umgebung . . . . .	306
Quantenselbstmord . . . . .	312
Quantenunsterblichkeit . . . . .	318
Vereinigte Multiversen . . . . .	322
Wechselnde Ansichten: Viele Welten oder Viele Worte . . . . .	329

## DRITTER TEIL

ABSTAND GEWINNEN . . . . .	337
9 INNERE WIRKLICHKEIT, ÄUSSERE WIRKLICHKEIT UND KONSENSWIRKLICHKEIT . . . . .	339
Äußere Wirklichkeit und innere Wirklichkeit . . . . .	341
Die Wahrheit, die ganze Wahrheit und nichts als die Wahrheit . . . . .	343
Konsenswirklichkeit . . . . .	345
Physik: Die äußere Wirklichkeit mit der Konsenswirklichkeit verbinden . . . . .	349
10 MATERIELLE WIRKLICHKEIT UND MATHEMATISCHE WIRKLICHKEIT . . . . .	355
Mathe, überall Mathe! . . . . .	359
<i>Formen, Muster und Gleichungen</i> . . . . .	361
<i>Zahlen</i> . . . . .	363
<i>Mehr Hinweise</i> . . . . .	368
Die Hypothese des Mathematischen Universums . . . . .	370
<i>Ballast abwerfen</i> . . . . .	371
<i>Mathematische Strukturen</i> . . . . .	377
Was ist eine mathematische Struktur? . . . . .	378
<i>Ballast und gleichwertige Beschreibungen</i> . . . . .	379
<i>Ballast und mathematische Strukturen</i> . . . . .	382
<i>Symmetrie und andere mathematische Eigenschaften</i> . . . . .	384
11 IST ZEIT EINE ILLUSION? . . . . .	395
Wie kann die materielle Wirklichkeit mathematisch sein? . . . . .	396
<i>Zeitlose Wirklichkeit</i> . . . . .	396
<i>Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft</i> . . . . .	398
<i>Wie Raumzeit und »Stoff« mathematisch sein können</i> . . . . .	401
<i>Beschreibung kontra Äquivalenz</i> . . . . .	405
Was sind Sie? . . . . .	407
<i>Der Zopf des Lebens</i> . . . . .	408
<i>Im Augenblick leben</i> . . . . .	412

<i>Bewusstseinsfähigkeit</i> . . . . .	418
<i>Die Vorhersage Ihrer Zukunft</i> . . . . .	420
Wo sind Sie (und was nehmen Sie wahr)? . . . . .	421
<i>Die Vorhersage Ihrer Zukunft – erneut aufgegriffen.</i> . . . . .	422
<i>Bewusstseinsfähigkeit finden</i> . . . . .	423
<i>Berechnung der inneren Wirklichkeit:</i>	
<i>Was hat uns die Geschichte gelehrt?</i> . . . . .	427
Wann sind Sie? . . . . .	432
<i>Jenseits des zweifachen Ansatzes von Popper</i> . . . . .	433
<i>Warum sind Sie keine Ameise?</i> . . . . .	435
<i>Warum Sind Sie kein Boltzmann-Gehirn?</i> . . . . .	440
<i>Das Weltuntergangsargument.</i> . . . . .	444
<i>Warum ist die Erde so alt?.</i> . . . . .	446
<i>Warum sind wir nicht jünger?.</i> . . . . .	448
<i>Das Maßproblem: Die Physik in der Krise</i> . . . . .	450
<i>Unendliche Probleme</i> . . . . .	455
12 DAS EBENE-IV-MULTIVERSUM . . . . .	461
Warum ich an das Multiversum der Ebene IV glaube . . . . .	461
<i>Warum diese Gleichungen und keine anderen?</i> . . . . .	461
<i>Mathematische Demokratie</i> . . . . .	462
<i>Wie die Hypothese vom Mathematischen Universum</i> <i>(HMU) auf das Ebene-IV-Multiversum hinausläuft.</i> . . . . .	464
Die Erkundung des Ebene-IV-Multiversums:	
Was gibt's da draußen? . . . . .	467
<i>Unsere unmittelbare Nachbarschaft</i> . . . . .	467
<i>Unsere Postleitzahl im Ebene-IV-Multiversum</i> . . . . .	469
<i>Die Struktur des Ebene-IV-Multiversums</i> . . . . .	473
<i>Grenzen des Ebene-IV-Multiversums: Unentscheidbar,</i> <i>unberechenbar und undefiniert</i> . . . . .	475
<i>Die Hypothese des Berechenbaren Universums</i> . . . . .	479
<i>Die transzendente Struktur von Ebene IV</i> . . . . .	483
Auswirkungen des Ebene-IV-Multiversums . . . . .	485
<i>Symmetrien und darüber hinaus</i> . . . . .	485
<i>Die Illusion von Anfangsbedingungen</i> . . . . .	488
<i>Die Täuschung der Zufälligkeit</i> . . . . .	489

	<i>Die Täuschung der Komplexität</i> . . . . .	490
	<i>Anfangsbedingungen neu interpretiert</i> . . . . .	495
	<i>Zufälligkeit neu interpretiert</i> . . . . .	496
	<i>Wie die Komplexität auf ein Multiversum hinweist</i> . . . . .	497
	Leben wir in einer Simulation? . . . . .	499
	<i>Die falsche Vorstellung von der Zeit</i> . . . . .	500
	<i>Eine andere Berechnungsart</i> . . . . .	502
	<i>Muss eine Simulation wirklich ausgeführt werden?</i> . . . . .	503
	Die Beziehungen zwischen der HMU, dem Ebene-IV-Multiversum und anderen Hypothesen . . . . .	504
	Die Überprüfung des Ebene-IV-Multiversums . . . . .	506
	<i>Die Vorhersage von etwas Typischem</i> . . . . .	506
	<i>Die Vorhersage der mathematischen Gesetzmäßigkeit</i> . . . . .	510
13	DAS LEBEN, UNSER UNIVERSUM UND DER GANZE REST . . . . .	515
	Wie groß ist unsere materielle Wirklichkeit? . . . . .	515
	<i>Plädoyer für eine kleinere Wirklichkeit</i> . . . . .	517
	<i>Plädoyer für eine größere Wirklichkeit</i> . . . . .	522
	Die Zukunft der Physik . . . . .	525
	Die Zukunft unseres Universums –	
	Wie wird es enden? . . . . .	527
	Die Zukunft des Lebens . . . . .	533
	<i>Existentielle Risiken</i> . . . . .	534
	<i>Unsere sterbende Sonne</i> . . . . .	536
	<i>Asteroiden, Supernovae und Supervulkane</i> . . . . .	538
	<i>Selbstverschuldete Probleme</i> . . . . .	541
	<i>Versehentlicher Atomkrieg</i> . . . . .	542
	<i>Eine feindselige Singularität</i> . . . . .	545
	<i>Menschliche Dummheit: Aus kosmischer Perspektive</i> . . . . .	554
	<i>Menschliche Gesellschaft: Aus wissenschaftlicher     Perspektive</i> . . . . .	556
	Ihre eigene Zukunft – Sind Sie unbedeutend? . . . . .	563
	<i>Der Sinn des Lebens</i> . . . . .	563
	<i>Warum sollten wir uns um unser eigenes     Universum kümmern?</i> . . . . .	565
	<i>Sind wir unbedeutend?</i> . . . . .	566

<i>Sind wir allein?</i> . . . . .	567
<i>Sind wir wirklich unbedeutend?</i> . . . . .	571
DANK. . . . .	574
ANMERKUNGEN . . . . .	575
LITERATUREMPFEHLUNGEN . . . . .	590
REGISTER . . . . .	598