

Reinhard Breuer

Das anthropische Prinzip

Der Mensch
im Fadenkreuz der
Naturgesetze

Mit einem Vorwort
von
Rudolf Kippenhahn

Meyster

Inhalt

Vorwort 13

I

Die Stellung des Menschen im Universum 17

- Der Mensch im Fadenkreuz der Naturgesetze 17
- Das anthropische Prinzip — starke Version/schwache Version 23
 - Die Stellung des Menschen im Universum 26
- Das anthropische Prinzip — Optimismus gegen Pessimismus 27
 - Wie lassen sich Naturgesetze verändern? 28
- Anthropisch oder anthropozentrisch (Kritik am anthropischen Prinzip) 31

II

Dirac und der kosmische Zufall 35

- Diracs kosmische Überraschung 35
- Die Erklärung der Natur - der Streit um den Physikalismus 36
 - Die Fundamentalkonstanten der Naturkräfte 41
- Die Fundamentalkonstanten der Materie und die Massen der elementaren Teilchen 47
 - Die Fundamentalparameter des Kosmos 48
- Die klassischen »kosmischen Zufälle« — ein Ausdruck des anthropischen Prinzips? 49
 - Wer war der Erste? 54
- Das allzu menschliche Schicksal der Konstanten 56
 - Die »Natur« der Naturkonstanten 57

III

Fundamentarteilchen mit Charm 61

Das Innenleben der Materie	61
Die Stabilität der Materie und das anthropische Prinzip	62
Der Raum muß dreidimensional sein	65
Die Lebensdauer des Prinzips von Wolfgang Pauli	67
Einsteins Traum und die Einheit der Naturkräfte	68
Wenn Quarks und Leptonen miteinander spielen	72
Geschmäcker und Farben im Quark	75
Das Generationenspiel: Warum wiederholt sich die Natur?	77
Die Grundfragen der Materie: Was ist fundamental in der Natur?	80
Die Grundfragen der Materie: Ertrinken wir im Teilchenmeer?	85
Die Grundfragen der Materie: Gibt es nur eine (Ur-)Kraft?	87
Die fünfte, superschwache Kraft der Natur	89

IV

Der Mensch als Maßstab für den Urknall 94

Modelle des Universums - Randbedingungen für das irdische Leben	94
Das anthropische kosmologische Prinzip	97
Warum es Nacht wird in der Nacht	103
Wenn es Tag bliebe in der Nacht ...	105
Die Reste des Urknalls	107
Wasserstoff und Helium: Rohstoffe der Sterne	111
Die Masse des Neutrinos	114
Chaos oder Ordnung: Warum ist das Universum isotrop?	118
Zyklischer Kosmos und die biologische Auswahl der Naturkonstanten	124
Wie entstanden Galaxien?	126
War die Schwerkraft früher stärker?	128
Wie universal sind Fundamentalkonstanten? - Beobachtete Grenzen der Veränderung	133
Der Endknall und das anthropische Prinzip	135
 Was uns Quasare über die Naturgesetze erzählen	 138
Nachrichten vom Anfang der Welt	138
Die Quasarstory	140
Fast so schnell wie Licht	143

Ein Lieferant für Quasarenergie: supermassive Schwarze Löcher	147
Springbrunnen und Doppelauspuff	151
Doppel- und Tripelquasare	154
Quasare und die Veränderung der Naturkräfte	157

VI

Sternexplosionen und intelligentes Leben	160
Schwere Elemente für die Biologie	160
Das Dilemma der Supernova-Experten	162
Die Sprengung eines Sternes	165
Steckt die Supernova-Forschung in einer Sackgasse?	168
Supernovae und der Neutrinozünder	170
Die Supernova vom Jahr 1054	172
Löste eine Supernova die Entstehung des Sonnensystems aus?	174
Die Gelben Zwerge und das anthropische Prinzip	175
Die Leuchtkraft der Sonne und das anthropische Prinzip	179

VII

Erde und Kosmos: Geophysik und anthropisches Prinzip	182
Die Erde und die variable Schwerkraft	182
Die Expansion der Erde	184
Die Abkühlung der Erde	186
Radioaktive Elemente und die starke Wechselwirkung	189
Himmlisches Chaos und irdische Katastrophen	191
Kosmische Strahlen und die biologische Evolution	195
Der Zusammenbruch des Erdmagnetfeldes	198
Die Natur in Potenzen der Zahl $N = 10^{80}$	200

VIII

Die Eindeutigkeit des Lebens: Biologie und anthropisches Prinzip	203
Intelligente Lebewesen und die physikalischen Gesetze	203
Lebende Systeme - eine 7-mal-19-Matrix?	204
Selbststeuerung und hierarchische Kontrolle	207
Wasser ist ein besonderer Saft!	217
Ein Ersatz für Wasser?	220
Die räumliche Faltung der Biomoleküle	222
Ohne Kupfer und Vanadium kein Leben	224

IX

Der kosmische Lebensplan	226
Andere Universen	226
Ein Beispiel für ein »alternatives« Universum	227
Prinzipien im Wettstreit	231
Können wir ein einfacheres Universum bauen?	236

Anhang 240

Literaturhinweise 248