

Hans-Joachim Blome  
Harald Zaun

# **DER URKNALL**

Anfang und Zukunft des Universums

Verlag C.H.Beck

# Inhalt

Einleitung: Kosmos und Mensch in der Gegenwart	8
<b>I. Terminologie, Etymologie und Philosophie des Urknalls</b>	<b>11</b>
<b>II. Wegbereiter der modernen Kosmologie</b>	<b>14</b>
1. Philosophische Kosmogonen der Antike	14
2. «Renaissance» und Aufklärung	17
3. Aufkommen des Evolutionsgedankens	21
4. Von Einstein bis Hawking	24
<b>III. Materie</b>	<b>31</b>
1. Struktur und Verteilung der kosmischen Materie	31
2. Bewegung der Materie – Flucht der Galaxien	34
3. Atomare und subatomare Struktur der kosmischen Materie	35
4. Materie statt Antimaterie	36
5. Häufigkeitsverteilung der chemischen Elemente	37
6. Virtuelle Materie – Weltraumvakuum	41
<b>IV. Raum</b>	<b>42</b>
1. Absoluter Raum und Newton'sche Kosmologie	42
2. Raumzeit-Geometrie der Minkowski-Welt	43
3. Der expandierende Weltraum – dynamische Geometrie	43
4. Urknall ad oculos: das Olbers'sche Paradoxon	47
<b>V. Zeit</b>	<b>49</b>
1. Universelle Weltzeit	49
2. Alter von Planeten, Sternen und Galaxien	50
3. Expansionsalter	52
4. Richtung der Zeit	53

<b>VI. Friedmann-Lemaître-Weltmodelle</b>	<b>54</b>
1. Gravitation – Seele des Weltalls	54
2. Relativistische Kosmologie	55
3. Expansionsdynamik kosmologischer Modelle	56
4. Strahlungs- und Materiekosmos	58
<b>VII. Geschichte des Kosmos</b>	<b>60</b>
1. Fiat Lux	60
2. Kosmologische Epochen – Inflation	60
3. Ursprung der Galaxien	70
4. Strukturentstehung und Zunahme der Entropie	72
<b>VIII. Anthropisches Prinzip – War die Gegenwart das Ziel?</b>	<b>75</b>
1. Anthropisches Prinzip und Urknall	75
2. Feinabstimmungen als Voraussetzung	76
3. Die drei Varianten des Anthropischen Prinzips	79
4. Teleologische Interpretationen	80
5. Leben – nur ein Übergangsphänomen?	81
<b>IX. Anfang des Kosmos</b>	<b>84</b>
1. Die Anfangssingularität – Creatio ex nihilo?	84
2. Quantenkosmologie	86
3. Nichtsingulärer Anfang – Big Bounce	90
4. Zyklische Urknall-Modelle	91
5. Multiversum – Babyuniversen aus Schwarzen Löchern?	95
6. Stringkosmologie	96
<b>X. Zukunft des Kosmos</b>	<b>98</b>
1. Nur vorübergehende Epoche des Universums?	98
2. Naturgesetze und Prognose	99
3. Deterministisches Chaos und Unbestimmtheit der Quanten	100
4. Unbekannter gegenwärtiger Zustand der Welt	102
5. Schicksal des Kosmos	102

<b>XI. Teleskop als Zeitmaschine</b>	<b>107</b>
1. Blick in den Raum durch das Prisma der Zeit	107
2. Unsichtbarer Urknall mit Lichtecho	108
3. Frühzeit des Materiekosmos – Universum incognitum	109
4. Der Urknall im Visier	110
<b>Anhang</b>	
Anmerkungen	115
Literatur	122
Register	124