

Eugen Drewermann

Im Anfang...

Die moderne Kosmologie und die
Frage nach Gott

Glauben in Freiheit, Band 3

Religion und Naturwissenschaft
3. Teil: Kosmologie und Theologie

Mit neun Farbtafeln

Walter Verlag
Düsseldorf und Zürich

Inhalt

Vorwort	13
Einleitung: Von Dichtung und Wahrheit	19
A. Der Planet Erde und das System der Planeten	29
1. Eine unwahrscheinliche Gunst der Umstände oder: Die Entstehung der Erde mit ihrer Atmosphäre und ihrem Magnetfeld	31
2. Die Entstehung des Sonnensystems oder: Von Planeten, Monden und Kometen	55
B. Von Sonne und Sternen	85
1. Warum die Sonne leuchtet	87
2. Unsere Sonne: Ihr Aufbau, ihre Stellung unter den Hauptreihensternen und ihre Entwicklung	108
C. Im Schoße der Galaxis oder: Sternenstaub	145
1. Sterne, schwerer als die Sonne oder: Von Novae, Supernovae (Neutronensternen) und Schwarzen Löchern	152
a) Novae	152
b) Supernovae	167
c) Schwarze Löcher	185
2. Die Bildung neuer Sterne in Molekülwolken und die Bildung des Sonnensystems durch Supernovae-Explosionen	200

D. Die Galaxis und die Galaxien	227
1. In den Armen der Galaxis	230
2. Milchstraßen außerhalb «unserer» Milchstraße oder: Von Galaxien, Galaxienhaufen und Quasaren	245
a) Die Frage der Entfernung und die Expansion des Weltalls	245
b) Strukturen und Eigenschaften von Galaxien	258
c) «Unsere» Lokale Gruppe. Wechselwirkungen zwischen Galaxien. Von Galaxienhaufen und Superhaufen	280
d) Am Rande der Welt: Von Aktiven Galaxien, Radiogalaxien und dem «Echo» des «Urknalls»: der Hintergrundstrahlung	303
E. Von den Naturgesetzen	337
1. Was ist ein Naturgesetz?	339
a) Ein bißchen Philosophiegeschichte oder: Von Platon zu Kant	339
b) Wie findet man ein Naturgesetz oder: Die Entdeckung der Gravitation zum Beispiel	358
2. Zur Form und Bedeutung von Naturgesetzen	373
a) Die Mathematik der Naturwissenschaften und der Gott der Theologen	373
b) «Komplexität», «Komprimierbarkeit» und «Tiefe» von Naturgesetzen oder: In welchem Sinne ist die Mathematik eine Kunst?	394
F. Grundgedanken der Speziellen Relativitätstheorie	415
1. Das Relativitätsprinzip der klassischen Mechanik und seine Grenzen	419
a) Aporien der klassischen Mechanik: Elektromagnetismus, Lichtwellen, der Lichtäther und das elektromagnetische Feld	423
b) Das MICHELSON-MORLEY-Experiment oder: Vom Ende des Lichtäthers und von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	441
c) Die FITZGERALD-Gleichung und die LORENTZ-Gleichung oder: Von Längenverkürzung, lokaler Zeit und Massenzuwachs	452

2.	Die Spezielle Relativitätstheorie oder:	
	Die Strukturen von Raum und Zeit	457
	a) Was eigentlich heißt «gleichzeitig»?	459
	b) Die Zeitdilatation	464
	c) Die Längenkontraktion sowie:	
	Von einer Konstanten der Raum-Zeit	472
	d) Massenzuwachs in den Strukturen der Raum-Zeit	478
	e) Die Folgen für den Aufbau der Materie	497
G.	Grundgedanken der Allgemeinen Relativitätstheorie oder:	
	Die gekrümmte Raum-Zeit	507
	1. Zwei logische Voraussetzungen:	
	Eine physikalische und eine geometrische	510
	a) Das Äquivalenzprinzip oder: Die Gleichheit von träger und schwerer Masse sowie die Beugung des Lichts	510
	b) Zur Geometrie gekrümmter Flächen	520
	2. Die Geometrie der Einheit von Zeit, Raum und Materie	534
	a) Die gekrümmte Raum-Zeit oder:	
	Wie Masse die Raumstruktur verformt	534
	b) Wie Masse die Zeitstruktur verformt, warum Licht durch Masse ablenkbar ist und wie die Bahn des Merkur sich ändert	554
	c) Vom Griff der Raum-Zeit auf die Materie oder: Von der Erhaltung der Impuls-Energie	586
	3. Zwei kosmologische Folgen	603
	a) Von Form und Schicksal der gesamten Welt oder: Von der Bedeutung der dunklen Materie und der Entstehung der Galaxien	603
	b) Ein Paradigma von Ende und Anfang oder: Noch einmal: Zur Physik der Schwarzen Löcher	628
H.	Wo wohnt der liebe Gott? oder: Theologische Betrachtungen zu den Begriffen Raum und Zeit. Der Himmel und das Himmelreich . . .	645
	1. Der «Himmel» und das Empyreum oder: Was der Zusammenbruch der Hypothese vom Lichtäther bedeutet	648

a) Im Erbe von Thomas von Aquin und Dante oder: Von einem ungelösten Problem der christlichen Eschatologie . . .	648
b) Vier Lösungsversuche der modernen Theologie oder: Von Kant zu Rahner	661
2. Vom Raumbezug religiöser Hoffnung oder: Was bedeuten «Oben» und «Jenseits» in der menschlichen Psyche? . .	673
a) Vom Revierverhalten bei Tier und Mensch oder: Warum wir Sehnsucht nach dem Himmel tragen	676
b) Vom Wanderverhalten mancher Tiere und der Vorstellung der Transzendenz	687
3. Vom Zeitbezug religiöser Hoffnung oder: Was bedeuten «Ewiges Leben» und «Ewigkeit» in der menschlichen Psyche?	700
a) Vom Zeiterleben bei Tier und Mensch	703
b) Die Sehnsucht nach der Ewigkeit	711
4. «Der Alte» Einsteins oder: Die Gottheit Spinozas	723
a) Einsteins Verhältnis zur Religion	724
b) Drei Gründe, um derentwegen eine kosmische Religion nicht genügt	731
I. Ein Universum aus Quanten oder: Die Welt jenseits von Einstein	749
1. Von Lichtwellen und Lichtteilchen oder: Ein Maß für die Unbestimmtheit der Wirklichkeit	751
2. Physikalische Folgerungen für die Atomphysik	765
a) Die Nullpunktsenergie	765
b) Materiewellen	766
c) Die Schrödingersche Wellengleichung, das Verhalten stehender Wellen und die Entartung von Gasen	768
d) Das Atommodell der Quantenphysik	784
e) Das Paulische Ausschließungsprinzip	795
f) Der Tunneleffekt und die Entstehung radioaktiver Strahlung . . .	800
3. Einiges zur Quantenelektrodynamik und zur Quantenchromodynamik oder: Von der schwachen und der starken Kernkraft	809

a) Quantenelektrodynamik oder: Die Wechselwirkung von Licht und Materie	811
b) Quantenchromodynamik oder: Eine einheitliche Theorie der Elementarteilchen	827
α) Die Quarkstruktur der Hadronen und die Leptonen	827
β) «Farbladungen», «Gluonen» und eine Theorie der starken Wechselwirkung	845
c) Die schwache Wechselwirkung	860
d) Die elektroschwache Kraft oder: Versuche einer Vereinigung aller Naturkräfte	867
J. Einige Konsequenzen der Quantenphysik für Philosophie und Theologie	883
1. Jenseits des Kausalsatzes oder: Von Zufall und Freiheit	886
2. Was eigentlich ist «objektiv»?	897
a) Das EPR-Paradoxon und die Einheit der Welt	900
b) Verschränkungen zwischen mikroskopischer und makroskopischer Welt oder: Von Schrödingers Katze zum Viele-Welten-Theorem und zum Bewußtsein Gottes	915
3. Kants Erkenntniskritik und die Quantenphysik	933
K. Wie es am Anfang war ...? oder: Von einigen möglichen Anfängen des Anfangs und des Endes	949
1. Folgerungen aus den großen vereinheitlichten Theorien	951
a) Von HIGGS-Feldern, spontanen Symmetriebrechungen und den Abkühlungsvorgängen des Universums	953
b) Die Inflation des Universums	967
c) Eine Theorie für die Entstehung vieler Welten aus dem Nichts	979
2. Die Superstringtheorie	991
a) Vom String zum Superstring	991
b) Ein wenig Quantengeometrie, verbunden mit einem neuen Bild der Welt	1006
c) Ansätze zu einer Stringkosmologie	1024

3.	Warum die Welt ist, wie sie ist	1031
a)	Das Problem der freien Parameter und das anthropische Prinzip	1031
b)	Das Problem der Anfangsbedingungen	1039
c)	Von einer möglichen Selektion von Universen oder: Gilt Darwin auch für die Kosmologie?	1047
d)	Wie es vielleicht zu Ende geht	1061
L.	«Im Anfang war das Wort» (Joh 1,1)	1071
1.	Von der Trostlosigkeit naturwissenschaftlicher Begriffe oder: Drei offene Fragen	1073
a)	Von der kosmischen Einsamkeit des Menschen	1080
b)	Von der wachsenden Fremdheit des Menschen oder: Von der Unlösbarkeit der Theodizeefrage	1083
c)	Von der Absurdität des Daseins oder: Von der Vergeblichkeit des Verlangens nach Sinn in der Natur	1091
2.	Was wirklich trägt oder: Von einem Grund tiefer als der Abgrund	1104
a)	Die Rückgewinnung der religiösen Frage oder: Symmetriebrechungen der Kulturgeschichte	1104
b)	«Im Anfang war das Wort» (Joh 1,1) oder: Die grundlegende Anrede und das Ende der Fremdheit	1123
c)	«Gnade um Gnade» (Joh 1,16) oder: Die Dimension der Liebe und das Ende der Einsamkeit	1141
d)	«Denn die Wahrheit ist geworden» (Joh 1,17) oder: Die Dimension der Sinnstiftung und das Ende der Absurdität	1161
	Anhang	1187
	Bibliographie	1189
	Bildnachweis	1214
	Register	1217
	Personen	1217
	Naturwissenschaftliche Begriffe und Sachverhalte	1224
	Theologische Begriffe und Sachverhalte	1267