
Bedeutende Theorien des 20. Jahrhunderts

Ein Vorstoß zu den Grenzen von
Berechenbarkeit und Erkenntnis

Quantenmechanik - Relativitätstheorie -
Gravitation - Kosmologie - Chaostheorie -
Prädikatenlogik

von
Professor Dr. Werner Kinnebrock

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1999

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Die klassische Physik oder das sichere Wissen	3
2.1	Die Ausgangslage – Scholastik und griechische Philosophie.....	3
2.2	Der Beginn naturanalytischen Denkens – Kopernikus, Kepler, Galilei	6
2.3	Die Begründung neuzeitlichen Denkens – René Descartes	8
2.4	Die neue Mechanik – Isaac Newton.....	10
	<i>Newton und sein Weltbild in der Folgezeit</i>	<i>12</i>
	<i>Die Probleme mit dem Licht</i>	<i>13</i>
2.5	Elektrische Erscheinungen – Faraday und Maxwell	15
2.6	Determinismus	17
2.7	Zufall und Wahrscheinlichkeit	19
2.8	Das Ende der klassischen Physik	21
3	Die Spezielle Relativitätstheorie oder das Ende der absoluten Zeit	23
3.1	Der Äther	23
3.2	Die Lichtgeschwindigkeit ist konstant	24
3.3	Nicht alle Uhren gehen gleich.....	26
3.4	Wer reist, altert langsamer	26
3.5	Myonen – meßbar und doch nicht vorhanden?	27
3.6	Das Zwillingsparadoxon	28
3.7	Größer als Lichtgeschwindigkeit?.....	28
3.8	Gleichzeitig ist nicht gleichzeitig	30

3.9	Kausalität.....	31
3.10	Massen sind nicht unveränderlich.....	32
3.11	Masse und Energie.....	34
3.12	Die Längenkontraktion.....	35
3.13	Relativitätstheorie und Elektrizität.....	36
3.14	Maxwells Gleichungen und die Relativitätstheorie.....	38
4	Die Allgemeine Relativitätstheorie oder der gekrümmte Raum..	41
4.1	Schwere und träge Masse.....	41
4.2	Gekrümmte Lichtstrahlen.....	42
4.3	Uhren im Gravitationsfeld.....	44
4.4	Längen im Gravitationsfeld.....	45
4.5	Planetenbahnen werden vermessen.....	46
4.6	Ist der Weltraum gekrümmt?.....	48
4.7	Die Welt der Flächenmenschen.....	49
4.8	Die Raumkrümmung.....	51
5	Kosmologie oder die Unermeßlichkeit des Raumes	55
5.1	Das kosmologische Prinzip und die Geometrie des Alls.....	55
5.2	Astronomisches.....	57
5.3	Der Doppler-Effekt.....	59
5.4	Das All dehnt sich aus.....	60
5.5	Die Einsteinschen Gleichungen.....	62
5.6	Die Raum-Zeit-Struktur des Alls.....	62
5.7	Moleküle, Atome, Elementarteilchen.....	65
5.8	Die Hintergrundstrahlung.....	66
5.9	Was geschah nach dem Urknall?.....	67
5.10	Löcher im All?.....	69
5.11	Die Grenzen des Alls.....	70

6	Die Quantenmechanik oder das Ende der Objektivität.....	73
6.1	Die Anfänge	74
	<i>Max Planck und die Quantisierung.....</i>	<i>74</i>
	<i>Das Doppelspaltexperiment.....</i>	<i>76</i>
	<i>Atome.....</i>	<i>78</i>
	<i>Materiewellen.....</i>	<i>81</i>
	<i>Die Schrödinger-Gleichung</i>	<i>83</i>
	<i>Die Lösung der Schrödinger-Gleichung</i>	<i>858</i>
	<i>Die Unschärferelation.....</i>	<i>87</i>
6.2	Fakten und Aussagen	89
	$\Psi(x,t)$ und Messungen	89
	Niels Bohr versus Albert Einstein	91
	Das EPR-Paradoxon.....	94
	Das Bellsche Theorem.....	96
	Experimente zur Bestätigung der Quantenmechanik.....	97
6.3	Folgerungen.....	98
	Mikroskopische Realität.....	98
	Makroskopische Realität.....	99
	Ganzheit und Einheit.....	101
	Quantentheorie und Philosophie.....	103
	Quantentheorie, Gehirn und Bewußtsein.....	105
	Quantentheorie und Erkenntnis	107
	Quantentheorie und Psychologie	108
	Quantentheorie und Evolution	109
7	Chaostheorie oder das Ende der Berechenbarkeit.....	111
7.1	Zukunft und Berechenbarkeit.....	111
	Die Berechenbarkeit von Ereignissen.....	112
	Ist das Sonnensystem stabil ?	113
	Der Schmetterlingseffekt.....	115
	Das Ende der Kausalität?	117
	Attraktoren und Stabilität.....	119
	Seltsame Attraktoren	126
	Turbulenzen und Attraktoren	128

7.2	Von der Ordnung zum Chaos	129
	<i>Die logistische Gleichung</i>	129
	<i>Naturkonstanten der Chaostheorie</i>	135
7.3	Die Geometrie der Natur	136
	<i>Die fraktale Geometrie</i>	137
	<i>Gebrochene Dimensionen</i>	140
	<i>Fraktale</i>	142
	<i>Wie entstehen Julia-Mengen?</i>	143
	<i>Die Mandelbrot-Menge</i>	148
	<i>Fraktale und Chaos</i>	153
	<i>Fraktale und die Formen der Natur</i>	154
7.4	Folgerungen aus der Chaostheorie	155
	<i>Ordnung und Chaos</i>	155
	<i>Chaos in der Medizin</i>	156
	<i>Der Reduktionismus</i>	158
	<i>Holismus und Reduktionismus</i>	159
	<i>Chaos, überall Chaos</i>	160
7.5	Bilder	161
	<i>Julia-Mengen</i>	161
	<i>Ausschnitte aus der Mandelbrot-Menge</i>	165
8	Ordnung aus dem Chaos oder die Frage nach dem Leben	169
8.1	Ordnung aus dem Chaos	169
	<i>Chaos und Ordnung</i>	169
	<i>Die Entropie</i>	170
	<i>Evolution und Entropie</i>	172
	<i>Konservative und dissipative Systeme</i>	172
	<i>Ordnung aus dem Chaos</i>	174
8.2	Vom Ursprung des Lebens	176
	<i>Die DNS – Baustein des Lebens</i>	176
	<i>Die Anfänge</i>	180
	<i>Die erste Zelle</i>	181
	<i>Evolution als Selbstorganisation</i>	182

9	Grenzen mathematischer Logik oder unentscheidbare Sätze....	187
9.1	Kalkül und Beweise	187
	Was ist Wahrheit?	187
	Der Kalkül am Beispiel der Geometrie	188
	Die Unabhängigkeit der Axiome und die Nichteuklidische Geometrie	190
	Kann ein Computer denken?	191
	Begreifbarkeit und Erkennbarkeit	193
	Der Gödelsche Satz	195
9.2	Grenzen der Mathematik	197
	Modell und Wirklichkeit	197
	Der Begriff Unendlich	198
	Wie real sind mathematische Objekte?	200
10	Literatur	203
11	Anhang	207