

Inhalt

Vorwort	XVII
1 Reale und mögliche Strukturen als Triebkraft der Natur	1
1.1 Einstein und Weizsäcker über die Grundlagen der Naturwissenschaft ...	4
1.2 Ein wenig Mathematik	8
1.2.1 Raum	8
1.2.2 Einige weitere mathematische Begriffe	10
1.3 Ein Blick auf die Grundlagen der Naturwissenschaft	14
1.3.1 Alltag, Quanten und noch etwas Mathematik	16
1.3.2 Wie gelangt der Mensch zu Naturgesetzen?	20
1.4 Die Beziehungen der physikalischen Strukturen	24
1.4.1 Theoriebereiche der Physik	24
1.4.2 Der Geltungsbereich der Physik	25
1.4.3 Ein Blick auf die Strukturen der Quantentheorie	25
1.4.4 Quantentheorie und das Verhältnis von Fakten und Möglichkeiten	33
1.4.5 Beziehungen zwischen Quantenfeldtheorie und Relativitätstheorie	33
1.4.6 Relativitätstheorien	34
1.5 Ein Überblick auf Einteilungen der Quanten	35
1.6 Fakten, Möglichkeiten, Quantisierung	38
1.6.1 Die fundamentalen Wechselwirkungen	39
1.6.2 Elektromagnetische Wechselwirkung und die Existenz der Objekte	39

1.7	Zum Verhältnis von Physik, Chemie und Biologie	40
1.7.1	Photonen in der Chemie	43
1.7.2	Virtuelle Teilchen in der Chemie	44
1.7.3	Weitere interessante Quanteneffekte	47
1.7.4	Einfluss der Information auf die Steuerung biochemischer und biologischer Prozesse	48
1.7.5	Kein Widerspruch zwischen Biologie und Physik!	49
1.8	Die Unterscheidung zwischen Inhalt und Form, zwischen Teilen und Ganzheit	52
1.8.1	Quantentheorie und Hylemorphismus	52
1.8.2	Teile werden zu Ganzheiten	54
1.8.3	AQIs und Qubits – was ist gleich, was verschieden?	55
1.8.4	Form und Inhalt in der Chemie	57
1.8.5	AQIs versus Bedeutung	58
1.8.6	Was ist zu erwarten	59
2	„Erklären“ in der Physik	61
2.1	Erklären mit Quantenfeldtheorie	63
2.2	Ein Blick auf das Erforschbare	65
2.3	Regeln und Gesetze durch „Näherungen“	66
2.4	Interpretationen von Objektivem und Subjektivem	73
3	Inspiration und Induktion, Theorie und Experiment	81
3.1	Wahrscheinlichkeiten als Maß für Möglichkeiten	82
3.2	Bilder von Möglichkeiten?	83
3.3	Inspiration	84
3.4	Erstellen von Theorien, ihre Akzeptanz und ihre Bestätigung	86
4	Quanten und Schwarze Löcher	91
4.1	Das erste Bild von einem „Schwarzen Loch“	91
4.2	Fundamentale Quantentheorie und die Schwarzen Löcher	93
4.3	Vom „Schwarzen Loch“ zum „It from Bit“	99
4.3.1	Thermodynamik: Black Holes strahlen	99
4.3.2	Die Vorgeschichte zum „It from Bit“	105
4.4	Das „It from Bit“ und seine Probleme	106
4.5	Zur Bedeutung der Planck-Einheiten	111
4.6	„Mysteriöse Eigenschaften“ der Schwarzen Löcher	114

5	Bits, Qubits und AQIs	117
5.1	Computing und Quantencomputing	117
5.2	Die Bits beim Quantencomputing und der Unterschied zu den AQIs	119
5.3	Quantencomputing ist reversibel	121
5.4	Das Gehirn als Quantencomputer?	125
5.5	Analogien und Unterschiede zwischen Bewusstsein und Computer	130
5.6	Wahrnehmung von Gestalten und Kräften durch Lebewesen	136
5.7	Künstliche Intelligenz (KI) und Mustererkennung	141
6	Der Weg aus der Sackgasse der „kleinsten Teilchen“	145
6.1	Prototypsis – der Ausweg aus der Sackgasse	148
6.2	Der historische Weg zur Prototypsis	153
7	Grundprinzipien von klassischer und quantischer Physik ...	157
7.1	Kennzeichen der klassischen Physik	158
7.2	„Bedeutung“ und die Unterscheidung zwischen Form und Inhalt	160
7.3	Form als bedeutungsvolle Information	161
7.4	Quantentheorie – Ausgedehnte Ganzheit, Verschränkung, Nichtlokalität	162
7.4.1	Tunneleffekt	165
7.4.2	EPR-Gedankenexperiment	166
7.4.3	Eine Veranschaulichung des EPR-Experimentes	168
7.5	Zu welchen Strukturen hat die Quantentheorie geführt?	173
7.6	Die AQIs der Prototypsis	175
7.7	Der Physik-Nobelpreis 2022 für Verschränkung und Nichtlokalität	179
7.7.1	Einstein und die Nichtlokalität der Quantentheorie	180
7.7.2	Die Bellsche Ungleichung	181
7.7.3	Clausers Experiment 1972	182
7.7.4	Aspects Experiment 1982	182
7.7.5	John Bells Reaktion	183
7.7.6	Zeilingers Experimente zur Nichtlokalität in der Quantentheorie	184
7.7.7	Zeilinger und das „Beamen“	185
7.7.8	Der „Messprozess“ als Spezialfall des Übergangs von Möglichkeiten zu Fakten	186
7.7.9	Ein Blick auf meine fachliche Diskussion mit C. F. v. Weizsäcker ..	187
7.7.10	Qubits als Eigenschaften von Objekten und AQIs als Basisstrukturen der Quantentheorie	188

7.7.11	Die Versuche zur Teleportation, dem Beamen	189
7.7.12	Abhörsichere Kommunikation	191
7.8	Die Dynamische Schichtenstruktur – Koexistenz von klassischer und quantischer Physik	193
7.8.1	Schrödingers Katze und Schrödingers Kätzchen	195
7.8.2	Dynamische Schichtenstruktur und Quantencomputing	198
7.8.3	Ignorabilia und kritische Vorannahmen	199
8	Ein Blick auf die „Zeit“	201
8.1	Wie wird Zeit wahrgenommen und eingeteilt	201
8.1.1	Fakten gliedern die Zeit	202
8.1.2	Aussagen über die Zeit	203
8.1.3	Die moderne Physik und die Zeit – Relativitätstheorien und Quantenphysik	203
8.1.4	Quantentheorie über die Zeit	205
8.1.5	Die Planck-Zeit	208
8.2	Reversibilität und Zeitumkehr	209
8.3	Die „ausgedehnte Gegenwart“ als Grundzug der Quantentheorie	211
8.4	Fakten und klassische Physik	213
8.5	Was war „vor“ der Zeit?	215
8.6	Der Beginn der Zeit	216
8.7	Ein „Ur-Hauch“, ein „Quantum“, statt „Urknall“	217
9	Grundlagen der Empirie	221
9.1	Erfahrung und Empirie in der Naturwissenschaft	222
9.2	Die Empirie und die Zeit	224
9.3	Transzendentale Hypothesen	231
9.4	Zeit und Naturgesetze	233
9.5	Eine realistische Weltbeschreibung	235
10	Das Zählen von Fakten und von Möglichkeiten	237
10.1	Zwischenspiel	237
10.2	Zählen und Zahlen	241
10.3	Das Unendliche	244
10.4	Unendliches in der Physik?	247
10.5	Fakten, Möglichkeiten, Freiheit	251
10.6	Die Notwendigkeit der komplexen Zahlen	260

11	Das Entstehen der Fakten in der Natur	265
11.1	Der Messprozess aus Sicht der Protyposis	265
11.1.1	Warum schenkt man dem sogenannten Messprozess eine so große Aufmerksamkeit?	265
11.1.2	Zur Interpretation des Messprozesses in der Quantenmechanik	268
11.2	Die dynamische Schichtenstruktur und der Messprozess	273
11.3	Die umfassende Rolle der physikalischen Information	279
11.4	Schlussfolgerungen mit der Protyposis	290
11.4.1	Protyposis: Fakten auch ohne Beobachter	292
11.4.2	Der Quanten-Zenon-Prozess	297
11.4.3	Verlust von „Bedeutung“, jedoch nicht von absoluter Information	298
11.4.4	Massereiche Objekte erscheinen lokalisiert	299
11.5	Die Protyposis macht den Messprozess begreiflich	303
12	Die Protyposis und das Ganze	307
12.1	Ein wichtiger Unterschied zwischen Astronomie und Kosmologie	307
12.2	Das Ganze ist der Kosmos	310
12.3	Unbekannte Information – Thermodynamik	311
13	Reflexionen über die AQIs	315
13.1	Der Weg zu den quantischen Zuständen	315
13.2	Komplexes aus Einfachem	316
13.3	AQIs – ein einleuchtendes Postulat	318
14	Symmetriegruppen für Quantensysteme	325
14.1	Der Weg zu den Symmetrien für das Quantenbit	327
14.2	Symmetrien an Quantensystemen mit einem zweidimensionalen Zustandsraum	333
14.2.1	Die normerhaltende $SU(2)$ -Symmetrie	334
14.2.2	Der Übergang von der $SU(2)$ zur $SL(2, C)$	338
15	AQIs und die Planck-Länge	341
15.1	Die gruppentheoretische Definition der Metrik im kosmischen Raum ...	343
15.2	Die gruppentheoretische Begründung der Planck-Länge mit der Protyposis	347

16 Kosmologie und die Äquivalenz von Masse, Energie und absoluter Quanteninformation	355
16.1 Kosmologische Vorüberlegungen	355
16.2 Ein Blick auf Kosmologie und Allgemeine Relativitätstheorie	361
16.3 Kosmologische Variable	364
16.4 Die Erweiterung von $E = mc^2$ auf die AQIs	367
16.5 Die Energie eines AQIs	370
16.6 Die wichtige Unterscheidung zwischen AQIs und Entropie	371
16.7 Das „It from Bit“ muss reflektiert werden	372
16.8 Die zeitliche Entwicklung des Kosmos	380
16.9 Die Zustandsgleichung des Kosmos	383
16.10 Von der quantischen zu einer faktischen Beschreibung der kosmischen Entwicklung	389
16.11 Eine Nachbemerkung zur kosmologischen Konstante	392
17 Einige Gedanken über den realistischen Kosmos der Prototypsis	397
17.1 Ein Bild der kosmischen Entwicklung	397
17.2 Aspekte von Kosmologie und Naturphilosophie	403
17.3 Zusammenfassung der Argumentationslinie	407
17.4 Die Metrik der Prototypsis-Kosmologie	408
17.5 Eine unzeitgemäße Überlegung	412
17.6 Der empirische Input	413
18 Gravitation als Wirkung des Kosmos auf seinen Inhalt	417
18.1 Einstein über Kosmologie und Verbindungen von Allgemeiner Relativitätstheorie zur Newtonschen Theorie	417
18.2 Die Lösung des Konsistenzproblems zwischen Allgemeiner Relativitätstheorie und Quantentheorie	419
18.3 Naturphilosophische Fragen zur Interpretation der Allgemeinen Relativitätstheorie	424
18.4 Eine Begründung von Einsteins Gleichungen aus der Quantentheorie der AQIs	430
18.5 Vom Kosmos zur Allgemeinen Relativitätstheorie!	435
18.6 Die Verbindung zur Empirie	437
18.7 Die wesentlichen Strukturen im Kosmos	440

19	Lösungen für Probleme der gegenwärtigen Kosmologie	445
19.1	Das Koinzidenz-Problem	445
19.2	Das Empirie-Problem	446
19.3	Das Horizont-Problem und die Inflation	446
19.4	Die kosmologische Konstante	447
19.5	Die frühen Schwarzen Löcher	448
19.6	Dunkle Energie und Dunkle Materie	451
19.7	Wofür wurde die Dunkle Materie postuliert?	452
20	Erklärung für ein Phänomen, für das die „Dunkle Materie“ postuliert wurde	459
20.1	Jet-Strukturen an Black Holes	461
20.2	Die Wirkung auf die Umlaufgeschwindigkeiten der Sterne	468
20.3	Gravitationslinsen	471
21	Schwarze Löcher: Entropie und Singularität	473
21.1	Der quasiklassische Zugang zur Entropie der Schwarzen Löcher	474
21.2	Bekensteins Entropie eines Schwarzen Loches	476
21.3	Eine kritische Frage an Bekensteins Resultat	480
21.4	Die Black-Hole-Entropie wird mit der Protyposis plausibel	483
21.5	Das Black-Hole-Modell der Protyposis	485
21.6	Die Innenraumlösung für Black Holes	488
21.6.1	Die Firewall am Horizont des Black Hole	489
21.6.2	Die quantentheoretisch begründete Innenraum-Metrik	489
21.7	Das Black-Hole-Informationsparadox auflösen	492
22	Quantenteilchen im Minkowski-Raum	497
22.1	Der Teilchenbegriff in der Kosmologie	498
22.2	Von den abstrakten Thesen zu den mathematischen Strukturen	499
22.3	Teilchen als Idealisierungen von Objekten	502
22.4	Ein erster Erfolg: Objekte in einem de-Sitter-Kosmos	510
22.4.1	Symmetrien für Quantenbits	510
22.4.2	Quantisierung: Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren	511
22.4.3	Weizsäckers „Stopf- und Rupfoperatoren“	513
22.4.4	$SO(4,1)$ -Darstellung über einem gegebenen Grundzustand	516
22.4.5	Der Übergang zur Poincaré-Gruppe	518

22.5	Masselose Teilchen im Minkowski-Raum	520
22.6	Generatoren der Poincaré-Gruppe	527
22.7	Impulszustände der Poincaré-Gruppe	528
22.8	Impulszustände der Poincaré-Gruppe über dem Vakuum der AQIs	529
22.9	Das Teilchen-Vakuum im Minkowski-Raum	531
22.10	Masselose Teilchen über dem Lorentz-Vakuum	534
22.11	Spinlose Teilchen mit Ruhmasse im Minkowski-Raum	534
22.12	Rechnerunterstützung für Teilchen-Darstellungen mit Spin und Ruhmasse im Minkowski-Raum	536
22.13	Explizite Zustände relativistischer Teilchen	538
22.14	Qubits zu Quantenteilchen – was bedeutet das	541
23	Die fundamentalen Wechselwirkungen	543
23.1	Wie können die allgegenwärtigen Verschränkungen aufgehoben werden?	545
23.2	Vier grundlegende Wechselwirkungen	547
23.2.1	Einige grundsätzliche Fragen	550
23.2.2	Zwei Seiten einer Medaille	550
23.3	Wechselwirkung und dynamische Schichtenstruktur	554
23.4	Wechselwirkung erfordert Trennung	556
23.5	Die Typen der Wechselwirkung	558
23.6	Bisherige Probleme mit den Eichtheorien	561
23.7	Einige Bemerkungen zur Mathematik bei Quantenfeldtheorien	562
23.8	Die Modellierung von Wechselwirkung	566
23.9	Elektromagnetische und schwache Wechselwirkung	567
23.10	Die starke Wechselwirkung	570
23.11	Die Antworten	576
24	Modelle für lokalisierte Objekte	579
24.1	Erläuterung zu den Grenzen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik	579
24.2	Quantenteilchen aus AQIs	582
24.3	Abschätzungen für „Bosonen“ und „Fermionen“	586
24.3.1	Ein Modell für „Bosonen“	586
24.3.2	Ein Modell für „Fermionen“	587
24.4	Die Teilchenmassen als Aufgabe	589

25	Ladungen generieren die Massen	591
25.1	Gravitations- und Higgs-Feld – Ähnlichkeiten und Unterschiede	591
25.2	Drei Ladungstypen	593
25.3	Zum Verhältnis von Materie und Antimaterie	594
25.4	Historische Versuche zur Erklärung der Masse	599
25.5	Ladung, Masse, Gravitation	606
25.6	Modelle für Teilchen im Kosmos der AQIs	607
26	Revue der mathematisch-physikalischen Resultate	609
26.1	Begründung einer Metrik für den kosmischen Raum, in dem wir leben ..	609
26.2	Die Definition einer kosmischen Zeit	610
26.3	Die Definition der Energie	610
26.4	Die Rolle der Thermodynamik	611
26.5	Das kosmologische Modell der AQIs	612
26.6	Die Allgemeine Relativitätstheorie	613
26.7	Schwarze Löcher	614
26.8	Wirkungen, die der Dunklen Materie zugeschrieben werden	615
26.9	Relativistische Teilchen	615
26.10	Die fundamentalen Wechselwirkungen	616
26.11	Quanteninformation	618
26.12	AQIs und Qubits	619
27	Leben, Bewusstsein, Soziales	621
27.1	Musterbildung	621
27.2	Unbelebtes und Lebendiges – Chemie und Informations-Chemie	622
27.3	Quantentheorie und Biologie	624
27.3.1	Beschreibung von Steuerung als Problem der Darstellung	625
27.3.2	Leben als metastabiles Fließgleichgewicht	627
27.3.3	Elektromagnetische Wechselwirkung – Grundlage aller Lebensvorgänge	628
27.3.4	Dynamische Schichtenstruktur und Leben	632
27.3.5	Vom metastabilen Fließgleichgewicht zum Metabolismus	632
27.3.6	Leben = Stabilisierung durch Informationsverarbeitung	633
27.3.7	Wahrnehmung, Empfindung und Quantentheorie	637
27.3.8	Systemtheorie und die Beschreibung des Lebendigen	641

27.3.9	Die mathematische Struktur zur Beschreibung des Lebendigen ..	645
27.3.10	Das ist Leben	650
27.4	Die Evolution des Lebendigen	651
27.4.1	Ganzheitliche Strukturen und das Entstehen von Bedeutung	652
27.4.2	Räumliche Information und Katalyse	654
27.4.3	Leben als Informationsaustausch, als Kommunikation	656
27.4.4	Rauschen – Quantenphysik im Verborgenen	656
27.4.5	Bedeutung aus dem Wechselspiel von Form und Inhalt	659
27.4.6	Zur RNA-Welt und der anschließenden Entwicklung	660
27.4.7	Leben und Sauerstoff	664
27.4.8	Beziehungsstrukturen in der Evolution	664
27.4.9	„Eingefrorene“ Quantenzustände	667
27.5	Vom Quantenbit zum Bewusstsein	668
27.5.1	Quantenmechanik und Bewusstsein?	669
27.5.2	Bewusstsein und Quantentheorie!	670
27.5.3	Reduktionismus, Dualismus, naturwissenschaftlicher Monismus	676
27.5.4	Bewusstwerdung	680
27.5.5	Bindungsverhalten von Sinneseindrücken	681
27.5.6	Quanteninformationsstruktur und Quantenfeldtheorie	682
27.5.7	Wie kann die Bewusstwerdung modelliert werden?	683
27.5.8	Die „ausgedehnte“ Psyche	688
27.5.9	Subjektivität und Qualia	689
27.5.10	Naturwissenschaftliche Definition von Bewusstsein	690
27.5.11	Zum Unterschied zwischen Bewusstsein und den Korrelaten des Bewusstseins	691
27.5.12	Freier Wille	695
27.5.13	Gedächtnis	697
27.5.14	Geistige Tätigkeiten	698
27.5.15	KI – künstliche Intelligenz	700
27.6	Quantenstrukturen wirken sogar im Sozialen	702
27.6.1	Beziehungsstrukturen wandeln sich zu neuen Gestalten	702
27.6.2	Informationszeitalter	704

28	Von der Naturwissenschaft zur Naturphilosophie	707
28.1	Wege der Erkenntnis	707
28.2	Regeln und Gesetze	710
28.2.1	Bestätigung und Falsifizierung	711
28.2.2	Einheit umfasst „Welt 1, 2 und 3“	712
28.3	Die Grundlage der Erscheinungen	714
28.4	Strukturen der Möglichkeiten	716
28.5	Widersprüche, Wahrscheinlichkeiten, Paradoxien	718
28.6	Wahrscheinlichkeit und Selbstbezüglichkeit anstelle von Paradoxien	720
29	Fazit: Was ist bereits erreicht, was ist zu erwarten?	723
29.1	Plancks Entdeckung und Einsteins Resümee	725
29.2	Ausblick	727
30	Anhänge	731
30.1	Der Teilchen-Zoo der Elementarteilchenphysik	731
30.2	Andere Interpretationen des Messprozesses	733
30.2.1	Zum Unterschied Theorie – Interpretation	734
30.2.2	Die de-Broglie-Bohm-Interpretation	735
30.2.3	Die „Viele-Welten“-Interpretation	740
30.2.4	Superdeterminism	742
30.3	Die Multiplizitäten von n-fachen Tensorprodukten zweidimensionaler Darstellungen der $SU(2)$	744
30.4	Die reguläre Darstellung der $SU(2)$	746
30.5	Unbegrenzte Anzahlen von AQIs und die Spezielle Relativitätstheorie	748
30.6	Rechnungen mit der Vaidya-Metrik	749
30.7	Zur Rotation von Galaxien	753
30.8	Vertauschungsrelationen mit Parabose-Operatoren	757
30.9	Bemerkungen zur Struktur der $SU(3)$	758
31	Danksagung	763
Index		765