

Inhaltsverzeichnis

1. Die Bausteine des Atoms	1
1.1 Die Anfänge der Atomforschung	1
Die Entdeckung des Elektrons	2
Der Rutherfordsche Streuversuch	5
Elemente und Isotope	8
1.2 Radioaktivität	13
1.3 Die Bausteine des Atomkerns	16
Das Proton	16
Das Neutron	17
Kernkräfte	19
1.4 Sichtbarmachen eines Teilchens	21
Nebelkammern und Blasenkammern	24
Čerenkov-Zähler, Filme und Funkenkammern	26
2. Physikalische Gesetze für kleine Teilchen	29
2.1 Die Relativitätstheorie	29
Masse und Energie	31
2.2 Die Doppelnatur des Lichts	33
Was ist Licht?	33
Strahlung des schwarzen Körpers	35
Wellen und Teilchen	37
Der Compton-Effekt	39
2.3 Das Bohrsche Atommodell	39
2.4 de Broglie: das Elektron ist eine Welle	41
Große und kleine Körper	43
2.5 Quantenmechanik	44
Heisenberg und die ‚magischen Quadrate‘	45
Schrödinger und die Wellengleichung	47
Die Heisenbergsche Unschärferelation	49
Wahrscheinlichkeit in der Quantentheorie	50
Revolution der Begriffe	52
2.6 Eigenschaften, die das Teilchen charakterisieren	
– die Entdeckung des Spins	54
Was ist Spin?	55

	Rotiert das Elektron wirklich um seine Achse?	59
	Spin und magnetisches Moment	60
	Das Paulische Ausschließungsprinzip	62
	Die Größe eines Teilchens	63
3.	Die Entdeckungen der dreißiger und vierziger Jahre ...	65
3.1	Kosmische Strahlung	65
3.2	Entdeckung des Positrons	67
	Teilchen und Antiteilchen	69
3.3	Das Neutrino und die schwache Wechselwirkung	71
3.4	Yukawas Theorie der starken Kraft	78
	Was ist Kraft?	79
3.5	Das Mesonenrätsel	82
	Neue Gesichter in der kosmischen Strahlung	82
	Entdeckung des Myons und des Pions	83
	Das neutrale Pion	86
3.6	Die Eigenschaften der Pionen	87
3.7	Die Eigenschaften der Myonen	90
4.	Teilchenbeschleuniger – oder von Jägern zu Züchtern ..	93
4.1	Die ersten Beschleuniger	93
4.2	Konstruktion eines modernen Teilchenbeschleunigers	94
	Linearbeschleuniger	97
	Ringbeschleuniger	99
4.3	Der Physiker als Detektiv	106
	Massen und Lebensdauern	108
	Elektron- und Myon-Neutrinos	109
	Messen des Spins	112
	Das neutrale Pion	112
5.	Seltsame Teilchen	115
5.1	Der Anbruch einer neuen Ära	115
	Unbekannte Spuren	116
5.2	Seltsame Teilchen	117
6.	Fundamentale Wechselwirkungen und die Klassifikation von Teilchen	123
6.1	Die vier fundamentalen Wechselwirkungen	124
	Die gravitative Wechselwirkung	125
	Die elektromagnetische Wechselwirkung	129
	Die schwache Wechselwirkung und die elektroschwache Theorie	131
	Die starke Wechselwirkung	133

6.2	Die relative Stärke der fundamentalen Wechselwirkungen	134
6.3	Die Klassifikation von Teilchen	138
7.	Erhaltungssätze	141
7.1	Erhaltungssätze und Symmetrien	141
7.2	Erhaltung der Energie und der Masse	145
7.3	Die Erhaltung des Impulses	147
7.4	Die Erhaltung des Drehimpulses	151
	Drehimpuls in der Quantenmechanik	153
7.5	Die Erhaltung der elektrischen Ladung	156
	Neue Erhaltungssätze	157
7.6	Erhaltung der Baryonen- und Leptonenzahlen	158
	Erhaltung der Baryonenzahl	158
	Erhaltung der Leptonenzahlen	161
7.7	Erhaltung der Seltsamkeit	163
	Seltsamkeit und die neutralen Kaonen	169
	Seltsamkeit und Teilchenmultipletts	170
7.8	Erhaltung des Isospins und seiner Komponente I_3	172
7.9	Das TCP-Theorem	175
7.10	Erhaltung der Parität	178
	Rechts, links, Norden und Süden	180
	Der Spiegel verzerrt schwache Wechselwirkungen	183
7.11	Erhaltungssätze – Zusammenfassung	188
8.	Kurzlebige Teilchen	191
8.1	Extrem kurzlebige Teilchen	191
8.2	Nachweisverfahren	192
8.3	Immer mehr Resonanzen	199
8.4	Speicherringe	201
	Die Konstruktion von SPEAR	204
9.	Zu den Quarks – über den achtfachen Weg	207
9.1	Das Sakata-Modell	208
9.2	Der achtfache Weg	210
9.3.	Entdeckung des Omega-Minus	216
9.4	Das Quarkmodell	221
9.5	Die eingeschlossenen Quarks	227
9.6	Experimenteller Beweis des Quarkmodells	232
9.7	Farbige Quarks	236
9.8	Quantenchromodynamik und Gluonen	237
10.	Weitere Quarks – oder Charm, Top und Bottom	241
10.1	Die Theorie erfordert ein neues Quark	241
10.2	Eine schmale Resonanz bei 3.1 GeV	244

10.3	J, ψ , Charmonium	250
10.4	Das Spektrum von Charmonium	252
10.5	Die Suche nach Charm	254
10.6	Ein weiteres Quark erscheint auf dem Plan	258
10.7	Die Zahl der Leptonen wächst ebenfalls	265
	Sonnen-Neutrinos und die Masse des Neutrinos	267
10.8	Die Entdeckung der Träger der schwachen Wechselwirkung	271
	Der Proton-Antiproton-Beschleuniger des CERN	274
10.9	Zählung der Generationen durch neue Elektron- Positron-Beschleuniger	279
	Der LEP am CERN	281
	Der Linear-Collider von Stanford	283
	Ein doppeltes Wettrennen	284
10.10	Der Weg nach ‚oben‘, oder Entdeckung des Top-Quarks ..	285
	Der Tevatron-Collider am Fermilab	286
	Suche nach dem Top-Quark	287
	Endlich das Top-Quark	288
11.	Das Standardmodell und weitergehende Theorien	291
11.1	Das Standardmodell	291
	Spontane Symmetriebrechung	294
	Das Higgs-Boson	295
11.2	Jenseits des Standardmodells	296
	Sind Quarks und Leptonen wirklich elementar?	297
	Die Vereinheitlichung der fundamentalen Wechselwirkungen	298
	Kaluza-Kleinsche Theorien und Supergravitation	299
	Superstringtheorien	301
11.3	Die Zukunft der Beschleuniger	302
	Aufstieg und Fall des SSC	303
	Neue Beschleuniger am Fermilab und am SLAC	304
	Der LHC am CERN	304
	HERA am DESY – wo Protonen auf Elektronen treffen ..	305
	Beschleuniger mittlerer Energie	305
11.4	Teilchenphysik und Astronomie	306
11.5	Zukünftige Trends	309
Anhang	311
A.1	Eigenschaften semistabiler Teilchen	311
A.2	Das griechische Alphabet	312
Namensverzeichnis	313
Sachverzeichnis	317