

Jürgen Renn (Hrsg.)

**INGENIEUR
DES UNIVERSUMS**

Albert Einstein

**EINSTEINS LEBEN
UND WERK IM KONTEXT**



WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

10 Geleitwort

Gerhard Schröder

11 Grußworte

Edelgard Bulmahn, Christina Weiss,
Hortensia Völckers, Menachem Magidor,
Roberto Schmid, Wolfgang M. Heckl,
Peter Gruss

17 Vorwort

Jürgen Renn

WELTBILD UND ERKENNTNIS

28 Auf den Schultern von Riesen und Zwergen

29 ○ PERSONALIA

Aristoteles
Isaac Newton
Albert Einstein

30 Unsichtbare Kräfte

31 ○ HISTORISCHES UMFELD

Wissenschaft und Gesellschaft
Bildung und Industrie

31 ● GRUNDLAGEN

Kraft und Energie

OBJEKTE UND DOKUMENTE

32 Geräte zur Erzeugung unsichtbarer Kräfte

34 Schwerkraft und Trägheit

35 ○ PERSONALIA

Ernst Mach

35 ● GRUNDLAGEN

Die Physik des Aristoteles
Newtons Bewegungslehre
Der rotierende Eimer – ein Gedankenexperiment

OBJEKTE UND DOKUMENTE

36 Die Messung von Schwerkraft und Trägheit

37 Mach und Einstein

38 Chemische Umwandlungen

39 ○ HISTORISCHES UMFELD

Chemische Industrie

39 ○ PERSONALIA

Theophrast Paracelsus
Jöns Jakob Berzelius
Marie Curie

OBJEKTE UND DOKUMENTE

40 Laborgeräte

42 Licht, Wärme, Magnetismus, Elektrizität

43 ○ HISTORISCHES UMFELD

Wissenschaft und Aberglaube

43 ○ PERSONALIA

Alessandro Volta

43 ● GRUNDLAGEN

Strahlen

OBJEKTE UND DOKUMENTE

44 Rätselhafte Effekte

45 Wärme, Licht, Strahlen

46 Magnetismus, Elektrizität, Induktion

47 Dämonen und Geister

48 Labyrinth der Mikrowelten

49 ● GRUNDLAGEN

Descartes' Theorie des Lichts

Huygens' Theorie des Lichts

Newtons Theorie des Lichts

OBJEKTE UND DOKUMENTE

50 Das Vakuum

52 Modelle des Kosmos

53 HISTORISCHES UMFELD

Mythische Kosmologien

53 ● GRUNDLAGEN

Der hierarchische Aufbau des modernen Kosmos
Die Hubble-Konstante

OBJEKTE UND DOKUMENTE

54 Mechanische und elektronische Modelle

56 Modelle der Erde

57 HISTORISCHES UMFELD

Die Vermessung der Erde

57 ○ PERSONALIA

Christoph Kolumbus

57 ● GRUNDLAGEN

Magnetfeld der Erde

OBJEKTE UND DOKUMENTE

58 Karten, Globen, Magneten

60 **Vorstoß ins Unendliche**

61 ○ PERSONALIA

Giordano Bruno

Edwin P. Hubble

61 ● GRUNDLAGEN

Entfernungsbestimmungen im Kosmos

OBJEKTE UND DOKUMENTE

62 Visiergeräte, Fernrohre, Spektrographen

64 **Modelle des Himmels**

65 ○ HISTORISCHES UMFELD

Weltbild und Kirche

65 ○ PERSONALIA

René Descartes

65 ● GRUNDLAGEN

Absolute und relative Bewegung

OBJEKTE UND DOKUMENTE

66 Anschauungen von Himmelsbewegungen

68 **Gekrümmte Räume**

69 ○ PERSONALIA

Carl Friedrich Gauss

Bernhard Riemann

Karl Schwarzschild

69 ● GRUNDLAGEN

Nicht-euklidische Geometrie

OBJEKTE UND DOKUMENTE

70 Geometrie und Erfahrung

EINSTEIN – DER LEBENSWEG

76 **Grenzprobleme der klassischen Physik**

77 ○ PERSONALIA

Ludwig Boltzmann

Hendrik Antoon Lorentz

Max Planck

OBJEKTE UND DOKUMENTE

78 Klassische Physik in Theorie und Praxis

80 **Irritierende Experimente**

81 ○ HISTORISCHES UMFELD

Labor und Seminar

81 ○ PERSONALIA

Gustav Kirchhoff

Wilhelm Wien

OBJEKTE UND DOKUMENTE

82 An der Grenze von Mechanik und Elektrodynamik:
Elektromagnetische Induktion

82 An der Grenze von Elektrodynamik und Wärmelehre:
Schwarzer Körper und Photoeffekt

83 An der Grenze von Mechanik und Wärmelehre:
Brownsche Bewegung

84 **Milieu einer Kindheit**

85 HISTORISCHES UMFELD

Industrialisierung, Modernisierung und Emanzipation

85 ○ PERSONALIA

Maria (Maja) Einstein

OBJEKTE UND DOKUMENTE

86 Elektrotechnik im 19. Jahrhundert – Industrieller
Aufbruch und wissenschaftliche Herausforderung

87 Die elektrotechnischen Ausstellungen

88 **Milieu einer Revolution**

89 ○ HISTORISCHES UMFELD

Naturforschende Gesellschaften

Akademie Olympia

89 ○ PERSONALIA

Michele Besso

Mileva Marić

OBJEKTE UND DOKUMENTE

90 Spurensuche

92 **Das *annus mirabilis* 1905**

93 ● GRUNDLAGEN

Raum und Zeit

Materie und Energie

Welle und Teilchen

OBJEKTE UND DOKUMENTE

94 Vier Arbeiten, die Geschichte machen

96 **Der akademische Aufstieg**

97 ○ HISTORISCHES UMFELD

Das Deutsche Reich als aufstrebende Großmacht

Fritz Haber und der Gaskrieg

97 ○ PERSONALIA

Elsa Löwenthal-Einstein

Heinrich Zangger

OBJEKTE UND DOKUMENTE

98 **Aufstieg und Bestätigung**

100 **Weltkrieg und Revolution**

101 ☐ HISTORISCHES UMFELD

Die Novemberrevolution
Bund Neues Vaterland

101 ☐ PERSONALIA

Romain Rolland
Georg F. Nicolai

OBJEKTE UND DOKUMENTE

102 **Aufrufe**

104 **Propaganda und Kritik**

106 **Die unvollendete Quantenrevolution**

107 ☐ PERSONALIA

Walther Nernst
Arnold Sommerfeld

OBJEKTE UND DOKUMENTE

108 **Atome und Quanten**

110 **Das Rätsel der Schwerkraft**

111 ☐ PERSONALIA

Marcel Grossmann

111 ☒ GRUNDLAGEN

Die vierdimensionale Raumzeit

OBJEKTE UND DOKUMENTE

112 **Das Äquivalenzprinzip und seine Folgen**

114 **Die zweite Revolution**

115 ☐ PERSONALIA

David Hilbert

115 ☒ GRUNDLAGEN

Verallgemeinerung des Relativitätsprinzips
Felder

OBJEKTE UND DOKUMENTE

116 **Die Vollendung der Relativitätsrevolution**

118 **Der Triumph der Relativitätstheorie**

119 ☐ PERSONALIA

Sir Arthur Eddington

119 ☒ GRUNDLAGEN

Lichtablenkung im Schwerfeld

OBJEKTE UND DOKUMENTE

120 **Das Ringen um die Bestätigung**

122 **Die Front der Antirelativisten**

123 ☐ PERSONALIA

Walther Rathenau
Ernst Gehrcke
Paul Weyland

OBJEKTE UND DOKUMENTE

124 **Gewalt in Wort und Tat**

126 **Albert Einstein als öffentliche Person**

127 ☐ HISTORISCHES UMFELD

Massenmedien
Avantgarde
Einstein als Botschafter Deutschlands
Radikalisierung der Politik

OBJEKTE UND DOKUMENTE

128 **Völkerverständigung**

130 **Welle und Teilchen als bleibender Widerspruch**

131 ☐ PERSONALIA

Louis de Broglie

131 ☒ GRUNDLAGEN

Der Compton-Effekt

OBJEKTE UND DOKUMENTE

132 **Der späte Erfolg der Lichtquantenidee**

134 **Auf dem Weg zu einer neuen Kosmologie**

135 ☐ PERSONALIA

Willem de Sitter
Alexander Friedmann

135 ☒ GRUNDLAGEN

Die kosmologische Konstante

OBJEKTE UND DOKUMENTE

136 **Von der Philosophie zur Astronomie**

138 **Paradoxien der Quantentheorie**

139 ☐ PERSONALIA

Max Born
Niels Bohr
Erwin Schrödinger
Werner Heisenberg

OBJEKTE UND DOKUMENTE

140 **Gedankenexperimente**

142 Die Suche nach der Einheit der Natur

143 ○ PERSONALIA

Hermann Weyl
Valentine Bargmann
Peter Bergmann

OBJEKTE UND DOKUMENTE

144 Von der Physik zur Mathematik

146 Einstein und das Judentum

147 HISTORISCHES UMFELD

Die Hebräische Universität
Zionismus

147 ○ PERSONALIA

Chaim Weizmann

OBJEKTE UND DOKUMENTE

148 Meldungen in der Tagespresse

150 Emigration

151 HISTORISCHES UMFELD

Die Machtübernahme der Nationalsozialisten
Deutsche Gelehrte im Nationalsozialismus

151 ○ PERSONALIA

Max von Laue

OBJEKTE UND DOKUMENTE

152 Moralische Herausforderungen

154 „Viel Schreckliches“

156 Einstein in Amerika

157 HISTORISCHES UMFELD

Institute for Advanced Study
Die McCarthy-Ära

157 ○ PERSONALIA

Leopold Infeld
Leo Szilard

OBJEKTE UND DOKUMENTE

158 Zivilcourage

EINSTEINS WELT HEUTE

164 Was ist Wissenschaft?

165 ○ PERSONALIA

Ernst Cassirer
Thomas S. Kuhn

165 ○ GRUNDLAGEN

Logischer Empirismus
Postmoderne

OBJEKTE UND DOKUMENTE

166 Arbeit an Einstein

168 Relativität auf dem Prüfstand

169 ○ HISTORISCHES UMFELD

Alternative Theorien der Gravitation

169 ○ PERSONALIA

John Archibald Wheeler

169 ○ GRUNDLAGEN

Pulsare als kosmische Laboratorien

OBJEKTE UND DOKUMENTE

170 Aktuelle Experimente zur Relativitätstheorie

172 Der Aufbau der Welt im Großen

173 ○ HISTORISCHES UMFELD

Geschichte der Radioastronomie
Neutrino-Jagd

173 ○ GRUNDLAGEN

Die kosmische Hintergrundstrahlung

OBJEKTE UND DOKUMENTE

174 Kosmische Botschaften der Strahlung

176 Die Gravitation als Herausforderung

177 ○ GRUNDLAGEN

Gravitationswellen
Schwarze Löcher
Quantengravitation

OBJEKTE UND DOKUMENTE

178 Kosmische Botschaften der Gravitation

180 Der Aufbau der Welt im Kleinen

181 ○ GRUNDLAGEN

Das Standardmodell der Teilchenphysik
Kernspaltung und Kernfusion
Plasma und Plasmafallen
Auf dem Weg zum Röntgenlaser

OBJEKTE UND DOKUMENTE

182 Hochenergiephysik: Konzepte und Werkzeuge

183 Supraleitung in der Forschungstechnologie

184 **Seltsame Zusammenhänge**

185 ○ PERSONALIA

Paul Lévy

185 ● GRUNDLAGEN

Einschluss „ultrakalter“ Materie
Quantencomputer
Beherrschung von Photonen

OBJEKTE UND DOKUMENTE

186 **Teilchen und Licht unter Kontrolle**

188 **Anwendungen**

189 ○ HISTORISCHES UMFELD

Telekommunikation

189 ● GRUNDLAGEN

Laserprinzip
Satellitengestützte Navigation
Photovoltaik

OBJEKTE UND DOKUMENTE

190 **Vom Rheinlandkabel zur Laser-Freiübertragung**

192 **Relativitätstheorie unter Verdacht**

193 ○ HISTORISCHES UMFELD

Amateurwissenschaft

193 ● GRUNDLAGEN

Philosophie und Relativitätstheorie
Zwillingsparadoxon

OBJEKTE UND DOKUMENTE

194 **Pamphlete**

196 **Einstein unter Verdacht**

197 ○ PERSONALIA

J. Edgar Hoover

197 ● GRUNDLAGEN

Einsteins deutsche Akte

OBJEKTE UND DOKUMENTE

198 **Einsteins FBI-Akte**

200 **Die Atombombe**

201 ○ HISTORISCHES UMFELD

Manifeste während des Kalten Krieges

201 ○ PERSONALIA

Max Born und Pascual Jordan
Leslie R. Groves
J. Robert Oppenheimer und Edward Teller

OBJEKTE UND DOKUMENTE

202 **Zwischen Rüstungsforschung und Friedensengagement**

204 **Wissenschaft als Herausforderung**

205 ○ PERSONALIA

Joseph Rotblat

205 ● GRUNDLAGEN

Whistleblowing
Nanotechnologie
Open access

OBJEKTE UND DOKUMENTE

206 **Globale Herausforderungen der Gegenwart**

208 **Wissenschaft in den Medien**

209 ○ PERSONALIA

Carl Sagan

209 ● GRUNDLAGEN

Wissenschaftsjournalismus

OBJEKTE UND DOKUMENTE

210 **Wissenschaft im Film**

211 **Wissenschaft in den Zeitungen eines Tages**

212 **Mythos Einstein**

213 ○ HISTORISCHES UMFELD

Einsteins Vermarktung
Einsteins Gehirn

OBJEKTE UND DOKUMENTE

214 **Einstein und die Kunst**

216 **Einstein auf Briefmarken**

217 **Einstein auf Münzen**

ANHANG

218 **Verzeichnis der Exponate**

236 **Bibliographie**

244 **Personenregister**

246 **Verzeichnis der Leihgeber**

248 **Abbildungsnachweis**

250 **Ausstellungsimpression**