

Jürgen Renn (Hrsg.)

Albert Einstein

**INGENIEUR
DES UNIVERSUMS**

**EINSTEINS LEBEN
UND WERK IM KONTEXT**



**WILEY-
VCH**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

INHALT

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 **Anschaungen 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 Schwerefeld
- 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 Plasmafällen
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 **Ausstellungsimpressum**