INHALT

Einleitung: Erkenntnisse und Perspektiven 1
Physik 5
Reine Neugier? 7

WISSEN 9

Die Vielfalt physikalischer Phänomene verstehen . . . 11
Messen als Grundlage von Physik und Technik 16
Mathematik als Sprache der Physik 17
Big Data, Simulation und Numerik 19

DIE TEILE UND DAS GANZE 21

Die Welt in Raum und Zeit. 21
Die Wahrscheinlichkeitswelt der Quanten 24
Fundamentale Theorien 27
Aus Vielem entsteht Neues. 29
Nichtgleichgewicht und Strukturbildung 31

DAS KLEINSTE UND DAS GRÖSSTE 33

Das Standardmodell der Teilchenphysik 35
Auf der Spur der Elementarteilchen 39
Präzisionstests des Standardmodells 43
Neutrinos: Elementarteilchen mit Überraschungen. . 45
Quarks: Basis der Materie 48
Die Entstehung der Elemente. 51
Jenseits des Standardmodells 53
Kosmische Objekte 57
Gravitation 59
Schwarze Löcher und Pulsare 61
Kosmologie: Das Große und Ganze 67
Quantengravitation. 69
Teilchen aus dem All 70
Das James-Webb-Weltraumteleskop. 71

DIE WELT DER MATERIE UM UNS HERUM 73

Magie der Materie. 73
Strom ohne Widerstand 75
Topologische Quantenmaterialien. 77
Robuste magnetische Muster 81
Neues aus einzelnen Atomlagen 83
Computerbasiertes Materialdesign. 87
Klötzchenspiel mit kalten Atomen 89
Ultraschnelle Prozesse 93
Weiche und aktive Materie 97

UNSERE ERDE 101

Unsere Erde: Innen ganz unruhig. 103
Die Vermessung der Welt 106
Landoberfläche und Biosphäre 108
Planetare Magnetfelder: Orientierungshilfe und Schutz 109
Der Ozean im Klimasystem 111
Die Kryosphäre 113
Atmosphäre: Haut aus Gas. 115
Das Anthropozän 118
Globale Klimaentwicklung. 120
Kippdynamiken im Erdsystem 123
Die arktische Verstärkung. 127
Ein Jahr im arktischen Eis. 129

PHYSIK UND LEBEN 131

Biophysik auf allen Skalen 131
Einblicke in die Welt der Proteine. 133
Mikroskopie für kleinste Strukturen 135
Alleskönner Licht. 137
Physik der Zelle. 139
Das Denken verstehen. 143
Ursprünge des Lebens. 145
Lebende Systeme bauen. 147

GRENZEN ERKENNEN UND ÜBERWINDEN 151

Perspektiven in der Grundlagenforschung 151
KI und Big Data verändern die physikalische Forschung 155
Mit Präzisionsmessungen auf der Suche nach neuer Physik 159
Neue Ansätze für Mikroskopie und Spektroskopie in Raum und Zeit 162
Spektroskopie und Quantenchemie: Vom Mikrokosmos zur Anwendung . . 165
Hinaus ins All! 168

WIRKUNG 171

TECHNOLOGIEN FÜR DAS 21. JAHRHUNDERT 173

Wie ist die Lage? 175
Mikrochips: Immer kleinere Strukturen 177
Magnetische Datenspeicherung 179
Rechenleistung rauf, Energiebedarf runter 184
Quantencomputer – Anwendungen und Realisierungen 187
Metalle in freier Form. 189
Plasmen in Technik und Medizin. 191
Energie aus Kernfusion 193

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/1362350788

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

DIE QUANTENWELT ERSCHLIESSEN 195

Information 197
Quantenbits erzeugen und kontrollieren 199
Quantencomputer 201
Abhörsicher durch Quantenkommunikation 203
Modellsysteme für die Quantenwelt 205
Winzig klein und hochgenau 207
Die universelle Definition der physikalischen Einheiten 209

DIAGNOSE UND THERAPIE 213

In Scheiben geschnitten 215
Kontrastreiche Einblicke 217
Bilder aus Schall 219
Radioaktive Substanzen für die Gesundheit 221
Mit Strahlen gegen Krebs 224
Hören: Mehr als Akustik 227
Nano für die Medizin 229

KOMPLEXE WELT – VERNETZTE WELT 231

Dynamik komplexer Systeme 233
Komplex, chaotisch, verstehbar 237
Widerstandsfähig, da komplex 238
Von Schwärmen und Schleimpilzen 239
Alltag in einer vernetzten Welt 242

DIE ERDE IM BLICK 245

Fernerkundung 247
Erderkundung mit Satelliten 249
Erkundung des Ozeans 253
Wettervorhersage und Warnung vor Geo-Gefahren 256
Regen, Schnee und Unsicherheit 259
Schlechte Luft 261

GLOBALE HERAUSFORDERUNGEN 263

Die große Transformation 265
5 vor 12 oder schon später? 270
Kein Ersatz für Klimaschutz 271
Der Kampf gegen das Ozonloch – eine Erfolgsgeschichte? . . . 275
Quantencomputing 277
Physik als tragende Säule der KI-Implementierung? 279
Allein im Universum? 281

MENSCHEN 285

BILDUNG UND BERUF 287

Alltagsbezogen, interaktiv und multimedial 289
Das Studium der Physik 291
Mehr als guter Unterricht 295
Der Arbeitsmarkt für Physiker:innen 297
Zehn Karrieren mit Physik 301

PHYSIK IN KULTUR UND GESCHICHTE 303

Grundlagenforschung als Kulturleistung 303
Was beschreibt die Physik? 305
Physikgeschichte 308
Physik und Kunst: Kreative Wechselwirkungen 311

FÜR DIE GESELLSCHAFT 315

Wissenschaft verbindet: Science Diplomacy 316
Technikfolgen und Gesellschaft 319
Disruptive Technologien und die Ambivalenz der Forschung . . . 321
Die Büchse der Pandora 323
Ethik in der Forschung 327
Politikberatung mit Physik 329
Dialog mit der Gesellschaft 333

ANHANG 337

Sachregister 337
Mitwirkende 343