

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hoffnung und Gefahr – Physik im Diskurs der Gesellschaft</b> .....	<b>1</b>
	<i>W. Frühwald</i>	
1.1	Vorbemerkung .....	1
1.2	Das Zeitalter der Naturforschung .....	2
1.3	Naturwissenschaft als Teil der allgemeinen Geschichte .....	5
1.4	Fachkongresse und ihr „geselliger Zweck“ .....	9
1.5	Theorie, Erfahrung, Experiment .....	12
1.6	Kontexte der Naturwissenschaft .....	17
1.7	Die Bombe .....	22
1.8	Historisches und physikalisch-naturwissenschaftliches Denken .....	31
1.9	Ein (mögliches) Fazit .....	37
	Hinweise .....	42
	Bildquellen .....	45
<b>2</b>	<b>Was heißt und zu welchem Ende studiert man Chaos?</b> .....	<b>47</b>
	<i>S. Großmann</i>	
	Vorwort .....	47
2.1	Einleitung .....	47
2.2	Chaos: Das Phänomen .....	49
2.3	Deterministisches Chaos .....	59
2.4	Determinismus und Wahrscheinlichkeit .....	63
2.5	Kausalität – im Kurzen .....	64

2.6	Kontinuierliche chaotische (Hydro-)Dynamik .....	69
2.6.1	Das Lorenzmodell .....	69
2.6.2	Dynamische Qualitäten .....	71
2.6.3	Diskussion des Lorenzmodells .....	71
2.6.4	Lösungsverläufe beim Lorenzmodell .....	72
2.6.5	Beschränktheit des verfügbaren Phasenraums .....	77
2.7	Lyapunov-Exponenten .....	78
2.8	Aspekte – Einsichten – Reichtümer .....	80
2.8.1	Ordnung und Strukturbildung durch Nichtlinearität .....	81
2.8.2	Diskrete nichtlineare Dynamik .....	86
2.8.3	Selbstähnlichkeit .....	92
2.9	Numerische Genauigkeit, „wahre“ Schatten, Klimavorhersage .....	93
2.9.1	Pseudotrajektorien .....	93
2.9.2	Beschattung durch wahre Bahnen .....	95
2.9.3	Klimavorhersage .....	96
2.10	Statistische Physik .....	98
2.11	Schlussbemerkungen .....	104
	Zusätze .....	105
	Literaturverzeichnis .....	107
<b>3</b>	<b>Halbleiter-Quantenpunkte – ein Blick in die Welt der Nanos .....</b>	<b>109</b>
	<i>D. Bimberg, S. Rodt, U. W. Pohl</i>	
	Vorbemerkung .....	109
3.1	Einleitung – Der Nanokosmos .....	110
3.1.1	Abstieg in die Nanowelt .....	110
3.1.2	Phänomene im Nanokosmos .....	111
3.1.3	Nanotechnologie im Altertum .....	112
3.2	Elektronen in Halbleitern .....	113
3.2.1	Das Bändermodell .....	113
3.2.2	Leiter – Halbleiter – Nichtleiter .....	115
3.2.3	Dotierung von Halbleitern .....	116
3.2.4	Exzitonen in Halbleitern .....	116
3.3	Halbleiter-Quantenpunkte .....	118
3.3.1	Herstellung von Quantenpunkten .....	118
3.3.2	Struktur von Quantenpunkten – Von außen betrachtet .....	120
3.4	Elektronische Eigenschaften von Quantenpunkten – „der Blick ins Innere“ .....	122
3.4.1	Geometrie als Designparameter .....	123
3.4.2	Ein Ladungsträger im Quantenpunkt .....	126
3.4.3	Untersuchungsmethoden zur elektronischen Struktur .....	127
3.4.4	Sind alle Quantenpunkte gleich? .....	128

3.4.5	Der Zoo der Exzitonischen Komplexe .....	130
3.4.6	Rekombinationskaskaden .....	132
3.4.7	Polarisationsverschränkung.....	133
3.5	Anwendungen .....	133
3.5.1	Laser und Leuchtdioden: Bausteine für die digitale Datenverarbeitung .....	134
3.5.2	Optische Verstärker .....	137
3.5.3	Einzelphotonenemitter .....	138
3.5.4	Der Nano-Flash-Speicher .....	139
3.5.5	Marker für biologische Prozesse .....	140
3.6	Zusammenfassung und Ausblick .....	141
	Referenzen .....	142
<b>4</b>	<b>Organische Elektronik</b> .....	<b>143</b>
	<i>M. Schwoerer</i>	
4.1	Einleitung .....	143
4.2	Woraus bestehen Organische Halbleiter? .....	146
4.3	Was die Moleküle zusammenhält – Kräfte und Strukturen .....	149
4.4	Innere Dynamik – Molekülschwingungen und Phononen.....	154
4.5	Fluoreszenz und Phosphoreszenz – Excitonen und Energietransport .....	159
4.5.1	Isolierte Moleküle – Singulett- und Triplett-Zustände .....	159
4.5.2	Festkörper-Excitonen.....	161
4.5.3	Energieübertragung .....	164
4.6	Der elektrische Strom in Organischer Materie .....	166
4.6.1	Historische Vorbemerkungen .....	166
4.6.2	Ladungsträger: Dichte und Beweglichkeit.....	167
4.6.3	Photogeneration und TOF-Methode.....	169
4.6.4	Beweglichkeiten in Einkristallen .....	172
4.6.5	Beweglichkeiten in Ungeordneten Schichten .....	174
4.6.6	Injektion und Raumladungsbegrenzte Ströme.....	176
4.6.7	Elektroden und Kontakte – Ein- und Ausgangstore für die Ladungsträger.....	178
4.7	Organische Elektronik und Optoelektronik .....	180
4.7.1	Elektrolumineszenz: OLEDs .....	180
4.7.2	Bildschirme – Große fürs Fernsehen und Kleine für alles Mögliche .....	185
4.7.3	Lichtquellen .....	186
4.7.4	Solarzellen .....	187
4.7.5	Organische Transistoren – Gedruckte Schaltungen .....	190
4.8	Rück- und Ausblick.....	192
	Literaturverzeichnis .....	193

<b>5</b>	<b>Quantennormale: Neue Fundamente des Internationalen Einheitensystems</b> .....	<b>195</b>
	<i>E. O. Göbel</i>	
5.1	Kurze Geschichte des SI .....	195
5.2	Das heutige SI und seine Grenzen .....	198
5.2.1	Die Sekunde, Einheit der Zeit .....	198
5.2.2	Das Meter, Einheit der Länge .....	201
5.2.3	Das Kilogramm, Einheit der Masse .....	203
5.2.4	Das Ampere, die Einheit der elektrischen Stromstärke .....	204
5.2.5	Die Einheit der thermodynamischen Temperatur: das Kelvin .....	208
5.2.6	Das Mol, die Einheit der Stoffmenge .....	210
5.2.7	Die Candela, die Einheit der Lichtstärke .....	211
5.3	Das neue SI .....	212
5.3.1	Das neue Kilogramm .....	214
5.3.2	Das neue Mol .....	219
5.3.3	Das neue Kelvin .....	220
5.3.4	Das neue Ampere und das metrologische Dreieck .....	221
5.4	Schlussbemerkungen .....	225
	Häufig verwendete Abkürzungen .....	226
<b>6</b>	<b>Energie für unser Leben: Nahrung, Wärme, Strom, Treibstoffe (früher – derzeit – künftig)</b> .....	<b>227</b>
	<i>K. Heinloth</i>	
6.1	Entwicklung aus der Vergangenheit bis heute .....	227
6.1.1	Naturraum Erde .....	227
6.1.2	Homo sapiens .....	229
6.2	Deckung unseres Energiebedarfs heute .....	232
6.2.1	Deckung des Bedarfs an Nahrung .....	232
6.2.2	Deckung des Energiebedarfs für Wärme, Strom und Treibstoffe .....	234
6.3	Aussichten in Zukunft .....	237
6.3.1	Kulturraum Erde .....	237
6.3.2	Deckung unseres künftigen Energiebedarfs: Notwendigkeiten und Möglichkeiten .....	238
	Anregende, weiterführende Literatur .....	263
<b>7</b>	<b>Strukturentstehung im Kosmos</b> .....	<b>265</b>
	<i>G. Hasinger</i>	
7.1	Einleitung .....	265
7.2	Die Inflation .....	267

7.3	Dunkle Materie und Dunkle Energie .....	268
7.4	Die Entstehung der normalen Materie .....	270
7.5	Kernfusion .....	271
7.6	Akustische Oszillationen .....	271
7.7	Das kosmische Netz .....	274
7.8	Der Flug zum Virgo-Haufen .....	278
7.9	Die Entstehung von Galaxien .....	280
7.10	Schwarze Löcher bei der Hochzeit von Galaxien .....	282
7.11	Sternentstehung .....	284
7.12	Protoplaneten im Orion-Nebel .....	287
7.13	Ausblick .....	289
<b>8</b>	<b>Endzustände der Materie im Kosmos .....</b>	<b>291</b>
	<i>J. Trümper</i>	
8.1	Einleitung .....	291
8.2	Geburt, Leben und Tod der Sterne .....	295
8.3	Endstadien der Sternentwicklung – Braune Zwerge .....	296
8.4	Die Magnetfelder und Rotationsperioden kompakter Sterne .....	297
8.5	Weißer Zwerge .....	297
8.6	Tanzende Sterne I: Weißer Zwerge in Doppelsternsystemen .....	298
8.7	Supernovae und Neutronensterne .....	300
8.8	Supernova-Explosionen und die chemische Evolution im Kosmos .....	305
8.9	Pulsare und andere einzelne Neutronensterne .....	307
8.10	Strahlung von der heißen Oberfläche der Neutronensterne .....	310
8.11	Tanzende Sterne II: Neutronensterne in Doppelsternsystemen .....	314
8.12	Doppel-Neutronensterne .....	316
8.13	Schwarze Löcher .....	317
8.14	Supermassive Schwarze Löcher .....	319
8.15	Gammastrahlen-Ausbrüche und Hypernovae – die Geburt von Schwarzen Löchern .....	320
8.16	Zusammenfassung und Ausblick in die sehr ferne Zukunft .....	322

<b>9</b>	<b>Elementarteilchen – oder woraus bestehen wir? .....</b>	<b>325</b>
	<i>H. Schopper</i>	
9.1	Gibt es letzte Bausteine der Materie? .....	325
9.2	Das Standardmodell der Teilchenphysik und seine Symmetrien .....	327
9.3	Das Periodische System der Elementarteilchen .....	329
9.4	Am Anfang war die Kraft .....	333
9.5	Was kommt nach dem Standardmodell? .....	335
9.6	Gibt es eine ‚Urkraft‘? .....	338
9.7	Materieerzeugung statt Atomzertrümmerung .....	341
9.8	Kollisionsmaschinen ersetzen Beschleuniger .....	343
9.9	LEP – der größte Ring .....	348
9.10	LHC – die Weltmaschine .....	355
9.11	Elektronische Kammern ersetzen Nebelkammern .....	356
9.12	Große Detektoren und internationale Zusammenarbeit .....	358
9.13	Teilchenphysik und Kosmologie .....	360
9.14	Physik, Philosophie und Religion .....	361
9.15	Die Physik von heute, die Technik von morgen .....	364
<b>10</b>	<b>Bundesweite Förderung der Physik in Deutschland .....</b>	<b>367</b>
	<i>H. Schunck</i>	
10.1	Physik in Deutschland .....	368
10.1.1	Physik – ein Fach mit großen Chancen .....	368
10.1.2	Eine komplexe Landschaft der Förderung der Physik .....	369
10.1.3	Ein Exkurs: die Entwicklung der Kerntechnik und die Rolle der Physik .....	371
10.1.4	Vom unendlich Kleinen zum unendlich Großen .....	373
10.2	Förderung der Physik in Deutschland .....	375
10.2.1	Eine Milliarde Euro für die Physik – Warum? .....	375
10.2.2	Großgeräte der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung .....	376
10.2.3	Helmholtz-Gemeinschaft <sup>*</sup> .....	379
10.2.4	Deutsche Forschungsgemeinschaft .....	381
10.2.5	Nachwuchsförderung .....	383
10.2.6	Physikförderung im internationalen Vergleich .....	384
10.3	Großgeräte und Infrastruktur .....	386
10.3.1	Großgeräte auf dem Prüfstand .....	386
10.3.2	Eine wettbewerbsfähige Forschungsinfrastruktur .....	388
10.3.3	Europäisierung und Internationalisierung .....	390

---

10.4	Nutzen und Neugier .....	392
10.4.1	Von der Forschung zum Produkt .....	392
10.4.2	Das Jahr der Physik .....	394
10.5	Der Münchner Forschungsreaktor II – ein besonderer Fall .....	396
10.6	Ist Alles gut wie es ist? – Bilanz und Ausblick .....	399
	Literatur .....	402
 <b>Herausgeber und Autoren .....</b>		<b>405</b>
 <b>Personenregister .....</b>		<b>419</b>