

Inhalt

Vorwort	VII
À Propos	1
1 Modelle in der Physik	9
1.1 Modellierungskonzepte	13
1.2 Definition und Abstraktionsebenen eines Modells.	15
1.3 Modelleigenschaften und Modellierungsziele.	22
1.4 Ein Modellierungsleitfaden.	25
1.5 Potential, Grenzen und Risiken der Modellierung	29
2 Mathematische Strukturen in der Physik	43
2.1 Der mathematische Abbildungsprozess	44
2.2 Physikalische Gleichungen	51
2.3 Die mathematische Symmetrie.	55
2.4 Die mathematische Analogie	58
2.5 Die mathematische Dualität	60
3 Der Messprozess und Maßeinheiten.	65
3.1 Die Festlegung der Naturkonstanten	70
3.2 Die Längenmessung.	71
3.3 Die Massenbestimmung	73
3.4 Die Zeitmessung.	74

4	Grundlegende physikalische Konzepte.....	81
4.1	Das Konzept der Energie.....	82
4.1.1	Was ist Energie?.....	84
4.1.1.1	Die Energie – eine physikalische Beschreibung.....	85
4.1.1.2	Die Koenergie oder Duale Energie.....	90
4.1.2	Was ist Entropie?.....	94
4.1.2.1	Der klassische (historische) Entropiebegriff.....	97
4.1.2.2	Eine zeitgemäße Interpretation der Entropie.....	103
4.2	Das Konzept der Kraft.....	119
4.2.1	Die Newton'sche Mechanik.....	123
4.2.2	Die Analytische Mechanik.....	138
4.2.3	Die Kontinuumsmechanik.....	145
4.2.3.1	Der kartesische Spannungstensor.....	147
4.2.3.2	Der kartesische Verzerrungstensor.....	150
4.2.3.3	Materialeigenschaften.....	151
4.2.3.4	Die Bilanzgleichungen.....	153
4.2.4	Die Quantenmechanik.....	155
4.2.4.1	Randerscheinungen in der Physik um 1900.....	156
4.2.4.2	Erste quantenmechanische Modell-Ansätze.....	157
4.2.4.3	Erste grundlegende Experimente zur Quantenmechanik.....	158
4.2.4.4	Der quantenmechanische Kraftbegriff.....	161
4.3	Das Konzept der Zeit.....	162
4.3.1	Was ist Zeit?.....	163
4.3.2	Die Zeit als Messgröße.....	165
4.3.3	Entropie und die Richtung der Zeit.....	169
4.3.4	Das Kausalitätsproblem in der Physik.....	173
4.3.5	Zeit-Paradoxien.....	176
4.3.5.1	Die Spezielle Relativitätstheorie: Eine kurze Einführung.....	177
4.3.5.2	Zeitreisen in die Zukunft: Das Zwillingsparadoxon.....	188
4.3.5.3	Zeitreisen in die Vergangenheit: Das allgemeine Kausalitätsprinzip.....	191

4.4	Das Konzept des Raumes.	196
4.4.1	Was ist Raum?	197
4.4.2	Inertialsysteme und Bewegung im Raum	203
4.4.3	Die Vermessung des Raumes	210
4.4.4	Das kosmologische Paradoxon – Kann Raum bewegt werden?	220
4.4.5	Ein kosmologisches Modell.	237
4.4.5.1	Das erweiterte Relativitätsprinzip	241
4.4.5.2	Zeit und Raum nach Milne	242
4.4.5.3	Das Milne-Universum.	251
4.4.5.4	Lokale Beschleunigungen und Gravitationskräfte	254
4.4.5.5	Die Lichtablenkung im Gravitationsfeld	263
4.4.5.6	Milne und das Olbers-Paradoxon	268
4.4.5.7	Zusammenfassung	271
5	Impulsströme	293
5.1	Der allgemeine Impulserhaltungssatz	295
5.2	Kontaktwechselwirkungen	299
5.2.1	Die allgemeine Kontinuitätsgleichung.	301
5.2.2	Die Reibung	302
5.2.3	Das Hebelgesetz	312
5.2.4	Beispiele zur Impulsstrom-Mechanik	316
5.2.4.1	Ein Vergleich: mechanische Spannung vs. elektrische Stromdichte.	317
5.2.4.2	Die Bewehrungstechnik im Bauingenieurwesen.	320
5.2.4.3	Das Boussinesq-Problem	324
5.2.4.4	Tragwerke	326
5.2.4.5	Verbundmaterialien	328
5.2.4.6	Granulare Materie	330
5.2.4.7	Die Sanduhr	334
5.2.4.8	Spannungsinduzierte Bewegung	336
5.2.5	Stoßvorgänge	349
5.2.5.1	Die Stoßzeit	353
5.2.5.2	Die Stoßkaskade	363

5.3	Feldwechselwirkungen	366
5.3.1	Das Gravitationsfeld.....	367
5.3.1.1	Der Gravitations-Plattenkondensator.....	374
5.3.1.2	Geophysik: über den Wärmehaushalt der Erde.....	379
5.3.1.3	Zusammenfassung	391
5.3.2	Das magnetische Feld	394
5.3.3	Das elektrische Feld.....	398
5.3.4	Der Maxwell'sche Spannungstensor	401
5.3.4.1	Der Feldimpuls	403
5.3.4.2	Die Maxwell-Heaviside-Gleichungen	407
5.3.5	Die elektromagnetische Dualität	409
6	Résumé.....	419
7	Physikalische Größen	425
8	Aufgaben	427
9	Mathematischer Anhang	441
9.1	Vektoren	442
9.2	Tensoren	443
9.3	Vektor- und Tensoranalysis.....	445
9.4	Impulsströme in der Kontinuumsmechanik	449
10	Zitate.....	455
11	Glossar	465
12	Verweise.....	479
13	Weiterführende Literatur.....	483
	Index	493