

Inhaltsverzeichnis

Einleitung – Zum Gebrauch dieses Buches.....	1
Pfad A – anschaulich und intuitiv.....	9
A 1 Beschreibung physikalischer Vorgänge.....	11
A 1.1 Sprache der Physik	11
A 1.1.1 Raum und Zeit	11
A 1.1.2 Vereinfachung und Idealisierung.....	13
A 1.2 Bewegungen mathematisch beschreiben	14
A 1.2.1 Bewegung in einer Dimension	14
A 1.2.2 Bewegung in mehreren Dimensionen	16
A 1.3 Wichtige Koordinatensysteme	18
A 1.3.1 Kartesische Koordinaten	19
A 1.3.2 Krummlinige Koordinaten.....	20
A 1.M Mathematische Abschnitte	26
A 2 Ursachen der Bewegung.....	39
A 2.1 Begriffe für die Untersuchung von Bewegungen	39
A 2.2 Newtonsche Bewegungsgesetze	41
A 2.3 Lösung einfacher mechanischer Probleme	44
A 2.3.1 Beispiele für Kräfte	45
A 2.3.2 Arbeiten mit Bewegungsgleichungen	48
A 2.3.3 Energie und Leistung	52
A 2.M Mathematische Abschnitte	53
A 3 Folgerungen aus den Bewegungsgesetzen	61
A 3.1 Erhaltungsgrößen	61
A 3.1.1 Energieerhaltung.....	62
A 3.1.2 Impulserhaltung	63
A 3.1.3 Drehimpulserhaltung	63
A 3.2 Bewegte und beschleunigte Bezugssysteme	65
A 3.3 Systeme von zwei Massepunkten	68
Pfad B – axiomatisch und formal	75
B 1 Kinematik	77
B 1.1 Begriffe der Kinematik	77
B 1.2 Bogenlänge und Parametrisierung von Bahnkurven	79
B 1.3 Koordinatensysteme und physikalischer Raum.....	81

B 1.3.1 Lokale Koordinaten und begleitendes Dreibein	81
B 1.3.2 Allgemeine Koordinatensysteme.	83
B 1.M Mathematische Abschnitte	87
B 2 Grundlagen der Dynamik	101
B 2.1 Impuls und Kraft	101
B 2.2 Newtons Axiome der klassischen Mechanik	103
B 2.3 Einfache mechanische Systeme und ihre Eigenschaften	108
B 2.3.1 Beschreibung von Kräften durch Felder	109
B 2.3.2 Bewegungsgleichungen, Arbeit und Potential	110
B 2.3.3 Energie und ihre zeitliche Erhaltung	113
B 2.M Mathematische Abschnitte	116
B 3 Folgerungen aus den dynamischen Grundlagen	127
B 3.1 Erhaltung	127
B 3.1.1 Erhaltungssätze und Symmetrien	127
B 3.1.2 Erhaltungssätze für Einteilchensysteme	129
B 3.2 Inertiale und beschleunigte Bezugssysteme	130
B 3.2.1 Galilei-Transformationen	130
B 3.2.2 Trägheits- oder Scheinkräfte	134
B 3.3 Systeme von mehreren Teilchen	138
B 3.3.1 Erhaltungssätze für Gesamtgrößen	139
B 3.3.2 Erhaltungsgrößen und Invarianz	144
B 3.M Mathematische Abschnitte	145
Pfad C – geometrisch und abstrakt	151
C 1 Geometrische Kinematik	153
C 1.1 Notation und kinematische Axiome	153
C 1.1.1 Methode der Physik: Axiome und Gesetze	153
C 1.1.2 Kinematische Axiome der klassischen Mechanik	155
C 1.2 Kinematik des Euklidischen Raums	156
C 1.3 Galilei-Euklidischer Raum	163
C 2 Axiomatik der Dynamik	167
C 2.1 Masse und Impuls	167
C 2.2 Dynamische Axiome und Newtonsche Gleichungen	169
C 2.3 Lösungen der Bewegungsgleichung	171
C 3 Ausgewählte Themen der Dynamik	175
C 3.1 Erhaltungssätze und Phasenraum	175

C 3.2 Transformationen der Raumzeit und Galilei-Gruppe	177
C 3.3 Konfigurationsraum des n -Teilchensystems	182
Pfade A-B-C – Anwendungen und Aufgaben	187
4 Anwendungen der Newtonschen Mechanik	189
4.1 Differentialgleichungen – freier Fall mit Reibung	190
4.2 Potentiale und Arbeit	197
4.2.1 Arbeit im konservativen Zentralfeld	197
4.2.2 Arbeit im nicht-konservativen Kraftfeld	199
4.3 Dynamik in besonderen Bezugssystemen	201
4.3.1 Hantelbewegung in Schwerpunktkoordinaten	201
4.3.2 Die Erde als beschleunigtes Bezugssystem	203
4.4 Harmonischer Oszillator	206
4.4.1 Grundlagen	206
4.4.2 Relevanz des harmonischen Oszillators	212
4.4.3 Abstraktion in den Phasenraum	214
4.4.4 Abstrakte Lösung der Bewegungsgleichungen	215
4.5 Konservative Zentralkraft	217
4.5.1 Bewegungsgleichungen	217
4.5.2 Mögliche Bahnkurven	220
4.5.3 Spezialfälle	222
5 Aufgaben zur Newtonschen Mechanik	225
Checkliste für das Lösen von Übungsaufgaben	227
Literaturüberblick zu Übungsaufgaben	228
5.1 Koordinatensysteme	230
5.1.1 * Vektorfelder in verschiedenen Koordinaten	230
5.1.2 * Orthonormalität der Basisvektoren	231
5.1.3 * Ableitungen in krummlinigen Koordinaten	231
5.1.4 ** Parabolische Zylinderkoordinaten	231
5.1.5 ** Angepasste kartesische Koordinaten	232
5.1.6 ** Wechsel zwischen Koordinatensystemen	232
5.1.7 *** Begleitendes Dreibein	233
5.1.8 *** Gruppe der Galilei-Transformationen	234
5.2 Bahnkurven einfacher physikalischer Systeme	234
5.2.1 * Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	234
5.2.2 * Gekrümmte Spiralen im Raum	234
5.2.3 * Fall und Wurf im Schwefeld	235

5.2.4	*	Überlagerung von Bewegungen	235
5.2.5	**	Fadenpendel	236
5.2.6	***	Freier Fall bei Erddrehung	237
5.3		Zweikörperstoß	237
5.3.1	**	Allgemeiner Stoß	238
5.3.2	**	Elastischer Stoß	239
5.3.3	**	Inelastischer Stoß	240
5.3.4	**	Erhaltung im Stoßprozess	240
5.4		Schwingungen	241
5.4.1	**	Gedämpfter harmonischer Oszillator 1 . . .	241
5.4.2	***	Gedämpfter harmonischer Oszillator 2 . . .	242
5.4.3	***	Erzwungene Schwingung	242
5.4.4	***	Anharmonischer Oszillator	243
5.5		Kepler-Problem	243
5.5.1	*	Allgemeine Lösung des Kepler-Problems ..	244
5.5.2	**	Bahnkurven im Kepler-Problem	244
5.5.3	**	Lenzscher Vektor	247
5.5.4	**	Die Keplerschen Gesetze	247
5.5.5	***	Geometrische Form der Kepler-Bahn . . .	248
5.5.6	***	Gestörtes Kepler-Potential	248
Liste der Matheabschnitte			251
Literaturverzeichnis			253
Index			257