

Inhaltsverzeichnis

1	Mechanik I: Grundlagen	1
1.1	Modellannahmen – Bewegung auf einer geraden Bahn	1
1.2	Weg (s)	1
1.3	Geschwindigkeit (v)	2
1.4	Beschleunigung (a)	4
1.5	Kraftaxiome nach I. NEWTON – Kraft ($F = m \cdot a$)	5
1.6	Das gravitative Kraftgesetz nach I. NEWTON	7
1.7	Erdschwere – Gewicht – Fallbeschleunigung – Gravimetrie	8
1.8	Spannung (σ) und Druck (p)	11
1.8.1	Spannung (σ) = Kraft je Flächeneinheit	11
1.8.2	Wasserdruck	12
1.8.3	Luftdruck	13
1.8.4	Druckeinheiten	14
1.9	Kraftmoment (M)	15
1.10	Impuls (p)	17
1.10.1	Impulssatz – Impulserhaltungsgesetz	17
1.10.2	Prallstoß (Körperstoß)	18
1.10.3	Kraftstoß	27
1.10.4	Rückstoß – Raketengleichung	30
1.11	Arbeit (W) – Leistung (P)	33
1.12	Energie (E)	36
1.12.1	Energieformen – Energieerhaltungsgesetz	36
1.12.2	Potentielle Energie (Lageenergie)	37
1.12.3	Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	38
1.13	Dissipation – Reibung und Dämpfung	41
1.13.1	Reibung: Einführung	41
1.13.2	Körperreibung	42

XIII

1.13.3	Ergänzungen und Beispiele zum Thema Reibung	47
1.13.4	Fluidreibung	50
1.13.5	Dämpfung: Einführung	52
1.13.6	Reibungsdämpfung	52
1.13.7	Viskose Dämpfung	56
1.14	Energiewandlung	59
1.14.1	Wirkungsgrad	59
1.14.2	Energiegewinnung durch Wasserkraft	61
1.14.3	Beispiel und Anmerkungen zur Energiegewinnung durch Wasserkraft	64
Literatur		68
2	Mechanik II: Anwendungen	71
2.1	Statik – Stabilität – Festigkeit	71
2.1.1	Einleitung	71
2.1.2	Kräfte als Vektoren – ‚Parallelogramm der Kräfte‘	73
2.1.3	Arten des Gleichgewichts	75
2.1.4	Statik der Starrkörper	76
2.1.5	Statik der Tragwerke	79
2.1.6	Materialfestigkeit – Materialzähigkeit	83
2.1.7	Beispiele	89
2.2	Bewegung entlang einer Geraden- und einer Kreisbahn – Rotation	97
2.2.1	Bewegung entlang einer geraden Bahn	97
2.2.2	Bahnbeschreibung	103
2.2.3	Bewegung entlang einer Kreisbahn	104
2.2.4	Drehimpuls (Drall) – Drehbewegung und Rotation	110
2.2.5	Kinetische Energie – Bewegung auf einer Geraden- und einer Kreisbahn	116
2.3	Fall- und Wurfmechanik – Ballistik	122
2.3.1	Fallbewegung	122
2.3.2	Wurfbewegung	128
2.3.3	Ballistik	133
2.4	Fluidmechanik	138
2.4.1	Statik der Fluide	139
2.4.2	Dynamik der Fluide	151
2.5	Mechanik der Schwingungen	177
2.5.1	Einführung	177
2.5.2	Federschwinger – Freie Schwingungen	178

2.5.3	Beispiele: Freie Schwingungen	184
2.5.4	Eigenfrequenzen einfacher Schwingungssysteme – Beispiele	189
2.5.5	Federschwinger – Fremderregte Schwingungen – Resonanz	194
2.5.6	Beispiele: Fremderregte Schwingungen	196
2.5.7	Frequenzanalyse	200
2.6	Mechanik der Wellen	206
2.6.1	Einleitung	206
2.6.2	Kinematik des ebenen Wellenfeldes – Ausbreitungsgeschwindigkeit	208
2.6.3	Wellengleichung – Wellenlösung	211
2.6.4	Energie- und Leistungsdurchsatz	215
2.6.5	Ergänzungen und Beispiele	220
2.7	Akustik	235
2.7.1	Schallmechanik (Grundlagen)	235
2.7.2	Sprechen – Hören	242
2.7.3	Hörempfinden – Schallpegel – Schallspektrum	245
2.7.4	Akustik der Musikinstrumente	254
2.7.5	Ultraschall – Schallortung	268
2.7.6	Doppler-Effekt	268
2.7.7	Überschallgeschwindigkeit	273
2.8	Astronomie I: Himmelsmechanik – Sonne, Planeten, Monde und Kometen	275
2.8.1	Astronomische Entfernungsmessungen im Altertum	275
2.8.2	Das Weltbild des PTOLEMÄUS	279
2.8.3	Das Weltbild des KOPERNIKUS	280
2.8.4	Das Weltbild des de BRAHE	282
2.8.5	Planetengesetze von KEPLER	283
2.8.6	Gravitationsgesetz von I. NEWTON und einige Folgerungen	288
2.8.7	Energie im Gravitationsfeld	303
2.8.8	Gravitationsenergie – Eigenenergie	310
2.8.9	Beispiele zur Himmelsmechanik	313
2.8.10	Sonnensystem	324
	Literatur	356

3	Thermodynamik	361
3.1	Einführung – Historische Anmerkungen	361
3.2	Verhalten von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen bei Wärmeeintrag	363
3.2.1	Festkörper bei Wärmeeinwirkung	363
3.2.2	Ergänzungen und Beispiele zur Verformung von Festkörpern bei Wärmeeinwirkung	365
3.2.3	Flüssigkeiten bei Wärmeeinwirkung	369
3.2.4	Anomalie des Wassers	370
3.2.5	Gase bei Wärmeeinwirkung	372
3.3	Hauptsätze der Wärmelehre und Folgerungen	397
3.3.1	Innere Energie – Energieeintrag durch Wärme und mechanische Arbeit	397
3.3.2	Hauptsätze der Thermodynamik	400
3.3.3	Wärmekapazität	401
3.3.4	Phasenumwandlung – Schmelzwärme – Verdampfungswärme	409
3.3.5	Wärmeübertragung	412
3.3.6	Wärmeleitung – Wärmemitführung	412
3.3.7	Verbrennungswärme – Brennwerte	420
3.4	Thermodynamische Prozesse	426
3.4.1	Zustandsänderungen idealer Gase	426
3.4.2	Prozess der isothermen Expansion/Kompression	429
3.4.3	Prozess der adiabatischen Expansion/Kompression	431
3.4.4	Carnot-Kreisprozess	434
3.4.5	Entropie – Entropiesatz	437
3.4.6	Ergänzungen und Beispiele zum Entropiesatz	443
3.4.7	Wärme- und Verbrennungskraftmaschinen	446
3.4.8	Kältemaschinen – Wärmepumpen	454
3.5	Energieversorgung	458
3.5.1	Einführung	458
3.5.2	Brennwert – Heizwert – CO ₂ -Ausstoß	459
3.5.3	Primärenergie – Sekundärenergie – Tertiärenergie	462
3.5.4	Primärenergieaufkommen weltweit	463
3.5.5	Primärenergieaufkommen in Deutschland	464
3.5.6	Fossile Energieträger – Energiereserven – Ausblick	468
3.5.7	Nichtfossile Energieträger – Erneuerbare Energien	477
3.5.8	Resümee	497
	Literatur	499

Personenverzeichnis

503

Sachverzeichnis

507