

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	VII
1 Fragestellungen der Dynamik	1
2 Bewegungen – ihre Ursachen und Folgen	5
2.1 Vieles ist in Bewegung.....	5
2.2 Ursachen für Bewegungen.....	6
2.3 Folgen von Bewegungen.....	7
2.4 Idealisierungen.....	8
2.4.1 Massenpunkt.....	8
2.4.2 Starrer Körper.....	8
2.4.3 Massenpunktsystem.....	9
2.5 Einteilung der Bewegungen.....	10
2.6 Kinematik und Kinetik.....	11
3 Kinematik des Massenpunktes	12
3.1 Bewegungsbahn, Geschwindigkeit, Beschleunigung.....	12
3.1.1 Bewegungsbahn.....	12
3.1.2 Geschwindigkeit.....	14
3.1.3 Beschleunigung.....	15
3.2 Geschwindigkeit und Beschleunigung in kartesischen Koordinaten.....	16
3.2.1 Bewegungsbahn.....	16
3.2.2 Geschwindigkeit.....	16
3.2.3 Beschleunigung.....	18
3.3 Geradlinige Bewegung.....	20
3.3.1 Bestimmung von Geschwindigkeit und Beschleunigung aus gegebenem Weg.....	20
3.3.2 Bestimmung von Geschwindigkeit und Weg aus gegebener Beschleunigung.....	22
3.4 Ebene Bewegung.....	35
3.4.1 Kartesische Koordinaten.....	36
3.4.2 Polarkoordinaten.....	36
3.4.3 Natürliche Koordinaten.....	44
3.5 Räumliche Bewegung.....	49
3.5.1 Kartesische Koordinaten.....	50
3.5.2 Zylinderkoordinaten.....	50
3.6 Darstellung von Bewegungen.....	52
3.6.1 x - t -, v - t - und a - t -Diagramme (Weg-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramme).....	52
3.6.2 Phasendiagramm.....	53
3.6.3 Bahnkurve.....	54
3.6.4 Hodografenkurve.....	54

4	Kinetik des Massenpunktes	55
4.1	Grundgesetze (Axiome) der Dynamik.....	55
4.1.1	Erstes NEWTONsches Gesetz: Trägheitsgesetz.....	55
4.1.2	Zweites NEWTONsches Gesetz: Bewegungsgesetz	56
4.1.3	Drittes NEWTONsches Gesetz: Wechselwirkungsgesetz	57
4.2	NEWTONsche Grundgleichung in verschiedenen Koordinatensystemen	57
4.2.1	NEWTONsche Grundgleichung in kartesischen Koordinaten	58
4.2.2	NEWTONsche Grundgleichung in natürlichen Koordinaten	58
4.2.3	Gewichtskraft.....	59
4.3	Anwendungen der NEWTONschen Grundgleichungen.....	60
4.3.1	Ermittlung der Kräfte, die bei einer vorgegebenen Bewegung wirken	60
4.3.2	Ermittlung von Bewegungen, die durch Kräfte hervorgerufen werden.....	60
4.3.3	Wurfbewegung ohne Luftwiderstand	61
4.3.4	Freier Fall mit Luftwiderstand.....	66
4.3.5	Geführte Bewegung ohne Reibung.....	68
4.3.6	Geführte Bewegung mit Reibung	69
4.4	Impulssatz.....	72
4.5	Drall und Drallsatz.....	73
4.5.1	Moment einer Kraft	73
4.5.2	Drall, Drehimpuls, Impulsmoment	74
4.5.3	Drallsatz, Momentensatz	74
4.5.4	Drallerhaltungssatz	75
4.5.5	Drallsatz bei ebener Bewegung	75
4.5.6	Ermittlung des Dralls mit den Komponenten des Impulses.....	76
4.5.7	Drall und Drallsatz für die Drehbewegung.....	76
4.5.8	NEWTONsche Grundgleichung für die Drehbewegung.....	77
4.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	79
4.6.1	Arbeit und Leistung bei geradliniger Bewegung.....	79
4.6.2	Arbeit und Leistung bei allgemeiner Bewegung	80
4.6.3	Arbeit und Leistung bei geführter Bewegung	81
4.6.4	Arbeit und Leistung bei der Drehbewegung.....	82
4.6.5	Wirkungsgrad	83
4.7	Arbeitssatz, kinetische Energie.....	84
4.8	Energiesatz	86
4.8.1	Potentielle Energie oder Potential der Gewichtskraft.....	87
4.8.2	Potentielle Energie oder Potential einer Federkraft.....	88
5	Bewegungen von Massenpunktsystemen.....	91
5.1	Systeme mit kinematischen Bindungen.....	91
5.1.1	Bewegungen mit einem Freiheitsgrad	92
5.1.2	Ebene Bewegungen	92
5.1.3	Räumliche Bewegungen	93
5.2	Systeme mit physikalischen Bindungen	94
5.3	Äußere und innere Kräfte eines Massenpunktsystems	94
5.4	Kinetik der einzelnen Massen.....	95
5.5	Kinetik des Gesamtsystems	97
5.5.1	NEWTONsche Grundgleichung für das Gesamtsystem (Schwerpunktsatz).....	98

5.5.2	Gesamtimpuls, Impulssatz und Impulserhaltungssatz	99
5.5.3	Gesamtdrall, Drallsatz und Drallerhaltungssatz	100
5.5.4	Energiesatz für das Massenpunktsystem	101
5.6	Gerader zentrischer Stoß zweier Massenpunkte	101
5.6.1	Stoß ohne Energieverlust	102
5.6.2	Stoß mit Energieverlust	104
5.7	Schiefer zentrischer Stoß zweier Massen	106
5.8	Stoß eines Massenpunktes an einer Wand	108
6	Kinematik des starren Körpers	111
6.1	Freiheitsgrade eines starren Körpers	111
6.2	Translation	113
6.3	Rotation	114
6.3.1	Rotation um feste Achse	116
6.3.2	Rotation um einen raumfesten Punkt	118
6.4	Allgemeine Bewegung eines starren Körpers im Raum	121
6.5	Allgemeine ebene Bewegung eines starren Körpers	122
6.5.1	EULERSche Beziehung für die ebene Bewegung	122
6.5.2	Beschreibung der Bewegung in kartesischen Koordinaten	123
6.5.3	Momentanpol der Geschwindigkeit	124
6.5.4	Rastpolbahn und Gangpolbahn	127
6.5.5	Geschwindigkeitspol, Rastpolbahn und Gangpolbahn beim Abgleiten einer an eine Wand angelehnten Leiter	128
7	Kinetik des starren Körpers	133
7.1	Translation	133
7.2	Rotation um feste Achse	135
7.2.1	NEWTONSche Grundgleichung für die Drehbewegung	135
7.2.2	Drall und Drallsatz	137
7.2.3	Arbeit und Leistung	137
7.2.4	Kinetische Energie	137
7.2.5	Gegenüberstellung von Translation und Rotation	137
7.3	Massenträgheitsmomente	139
7.3.1	Definition der Massenträgheitsmomente	140
7.3.2	Massenträgheitsmomente um parallel verschobene Achsen	141
7.3.3	Berechnung der Massenträgheitsmomente einzelner starrer Körper	143
7.3.4	Massenträgheitsmomente einiger Körper	145
7.4	Allgemeine ebene Bewegung eines starren Körpers	148
7.4.1	NEWTONSche Grundgleichungen für die allgemeine ebene Bewegung ..	149
7.4.2	Kinetische Energie bei allgemeiner ebener Bewegung	149
7.4.3	Arbeitssatz	150
7.4.4	Energiesatz	150
8	Schwingungen	155
8.1	Mechanische Schwingungssysteme	155
8.1.1	Feder-Masse-Schwinger	155
8.1.2	Drehschwinger	155

8.1.3	Schwerependel.....	155
8.1.4	Gedämpfte Schwingungssysteme	156
8.1.5	Schwingungssysteme mit Weg- oder Krafterregung	157
8.2	Schwingungsarten.....	157
8.2.1	Periodische Schwingung.....	157
8.2.2	Harmonische Schwingung.....	158
8.2.3	Ungedämpfte Schwingung	159
8.2.4	Gedämpfte Schwingung	159
8.2.5	Freie Schwingung (Eigenschwingung).....	159
8.2.6	Erzwungene Schwingung	159
8.3	Freie ungedämpfte Schwingungen (Eigenschwingungen)	160
8.3.1	Geradlinige Schwingung eines Feder-Masse-Systems	160
8.3.2	Federkonstanten elastischer Systeme.....	168
8.3.3	Längsschwingungen eines Stab-Masse-Systems	175
8.3.4	Geradlinige Schwingungen von Feder-Masse-Systemen mit mehreren Federn.....	176
8.3.5	Biegeschwingungen von Balken-Masse-Systemen	177
8.3.6	Torsionsschwingungen eines Stab-Masse-Systems.....	178
8.3.7	Drehschwingungen eines Feder-Masse-Systems.....	179
8.3.8	Schwerependel.....	182
8.4	Freie gedämpfte Schwingungen	185
8.4.1	Viskose Dämpfung	185
8.4.2	Schwingungen von gedämpften Feder-Masse-Systemen	186
8.5	Erzwungene ungedämpfte Schwingungen.....	192
8.5.1	Arten der Erregung	193
8.5.2	Schwingungen eines Feder-Masse-Systems bei Wegerregung.....	194
8.5.3	Schwingungen bei Krafterregung mit konstanter Amplitude	198
8.5.4	Schwingungen bei Krafterregung mit frequenzabhängiger Amplitude	201
8.6	Erzwungene gedämpfte Schwingungen.....	203
8.6.1	Gedämpfte Schwingungen bei Wegerregung	203
8.6.2	Gedämpfte Schwingungen bei Krafterregung mit konstanter Amplitude	206
8.6.3	Gedämpfte Schwingungen bei Krafterregung mit frequenzabhängiger Amplitude	206
9	Klausuraufgaben	210
9.1	Aufgabenstellungen.....	210
9.2	Ergebnisse.....	213
Anhang	217	
A1	Literatur	217
A2	Symbolverzeichnis.....	217
Sachwortverzeichnis.....	220	