

## Inhaltsverzeichnis

1 Technische Wärmelehre (Thermodynamik)		Seite
1.1	Grundlagen und Einführung	7
1.1.1	Thermische Zustandsgrößen	8
1.1.2	Wärmeausdehnung der Stoffe	11
1.1.3	Boyle-Mariotte'sches Gesetz	17
1.1.4	Allgemeine thermische Zustandsgleichung der Gase	19
1.1.5	Allgemeine Wärmegleichung	22
1.1.6	Änderung des Aggregatzustands, Mischungsregel	27
	Aufgaben zu Abschnitt 1.1	31
1.2	Kinetische Theorie der Wärme	33
1.2.1	Grundlagen	33
1.2.2	Allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase, unabhängig von der Gasart	36
1.2.3	Druck, mittlere kinetische und innere Energie eines idealen Gases	38
	Aufgaben zu Abschnitt 1.2	41
1.3	Thermodynamik	41
1.3.1	p, V-Diagramm (Arbeitsdiagramm)	43
1.3.2	Kalorische (abgeleitete) Zustandsgrößen	45
1.3.3	Hauptsätze der Thermodynamik	52
1.3.4	T,s-Diagramm (Wärmediagramm)	56
1.3.5	Gasmischungen	60
1.3.6	Spezielle Zustandsänderungen idealer Gase	65
1.3.7	Reale Gase	84
	Aufgaben zu Abschnitt 1.3	85
1.4	Wasser, Wasserdampf	88
1.4.1	Schmelzen und Erstarren	88
1.4.2	Sieden und Kondensieren	90
1.4.3	Heißdampf	92
1.4.4	Zustandsdiagramme	94
1.4.5	Drosselung	101
1.4.6	Wirkungsgrade	104
	Aufgaben zu Abschnitt 1.4	106
1.5	Kreisprozesse	107
1.5.1	Arbeits- und Kraftmaschinen	107
1.5.2	Rechtsläufige Kreisprozesse	108
1.5.3	Linksläufige Kreisprozesse	121
	Aufgaben zu Abschnitt 1.5	126
1.6	Strömende Bewegung von Gasen und Dämpfen	127
1.6.1	Ausströmgeschwindigkeit	127
1.6.2	Erweiterte oder divergente Düse (Lavaldüse)	132
1.6.3	Druckabfall in Rohrleitungen	135
	Aufgaben zu Abschnitt 1.6	137

			Seite
<b>1 Technische Wärmelehre (Thermodynamik), Fortsetzung</b>	1.7	Feuchte Luft	137
	1.7.1	Begriffe	137
	1.7.2	h, x-Diagramm	140
	1.7.3	Mischen feuchter Luft	143
		Aufgaben zu Abschnitt 1.7	146
	1.8	Wärmeübertragung	146
	1.8.1	Begriffe	146
	1.8.2	Wärmeleitung 147	
	1.8.3	Konvektion (Wärmemitführung), Wärme- übergang, Wärmedurchgang	152
	1.8.3.1	Wärmedurchgang bei Beaufschlagung mit konstanter Temperatur	152
	1.8.3.2	Wärmedurchgang bei veränderlicher Temperatur (Wärmetauscher)	157
	1.8.4	Wärmestrahlung	161
		Aufgaben zu Abschnitt 1.8	165
	1.9	Verbrennung	165
	1.9.1	Reaktionsformeln, Massen- und Raum- verhältnisse bei vollkommener Verbrennung, Luftüberschuss	166
	1.9.2	Heizwert	168
	Aufgaben zu Abschnitt 1.9	170	
<b>2 Festigkeitslehre</b>	2.1	Durchbiegung gerader, auf Biegung beanspruchter Balken	171
	2.1.1	Rotation des Koordinatensystems - Hauptträgheitsachsen	171
	2.1.2	Grafische Methoden zum Bestimmen der Flächenträgheitsmomente	176
	2.1.3	Grafische Bestimmung der Trägheitsmomente bei Rotation des Koordinatensystems	181
	2.1.4	Biegelinie (elastische Linie)	188
	2.1.5	Direkte Ermittlung der Differentialgleichung der elastischen Linie aus der Lastfunktion	195
	2.1.6	Ermittlung der Durchbiegung bei zweiachsiger (schiefer) Biegung	199
	2.2	Formänderungsarbeit	200
	2.3	Statisch unbestimmte Systeme	203
	2.3.1	Superposition bei statisch unbestimmten Systemen	204
	2.3.2	Satz von Maxwell	209
	2.3.3	Arbeitssätze	210
	2.3.3.1	Sätze von Castigliano	210
	2.3.3.2	Satz von Engesser	212
	2.3.3.3	Satz von Menabrea	213
	2.4	Durchbiegung, verursacht durch Schub- spannungen	221
	Aufgaben zu Abschnitt 2.1 bis 2.4	223	

			Seite
<b>2 Festigkeitslehre,</b> Fortsetzung	2.5	Plastische Beanspruchung	226
	2.5.1	Volumenkonstanz, Kenngrößen und Formänderungsfestigkeit bei plastischer Formänderung	227
	2.5.2	Fließkurve	229
	2.5.3	Einflüsse auf den Verlauf der Formänderungsfestigkeit	231
	2.5.4	Kraft-, Arbeits- und Leistungsbedarf Aufgaben zu Abschnitt 2.5	235 240
<b>3 Mechanische Schwingungen</b>	3.1	Grundbegriffe, harmonische Schwingung, Pendelschwingung	241
	3.1.1	Grundbegriffe	241
	3.1.2	Harmonische Schwingung	242
	3.1.3	Pendelschwingung	244
	3.2	Ungedämpfte Eigenschwingungen	248
	3.2.1	Längsschwingung	248
	3.2.2	Biegeschwingung	253
	3.2.3	Drehschwingung	255
	3.3	Gedämpfte Eigenschwingungen	259
	3.3.1	Schwache Dämpfung	261
	3.3.2	Starke Dämpfung	262
	3.3.3	Aperiodischer Grenzfall	263
	3.3.4	Dämpfung durch Reibung	267
	3.3.5	Biegekritische Drehzahl von Wellen	268
	3.4	Erzwungene Schwingungen	275
3.5	Ungedämpfte Schwingungen von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden - Koppelschwingungen Aufgaben zu Abschnitt 3	282 285	
<b>4 Einführung in die Finite-Elemente-Methode (FEM)</b>	4.1	Allgemeines	289
	4.2	Beschreibung der FEM, Grundkonzept, lokales, globales Koordinatensystem	290
		Aufgaben zu Abschnitt 4	317
<b>Anhang</b>		Lösungen zu den Aufgaben	319
		Tabellen	328
		Formelzeichen	336
<b>Bildquellenverzeichnis</b>			337
<b>Sachwortverzeichnis</b>			338