

Inhaltsverzeichnis, Statik Kap. 3-9, Festigkeitslehre Kap. 10-24

1	Vorwort	1
1.1	Zur Prüfung	1
1.2	Ergänzende Fachliteratur	2
1.3	Überprüfen Sie Ihre Vorkenntnisse!	3
2	Einführung	4
2.1	Einteilung der Mechanik	4
2.2	SI-Einheiten	5
2.3	Der Begriff der Kraft	5
3	Axiome der Statik	7
3.1	Gleichgewichtssatz	7
3.2	Reaktionssatz	7
3.3	Verschiebungssatz	8
3.4	Überlagerungssatz	8
3.5	Parallelogrammsatz	9
4	Momente in der Ebene	10
4.1	Das Moment einer Kraft	10
4.2	Das Kräftepaar	11
4.3	Parallelverschiebung einer Kraft	12
4.4	Das Moment einer Kraft bei rein analytischer Lösung	12
5	Graphische und analytische Lösungen	14
5.1	Lageplan und Kräfteplan	14
5.2	Zerlegung eines Kraftvektors in x- und y-Komponenten	14
6	Die resultierende Kraft im ebenen Kräftesystem	16
6.1	Resultierende im allgemeinen Kräftesystem	16
6.1.1	Allgemeines Kräftesystem - grafische Lösung	16
6.1.2	Allgemeines Kräftesystem - analytische Lösung	17
6.1.3	Beispiel zur Resultierenden im allgemeinen Kräftesystem	20
6.2	Resultierende im zentralen Kräftesystem	21
6.2.1	Zentrales Kräftesystem - grafische Lösung	21
6.2.2	Zentrales Kräftesystem - analytische Lösung	21
6.2.3	Beispiel zur Resultierenden im zentralen Kräftesystem	22
6.3	Resultierende im parallelen Kräftesystem	23
6.3.1	Paralleles Kräftesystem - grafische Lösung	23
6.3.2	Paralleles Kräftesystem - analytische Lösung	24
6.3.3	Beispiel zur Resultierenden im parallelen Kräftesystem	25
6.4	Streckenlasten	26
7	Lagerung von Körpern	27
7.1	Lagerungsarten ebener Körper	27
7.2	Freimachen eines Körpers (Schnittprinzip)	29
7.3	Beispiele zum Freimachen	30
8	Ebene Systeme im Gleichgewicht	31
8.1	Analytische Formulierung der Gleichgewichtsbedingungen	31
8.2	Vorüberlegungen zu grafischen Lösungsverfahren	31
8.2.1	Drei nichtparallele Kräfte	31
8.2.2	Vier nichtparallele Kräfte	32
8.3	Das allgemeine Kräftesystem im Gleichgewicht	32
8.3.1	Beispiel 1 zum allgemeinen Kräftesystem (3 Kräfte)	34
8.3.2	Beispiel 2 zum allgemeinen Kräftesystem (4 Kräfte)	35

8.3.3	Beispiel 3 zum allgemeinen Kräftesystem	36
8.4	Das zentrale Kräftesystem im Gleichgewicht	37
8.4.1	Unterscheidung: Stab oder Balken?	37
8.4.2	Die reibungsfreie gelagerte Seilrolle	38
8.4.3	Beispiel zum zentralen Kräftesystem	39
8.5	Das parallele Kräftesystem im Gleichgewicht	40
8.5.1	Beispiel zum parallelen Kräftesystem	40
9	Reibung	41
9.1	Haft- und Gleitreibung	41
9.2	Freimachen und Kräfte im Reibungskontakt	41
9.3	Reibungswinkel und Reibungskegel	42
9.4	Reibung auf der schiefen Ebene	43
9.4.1	Äußere Kraft parallel zur schiefen Ebene	43
9.4.2	Äußere Kraft in horizontaler Richtung	44
9.5	Rollwiderstand (Rollreibung)	45
9.6	Beispiele zur Reibung	46
9.6.1	Beispiel: Reibung in horizontalen und vertikalen Ebenen	46
9.6.2	Beispiel: Reibung auf der schiefen Ebene	47
10	Grundbegriffe der Festigkeitslehre	49
10.1	Aufgabe der Festigkeitsrechnung	49
10.2	Begriffsdefinitionen zur Elastizitäts- und Festigkeitslehre	49
10.3	Voraussetzungen der elementaren Festigkeitslehre	50
10.4	Beanspruchungsarten	50
10.5	Das Schnittprinzip und der Begriff der Spannung	52
11	Gestaltänderung	54
11.1	Gestaltänderung infolge Normalspannung	54
11.2	Querkontraktion	55
11.3	Steifigkeit eines Zugstabes	56
11.4	Gestaltänderung infolge Tangentialspannung	56
12	Zug- und Druckbeanspruchung	57
12.1	Beispiel: Zugseil des Auslegers eines Krans	57
12.2	Beispiel: Reißlänge eines Drahtes	58
13	Wärmespannungen	59
13.1	Beispiel zu Wärmespannungen	59
14	Flächenpressung	60
15	Einfache Schubbeanspruchung (Abscheren)	61
15.1	Beispiel zur Schubspannung	61
16	Biegung	62
16.1	Vorüberlegungen zur Biegung von Balken (bzw. Trägern)	62
16.2	Schnittlasten (Schnittkräfte und Schnittmomente)	63
16.2.1	Beispiel 1: Schnittlasten beim Träger auf zwei Stützen	64
16.2.2	Beispiel 2: Schnittlasten beim fest eingespannten Träger	65
16.3	Schnittlastenverlauf	66
16.3.1	Beispiel 1: Fest eingespannter Träger mit Streckenlast	69
16.3.2	Beispiel 2: Träger auf 2 Stützen mit Streckenlast	70
16.3.3	Beispiel 3: Träger mit dreieckförmiger Streckenlast	71
16.4	Biegespannungen bei gerader Biegung	72
16.4.1	Der Schwerpunkt	72
16.4.2	Zusammenhang zwischen Biegemoment und Randfaserspannung	75

16.5	Biegesteifigkeit	76
17	Flächenträgheitsmomente	77
17.1	Flächenträgheitsmoment eines Rechtecks	78
17.2	Flächenträgheitsmoment eines Kreisquerschnitts	78
17.3	Flächenträgheitsmoment zusammengesetzter Flächen	79
17.4	Biegespannungen, Beispiel 1	81
17.5	Biegespannungen, Beispiel 2	82
18	Besonderheiten der Schubspannung	83
18.1	Der Satz von den zugeordneten Schubspannungen	83
18.2	Der Schubspannungsverlauf	84
19	Torsionsspannungen	85
19.1	Torsion bei kreisförmigen Querschnitten	85
19.1.1	Beispiel 1 zur Torsion kreisförmiger Querschnitte	87
19.1.2	Beispiel 2 zur Torsion kreisförmiger Querschnitte	88
19.2	Torsion dünnwandiger, geschlossener Querschnitte	89
19.2.1	Flüssigkeitsanalogie in geschlossenen Querschnitten	89
19.2.2	Torsionsspannung (1. Bredtsche Formel)	89
19.2.3	Torsionsverformung (2. Bredtsche Formel)	91
19.3	Torsion bei beliebigen Querschnitten	91
20	Knickung	93
20.1	Elastische Knickung nach Euler	93
20.2	Nicht-elastische Knickung nach Tetmajer	94
20.3	Berechnungsverfahren für Druckstäbe	95
20.4	Beispiel einer Nachrechnung gegen Knicken	96
21	Zusammenhang zwischen Normal- und Tangentialspannungen	97
21.1	Einachsiger Spannungszustand bei reinem Zug/Druck	97
21.2	Einachsiger Spannungszustand bei reiner Torsion	99
22	Zusammengesetzte Beanspruchung	101
22.1	Allgemeine Vorgehensweise	101
22.2	Überlagerung von Biegung und Zug/Druck	101
22.2.1	Beispiel zur Überlagerung von Biegung und Zug	102
22.3	Überlagerung von Biegung in zwei Ebenen	103
22.3.1	Beispiel zur schiefen Biegung	105
22.4	Überlagerung von Normal- und Tangentialspannungen	106
22.4.1	Normalspannungshypothese	106
22.4.2	Schubspannungshypothese	107
22.4.3	Gestaltänderungsenergiehypothese	107
22.4.4	Anwendung der Vergleichsspannung	107
22.4.5	Beispiel zur Vergleichsspannung	108
23	Dauerfestigkeit	109
23.1	Unterscheidung statisch - dynamisch	109
23.2	Die Wöhlerlinie	110
23.3	Belastungsfälle nach Bach	111
23.4	Beispiel für wechselnde / schwellende Belastung	112
23.5	Dauerfestigkeitsschaubild (Smith-Diagramm)	113
24	Praktische Festigkeitsrechnung	115
24.1	Allgemeines	115
24.2	Spannungserhöhung durch Kerben	115
24.2.1	Formzahl α_k	115

24.2.2 Kerbwirkungszahl β_k	117
24.3 Weitere Einflüsse auf die Bauteilfestigkeit	117
24.4 Das Gestaltfestigkeitsdiagramm	119
Anhang: Übungsaufgaben und Formelsammlung	120
Ü1 Resultierende - Allgemeines Kräftesystem	121
Ü2 Resultierende mit parallelen Kräften	123
Ü3 Freimachen	124
Ü4 Gleichgewicht - Allgemeines Kräftesystem	125
Ü5 Gleichgewicht - Zentrales Kräftesystem	128
Ü6 Gleichgewicht - Paralleles Kräftesystem	129
Ü7 Reibung I - Backenbremse	130
Ü8 Reibung II - Knickehebelpresse	131
Ü9 Flächenpressung und Abscheren	132
Ü10 Zugspannung	133
Ü11 Wärmespannungen	134
Ü12 Schnittlastenverlauf I	135
Ü13 Schnittlastenverlauf II	140
Ü14 Schwerpunkt und Biegespannung	142
Ü15 Flächenträgheitsmomente	144
Ü16 Torsion	145
Ü17 Schiefe Biegung	146