

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Bemessung</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Einwirkungen .....	4
1.2.1	Ständige Einwirkungen .....	4
1.2.2	Veränderliche Einwirkungen .....	5
1.2.2.1	Nutzlasten .....	5
1.2.2.2	Schneelasten .....	6
1.2.2.3	Windlasten .....	7
1.2.3	Außergewöhnliche Einwirkungen .....	9
1.2.4	Bemessungswerte der Einwirkungen .....	10
1.3	Beanspruchungen .....	13
1.3.1	Arten der Beanspruchung .....	13
1.3.2	Gleichgewicht am verformten System .....	13
1.3.3	Beanspruchungen nach Theorie II. Ordnung .....	18
1.4	Berechnung von Federsteifigkeiten .....	22
1.5	Parallel und hintereinander geschaltete Federn .....	25
1.6	Schwingung des Feder-Masse-Systems .....	27
1.7	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	30
1.7.1	Allgemeines .....	30
1.7.2	Werkstoffe .....	32
1.7.3	Berechnungsmethoden .....	33
<b>2</b>	<b>Beanspruchbarkeit des Querschnittes</b> .....	<b>35</b>
2.1	Teilsicherheitsbeiwerte für die Beanspruchbarkeit .....	35
2.2	Beanspruchbarkeit des Werkstoffes .....	35
2.3	Spannungsermittlung .....	37
2.4	Beanspruchbarkeit des Querschnittes .....	41
2.4.1	Druckbeanspruchung .....	41
2.4.2	Biegebeanspruchung .....	42
2.4.3	Querkraftbeanspruchung .....	45
2.5	Interaktionsbeziehungen .....	46
2.5.1	Biegung und Normalkraft .....	46
2.5.2	Biegemoment und Querkraft .....	50
2.5.3	Reduktionsmethode .....	55
2.5.4	Biegemoment, Normalkraft und Querkraft .....	57
2.6	Beispiele .....	60

<b>3</b>	<b>Druckstab</b>	69
3.1	Stabilitätsproblem .....	69
3.2	Verzweigungsproblem .....	71
3.2.1	Gleichgewichtsarten .....	71
3.2.2	Starre Systeme mit Federn .....	72
3.2.3	Elastischer Stab .....	75
3.2.3.1	<i>Eulerstab</i> .....	75
3.2.3.2	Knicklänge .....	78
3.2.3.3	Berücksichtigung von Pendelstützen .....	81
3.2.3.4	<i>Eulersche Knickspannung</i> .....	85
3.3	Traglastproblem .....	86
3.4	Beispiele .....	92
<b>4</b>	<b>Querschnittsklassifizierung</b>	102
4.1	Definition der Querschnittsklassen .....	102
4.2	Querschnittsklasse 4 .....	103
4.3	Querschnittsklasse 3 .....	107
4.4	Querschnittsklasse 1 und 2 .....	111
4.5	Beispiele .....	112
<b>5</b>	<b>Zugstäbe</b>	120
5.1	Anwendung von Zugstäben .....	120
5.2	Tragfähigkeit .....	121
5.3	Einseitig angeschlossene Winkel .....	124
5.4	Beispiele .....	126
<b>6</b>	<b>Fließgelenktheorie</b>	128
6.1	Plastische Tragwerksbemessung .....	128
6.2	Berechnungsverfahren .....	130
6.3	Spezielle Systeme .....	133
6.4	Traglastsätze .....	136
6.5	Bemessung und Nachweis .....	137
6.6	Beispiele .....	139
<b>7</b>	<b>Biegeträger</b>	144
7.1	Trägerarten .....	144
7.2	Übersicht der Nachweise .....	145

7.2.1	Tragsicherheitsnachweis .....	145
7.2.2	Biegedrillknicknachweis .....	145
7.2.3	Beulsicherheitsnachweis .....	146
7.2.4	Betriebsfestigkeitsnachweis .....	146
7.2.5	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	146
7.3	Tragsicherheitsnachweis .....	147
7.3.1	Elastisch-Elastisch .....	147
7.3.2	Elastisch-Plastisch .....	149
7.3.3	Plastisch-Plastisch .....	149
7.4	Durchbiegungsnachweis .....	151
7.5	Nachweis der Eigenfrequenz .....	153
7.6	Beispiele .....	154
<b>8</b>	<b>Torsion .....</b>	<b>161</b>
8.1	<i>St. Venantsche Torsion .....</i>	161
8.1.1	Voraussetzung .....	161
8.1.2	Dünnwandiger Kreisringquerschnitt .....	161
8.1.3	Kreisquerschnitt .....	163
8.1.4	Dünnwandiger Hohlquerschnitt .....	164
8.1.5	Dünnwandiger Rechteckquerschnitt .....	166
8.1.6	Dünnwandige offene Querschnitte .....	168
8.1.7	Berechnung der Beanspruchungen .....	169
8.2	Wölbkrafttorsion .....	171
8.2.1	I-Querschnitt .....	171
8.2.2	Wölbkrafttorsion offener Querschnitte .....	175
8.2.3	Berechnung der Beanspruchungen .....	180
8.2.4	Berechnung des Schubmittelpunktes .....	184
8.2.5	Spezielle Querschnitte .....	187
8.3	Grenzschnittgrößen der Torsion .....	189
8.3.1	<i>St. Venantsche Torsion .....</i>	189
8.3.2	Wölbkrafttorsion .....	190
8.3.3	Interaktion mit Reduktionsmethode .....	191
8.4	Beispiele .....	198
<b>9</b>	<b>Biegedrillknicken .....</b>	<b>208</b>
9.1	Stabilitätsproblem .....	208
9.2	Nachweis für das Biegedrillknicken .....	211
9.3	Einfeldträger mit konstantem Biegemoment .....	214
9.4	Momentenbeiwerte für Einfeldträger .....	219
9.5	Angriffspunkt der Querbelastung .....	221
9.6	Gleichstreckenlast mit Randmomenten .....	223

9.7	Biegedrillknicknachweis von Durchlaufträgern .....	229
9.8	Seitliche Stützung .....	234
9.9	Drehfeder .....	239
9.10	Wölbfeder .....	242
9.11	Drehelastische Bettung .....	245
9.12	Schubfeldsteifigkeit .....	254
9.13	Drehelastische Bettung und Schubfeldsteifigkeit .....	260
9.13.1	System und Belastung .....	260
9.13.2	Träger mit Drehbettung .....	261
9.13.3	Träger mit Schubsteifigkeit .....	262
9.13.4	Träger mit Drehbettung und Schubsteifigkeit .....	262
<b>10</b>	<b>Biegung und Normalkraft .....</b>	<b>269</b>
10.1	Beanspruchungen nach Theorie II. Ordnung .....	269
10.2	Näherungsberechnung .....	271
10.3	Ansatz von Imperfektionen .....	275
10.3.1	Allgemeines .....	275
10.3.2	Unverschiebliche Systeme .....	277
10.3.3	Verschiebliche Systeme .....	281
10.4	Tragwerksberechnung .....	283
10.5	Biegedrillknicken mit Normalkraft .....	285
10.6	Knicken mit Drehbettung und Schubsteifigkeit.....	290
10.7	Plastische Tragwerksbemessung .....	292
10.8	Beispiele .....	295
<b>11</b>	<b>Rahmenartige Tragwerke .....</b>	<b>326</b>
11.1	Stabilisierung von Tragwerken .....	326
11.2	Berechnung rahmenartiger Tragwerke .....	330
11.3	Zweigelenkrahmen mit langer Voute .....	331
<b>12</b>	<b>Schubweicher Biegestab .....</b>	<b>344</b>
12.1	Schubweiches Balkenelement .....	344
12.2	Stabilisierende Verbände .....	350
12.2.1	Problemstellung .....	350
12.2.2	Annahme von Imperfektionen .....	352
12.2.3	Berechnung des Dachverbandes .....	353
12.3	Mehrteilige Druckstäbe .....	355
12.3.1	Konstruktion .....	355
12.3.2	Ausweichen rechtwinklig zur Stoffachse .....	355
12.3.3	Ausweichen rechtwinklig zur stofffreien Achse .....	356

---

12.4	Dachverband einer Halle .....	357
<b>13</b>	<b>Programm GWSTATIK .....</b>	<b>361</b>
13.1	Realisierung .....	361
13.2	Mathematische Formulierung .....	362
13.3	Differenzialgleichungssystem für das Stabelement .....	363
13.4	Übertragungsmatrix für das Stabelement .....	364
13.5	Berechnung der Elementsteifigkeitsmatrix .....	366
13.6	Reduktion der Elementsteifigkeitsmatrix .....	367
13.7	Differenzialgleichungssystem nach Theorie II. Ordnung ....	368
<b>14</b>	<b>Programm DRILL .....</b>	<b>372</b>
<b>15</b>	<b>Tabellen .....</b>	<b>375</b>
<b>16</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>392</b>
16.1	Normen .....	392
16.2	Literatur .....	394
<b>17</b>	<b>Stichwörterverzeichnis.....</b>	<b>397</b>