

---

# Technische Mechanik

---

Band 2 · Festigkeitslehre

---

von  
Bruno Assmann,  
Peter Selke

---

16., überarbeitete und erweiterte Auflage

---

Oldenbourg Verlag München Wien

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>IX</b>
<b>Verwendete Bezeichnungen</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Aufgabe der Festigkeitsberechnung .....	1
1.2 Einiges zur Lösung von Aufgaben .....	4
<b>2 Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1 Einführung .....	7
2.2 Normal- und Schubspannungen .....	8
2.3 Der einachsige Spannungszustand .....	9
2.3.1 Spannung, Formänderung, das Hookesche Gesetz .....	9
2.3.2 Das Festigkeitsverhalten verschiedener Werkstoffe .....	12
2.4 Der ebene Spannungszustand für Schubspannung .....	15
2.5 Die Belastungsfälle nach Bach .....	16
2.6 Die Dauer-, Zeit- und Betriebsfestigkeit .....	19
2.7 Die Kerbwirkung .....	22
2.8 Schnittgrößen .....	25
2.9 Die Bauteilsicherheit .....	26
2.10 Zusammenfassung .....	29
<b>3 Zug und Druck</b>	<b>31</b>
3.1 Einführung .....	31
3.2 Die Spannung .....	31
3.2.1 Schnitt senkrecht zur Achse .....	31
3.2.2 Beliebiger Schnitt .....	33
3.3 Die Formänderung .....	41
3.4 Die Formänderungsarbeit .....	51
3.5 Flächenpressung, Lochleibung .....	56
3.6 Zusammenfassung .....	58
<b>4 Biegung</b>	<b>61</b>
4.1 Einführung .....	61
4.2 Allgemeines .....	62
4.3 Die Grundgleichung der Biegung .....	64
4.4 Das Biegemoment und die Querkraft .....	77
4.4.1 Analytische Lösung für Träger auf zwei Stützen und eingespannten Träger	77

4.4.2	Rahmen . . . . .	100
4.5	Axiale Flächenmomente und Widerstandsmomente . . . . .	108
4.5.1	Flächenmomente einfacher Flächen für eine vorgegebene Achse . . . . .	108
4.5.2	Umrechnung eines Flächenmoments auf eine parallele Achse (Steiner- scher Satz) . . . . .	110
4.5.3	Flächenmomente zusammengesetzter Flächen . . . . .	114
4.5.4	Das Widerstandsmoment . . . . .	120
4.6	Die Formänderung . . . . .	128
4.6.1	Die Integrationsmethode . . . . .	128
4.6.2	Überlagerung einzelner Belastungsfälle . . . . .	138
4.6.3	Bestimmung der Deformation aus der Formänderungsarbeit (Satz von Castigliano)/Kraftgrößenverfahren . . . . .	143
4.6.4	Verfahren nach Mohr und Föppl . . . . .	150
4.7	Die schiefe Biegung . . . . .	160
4.7.1	Profile mit zwei senkrecht zueinander stehenden Symmetrieachsen . . . . .	160
4.7.2	Symmetrieachse senkrecht zur Belastungsebene . . . . .	165
4.7.3	Unsymmetrische Profile und Hauptachsen . . . . .	167
4.8	Zusammenfassung . . . . .	184
<b>5</b>	<b>Schub</b> . . . . .	<b>189</b>
5.1	Einführung . . . . .	189
5.2	Der Satz von den zugeordneten Schubspannungen . . . . .	189
5.3	Schubspannungen in einem auf Biegung beanspruchten Träger . . . . .	191
5.4	Der Schubmittelpunkt . . . . .	199
5.5	Abscheren . . . . .	200
5.6	Zusammenfassung . . . . .	203
<b>6</b>	<b>Verdrehung</b> . . . . .	<b>205</b>
6.1	Einführung . . . . .	205
6.2	Verdrehung eines Kreiszylinders . . . . .	205
6.2.1	Die Spannungen . . . . .	205
6.2.2	Die Formänderung . . . . .	213
6.3	Verdrehung beliebiger Querschnitte . . . . .	220
6.3.1	Der Vollquerschnitt . . . . .	220
6.3.2	Der Hohlquerschnitt . . . . .	225
6.4	Die Formänderungsarbeit . . . . .	229
6.5	Zusammenfassung . . . . .	231
<b>7</b>	<b>Das Stabilitätsproblem Knickung</b> . . . . .	<b>233</b>
7.1	Einführung . . . . .	233
7.2	Stabilität eines Druckstabes . . . . .	233
7.3	Die Knickspannung und der Schlankheitsgrad . . . . .	236
7.4	Die elastische Knickung nach Euler . . . . .	239
7.5	Die elastisch-plastische Knickung . . . . .	246
7.6	Allgemeine Hinweise zur Stabilitätsberechnung . . . . .	248
7.7	Beispiele . . . . .	249
7.8	Zusammenfassung . . . . .	256

<b>8</b>	<b>Der ebene Spannungszustand</b>	<b>259</b>
8.1	Einführung .....	259
8.2	Das Hauptachsenproblem; der Mohrsche Spannungskreis .....	260
8.3	Die verschiedenen Beanspruchungsarten .....	271
8.3.1	Zug .....	271
8.3.2	Druck .....	271
8.3.3	Verdrehung .....	273
8.4	Zusammenfassung .....	274
<b>9</b>	<b>Zusammengesetzte Beanspruchung</b>	<b>275</b>
9.1	Einführung .....	275
9.2	Addition von Normalspannungen .....	276
9.2.1	Zug und Biegung .....	276
9.2.2	Druck und Biegung .....	279
9.3	Zusammensetzung von Normal- und Schubspannung .....	279
9.3.1	Bruchhypothesen und Vergleichsspannungen .....	279
9.3.2	Biegung und Verdrehung .....	288
9.3.3	Biegung und Schub .....	294
9.3.4	Verdrehung und Zug/Druck .....	296
9.3.5	Mehrachsiges Zug/Druck .....	299
9.4	Zusammenfassung .....	299
<b>10</b>	<b>Versuch einer wirklichkeitsnahen Festigkeitsberechnung</b>	<b>301</b>
10.1	Einführung .....	301
10.2	Problembeschreibung .....	302
10.3	Der Festigkeitsnachweis .....	309
10.3.1	Berechnungskonzepte .....	309
10.3.2	Der statische Festigkeitsnachweis .....	313
10.3.3	Der Dauerfestigkeitsnachweis .....	319
10.3.4	Hinweis zum Betriebsfestigkeitsnachweis .....	341
10.4	Zusammenfassung .....	347
<b>11</b>	<b>Die statisch unbestimmten Systeme</b>	<b>351</b>
11.1	Einführung .....	351
11.2	Reduktion von statisch unbestimmten Systemen .....	351
11.3	Zug .....	355
11.4	Biegung .....	361
11.4.1	Integrations-Verfahren .....	361
11.4.2	Das Kraftgrößenverfahren .....	364
11.4.3	Überlagerung bekannter Belastungsfälle .....	368
11.5	Zusammenfassung .....	370
<b>12</b>	<b>Verschiedene Anwendungen</b>	<b>371</b>
12.1	Einführung .....	371
12.2	Die Wärmespannung .....	371
12.2.1	Die Wärmedehnungszahl .....	371
12.2.2	Die Spannungen .....	372

---

12.3	Umlaufende Bauteile .....	378
12.3.1	Der umlaufende Stab .....	378
12.3.2	Der umlaufende Ring .....	379
12.3.3	Die umlaufende Scheibe gleicher Dicke .....	380
12.3.4	Scheibe gleicher Festigkeit .....	386
12.4	Zylinder und Kugel unter Innendruck .....	386
12.4.1	Der dünnwandige Behälter .....	386
12.4.2	Der dickwandige Zylinder .....	389
<b>Anhang</b>		<b>391</b>
Differentiation und Integration mit Hilfe des Föppl-Symbols .....		391
<b>Tabellenanhang</b>		<b>395</b>
<b>Literatur</b>		<b>421</b>
<b>Index</b>		<b>424</b>