

Axel Häger

# **Bautechnik und Brandschutz**

Verlag W. Kohlhammer  
Stuttgart Berlin Köln

## Inhalt

Vorwort . . . . .	11
<b>Teil A Grundlagen der Baumechanik.</b> . . . . .	12
<b>1 Äußere Lasten und Kräfte</b> . . . . .	12
1.1 Ständige Lasten . . . . .	12
1.2 Verkehrslasten . . . . .	12
1.3 Bemessungslasten . . . . .	13
1.3.1 Hauptlasten . . . . .	13
1.3.2 Zusatzlasten . . . . .	13
1.3.3 Sonderlasten . . . . .	13
1.4 Die Lasteinleitung . . . . .	14
1.4.1 Vorbemerkung . . . . .	14
1.4.2 Punktlasten . . . . .	14
1.4.3 Linienlasten . . . . .	15
1.4.4 Flächenlasten . . . . .	16
1.4.4.1 <i>Lastannahmen in Gebäuden</i> . . . . .	16
1.4.4.2 <i>Windlasten</i> . . . . .	16
1.4.4.3 <i>Schneelasten</i> . . . . .	20
1.4.4.4 <i>Erddruck</i> . . . . .	20
1.5 Auflager . . . . .	26
1.5.1 Auflagerungsarten . . . . .	26
1.5.2 Auflagersysteme . . . . .	29
1.5.3 Auflagerkräfte . . . . .	32
1.5.3.1 <i>Auflager- und Schnittkräfte bei einer Einzellast</i> . . . . .	32
1.5.3.2 <i>Auflager- und Schnittkräfte bei mehreren Einzellasten</i> . . . . .	35
1.5.3.3 <i>Auflager- und Schnittkräfte bei einer Linienlast</i> . . . . .	37
<b>2 Stoffeigenschaften</b> . . . . .	39
2.1 Festigkeitsarten . . . . .	39
2.1.1 Druckfestigkeit . . . . .	39
2.1.2 Zugfestigkeit . . . . .	42
2.1.3 Scherfestigkeit . . . . .	42
2.1.3.1 <i>Abscheren</i> . . . . .	42
2.1.3.2 <i>Lochleibung</i> . . . . .	44
2.1.4 Biegefestigkeit . . . . .	44
2.1.4.1 <i>Biegung</i> . . . . .	44
2.1.4.2 <i>Schub</i> . . . . .	44

2.1.5	Knickfestigkeit . . . . .	46
2.1.5.1	<i>Definition</i> . . . . .	46
2.1.5.2	<i>Auslösefaktoren</i> . . . . .	46
2.1.6	Torsionsfestigkeit . . . . .	48
2.1.7	Dauerfestigkeit. . . . .	48
2.2	Materialkennwerte. . . . .	50
2.2.1	Härte. . . . .	50
2.2.2	Elastizität . . . . .	51
2.2.2.1	<i>Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm</i> . . . . .	51
2.2.2.2	<i>Der Elastizitätsmodul</i> . . . . .	51
2.2.3	Plastizität . . . . .	54
<b>3</b>	<b>Formänderungen</b> . . . . .	<b>56</b>
3.1	Längenänderung infolge Krafteinwirkung . . . . .	56
3.1.1	Beschreibung . . . . .	56
3.1.2	Berechnungsbeispiele. . . . .	56
3.2	Längenänderung infolge Temperatureinwirkung . . . . .	57
3.2.1	Berechnungsverfahren. . . . .	57
3.2.2	Berechnungsbeispiel. . . . .	57
3.2.3	Spannungen infolge Dehnungsbehinderung . . . . .	57
3.2.4	Ungleichmäßige Erwärmung . . . . .	58
3.3	Durchbiegung infolge äußerer Lasten . . . . .	59
3.3.1	Berechnungsgrundlagen . . . . .	59
3.3.2	Berechnungsbeispiele . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Spannungsermittlung</b> . . . . .	<b>65</b>
4.1	Die Biegespannung. . . . .	65
4.1.1	Das Widerstandsmoment . . . . .	65
4.1.2	Berechnungsverfahren. . . . .	65
4.1.3	Berechnungsbeispiel. . . . .	67
4.2	Die Schubspannung . . . . .	67
4.2.1	Berechnungsverfahren. . . . .	67
4.2.2	Berechnungsbeispiel. . . . .	68
4.2.3	Grenzberechnung Schub – Biegung . . . . .	68
4.3	Die Knickspannung. . . . .	69
4.3.1	Berechnungsgang . . . . .	69
4.3.2	Berechnungsbeispiel. . . . .	70
4.3.3	Hinweise zur Knicklängenbestimmung . . . . .	71
<b>Teil B</b>	<b>Baustoffe</b> . . . . .	<b>74</b>
<b>1</b>	<b>Holz</b> . . . . .	<b>74</b>
1.1	Physikalische und chemische Grundlagen . . . . .	74
1.1.1	Eigenschaften und Bestandteile . . . . .	74

1.1.2	Schwinden und Quellen . . . . .	75
1.1.3	Festigkeiten und Holzarten . . . . .	75
1.2	Holzwerkstoffe . . . . .	77
1.2.1	Lagen- und Schichtholz . . . . .	77
1.2.1.1	<i>Sperrholz</i> . . . . .	77
1.2.1.2	<i>Brettschichtholz</i> . . . . .	77
1.2.2	Holzspanwerkstoffe . . . . .	78
1.2.2.1	<i>Flachpreßplatten</i> . . . . .	78
1.2.2.2	<i>Spanplatten mit anorganischen Bindemitteln</i> . . . . .	78
1.2.3	Holzfaserwerkstoffe . . . . .	78
1.3	Verbindungsmittel im Holzbau . . . . .	78
1.3.1	Traditionelle Holzverbindungen . . . . .	78
1.3.2	Verbindungen im Ingenieurholzbau . . . . .	79
1.3.2.1	<i>Mechanische Verbindungen</i> . . . . .	79
1.3.2.2	<i>Klebstoffe und Klebeverbindungen</i> . . . . .	79
1.4	Brandverhalten von Holzbauteilen . . . . .	83
1.4.1	Holzabbrand . . . . .	83
1.4.2	Festigkeitsverluste im Brandfall . . . . .	85
1.5	Feuerschutz von Holzbauteilen . . . . .	85
<b>2</b>	<b>Metalle</b> . . . . .	92
2.1	Baustahl . . . . .	92
2.1.1	Geschichtlicher Überblick . . . . .	92
2.1.2	Zusammensetzung . . . . .	92
2.1.3	Mechanische Eigenschaften . . . . .	92
2.1.4	Verbindungsmittel im Stahlbau . . . . .	93
2.1.5	Brandverhalten . . . . .	93
2.1.5.1	<i>Festigkeitsminderung</i> . . . . .	93
2.1.5.2	<i>Durchwärmungsgeschwindigkeit</i> . . . . .	94
2.1.5.3	<i>Dehnungsverhalten</i> . . . . .	96
2.1.5.4	<i>Versagenskriterien</i> . . . . .	97
2.1.5.5	<i>Resttragfähigkeit</i> . . . . .	97
2.1.6	Einflüsse auf die Feuerwiderstandsdauer . . . . .	98
2.1.7	Feuerschutzmaßnahmen . . . . .	98
2.1.7.1	<i>Dimensionierung</i> . . . . .	98
2.1.7.2	<i>Bekleidung</i> . . . . .	98
2.1.7.3	<i>Wärmeabführung</i> . . . . .	100
2.2	Gußeisen . . . . .	100
2.2.1	Eigenschaften und Verwendung . . . . .	100
2.2.2	Brandverhalten . . . . .	101
2.3	Sonstige Metalle . . . . .	102
<b>3</b>	<b>Beton</b> . . . . .	103
3.1	Zusammensetzung . . . . .	103
3.1.1	Zement . . . . .	103

3.1.2	Einfluß des Wassergehalts . . . . .	103
3.1.3	Zusätze . . . . .	104
3.1.4	Schädigende Bestandteile . . . . .	104
3.2	Mechanische Eigenschaften . . . . .	104
3.2.1	Festigkeitswerte . . . . .	104
3.2.2	Verformungsverhalten . . . . .	105
3.2.2.1	<i>Kriechen</i> . . . . .	105
3.2.2.2	<i>Schwinden und Quellen</i> . . . . .	105
3.2.2.3	<i>Wärmedehnung</i> . . . . .	105
3.3	Stahlbeton . . . . .	106
3.3.1	Aufbau und Bewehrungsführung . . . . .	106
3.3.2	Brandverhalten . . . . .	107
3.3.2.1	<i>Hochtemperaturverhalten von Beton</i> . . . . .	107
3.3.2.2	<i>Hochtemperaturverhalten von Betonstahl</i> . . . . .	109
3.3.2.3	<i>Bruchursachen</i> . . . . .	110
3.3.3	Folgerungen und Feuerschutzmaßnahmen . . . . .	113
3.4	Spannbeton . . . . .	113
3.4.1	Funktionsweise . . . . .	113
3.4.2	Herstellungsverfahren . . . . .	115
3.4.3	Anwendung . . . . .	115
3.4.4	Brandverhalten . . . . .	117
3.5	Mörtel und Putz . . . . .	118
3.5.1	Zusammensetzung . . . . .	118
3.5.2	Mauermörtel . . . . .	118
3.5.3	Putzmörtel . . . . .	119
<b>4</b>	<b>Verbundbau</b> . . . . .	<b>120</b>
4.1	Definition . . . . .	120
4.2	Konstruktionselemente . . . . .	120
4.2.1	Stützen . . . . .	120
4.2.1.1	<i>Betongefüllte Hohlprofile</i> . . . . .	120
4.2.1.2	<i>Einbetonierte Stahlprofile</i> . . . . .	120
4.2.1.3	<i>Stahlprofile mit ausbetonierten Seitenteilen</i> . . . . .	121
4.2.1.4	<i>Sonderformen</i> . . . . .	121
4.2.2	Träger . . . . .	121
4.2.3	Anschlüsse . . . . .	123
4.2.4	Decken . . . . .	124
4.3	Durchwärmung und Verformung im Brandfall . . . . .	127
<b>5</b>	<b>Natursteine</b> . . . . .	<b>128</b>
5.1	Definition und Zusammensetzung . . . . .	128
5.2	Einteilung . . . . .	128
5.2.1	Erstarrungsgesteine . . . . .	128
5.2.2	Ablagerungsgesteine . . . . .	128

5.2.3	Umwandlungsgesteine . . . . .	129
5.3	Brandverhalten . . . . .	129
<b>6</b>	<b>Künstliche Steine</b> . . . . .	131
6.1	Gebrannte Steine . . . . .	131
6.2	Ungebrannte Steine . . . . .	131
<b>7</b>	<b>Kunststoffe</b> . . . . .	132
7.1	Aufbau und Entwicklung . . . . .	132
7.2	Einteilung . . . . .	132
7.3	Mechanische und thermische Eigenschaften . . . . .	133
<b>Teil C</b>	<b>Bauteile</b> . . . . .	134
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> . . . . .	134
1.1	Aufbau von Tragsystemen . . . . .	134
1.2	Bauteilarten . . . . .	134
1.2.1	Tragende Bauteile . . . . .	134
1.2.2	Aussteifende Bauteile . . . . .	136
1.2.3	Raumabschließende Bauteile . . . . .	136
1.2.4	Dekorative Bauteile . . . . .	137
<b>2</b>	<b>Decken</b> . . . . .	138
2.1	Gewölbedecken . . . . .	138
2.2	Balkendecken . . . . .	138
2.3	Plattendecken . . . . .	141
2.3.1	Auflagerungsarten und Tragverhalten . . . . .	141
2.3.2	Pilzdecken . . . . .	142
2.3.3	Plattenbalken- und Rippendecken . . . . .	142
2.3.4	Abgehängte Decken . . . . .	143
<b>3</b>	<b>Wände</b> . . . . .	144
<b>4</b>	<b>Träger</b> . . . . .	145
4.1	Einfeldträger . . . . .	145
4.2	Gelenkträger . . . . .	145
4.3	Durchlaufträger . . . . .	147
<b>5</b>	<b>Binder</b> . . . . .	148
5.1	Vollwandbinder . . . . .	148
5.2	Fachwerkbinder . . . . .	148
5.2.1	Aufbau . . . . .	148
5.2.2	Stabilitätskriterien . . . . .	148
5.2.3	Stabkräfte . . . . .	152
5.2.3.1	<i>Kräftezerlegung</i> . . . . .	152
5.2.3.2	<i>Kräftezusammenfassung</i> . . . . .	152
5.2.3.3	<i>Berechnungsbeispiel</i> . . . . .	153
5.3	Seilbinder . . . . .	156

<b>6</b>	<b>Stützen</b> . . . . .	157
<b>7</b>	<b>Rahmen</b> . . . . .	158
<b>8</b>	<b>Dächer</b> . . . . .	159
8.1	Dachformen und Dachlinien . . . . .	159
8.2	Herkömmliche Dachkonstruktionen . . . . .	159
8.2.1	Pfettendächer . . . . .	161
8.2.1.1	<i>Normale Pfettendächer.</i> . . . . .	161
8.2.1.2	<i>Kniestockdächer.</i> . . . . .	163
8.2.1.3	<i>Hängewerksdächer.</i> . . . . .	165
8.2.2	Sparrendächer. . . . .	165
8.2.3	Kehlbalkendächer. . . . .	165
8.3	Dacheindeckungen. . . . .	168
8.3.1	Begrünte Flachdächer . . . . .	168
8.3.1.1	<i>Extensivbegrünung.</i> . . . . .	168
8.3.1.2	<i>Intensivbegrünung</i> . . . . .	169
8.3.2	Stahltrapezblechdächer . . . . .	169
8.3.2.1	<i>Anwendung und Problempunkte.</i> . . . . .	169
8.3.2.2	<i>Konstruktive Verbesserung des Brandschutzes.</i> . . . . .	171
8.3.3	Reetdächer. . . . .	171
8.3.4	Holzschindeldächer . . . . .	172
8.4	Dachlasten . . . . .	173
<b>9</b>	<b>Raumtragwerke</b> . . . . .	173
9.1	Linienförmige Raumtragwerke . . . . .	173
9.2	Flächenförmige Raumtragwerke . . . . .	174
<b>10</b>	<b>Bauarten</b> . . . . .	176
<b>11</b>	<b>Bauweisen</b> . . . . .	177
	<b>Quellenverzeichnis</b> . . . . .	178
	<b>Formelsammlung</b> . . . . .	180
	<b>Zeichen</b> . . . . .	181
	<b>Griechisches Alphabet</b> . . . . .	183
	<b>Sachregister</b> . . . . .	184