

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung . . . . .	13
1.1.    Gegenwärtiger Stand . . . . .	13
1.2.    Problemstellung und allgemeine Rechenannahmen . . . . .	14
2. Mechanische Eigenschaften von Beton und Stahl bei hohen Temperaturen . . . . .	19
2.1.    Vorbemerkungen . . . . .	19
2.2.    Betoneigenschaften . . . . .	24
2.2.1.    Betondruckfestigkeit . . . . .	24
2.2.2.    Betonzugfestigkeit . . . . .	29
2.2.3.    Elastizitätsmodul . . . . .	30
2.2.4.    zentrische Grenzstauchung . . . . .	33
2.2.5.    Bruchstauchung . . . . .	35
2.2.6.    Zusammenfassung . . . . .	36
2.3.    Stahleigenschaften . . . . .	38
2.3.1.    Fließspannung . . . . .	39
2.3.2.    Bruchspannung . . . . .	39
2.3.3.    Elastizitätsmodul . . . . .	44
2.3.4.    Elastizitätsgrenze . . . . .	44
2.3.5.    Bruchdehnung . . . . .	48
2.3.6.    Zusammenfassung . . . . .	50
2.4.    Temperaturabhängige Spannungs-Dehnungs-Beziehungen . . . . .	52
2.4.1. $\sigma$ - $\epsilon$ -T-Beziehung für Beton . . . . .	52
2.4.2. $\sigma$ - $\epsilon$ -T-Beziehung für Betonstahl . . . . .	56
2.5.    Hochtemperatur-Kriechen und Hochtemperatur-Relaxation . . . . .	60
2.5.1.    Instationäres Warmkriechen des Betons . . . . .	61
2.5.2.    Stationäres Warmkriechen des Betons . . . . .	65
2.5.3.    Relaxationsverhalten von Beton bei instationärer Temperaturbeanspruchung . . . . .	68
2.5.4.    Warmkriechen des Bewehrungsstahles . . . . .	70

	Seite
3. Thermische Materialeigenschaften . . . . .	72
3.1. Temperaturleitzahl . . . . .	72
3.1.1. Temperaturleitvermögen von Beton . . . . .	72
3.1.2. Temperaturleitvermögen von Stahl . . . . .	74
3.2. Thermische Dehnungen. . . . .	75
3.2.1. Beton . . . . .	76
3.2.2. Stahl . . . . .	77
4. Berechnung des instationären Temperaturfeldes . . . . .	79
4.1. Rechenmethode . . . . .	81
4.1.1. Grundlagen . . . . .	81
4.1.2. Lösungsweg . . . . .	82
4.2. Temperaturbelastung . . . . .	83
4.3. Betontemperaturen . . . . .	85
4.4. Stahltemperaturen . . . . .	86
4.5. Versuchsnachrechnung . . . . .	87
5. Traglastberechnung . . . . .	89
5.1. Allgemeines . . . . .	89
5.2. Lösungsweg . . . . .	89
6. Diskretisierung . . . . .	91
7. Berechnung der Dehnungs-Spannungs-Verteilung . . . . .	97
7.1. Dehnungsanteile . . . . .	97
7.2. Dehnungsverteilung . . . . .	99
7.3. Spannungsverteilung . . . . .	102

	Seite
8. Berechnung der Grenzschnittgrößen - Interaktion . . . . .	104
8.1. Die inneren Schnittgrößen . . . . .	104
8.2. Grenzschnittgrößen . . . . .	107
8.3. $N_u$ - $M_u$ -Interaktionsdiagramm . . . . .	112
9. Einfluß der geometrischen Nichtlinearität . . . . .	114
9.1. Ermittlung des Momenten-Krümmungs-Zusammenhangs und der Stabauslenkung . . . . .	114
9.2. M- $\kappa$ -Diagramm . . . . .	116
10. Zwangskräfte infolge Längsdehnungsbehinderung . . . . .	118
10.1. Allgemeines . . . . .	118
10.2. Rechenmethode . . . . .	121
10.3. Ergebnisse . . . . .	125
11. Traglastcharakteristik instationär thermisch beanspruchter Stahlbetonstützen . . . . .	128
11.1. Traglastdarstellung, Versagensdefinition . . . . .	128
11.2. Traglastcharakteristik von Stützen mit unbehinder- ter thermischer Längsdehnung . . . . .	130
11.3. Traglastcharakteristik von Stützen mit vollständig behinderter thermischer Längsdehnung . . . . .	134
12. Konvergenzverhalten . . . . .	137
12.1. Diskretisierungseinflüsse . . . . .	139
12.2. Rechengenauigkeit . . . . .	139
12.2.1. Genauigkeit für $t = 0$ . . . . .	139
12.2.2. Genauigkeit für $t > 0$ . . . . .	140
12.3. Rechenzeit . . . . .	143
13. Parametereinflüsse . . . . .	146
13.1. Stützen mit unbehinderter thermischer Längsdehnung	148
13.1.1. Die Schlankheit . . . . .	149
13.1.2. Der Bewehrungsgehalt . . . . .	152
13.1.3. Die Betonüberdeckung . . . . .	153

	Seite
13.1.4. Die Normalkraftauslastung . . . . .	154
13.1.5. Die Betongüte . . . . .	156
13.1.6. Das Seitenverhältnis . . . . .	156
13.1.7. Die Lastexzentrizität . . . . .	160
13.1.8. Der Einfluß einer zusätzlichen Horizontalkraft .	161
13.1.9. Die Bewehrungsanordnung . . . . .	162
13.2. Stützen mit vollständig behinderter thermischer Längsdehnung . . . . .	163
13.2.1. Die Zwangskräfte . . . . .	164
13.2.1.1. Beton-Zwangskräfte . . . . .	164
13.2.1.2. Stahl-Zwangskräfte . . . . .	167
13.2.2. Die Traglastbeeinflussung . . . . .	168
13.2.2.1. Zentrisch belastete Stützen . . . . .	168
13.2.2.2. Exzentrisch belastete Stützen . . . . .	170
14. Zusatzeinflüsse im Brandversuch und Brandfall und ihre Auswirkungen auf die rechnerische Feuerwiderstandsdauer .	173
15. Rechenwerte der Feuerwiderstandsdauer für die Baupraxis .	175
16. Zusammenfassung . . . . .	178
17. Literaturverzeichnis . . . . .	181