

INHALT

HÄUFIG VERWENDETE FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	VII
1 EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
2 STAND DER ERKENNTNISSE	6
2.1 Thermische Einwirkungen von Bränden auf Tragwerke	6
2.1.1 Lastfall Brand	6
2.1.2 Einheitstemperaturzeitkurve	9
2.1.3 Temperaturzeitkurven für natürliche Brände	10
2.1.4 Simulation von Bränden	15
2.1.5 Verfahren mit äquivalenter Branddauer	16
2.1.6 Bewertung der vorgestellten Verfahren	18
2.2 Grundlagen für die Berechnung der Tragwerke im Brandfall	20
2.2.1 Hochtemperaturverhalten der Baustoffe	20
2.2.2 Thermische Materialeigenschaften	21
2.2.3 Mechanische Materialeigenschaften	23
2.2.4 Materialeigenschaften für die Abkühlphase	24
2.3 Berechnungsverfahren für die brandschutztechnische Bemessung	25
2.3.1 Allgemeines	25
2.3.2 Thermische Analyse	25
2.3.3 Mechanische Analyse	26
2.4 Trag- und Verformungsverhalten von Einzelbauteilen und Gesamttragwerken im Brandfall	27
2.4.1 Allgemeines	27
2.4.2 Ausbildung von Zwangsschnittgrößen	27
2.4.3 Lastumlagerung durch Deckenplatten	34
2.4.4 Verhalten der Verbindungen	37
2.4.5 Großmaßstäbliche Versuche in Cardington	38

3	REALE BRÄNDE IN MEHRGESCHOSSIGEN GEBÄUDEN	41
3.1	Bemessungs-Brandszenario und Bemessungsbrand	41
3.1.1	Allgemeines	41
3.1.2	Bemessungsbrand und Energiefreisetzungsrate für mehrgeschossige Wohn- und Bürogebäude	42
3.2	Entwicklung von Realbrandkurven	48
3.2.1	Allgemeines	48
3.2.2	Zeitlicher Verlauf	50
3.2.3	Ventilationsgesteuerte Brände	50
3.2.4	Brandlastgesteuerte Brände	51
3.2.5	Qualitativer Verlauf	53
3.3	Flash over	54
3.4	Raumzellenbrände	56
3.5	Validierung der entwickelten Realbrandkurven	59
3.5.1	Allgemeines	59
3.5.2	Vergleichsrechnungen mit einem Wärmebilanzmodell	59
3.5.3	Nachrechnungen von dokumentierten Brandversuchen	61
3.5.4	Validierungsversuch	66
3.6	Zusammenfassung	73
4	TRAGWERKSANALYSE IM BRANDFALL	74
4.1	Rechenmodell	74
4.1.1	Allgemeines	74
4.1.2	Methodik	74
4.1.3	Grundlagen der Wärmeübertragung	76
4.1.4	Strukturmechanische Berechnung	79
4.1.5	Vorgehensweise mit ANSYS	80
4.2	Validierung des Rechenmodells	82
4.2.1	Allgemeines	82
4.2.2	Rechengrundlagen	83
4.2.3	Nachrechnung von Versuchen	87
4.2.4	Zusammenfassung	95
4.3	Versagenskriterien	95

5	BRANDSCHUTZTECHNISCH OPTIMIERTES SYSTEM	98
5.1	Allgemeines	98
5.2	Optimierung der Träger-Stützenanschlüsse	99
5.2.1	Allgemeines	99
5.2.2	Berechnung der Anschlüsse im Brandfall	100
5.3	Trag- und Verformungsverhalten des Gesamttragwerks	108
5.3.1	Randbedingungen	108
5.3.2	Szenario 1 - Beflammter Nebenträger	112
5.3.3	Szenario 2 - Realbrand im Außenfeld	123
5.3.4	Szenario 3 - Realbrand im Eckfeld	128
5.3.5	Szenario 4 - Realbrand im Innenfeld	132
5.3.6	Szenario 5 - Realbrand mit sukzessiver Brandausbreitung	137
5.3.7	Szenario 6 - Vollbrand (ETK) in der gesamten Nutzungseinheit	141
6	EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS	144
6.1	Allgemeines	144
6.2	Randbedingungen	144
6.2.1	Allgemeines	144
6.2.2	Brandschutzmaßnahmen	145
6.3	Vorbemessung	145
6.4	Wiederinstandsetzung	148
6.5	Fazit	149
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	151
	LITERATUR	154
	Monographien, Handbücher und Aufsätze	154
	Normen und Richtlinien	161
	ANHANG	
A	GROßMAßSTÄBLICHE VERSUCHE IN CARDINGTON	
B	ABLEITUNG DER WÄRMESTROM-MATRIZEN	
C	TRAG- UND VERFORMUNGSMECHANISMEN IM BRANDFALL	