

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>1. Einleitung</u> . . . . .	1
1.1. Problem- und Aufgabenstellung . . . . .	1
1.2. Stand der Erkenntnisse . . . . .	3
1.2.1. Materialverhalten des Stahlbetons bei hohen Temperaturen . . . . .	3
1.2.2. Tragverhalten von Stahlbetonsystemen im Brandfall . . . . .	5
<u>2. Entwicklung eines Rechenverfahrens zur Bestimmung der kritischen Branddauer und der Grenzlasten von Stahlbetonrahmen im Brandfall</u> . . . . .	7
2.1. Voraussetzungen . . . . .	7
2.1.1. Definition der kritischen Branddauer und der Grenzlasten . . . . .	7
2.1.2. Bestimmung des Tragverhaltens ebener Stahlbetonrahmen- systeme nach Eintritt der Plastizierung . . . . .	8
2.1.3. Allgemeine Einschränkungen . . . . .	8
2.2. Grundlagen der Berechnung . . . . .	11
2.2.1. Ein repräsentatives Teilsystem, Anwendung eines drei- dimensionalen Diskretisierungsverfahrens . . . . .	11
2.2.2. Rechenannahmen . . . . .	13
2.2.2.1. Annahmen hinsichtlich thermischer Belastung des Rahmentragwerkes . . . . .	13
2.2.2.2. Annahmen hinsichtlich des Verformungsverhaltens des Stahlbetons . . . . .	15
2.2.3. Gleichgewichtsbedingungen . . . . .	15
2.2.4. Momenten-Krümmungsbeziehungen im Brandfall . . . . .	16
2.2.4.1. Ein erweitertes Verfahren zur Bestimmung der Krümmungsebene . . . . .	16
2.2.4.2. Bestimmung des Grenzmomentes . . . . .	21
2.2.5. Bestimmung der zentrischen Tragfähigkeit eines symme- trischen Querschnittes bei allseitiger Beflammung . . . . .	22
2.2.6. Einführung der Hochtemperatur-Steifigkeiten für belie- big bewehrte Stahlbetonstäbe . . . . .	23
2.2.7. Einführung bereichsweise konstanter Stabsteifigkeiten . . . . .	25
2.3. Interaktionsdiagramme von Stahlbetonquerschnitten im Brandfall . . . . .	42
2.3.1. Berechnung der Interaktion eines Rechteckquerschnittes . . . . .	42
2.3.2. Ermittlung der Interaktionsdiagramme nach einem Affini- tätsverfahren . . . . .	45

2.4. Relativer Fehler bei der Bestimmung des Grenzmomentes . . . . .	46
2.5. Stabsysteme mit nicht linearem Lastverformungsverhalten im Brandfall . . . . .	49
2.5.1. Bereichsweise Linearisierung der Lastverformungs- beziehung . . . . .	49
2.5.2. Anwendung des Kraftgrößenverfahrens für die Verformungs- rechnung nach Theorie I. Ordnung . . . . .	49
2.5.3. Diskussion der Ergebnisse . . . . .	54
2.5.4. Verformungsrechnungen nach Theorie II. Ordnung im Brandfall . . . . .	55
2.5.5. Berechnungen im plastischen Zustand nach Theorie II. Ordnung . . . . .	61
2.6. Bestimmung der kritischen Branddauer und der Grenzlasten von Stahlbetonrahmen im Brandfall . . . . .	64
2.6.1. System und Belastungen . . . . .	64
2.6.2. Iterative Bestimmung der Systemverformungen . . . . .	64
2.6.2.1. Rechnerische Bestimmung der Verformungen . . . . .	64
2.6.2.2. Zeichnerische Bestimmung der Verformungen . . . . .	65
2.6.3. Bestimmung der kritischen Branddauer . . . . .	67
2.6.4. Bestimmung der Grenzlasten nach einer bestimmten Branddauer . . . . .	69
2.6.5. Rechentechnische Probleme . . . . .	72
2.6.6. Numerische Stabilität der Systemschnittgrößen und Systemverformungen . . . . .	72
2.6.6.1. Konvergenz des Krümmungsvektors . . . . .	72
2.6.6.2. Konvergenz des Verformungsvektors . . . . .	74
<b>3. <u>Parametrische Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten von     Stahlbetonrahmen im Brandfall</u></b> . . . . .	<b>76</b>
3.1. Darstellung der aus der Belastungsordnung und Beflammungsart herrührenden Einflüsse . . . . .	76
3.1.1. Beschreibung des untersuchten Systems . . . . .	76
3.1.2. Verlauf der Schnittgrößen im Brandfall . . . . .	78
3.1.2.1. Verlauf des Eckmomentes . . . . .	78
3.1.2.2. Verlauf der Auflagerkräfte . . . . .	82
3.1.3. Verformungsverhalten der Stahlbetonrahmen im Brandfall . . . . .	85
3.1.3.1. Verschiebung der Rahmenecke . . . . .	93
3.1.3.2. Ergebnisse der Verformungsrechnung . . . . .	95
3.1.4. Zeitlicher Verlauf der Durchbiegungsgeschwindigkeiten . . . . .	98
3.1.5. Verformungsverhalten des Rahmensystems infolge gesteu- erter Laststeigerung bei konstanter Branddauer . . . . .	100
3.1.6. Berechnung eines Ersatzstiels für die Rahmenstütze im Brandfall . . . . .	103

	Seite
3.2. Einfluß der Bewehrungsanordnung auf die Traglast . . . . .	108
3.2.1. Einfluß der Bewehrungsführung . . . . .	108
3.2.2. Einfluß des Bewehrungsgehalts . . . . .	110
3.3. Einfluß der Systemdiskretisierung auf die Traglast . . . . .	112
<u>4. Untersuchung des Rahmensystems bei Dehnungsbehinderung der</u>	
<u>Rahmenstütze</u> . . . . .	115
4.1. Berechnung der Zwangskräfte . . . . .	115
4.2. Einfluß der Vorlast in der Stütze auf die Zwangskraftent-	
wicklung . . . . .	119
4.3. Systemverformungen beim Auftreten von Zwangskräften . . . . .	123
<u>5. Bestimmung des Auslastungsgrades des Systems im Brandfall</u> . . . . .	128
<u>6. Zusammenfassung</u> . . . . .	130
<u>7. Ausblick</u> . . . . .	133

A n h a n g

I - Schrifttum

II - Zusammenstellung der verwendeten Bezeichnungen