



Heißbemessung von Stahlbetonbauteilen unter Bemessungsbränden

Schon 2007 stellte das **Systemhaus Vogelsang** das erste Bemessungsprogramm für Stahlbetonkragstützen unter Brandeinwirkungen vor. Die Heißbemessung von Stahlbetonbalken und -platten folgte. Diese Programme berechnen die Bauteile nach der „Zonenmethode“ nach [3] Anhang B.2. Für die Berechnung II.Ordnung von Kragstützen wurde diese Methode entsprechend erweitert und in mehreren Studien mit Level 3 Programmen validiert. Mit dem Programm K.0003 werden in allen Bereichen unterschiedlicher Schlankheiten und Außermiten identische Ergebnisse zu den anerkannten Level 3 Programmen STABAF, BOFIRE und SAFIR erreicht.

Grundlage der Brandeinwirkungen war die Einheits-temperaturkurve (ETK), die im Grunde auf einem stetigen Brand über die gesamte geforderte Feuerwiderstandsdauer basiert. Da der Ablauf eines Brandes jedoch nicht stetig ist und von der Brandentstehung bis zum Ende der Abklingphase von vielen bei der ETK nicht berücksichtigten Faktoren abhängt, liegt eine Berechnung nach ETK i.d.R. weit auf der sicheren bzw. unwirtschaftlichen Seite. Das Systemhaus Vogelsang hat nunmehr unter Mitarbeit namhafter Sachverständiger für Brandschutz ein Verfahren entwickelt und programmiert, mit dem die im Folgenden beschriebenen Brandszenarien berücksichtigt werden können.

Bemessungsbrände

In [1] Anhang A sind Parametrische Temperaturzeitkurven angegeben, nach denen Brandeinwirkungen in bis 500 m² großen und 4.00 m hohen Räumen ohne Dachöffnungen berechnet werden können. Diese werden in Deutschland jedoch nicht zugelassen werden und durch in [2] Anhang AA definierte Kurven ersetzt. Diese Kurven sind u.a. in [4] beschrieben und wurden in [6] von Zehfuß entwickelt.

Das Verfahren geht von einem Vollbrand auf der gesamten Raumfläche aus und berücksichtigt dabei die Parameter: Brandraumfläche, -höhe, Öffnungsfläche, gewichtete Öffnungshöhe, thermische Eigenschaften der Umhüllenden sowie die vorhandene Brandlast. Dadurch ist es möglich eine individuelle Temperaturzeitkurve zu berechnen und mit ihr eine Bauteilbemessung durchzuführen. Der Brandverlauf wird in die 3 Phasen Brandentstehung, Vollbrand und Abklingphase unterteilt. Hierbei wird angenommen, dass die Abklingphase grundsätzlich beginnt, wenn 70% der Brandlast verbrannt sind. Die Brandlasten können nutzungsabhängig nach [2] Anhang BB definiert werden. Einige Faktoren wie z.B. für die max. Energiefreisetzungsrate sind in [2] nicht allgemein sondern nur für die Brandlast Büro gültig. Sie wurden gemäß [4] bzw. [6] verallgemeinert.

Bei sehr geringen Brandlasten, bei denen keine Vollbrandphase entsteht, sondern die Abklingphase direkt nach der Entstehungsphase beginnt und dabei nicht die volle Energiefreisetzungsrate erreicht wird, kann die Abklingphase formelmäßig bei steigenden Temperaturen ins Unendliche laufen. Hier wurden Korrektu-

ren entwickelt, die auch in diesen Fällen realistische Brandverläufe widerspiegeln.

Obwohl die Methode auf bestimmte Raumgrößen und -höhen begrenzt ist, kann sie ersatzweise auch für größere Räume verwendet werden, da sie bei gleicher oder größerer Höhe des Brandraumes immer auf der sicheren Seite liegt. Sie wird zwar real zunehmend unwirtschaftlicher ermöglicht jedoch gegenüber der ETK immer noch wesentlich wirtschaftlichere Lösungen. Mit dem Brandsimulationsprogramm MRFC wurden umfangreiche Vergleichsuntersuchungen gemacht, die dies bestätigen und für diese Fälle in Zukunft auch noch genauere Verfahren möglich machen. Bild 1 zeigt die Temperaturzeitkurve eines Schulraumbrandes im Vergleich zur ETK und macht deutlich, welche Einsparpotenziale bei der Bemessung aktiviert werden können.

Bauteilbemessung

Der geringste Tragwiderstand des Bauteils tritt bei der größten Erwärmung des Querschnitts ein. Im Gegensatz zur ETK verläuft dieser Zeitpunkt nicht synchron zur Temperaturzeitkurve. Er verschiebt sich in die Abklingphase des Brandes, da sich wegen der höheren Temperatur im Brandraum der Querschnitt weiter erwärmt. Zudem stellt sich der Zeitpunkt der größten Erwärmung durch den Temperaturfluss an jedem Punkt des Querschnitts anders ein. Von entscheidender Bedeutung ist deshalb die Bestimmung des Zeitpunkts der geringsten Querschnittstragfähigkeit.

Für ein breites Spektrum von Temperaturzeitkurven wurden Temperaturprofile berechnet. Hierbei wurden die Parameter nach [3] Anhang A zugrundegelegt, weil die mechanische Analyse der Programme optimal auf diese Profile abgestimmt ist.

Durch umfangreiche Auswertungen der Temperaturprofile des Querschnitts und Kontrollberechnungen mit BOFIRE wurde unter Berücksichtigung der Untersuchungen in [5], die auch vereinfachten Rechenverfahren im Verbundbau zugrunde liegen, der Zeitpunkt des geringsten Tragwiderstandes bestimmt.

Über das zugehörige Temperaturprofil können dann die temperaturabhängigen Materialabminderungen ermittelt und die Bauteile nach [3] Anhang B.2 wie auch bisher bemessen werden.

Anwendung

Mit Erscheinen der Weißdrucke von [1], [2] und [3], wahrscheinlich Ende 2010 bzw. im 1. Quartal 2011, können die darin beschriebenen Verfahren angewendet werden. Darüber hinaus entspricht das Verfahren gemäß [4] dem „Stand der Technik“. Die vereinfachten Rechenverfahren nach [3] sind offensichtlich wegen der Schwierigkeit, den Zeitpunkt der geringsten Tragfähigkeit festzulegen, „unter Normbrandbeanspruchung anwendbar“. Mit dem oben beschriebenen Verfahren sind diese Probleme gelöst. Die wissenschaftlichen Grundlagen und die Validierung der Programme werden in Kürze in der einschlägigen Fachpresse veröffentlicht werden.

Mit den neuen Programmen ist es möglich, Stahlbetonstützen, -balken und -platten unter Berücksichtigung wirklichkeitsnaher Brandverläufe und damit we-



sentlich wirtschaftlicher zu bemessen. Für alle Parameter werden in den Eingabedialogen Werte aus den Normen, wissenschaftlichen Untersuchungen oder einschlägiger Fachliteratur angeboten. Entscheidend hierbei ist, dass nicht ein vorgegebener Querschnitt für eine bestimmte Einwirkungskombination analysiert sondern der erforderliche Querschnitt unter Einbeziehung aller Einwirkungskombinationen automatisch in wenigen Sekunden konstruiert wird.

Die neuen Programme bringen damit sowohl bei Neubauten als auch beim Bauen im Bestand entscheidende Vorteile.

- [1] EN 1991-1-2 Brandeinwirkungen auf Bauteile
- [2] EN 1991-1-2 NA:2009-06 Nationaler Anhang

- [3] EN 1992-1-2:2004 Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [4] Hosser, D.: Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes 5/2009
- [5] Upmeyer, J.: Nachweis der Brandsicherheit von über Grenzbrandlasten, Dissertation 2001
- [6] Zehfuß, J.: Bemessung von Tragsystemen für realistische Brandbeanspruchung, Dissertation 2004

Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang

*Systemhaus im Bauwesen
Gern 3 94089 Neureichenau
Tel. 08583 / 2301 Fax 2336
info@vogsys.de www.vogsys.de*

Brandraumabmessungen				Öffnungen		Umhüllende				
L	B	H	Af	Aw	hw	At	AT	b		
m	m	m	m ²	m ²	m	m ²	m ²	J/m ² s ^{1/2} K		
20.00	20.00	4.00	400.0	40.0	2.00	1120.0	1080.0	1500		
Brandlast			Energiefreisetzung			max. Freisetzungsrate				
q _{f,k2}	m	Y _{fi,q}	q _{f,d2}	H _u	x	m''	t _g	Q [·] _{max,v,k}	Q [·] _{max,f,k}	Q [·] _{max,d}
MJ/m ²			MJ/m ²	MJ/kg		kg/m ² s	s	MW	MW	MW
397.0	0.80	1.00	317.6	17.3	0.70	0.02000	300	68.50	96.88	68.50

Realbrandkurve

fo = flash over

Bereich	Q MJ	t s	T °C
fo	16273.3	1638	
1	16273.3	1638	851.8
2	72654.7	2698	1074.9
3	38112.0	3811	637.2

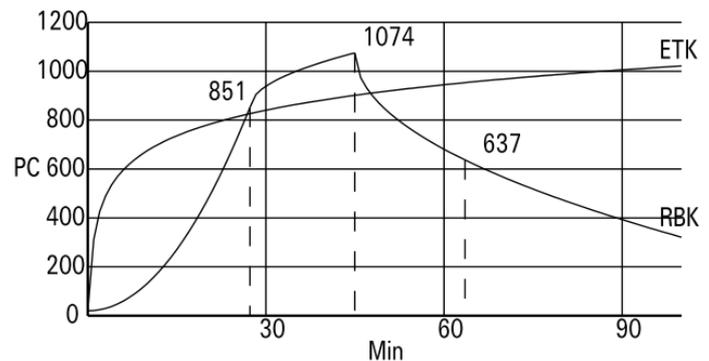


Bild 1 Temperaturzeitkurve Nutzung Schule