

Bewertung von neuen Sicherheitsfaktoren zur Ermittlung der Brandlastdichte im Zuge der Novellierung von EN 1991-1-2 Anhang E

Evaluation of new safety factors to determine the fire load density in the course of the amendment to EN 1991-1-2 Annex E

Zehfuß, Jochen; Sander, Lisa; Gößwein, Lukas; Schaumann, Peter; Meyer, Patrick

Abstract

The goal of the project was to examine the changes and additions to the safety concept in Annex E to DIN EN 1991-1-2. In particular, the background of the safety concept, especially the new safety factors, and the applicability of Annex E to DIN EN 1991-1-2 were tested. Currently the safety concept in Annex E is not applied in Germany and is replaced by the safety concept according to DIN EN 1991-1-2/NA Annex BB. The evaluation and applicability of Annex E of DIN EN 1991-1-2 was based on a comparison with the national safety concept and its proven safety level, which is currently defined by the national Annex of DIN EN 1991-1-2. On the basis of selected comparative calculations, a review and evaluation was carried out. Resulting, recommendations for the application and normative regulations were given. The aim of the investigations was to show that the application of safety concept in comparison to the national safety concept.

1. Einführung

In EN 1991-1-2:2010 Anhang E ist aktuell ein Sicherheitskonzept für die Anwendung von leistungsorientierten Brandschutzbemessungen enthalten. Es sieht zehn Sicherheitsfaktoren für Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Löschmaßnahmen, Feuerwehr etc.) sowie in Abhängigkeit der Art und Größe der Nutzung vor. Die Sicherheitsfaktoren werden für die Berechnung des Bemessungswertes der Brandlastdichte berücksichtigt. In Deutschland wird das Sicherheitskonzept aufgrund fehlender Transparenz und teilweise mathematisch nicht korrekter Ableitung der Sicherheitsfaktoren nach EN 1991-1-2 Anhang E nicht angewendet. Es wird durch das Sicherheitskonzept im Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2:2010 ersetzt.

Im Rahmen der Novellierung von EN 1991-1-2 wurde auch das Sicherheitskonzept in Anhang E überarbeitet. Neben den bisherigen Sicherheitsfaktoren wurden zwei weitere Sicherheitsfaktoren δ_{q3} und δ_{Q1} eingeführt. Der Sicherheitsfaktor δ_{q3} berücksichtigt die drei Zuverlässigkeitsklassen nach DIN EN 1990 und wird zur Berechnung der Brandlastdichte angewendet. Zusätzlich sieht die Erweiterung des Anhang E den Sicherheitsfaktor δ_{Q1} vor,

der als multiplikativer Faktor auf die charakteristische Wärmefreisetzungsrate $Q_{r,k}$ angewendet werden soll. Als Vorschlag wird der Faktor δ_{Q1} mit 1,0 angesetzt. Mit dem erweiterten Sicherheitskonzept kann die Bemessungsbrandlast sowie der Bemessungswert der Wärmefreisetzungsrate, welche die Grundlage für die Berechnung der Brandbeanspruchung bildet, berechnet werden.

Im Forschungsvorhaben wurde die Plausibilität und Anwendbarkeit des überarbeiteten Sicherheitskonzeptes hinsichtlich der Grundlagen und anhand von Vergleichsrechnungen mit dem Sicherheitskonzept gemäß DIN EN 1991-1-2:2010/NA Anhang BB überprüft. Dabei sind Vergleichsrechnungen anhand von realen Bauteilen (Stahl, Stahlbeton, Verbund, Holz) verschiedener Nutzungen unter Berücksichtigung beider Sicherheitskonzepte (Entwurf der EN 1991-1-2 Anhang E und DIN EN 1991-1-2:2010/NA Anhang BB) vorgenommen worden.

2. Sicherheitskonzept EN 1991-1-2 Anhang E

Im Zuge der Überarbeitung sind im Entwurf der EN 1991-1-2 Anhang E die folgenden Änderungen vorgenommen worden:

- Ergänzung des Sicherheitsfaktors δ_{q3} ,
- Erhöhung und Anpassung der Sicherheitsfaktoren δ_n ,
- Anpassung der Brandlastdichten und deren Bezeichnung und
- Ergänzung des Sicherheitsfaktors δ_{Q1} .

Der Sicherheitsfaktor δ_{q3} wird in Abhängigkeit der Zuverlässigkeitsklassen (RC, reliability classes) nach DIN EN 1990 gewählt. Entsprechend ist eine Tabelle des neuen Sicherheitsfaktors in Abhängigkeit der Zuverlässigkeitsklassen sowie exemplarischen Nutzungen ergänzt worden (vgl. Tabelle 1). Ferner wurden die Teilsicherheitsfaktoren $\delta_{n,i}$ zur Bestimmung von δ_n neu nummeriert, sodass sich die Faktoren δ_{n1} bis δ_{n8} anstatt wie bisher bis δ_{n10} ergeben. Des Weiteren wurden einige charakteristische Brandlastdichten ergänzt und Bezeichnungen

gen der Nutzungen redaktionell überarbeitet. Für eine Büronutzung ist die Unterscheidung zwischen „dicht besetztes“ und „spartanisch ausgestattetes“ Büro, vorgenommen worden. Weiterhin wurde ein weiterer Sicherheitsfaktor δ_{Q1} , der auf die Wärmefreisetzungsrate aufgeschlagen wird, vorgesehen.

Tabelle 1 Neuer Sicherheitsfaktor δ_{q3} in Abhängigkeit der Zuverlässigkeitsklassen

Zuverlässigkeitsklasse	δ_{q3}	Beispiele Nutzung
RC 3	1,19	z. B. Konzertsaal
RC 2	1,0	z. B. Bürogebäude
RC 1	0,83	z. B. Lagerhallen.

3. Kritik am Sicherheitskonzept EN 1991-1-2 Anhang E

Insgesamt sind die Ableitung der Sicherheitsfaktoren im Sicherheitskonzept EN 1991-1-2 Anhang E sowie die Intransparenz der Sicherheitsfaktoren wesentliche Kritikpunkte. Neben der Vielzahl der Faktoren erfolgt eine Multiplikation von Sicherheitsfaktoren für Maßnahmen, die nicht unabhängig voneinander sind. Weiterhin werden die Sicherheitsfaktoren lediglich auf die Brandlastdichte aufgeschlagen und nicht auf die Wärmefreisetzungsrate, die insbesondere bei Bauteilen mit geringem Feuerwiderstand maßgeblich ist.

Die wesentliche Kritik bleibt auch bei der Überarbeitung bestehen. Es werden nun 11 Sicherheitsfaktoren zur Bestimmung des Bemessungswertes der Brandlastdichte herangezogen. Die Sicherheitsfaktoren werden weiterhin miteinander multipliziert, obwohl sie teilweise nicht unabhängig voneinander sind. Auch eine Ergänzung des Sicherheitsfaktors δ_{Q1} , der zur Berechnung des Bemessungswertes der Wärmefreisetzungsrate angewendet wird, führt mit der Empfehlung von $\delta_{Q1} = 1,0$ zu keiner Änderung bei der praktischen Anwendung.

4. Ergebnisse der Vergleichsrechnungen

Basierend auf dem Vergleich der Sicherheitskonzepte gemäß des Entwurfes der EN 1991-1-2 Anhang E und DIN EN 1991-1-2/NA Anhang BB **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** höhere bedingte Versagenswahrscheinlichkeiten $p_{f,fi}$ und geringere Zuverlässigkeitsindexe β_{fi} im Brandfall im Anhang E berechnet. Dies führt zu geringeren Sicherheitsfaktoren, die bei der Berechnung des Bemessungswertes zu geringeren Brandlasten führen (vgl. Tabelle 2). Entsprechend fallen das Maximum der Wärmefreisetzung und die Länge der Branddauer, die von der Brandlast abhängig ist, geringer aus. Die sich ergebenden Naturbrandkurven, die auf Basis der Wärmefreisetzungsrate ermittelt wurden, sind im Vergleich zu DIN EN 1991-1-2/NA ebenfalls in ihrem Temperaturmaximum reduziert und in der Branddauer

verkürzt. Folglich fallen die Temperaturbeanspruchung der betrachteten Bauteile unter Anwendung des Entwurfes der EN 1991-1-2 Anhang E geringer aus. Die Ergebnisse der Vergleichsrechnung für einen Einfeldträger aus Stahlbeton in einer Verkaufsstätte zeigt Abbildung 1.

Tabelle 1 Bemessungswerte der Brandlastdichte einer Verkaufsstätte

	DIN EN 1991-1-2 /NA Anhang BB (90%-Quantil)	EN 1991-1-2 Anhang E (80%-Quantil)
Charakteristische Brandlastdichte $q_{f,k}$ [MJ/m ²]	835	730
Bemessungswert der Brandlastdichte $q_{f,d}$ [MJ/m ²]	827	486
Verhältnis $q_{f,d} / q_{f,k}$	0,99	0,67

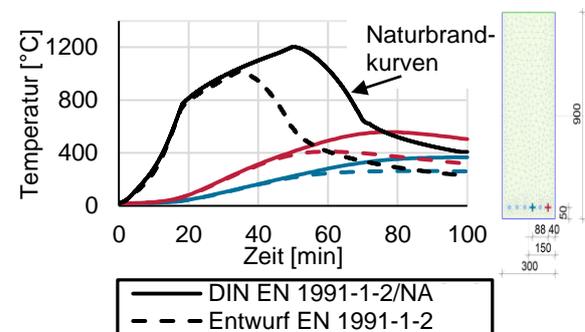


Bild 1 Vergleich der Temperaturzeitverläufe der Längsbewehrung des Stahlbetonträgers unter den Naturbrandkurven der Verkaufsstätte

Die Vergleichsrechnungen der untersuchten Bauteile aus Stahl, Verbund, Stahlbeton und Holz zeigen unabhängig von der Nutzung (Büro, Verkaufsstätte, Versammlungsstätte) die gleichen Ergebnisse. Im Gesamten liefert das Sicherheitskonzept des Entwurfes der EN 1991-1-2 Anhang E weniger konservative Werte und führt im Vergleich zum Sicherheitskonzept gemäß DIN EN 1991-1-2/NA Anhang BB nicht zum gleichen Sicherheitsniveau.

5. Erkenntnisse und Ausblick

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse wurde festgestellt, dass die praktische Anwendung des Sicherheitskonzeptes gemäß des Entwurfes der EN 1991-1-2 Anhang E weniger konservative Ergebnisse erzielt werden. Mit dem Sicherheitskonzept kann das bisherige Sicherheitsniveau in Deutschland nicht beibehalten werden. Ferner bleiben die Kritikpunkte an dem Sicherheitskonzept weiterhin bestehen. Die Nachvollziehbarkeit einiger Sicherheitsfaktoren ist nicht gegeben. Eine Anwendung des Sicherheitskonzeptes des Entwurfes der EN 1991-1-2 Anhang E wird für die DIN EN 1991-1-2 nicht empfohlen.