

**Ausgabe 2021/4**

**Stahlbauteile unter Druck und Biegung  
- Konsistente Nachweise für den Brandfall  
AiF Nr.: 20189 N/1**

**Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF Nr.: 20189N**

Die Brandbemessung stellt einen bedeutsamen Aspekt für die sichere und wirtschaftliche Bemessung von Stahlkonstruktionen dar und erlangte in den vergangenen Jahren weltweit zunehmend Aufmerksamkeit. Ergänzend zu einem geeigneten Konstruieren für den Brandfall bedarf es guter Kenntnisse des grundlegenden Tragverhaltens von Stahlkonstruktionen im Brandfall sowie sicherer, wirtschaftlicher und zugleich einfach anwendbarer Nachweisverfahren, insbesondere für Stabilitätsprobleme von Stäben mit I/H-Querschnitten und Hohlprofilen bei erhöhten Temperaturen.

Die Bemessung von stabilitätsgefährdeten Stahlbauteilen im Brandfall ist aktuell in EN 1993 1 2 geregelt und wurde für die nächste Generation der Normung in prEN 1993 1 2 im Wesentlichen übernommen. Dieses Nachweisformat basiert auf Regelungen für normale Temperaturen der ENV-Version des Eurocodes 3 von 1992 und verwendet modifizierte Stabslankheiten sowie angepasste Biegeknick- und Biegedrillknickkurven. Während für normale Temperaturen die Stabilitätsnachweise bereits mit Einführung der EN 1993 1 1 sowie

erneut für die nächste Generation des EC3 mit der prEN1993-1-1 überarbeitet wurden, erfolgte bisher keine Anpassung für den Brandfall. Des Weiteren wird der Anwendungsbereich in prEN 1993 1 1 auf Baustähle bis zu einer Streckgrenze von 700 N/mm<sup>2</sup> erweitert. Die Entwicklung von Regelungen für die Brandbemessung von Bauteilen aus höherfesten Stählen stehen noch aus. Eine Harmonisierung der Nachweisführung für normale Temperaturen und für den Brandfall ist dabei erstrebenswert. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden unter Berücksichtigung neuester Untersuchungsergebnisse zum Werkstoffverhalten im Brandfall das Stabilitätsverhalten bei erhöhten Temperaturen systematisch analysiert.

Die Bewertung des Werkstoffverhaltens zeigte, dass höher- und höchstfeste Baustähle durch die Formulierungen der prEN 1993 1 2 grundsätzlich abgebildet werden können. Hierbei wird die temperaturabhängige Abminderung der effektiven Fließgrenze jedoch unterschätzt und die Abminderung der Steigung im elastischen Bereich überschätzt. Zudem tritt das Ende des elastischen Bereiches (Proportionalitätsgrenze) für

höhere Stahlgüten bei größeren Dehnungen auf.

Numerische Untersuchungen zum Einfluss der mechanischen Werkstoffeigenschaften haben gezeigt, dass die erhöhte Proportionalitätsgrenze das Stabilitätsverhalten von Stahlstäben positiv beeinflussen. Eine differenziertere Werkstoffdefinition kann daher zu erhöhten Traglasten beitragen. Weitergehende versuchsgestützte Untersuchungen zur eindeutigen Werkstoffdefinition sind gegenwärtig Gegenstand der Forschung an der RUB.

Zur Untersuchung des Stabilitätsverhaltens wurden numerische Simulationsmodelle entwickelt. Die Modelle wurden sowohl an Versuchsergebnissen für normale Temperatur als auch an numerischen Daten aus der Literatur für erhöhte Temperaturen validiert. Mit Hilfe der Simulationsmodelle wurden sodann das Brandverhalten von druck- und biegebeanspruchten Stahlbauteilen systematisch analysiert und umfassende Datensätze zu Traglasten generiert.

Für die Stabilitätsfälle Biegeknicken und Biegedrillknicken wurde der Einfluss von Temperatur, Querschnittsabmessung und -art, Stahlgüte und Systemschlankheit untersucht. Vorhandene Nachweisverfahren wurden kritisch analysiert und bewertet. E-Das entwickelte Verfahren basiert auf den entsprechenden Modellen bei Normaltemperatur und berücksichtigt neue Abminderungs- und Interaktionsfaktoren (Bild 1). Eine statistische Auswertung belegt die Güte des Verfahrens. Anhand von Fallbeispielen aus der Praxis wurden die Anwen-

dung des Bemessungsvorschlages präsentiert.

Mit dem Bemessungsvorschlag wird ein Nachweisverfahren für stabilitätsgefährdete Bauteile im Brandfall unterbreitet. Die Methode ist konsistent zu der Nachweisführung zu normalen Temperaturen und bildet das Tragverhalten zutreffender ab als die eingeführten Verfahren nach prEN 1993-1-2. Der Ingenieurpraxis wird somit ein einheitliches Nachweisverfahren für die Bemessung bei Normaltemperatur und im Brandfall zur Verfügung gestellt. Dies erleichtert die Brandbemessung von Stahlbauteilen insbesondere für KMU.

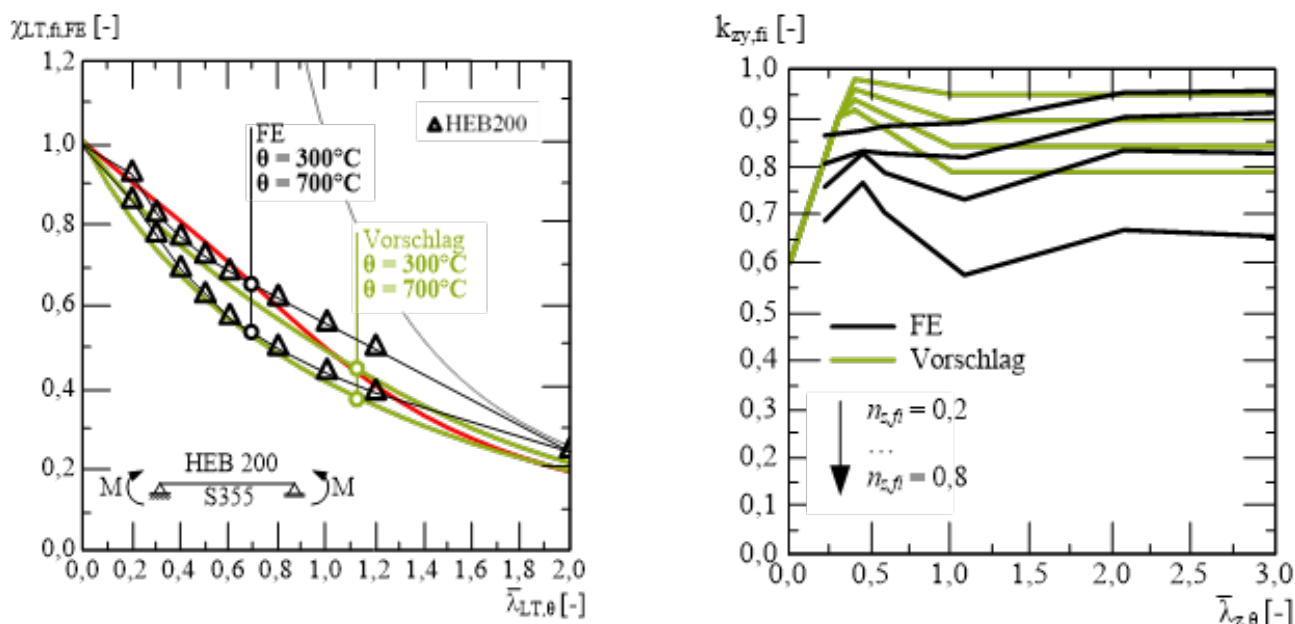


Bild 1: Bemessungsvorschlag für Abminderungsfaktoren für das Biegedrillknicken  $\chi_{LT,fi}$  (links) und für den Interaktions-faktor  $k_{zy,fi}$  (rechts) bei erhöhten Temperaturen.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages