

Prüf- und Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Temperatur- und Wärmeübergangsbedingungen in Brandprüföfen

Schlagwörter

Feuerwiderstandsprüfungen, Wärmeübertragung, thermische Kennwerte, Temperaturfeldberechnung, Erweiterung von DIN V ENV 1363-3

Prüfgrößen und -objekte

Die Wärmeübertragungseigenschaften von Brandprüföfen zur Bestimmung des Feuerwiderstandes von Bauteilen werden charakterisiert durch:

- Brandraum- und Referenzbauteiltemperaturen
- Kennwerte des Wärmeübergangs (numerische Ableitung der Kennwerte aus Brandversuchen)

Prüfbereich

Ergebnisunsicherheit

a) Temperaturen	0 °C – 1000 °C	von 10 K	bis 10 K (ab 10. Minute)
b) Wärmeübergangskoeffizienten	20 W/(m ² K) – 1000 W/(m ² K)	von 10 %	bis 10 %

Einsatzgebiete

Bestimmung der Wärmeübertragungseigenschaften von Brandprüföfen für allseitig beflammete Bauteile. Die Ergebnisse werden mit festgelegten Werten verglichen und gestatten eine Klassifizierung der Brandprüföfen hinsichtlich ihrer Brandbeanspruchung.

Prüfmethodik und Gerätetechnik

Mit Thermoelementen versehene Referenzbauteile werden an vorgegebenen Positionen in den Brandraum eingebaut, ihr Erwärmungsverhalten und das des Brandraumes werden registriert. Aus den Temperaturmessungen werden die Wärmeübertragungsverhältnisse des Brandraumes numerisch bestimmt. Brandraum-, Sauerstoff-, Kohlenstoffdioxid- und Kohlenstoffmonoxidkonzentrationen werden dokumentiert.

Qualifikation und Qualitätssicherung

Das Verfahren zeichnet sich gegenüber dem Normverfahren durch besonders hohe Empfindlichkeit und Reproduzierbarkeit aus. Das an der BAM entwickelte Auswertungsprogramm ist erheblich leistungsfähiger als die Standardauswertung. Umfangreiche Kenntnisse in der numerischen Auswertung von Temperaturfeldern und der Bestimmung thermischer Stoffeigenschaften und Kennwerte haben wir in mehr als 20 Jahren Arbeit auf diesem Sektor erworben.

Ansprechpartner:

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung

Dr. Manfred Korzen, Telefon +49 30 8104 3765, Fax +49 30 8104 73765, manfred.korzen@bam.de

[Fachbereich 7.3: Brandingenieurwesen](#)

[Referenzverfahren auf www.rrr.bam.de](http://www.rrr.bam.de)

Ergänzende Angaben

Allgemeines

Prüföfen zur Bestimmung des Feuerwiderstandes von Bauteilen weisen konstruktive Unterschiede auf. Sie unterscheiden sich durch ihre Geometrie, die Anzahl, Art, Leistung und Lage der Brenner, die Rauchgasabführungen und die thermischen Kennwerte der Auskleidungsmaterialien. Die hierdurch bedingten Abweichungen in den Prüfergebnissen sollen durch ein geeignetes Verfahren ermittelt werden, das sich darüber hinaus für eine individuelle Ofenbewertung eignet.

Das in DIN V ENV 1363-3 beschriebene Verfahren zum Nachweis der Ofenleistung bezieht sich ausschließlich auf Öfen zur Prüfung raumtrennender Bauteile und nur auf die hauptsächlich angewandte Brandraumtemperatur-Zeitkurve. Prüföfen für allseitig beflammete Bauteile werden dort nicht behandelt.

Das hier vorgestellte Verfahren zum Nachweis der Ofenleistung eignet sich für die Untersuchung und Bewertung von Öfen für allseitig beflammete Bauteile. Es zeichnet sich im Vergleich mit dem Normverfahren durch eine besonders hohe Empfindlichkeit und sehr gute Reproduzierbarkeitseigenschaften aus.

Die inverse numerische Ermittlung der Wärmeübergangsverhältnisse durch Vergleich der an den Referenzbauteilen gemessenen und mit dem von der BAM entwickelten Finite-Differenzen-Programm IOPT2D berechneten Temperaturen hebt das hier skizzierte Verfahren deutlich über das in DIN V ENV 1363-3 beschriebene Auswerteverfahren hinaus.

Für die Erarbeitung von Referenzverfahren im Auftrag von CEN stellt die BAM den offiziellen, vom DIN benannten, deutschen Vertreter für den hier dargestellten Anwendungsbereich.

Beschreibung des Verfahrens

Mit dem von der BAM im Rahmen des EU-Forschungsvorhabens SMT-Project 3206 "Harmonisation of Fire Resistance Testing: Thermal Aspects" entwickelten Kalibrierkörper, einem 3-Schalen-Element, bestehend aus einem massiven 40er Rundstahl und drei Rundhohlprofilen aus zunderfreiem Sonderstahl mit Lufthohlräumen zwischen den einzelnen Schalen, werden in einem Brandprüfofen für allseitig beflammete Bauteile, z. B. einem Stützenprüfofen, Brandversuche ausgeführt und mit einem in der BAM entwickelten iterativ arbeitenden FORTRAN-Rechenprogramm zur simultanen Bestimmung thermischer Stoffeigenschaften oder Größen aus Versuchen ausgewertet. Das numerische Verfahren ist ausführlich in [3] beschrieben. Das numerische Verfahren ermittelt für den Brandversuch die Kennwerte für den strahlungs- und konvektionsbedingten Wärmeübergang zwischen der Außenschale des Kalibrierkörpers sowie dem strahlenden Gaskörper und den Ofenwänden des Brandprüfofens. Unter Benutzung dieser Kennwerte können die während des Brandversuchs gemessenen und berechneten Temperatur-Zeit-Verläufe mit großer Genauigkeit in Übereinstimmung gebracht werden. Bei Ausführung gleichartiger Versuche in anderen Brandprüföfen der EU können damit die Brandbeanspruchungen von Brandprüföfen für Stützen oder Träger im Rahmen der EU-Harmonisierung beurteilt werden.

Literatur

- [1] DIN V ENV 1363-3
Feuerwiderstandsprüfungen;
Teil 3: Nachweis der Ofenleistung
September 1999
- [2] Schriever, R., Müller, R. und Rudolphi, R.:
A Calibration Element for Fire Resistance Furnaces, Testing Specimen Totally Engulfed in Fire.
8th International Fire Science and Engineering Conference.
Conference Proceedings Interflam, Vol. 2 (1999) p. 1057 – 1068,
Edinburgh, Schottland: 29.06. – 01.07.1999
London, Interscience Communications Limited
- [3] Müller, R.:
Ein numerisches Verfahren zur simultanen Bestimmung thermischer Stoffeigenschaften oder Größen aus Versuchen. Anwendung auf das Heißdraht-Parallelverfahren und auf Versuche an Hausschornsteinen.
Dissertation, TU Clausthal, 1989, 130 Seiten, bzw. BAM-Forschungsbericht Nr. 185, 1992, 71 Seiten