
Digitalisierung von Feuerwiderstandsprüfungen

In einer Kooperation des Instituts für Wärmetechnik der TU-Graz und des Instituts für Brandschutztechnik (IBS) wurden 2017 mit Simulationsrechnungen die Vorgänge im Inneren eines Brandprüfofens untersucht. Ziel war, derartige Öfen zu optimieren und eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

2018 wurde das Projekt fortgesetzt und das Simulationsmodell des Ofens wurde genutzt um die Temperatureinwirkung auf einen angebauten Prüfkörper und die Temperaturleitung durch den Prüfkörper zu ermitteln. Damit kann nun die Temperatur an der Außenseite des Prüfkörpers bestimmt werden. Dies stellt einen bedeutenden Schritt dar, um zukünftig Brandprüfungen virtuell durchführen zu können.

Der Prüfofen

Das Institut für Brandschutztechnik (IBS) betreibt zur Durchführung von Feuerwiderstandsprüfungen seit 2012 einen Vertikalprüfofen mit einer Höhe von 9 m und einer Breite von 4 m (bzw. erweiterbar auf eine Breite von 6 m bei eingeschränkter Höhe). Damit ist es für Kunden des IBS möglich sehr große Bauprodukte wie Fassadenelemente, Rolltore, Feuerschutzverglasungen, Ständerwände, Schachtwände aber auch Sonderkonstruktionen in Originalgröße entsprechend EN 1363 zu prüfen und die geforderten Brandschutzeigenschaften gesichert nachzuweisen. Der Prüfstand ist in Abbildung 1 ohne angebauten Prüfkörper dargestellt.

Bei einer Feuerwiderstandsprüfung wird der Prüfkörper (das zu prüfende Bauprodukt) an der Vorderseite des Prüfofens angebracht und die Temperatur im Inneren des Prüfofens wird im zeitlichen Verlauf entsprechend der normativ vorgegebenen Einheitstemperaturzeitkurve geregelt. Die Regelung geschieht im gegenständlichen Fall durch maximal 10 Gasbrenner, welche seitlich am Prüfofen angebracht sind, um die Soll-Temperatur einzustellen, sowie durch Plattenthermometer im Inneren des Ofens, um die Ist-Temperatur zu erfassen.

Die entstehenden Verbrennungsgase werden über Öffnungen an der Rückwand des Ofens abgeführt und einem Rauchgaswäschesystem zugeführt.

Wie kann man die Vorgänge im Inneren des Prüfofens simulieren?

In einer Kooperation mit dem Institut für Wärmetechnik (IWT) wurde ein Simulationsmodell des Ofens erstellt. Die Strömungssimulationen, sogenannte computational fluid dynamics (CFD) Simulationen, können die Verbrennung des Gas-Luft-Gemisches, die Form und Länge der Flammen und die Strömung der heißen Verbrennungsgase realitätsnah nachbilden.

Zudem wurde der Wärmetransport und die Durchwärmung durch die Umfassungsbauteile mittels der Finiten Elemente Methode (FEM) simuliert. Damit lassen sich die Temperaturen an der Außenseite des Probekörpers, welcher an der Vorderseite des Ofens angebracht wird, nachrechnen, sofern die Materialparameter im gesamten relevanten Temperaturbereich bekannt sind. Für die Ermittlung von Materialparametern wurde eine weitere Kooperation mit dem ACR Institut Österreichisches Gießereinstitut (ÖGI) eingegangen. Das ÖGI lieferte Daten

zum Hochtemperaturverhalten von Gipsbaustoffen, welche in Bauprodukten mit Brandschutzanforderungen oft eingesetzt werden. Die Besonderheit von Gips ist, dass viel Wasser chemisch gebunden vorliegt, welches bei Erhitzung als Wasserdampf freigesetzt wird und die Oberfläche des Bauteils kühlt. Die relevanten chemischen und physikalischen Prozesse wurden in der Simulation modelliert und dies führte dazu, dass die Temperaturen im Ofen und an der Außenseite von verschiedenen Bauteilen in guter Übereinstimmung mit realen Messergebnissen ermittelt werden konnten. Bei den bislang betrachteten Bauteilen handelt es sich z.B. um eine Wand aus Gipsdielen oder um eine zweiflügelige Brandschutztüre mit einer Gipseinlage.

Darüber hinaus wurden erste Versuche unternommen um auch die mechanischen Verformungen zu simulieren, welche aufgrund der thermischen Längsdehnung der Materialien auftreten. Diese Ergebnisse sind für die oben angeführte zweiflügelige Brandschutztüre sehr vielversprechend ausgefallen.

Zielsetzung und Ausblick

Mittelfristig verfolgt das IBS das Ziel Simulationsmethoden zu entwickeln, mit welchen Brandversuche virtuell durchgeführt werden können. Dies kann für unsere Kunden (oftmals österreichische KMU) große Vorteile in der Produktentwicklung bringen, da die Herstellung von Prototypen für Prüfungen kostspielig und zeitintensiv ist. Zeitaufwand resultiert neben dem Herstellungsprozess beispielsweise auch aus dem Transport zum Prüfinstitut und vor allem aus den oft notwendigen Trocknungszeiten (etwa von umfassendem Mauerwerk).

Mit den von uns entwickelten Methoden können wir die Hersteller dabei unterstützen, weniger reale Prüfungen bis zu einem positiven Abschluss des Entwicklungsprozesses durchführen zu müssen, indem die ersten Prüfungen virtuell durchgeführt werden.

Eine normativ gültige Prüfung für die Klassifizierung eines Produktes muss abschließend weiterhin am realen Prüfofen erfolgen.

Projektinformation

Projektpartner:

Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung GmbH, Petzoldstraße 45, 4020 Linz
Institut für Wärmetechnik, TU Graz, Inffeldgasse 25, 8010 Graz
ÖGI - Österreichisches Gießerei-Institut, Parkstraße 21, 8700 Leoben

Ansprechperson:

DI(FH), MBA Markus Eichhorn-Gruber, Petzoldstraße 45, 4020 Linz

Dauer des Projektes (zweites Projektjahr):

01.07.2017 bis 30.06.2018

Förderung:

Basisprogramm der FFG

Publikationen:

Rene Prieler, Markus Mayrhofer, Markus Eichhorn-Gruber, Günther Schwabegger and Christoph Hochenauer, "Development of a numerical approach based on coupled CFD/FEM analysis for virtual fire resistance tests – Part A: Thermal analysis of the gas phase

combustion and different test specimens", *Fire and Materials*, July 2018, DOI: 10.1002/fam.2666

Rene Prieler, Markus Mayrhofer, Christian Erich Gaber, Hannes Gerhardt, Christoph Schluckner, Martin Landfahner, Markus Eichhorn-Gruber, Günther Schwabegger and Christoph Hochenauer, "CFD-based optimization of a transient heating process in a natural gas fired furnace using neural networks and genetic algorithms", *Applied Thermal Engineering*, June 2018, DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2018.03.042

Bilder



Abbildung 1: Der Prüfofen mit einer Höhe von 9 m und einer Breite von 4 m wird dazu verwendet um besonders große Bauprodukte bezüglich ihrer Feuerwiderstandsfähigkeit zu testen. Dazu wird das jeweilige Produkt (z.B. eine Verglasung, eine Wand, ein Tor, ...) an der

hier offenen Vorderseite angebracht und im Ofen werden Temperaturen entsprechend der Einheitstemperaturkurve mittels Gasbrennern erzeugt. Dies bedeutet eine Temperatur von 842 °C nach 30 Minuten, 945°C nach 60 Minuten und 1006 °C nach 90 Minuten. Die Befuerung erfolgt mittels maximal 2 x 5 Gasbrenner an den Seitenflächen mit einer summierten Maximalleistung von bis zu 8.000 kW.

Copyright: Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung

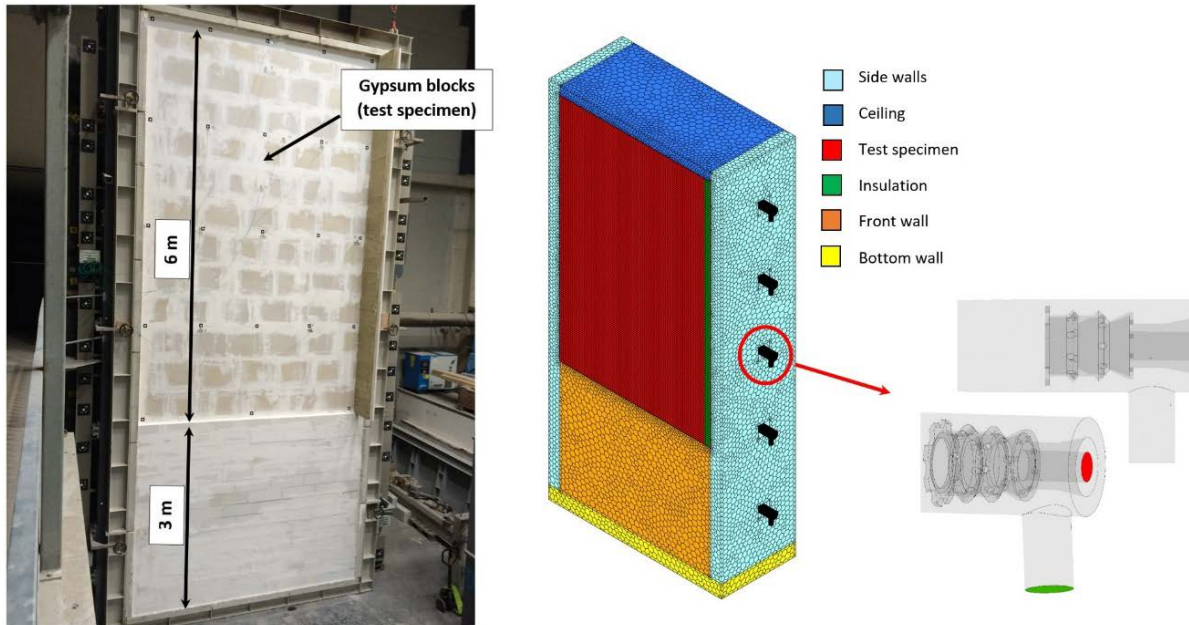


Abbildung 2: Links ist eine Wand aus Gips-Dielen vor der Brandprüfung zu sehen. Rechts das zugehörige Simulationsmodell für die CFD-FEM Simulation.

Copyright: Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung

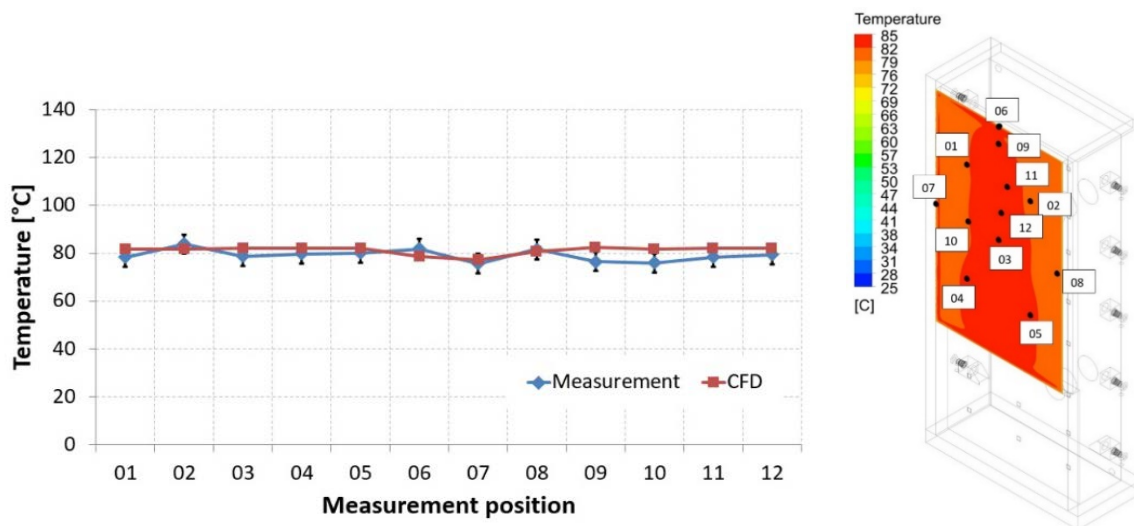


Abbildung 3: Die simulierten Ergebnisse der Temperatur an der Außenseite des Prüfkörpers zum Ende der Prüfung (nach 120 Minuten).

Copyright: Institut für Wärmetechnik