

FIRE SOLVER

Entwicklung von CFD/FEM Brandsimulationsmodellen mit Fokus auf Holz- und Gipsbauteile sowie komplexen Konstruktionen

Programm / Ausschreibung	BASIS, Basisprogramm (KP 2020), Budgetjahr 2020 - Konjunkturpaket	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2020	Projektende	30.06.2021
Zeitraum	2020 - 2021	Projektlaufzeit	12 Monate
Keywords			

Projektbeschreibung

Das Projekt FIRE SOLVER wird für einen Zeitraum von insgesamt 3 Jahren geplant und befasst sich mit der Entwicklung von gekoppelten CFD/FEM-Simulation von Feuerwiderstandsprüfungen.

Es wurden im Projekt vFireTesting mit der Projektnummer 857075 bereits Untersuchungen zu diesem Themenfeld durch das IBS mit den Partnern „Institut für Wärmetechnik“ der TU Graz (IWT) und dem „Österreichischen Gießerei-Institut“ (ÖGI) durchgeführt. Dabei wurden CFD Simulationen des Vertikalprüfofens PS3 des IBS durchgeführt um den Betrieb des Ofens zu optimieren und die Verbrennungsprozesse zu verstehen.

Des Weiteren wurde ein Simulationsmodell entwickelt, welches für Feuerschutzabschlüsse aus metallischen Baustoffen gute Ergebnisse gezeigt hatte. Dies umfasste die Temperaturen im Ofeninnenraum (Verbrennung) und an der feuerabgewandten Seite des Prüfkörpers (Wärmeleitung) sowie in einfachen Fällen die mechanische Verformung durch die thermische Einwirkung. Es zeigte sich aber auch, dass chemische Reaktionen in Baumaterialien großen Einfluss auf die Temperaturrentwicklung haben können (Beispielsweise bei Gips), welche eine tiefergehende Untersuchung erfordern um mit dem Simulationsmodell nicht nur eine kleine Zahl an Anwendungsfällen (ohne Materialien mit chemischen Reaktionen) bearbeiten zu können.

Im gegenständlichen Projekt sollen Simulationsmethoden mit folgender Leistungsfähigkeit entwickelt werden (die Punkte 2.) und 3.) betreffen die Projektjahre 2 und 3):

- 1.) Simulation des Wärmetransportes durch Mineralwolle/Gips-Konstruktionen durch (i) Wärmeleitung, (ii) Stofftransport und (iii) Verdampfung/Kondensation.
- 2.) Simulation von Feuerwiderstandsprüfungen von „Multi-Layer“-Konstruktionen mit Berechnung des Wärmetransportes und Verformung.
- 3.) Simulation des Wärmetransportes durch Holz durch (i) Wärmeleitung, (ii) Stofftransport und (iii) Verdampfung/Kondensation sowie der Verformung. Berechnung des Effekts von Holzabbrand (Pyrolyse/Vergasung) auf die Gasphase im Ofen.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist hervorzuheben, dass die oberhalb beschriebenen Einzelprozesse im Holz und Gips in CFD (computational fluid dynamics) in einem gemeinsamen Modell mittels RANS-Gleichungen (Reynolds-averaged Navier-Stokes) gelöst werden. Damit sind Wechselwirkungen zwischen den Prozessen gut abbildbar und gleichzeitig wird das Simulationsmodell zeiteffizient. Das FEM Modell für die Strukturmechanik wird über ein Interface gekoppelt. Ein derartig umfassendes und leistungsfähiges Simulationsmodell wäre (auf Basis unserer Kenntnis der Fachliteratur) weltweit einzigartig! Typischerweise werden in der Fachliteratur Einzelprozesse untersucht und andere Teile durch (z.T schwerwiegender) Vereinfachungen vernachlässigt.

Für die Entwicklung der Simulationsmodelle werden Versuche durchgeführt um entsprechende Materialparameter in den relevanten Temperaturbereichen (bis über 1000 °C) zu erheben. Dazu werden im ersten Projektjahr Versuche am PS4 des IBS (Kleinprüfstand mit 1 m³ Innenraum) durchgeführt und zudem werden Materialdaten am ÖGI in Leoben erhoben.

In den Projektjahren 2 und 3 werden schwerpunktmäßig Daten zur Entwicklung und Validierung der Modelle für Holzbaustoffe (Pyrolyse und Verbrennung an der Oberfläche) und von „Multi-Layer“-Konstruktionen erhoben.

Ziel:

Die entwickelten Simulationsmethoden sollen mittelfristig für die Unterstützung unserer Kunden bei der Produktentwicklung und -optimierung eingesetzt werden (langfristig auch als Ersatz für Brandprüfungen zur Produktklassifizierung). Konkret bedeutet das, dass Kunden des IBS mit verschiedenen Entwürfen von Feuerschutzprodukten eine Möglichkeit erhalten, diese Varianten mittels Simulation zu evaluieren. Danach erst wird der Prototyp gebaut, welcher dann mit deutlich erhöhter Wahrscheinlichkeit die reale Brandprüfung besteht. Dadurch wird die Produktentwicklungszeit reduziert und für das IBS besteht die Möglichkeit neue Kunden zu gewinnen.

Beispielhaft wäre folgender Anwendungsfall:

In einem Brandschutzprodukt (z.B. Feuerschutztüre) wird an einer Stelle Gips eingebaut, welcher bei Temperatureinwirkung Wasserdampf im Türblatt abgibt. Der Wasserdampf hat eine kühlende Wirkung und in der Kombination mit der Strömungssimulation kann prognostiziert werden, wo sich diese kühlende Wirkung zu welcher Zeit einstellt. Weiters kann diese Methodik angewandt werden, um den Wasserdampf nicht nur „zufällig“ im Türblatt diffundieren zu lassen, sondern diesen mittels Designelementen zu leiten.

Projektpartner

- IBS - Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung Gesellschaft m.b.H.