vFireTesting

Virtuelle Bauteilprüfung mittels gekoppelter CFD/FEM-Brandsimulation

Programm / Ausschreibung	BASIS, Basisprogramm, Budgetjahr 2018	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2018	**Projektende**	30.06.2019
Zeitraum	2018 - 2019	**Projektlaufzeit**	12 Monate
Keywords			

Projektbeschreibung

Das Projekt vFireTesting wird für einen Zeitraum von insgesamt 3 Jahren betrieben und gliedert sich grob in drei Projektteile zu je einem Jahr:
1) CFD-Simulation eines Vertikalprüfofens für Brandversuche, welcher mit einem Blindelement verschlossen wird. Damit sollen Erkenntnisse zu den Prozessen im Inneren des Ofens gewonnen werden und Prozessoptimierungen durchgeführt werden.
2) Gekoppelte CFD/FEM-Simulation einer Brandprüfung eines Prüfkörpers mit einem „einfachen“ Aufbau. Dabei handelt es sich um einen möglichst homogenen Probekörper wie z.B. eine einflügelige Metalltüre. Damit kann der Verzug des Bauteils aufgrund der thermischen Einwirkung während der Prüfung und in Folge auch das Versagen desselben prognostiziert werden.
3) Gekoppelte CFD/FEM-Simulation einer Brandprüfung eines komplizierten Prüfkörpers. Dabei kann es sich um inhomogene Baustoff/Material-Zusammensetzungen oder um Materialien mit simulationstechnisch herausfordernden Eigenschaften (Mitbrand von Holz, chemische Reaktionen durch Temperatureinwirkung) handeln. Derartige Simulationsmethoden sollen mittelfristig für die Unterstützung unserer Kunden bei der Produktentwicklung und –optimierung eingesetzt werden und langfristig auch als Ersatz für Brandprüfungen zur Produktklassifizierung.

Die Ergebnisse des ersten Jahres werden nachfolgend zusammengefasst:

Im ersten Projektjahr war die Erstellung eines geeigneten Modells für die Simulation von Brandversuchen der Schwerpunkt. Dies beinhaltet neben der Aufbereitung der Ofengeometrie, auch die Generierung des Rechennetzes und die Anwendung eines geeigneten Verbrennungsmodells. Mit dem Ofenmodell wurden anschließend zwei Themenfelder bearbeitet. Erstens wurden Optimierungspotentiale des beim IBS verwendeten Prüfofens analysiert. Die Ergebnisse werden zukünftig für einen optimalen Betrieb des Prüfofens verwendet und zudem wurden aus den Ergebnisse auch normative Vorgaben abgeleitet, welche in den relevanten europäischen Normungsgremien eingebracht werden. Als zweiter Einsatzbereich des Ofenmodells wurden Brandversuche mit zwei unterschiedlichen Probekörpern (Brandschutzglas und Vollgipsdielen) simuliert. Dabei konnten die Gastemperaturen im Ofen als auch die Temperaturen am Probekörper mit sehr guter Übereinstimmung zu den Messdaten berechnet werden. Dies bietet die optimale Basis für die strukturmechanischen Untersuchungen in den folgenden

Projektjahren.
In der Literatur wurden bislang fast ausschließlich numerische Untersuchungen der Probekörper, ohne Berücksichtigung der Gasphase simuliert. Das heißt es wurde die Normtemperaturkurve an der Oberfläche eines Probekörpers angenommen und Temperatureinwirkung berechnet aber die Verbrennungsvorgänge im Ofen, die Flammenform, Strahlungseffekte und Reaktionen an der Probekörperoberfläche (z.B. die Freisetzung von Wasserdampf bei Gips) wurden ignoriert. Das entwickelte Ofenmodell stellt somit bereits eine Erweiterung der gängigen Simulationsansätze dar.
Die Arbeiten im ersten Projektjahr sollten sich im Wesentlichen auf sogenannte „einfache“ Probekörper (ohne Wechselwirkung mit der Gasphase durch flüchtige Komponenten) beschränken. Es zeigte sich jedoch, dass durch chemische Reaktionen in den untersuchten Materialien (z.B. im Gips), Komponenten in die Gasphase des Brennraums transportiert werden. Somit stellt sich eine Wechselwirkung zwischen dem Probekörper und Gasphase ein, welche durch einen geeigneten Modellierungsansatz berücksichtigt wurde. Dies stellt bereits einen Vorgriff auf zukünftige Projektziele bzw. Arbeitspakete dar.

Die Ergebnisse des zweiten Jahres werden nachfolgend zusammengefasst:

Es wurde im zweiten Projektjahr der Fokus auf die Entwicklung gekoppelter CFD-FEM-Simulationen gelegt. Die Simulationsergebnisse wurden mit Ergebnissen von realen Brandversuchen verglichen (Zweiflügelige Türe mit Oberblende, Vollgipsdielen, einflügelige Stahltüre, Brandschutzverglasung).
Es wurde im Simulationsmodell die Temperatur im Ofen, die Temperatureinwirkung in den Probekörper (z.T. inklusive resultierender chemischer Reaktionen), die Temperatur an der Außenseite und die thermo-mechanische Verformung bestimmt.
Erfreulicherweise zeigte sich, dass neben der Ermittlung der Temperaturwerte auch die mechanische Verformung, die Spannung und die Spaltbildung qualitativ korrekt bestimmt werden können. Für ausgewählte Probekörper konnte auch eine quantitative Übereinstimmung bei der Bestimmung der Verformung erzielt werden. Beispielsweise wurde maximale Verformung im Fall der zweiflügeligen Stahltüre an der Mitte der Konstruktion mit 14,2 cm durch die Simulation vorhergesagt. Im Experiment wurde eine Verformung von 14 cm gemessen.
Es zeigt sich aber in anderen Fällen, dass die Einspannsituation (Art der mechanischen Fixierung z.B. Ein-Fallen-Schloss vs. Mehrfachverriegelung) und das umgebende Bauteil (Ziegelwand, Trockenbaukonstruktion, etc.) einen großen Einfluss auf die mechanische Verformung des Prüfkörpers hat. Dieses Themenfeld ist für die Anwendung der entwickelten Simulationsmethoden von großer Bedeutung und soll weitergehend untersucht werden.

Zielsetzung des dritten Projektjahres:

Die Hauptzielsetzung ist die Weiterentwicklung des Simulationsmodells mittels der Anwendung auf weitere komplexe Bauteile. Es zeigte sich in den vorangegangenen Jahren, dass in diesem Zuge (aufgrund der Komplexität des Sachverhaltes) immer wieder unerwartete Problemstellungen auftauchen. Folglich sind weitere Tests des Simulationsmodells notwendig.
Ein weiteres Ziel ist die Klärung der Frage, welchen Einfluss die Einbausituation (Randbedingungen in der Simulation) auf die mechanische Verformung hat.

Tätigkeiten im dritten Projektjahr:

AP 9 „CFD-FEM Simulationen komplizierter Bauteile“:
Es ist geplant, dass die Validierung eines realen Versuchs mit negativem Prüfergebnis durchgeführt werden soll. In diesem Fall treten höhere thermische und mechanische Belastungen auf und dies stellt somit einen „Härtetest“ für das Simulationsmodell dar. Da ein negativer Versuch nicht planbar ist wird hierfür auf Daten aus dem Archiv des IBS zurückgegriffen.
Weiters soll ein komplexer Bauteil (z.B. Holztüre) mittels den entwickelten Simulationsmethoden untersucht werden
AP10 „Ermittlung der statistischen Schwankungen bei Brandversuchen“:
Es wird eine Versuchsreihe (6 Versuche) real und mittels Simulationen untersucht, in welcher eine idente Metalltüre mit jeweils 3 verschiedenen Einbausituationen geprüft wird. Dies wird für Ziegelmauerwerkt und eine Leichtbauwand als Umgebung durchgeführt.

Projektpartner

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