

Simulationen schaffen bei Türen
Schutz vor Einbruch, Kälte und Feuer

Sicher und warm

Die Ansprüche an Türen hinsichtlich exklusivem Design und Funktionalität nehmen gegenwärtig nicht nur in Deutschland immer weiter zu, sondern auch weltweit. Dabei sind Anforderungen – wie geringes Gewicht, einfache Montage sowie hohe Wärmedämmung und Einbruchhemmung – teilweise gegenläufig. Der Türenhersteller Biffar hat diese Problematik gemeinsam mit dem Fraunhofer ITWM durch Simulationen mit ANSYS gelöst.

Auch die Wünsche der Kunden an das Design oder die Größe von Türen sind auf dem Weltmarkt, je nach Region, sehr unterschiedlich. Dieses spricht zusätzlich für die Einführung von FEM-Simulationen bei der Entwicklung und Auslegung von Türen. Wie in anderen Anwendungen der Industrie geht es darum, möglichst schnell unterschiedliche Varianten zu simulieren, sie zu vergleichen und zu bewerten. Anschließend werden von den vielversprechendsten Varianten reale Prototypen hergestellt und geprüft. Im Jahr 2009 hat das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserlautern erstmalig begonnen, im Bereich des Handwerks die Einführung von FEM-Simulationen zu unterstützen.

In einer engen Kooperation der Firma Biffar (Edenkoben) mit dem Fraunhofer ITWM wurde die FEM-Simulation zur Verbesserung sowohl der Materialauswahl als auch der Konstruktion von Haustüren, Wohnungstüren und Brandschutztüren erfolgreich eingesetzt. Hier werden einige

typische Simulationsergebnisse für Türkonstruktionen mit Aluminiumprofilen gezeigt, die einen Verzug verhindern, die einbruchssicher sind und zusätzlich eine ansprechende Oberfläche aufweisen. Allerdings ist die gute Wärmeleitung – zumindest in herkömmlichen Bauteilen – ein Nachteil, insbesondere weil höhere Anforderungen an die Wärmeisolation einer Gebäudehülle gestellt werden.

Optimierung der Wärmedämmung

Ein wichtiger Schwerpunkt der Simulation ist die Optimierung der Wärmedämmeigenschaften, die im Bauwesen durch den U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) charakterisiert werden. Der U-Wert der gesamten Türkonstruktion setzt sich aus den U-Werten des Türblatts, des Türrahmens und der Zarge zusammen. Dabei besitzt das Türblatt die größte Fläche und hat damit auch den größten Einfluss. Jedoch ist der Wärmetransport im Rahmen bezüglich der Gesamtbilanz der Energie-

effizienz nicht zu vernachlässigen. Bei der Simulation des Wärmetransports müssen neben der Wärmeleitung in den beteiligten Festkörpern auch konvektive Effekte und die Wärmestrahlung, zum Beispiel in Hohlprofilen, berücksichtigt werden.

Für die Vorhersagequalität ist eine möglichst genaue Modellierung des Wärmeübergangs von der vorbeiströmenden oder ruhenden Luft an der Türoberfläche besonders wichtig. Bild 1 zeigt die Simulationsergebnisse der U-Werte für zwei Varianten von Aluminiumprofilen (Material 1) jeweils für die Tür und die Zarge. Dabei ist der Dämmstoff als Material 2 gekennzeichnet. Die entsprechenden Temperaturfelder zeigen den stationären Zustand bei einer Temperaturdifferenz von 20 Kelvin. Obwohl die Dicke des Rahmens und der Materialeinsatz kaum erhöht wurden, weist die optimierte Variante (Bild 1b und 1d) einen wesentlich niedrigeren U-Wert auf.

Ein zweiter Simulationsschwerpunkt ist die Berechnung des Feuerwiderstands, da Brandversuche sehr aufwändig und teuer sind. Teilweise müssen die Versuche zum

Bilder: Shutterstock.com/Lukas Gajda, Ilya Andriyanov, Olexandr Nazajko, Biffar, Fraunhofer ITWM

Bild 1: Simulation des U-Wertes für Türrahmenvarianten.

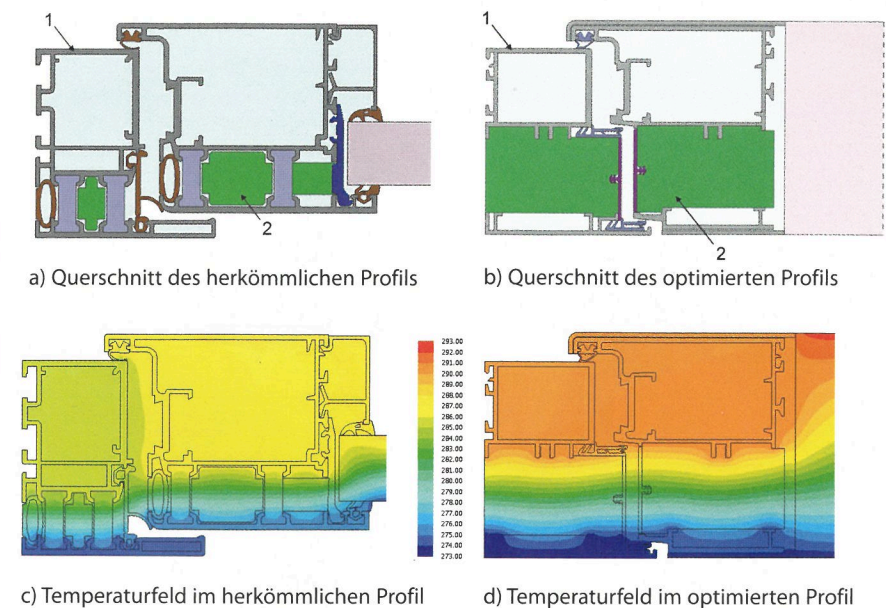
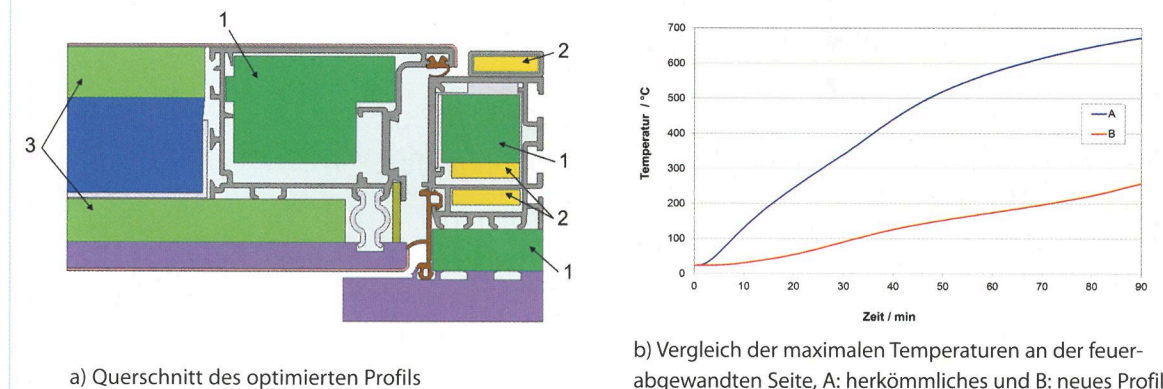


Bild 2: Simulation des Feuerwiderstands für Türrahmenvarianten.



Nachweis des Feuerwiderstands im Land des Kunden und nicht im Herstellerland durchgeführt werden. Die Wirkung der häufig eingesetzten Brandschutzmaterialien (Materialien 1, 2 und 3 in Bild 2) basiert auf einer oder mehreren Phasenumwandlungen im Material, wobei diese große Mengen an Wärmeenergie erfordern. Folglich müssen bei der Modellierung und Simulation die Phasenumwandlungsvorgänge beschrieben werden.

Der Brandschutz wurde verbessert

Die Ergebnisse der Simulation eines Brandversuchs, der standardisiert ist, sind in Bild 2b dargestellt. Die im Diagramm gezeigte maximale Temperatur an der feuerabgewandten Türseite ist in der optimierten Variante über den gesamten Zeitraum wesentlich niedriger als beim herkömmlichen Profil. Dieses Beispiel demonstriert ebenfalls das große Optimierungspotenzial, das durch die Simulation von einer Vielzahl von Varianten ausgeschöpft wurde.

Zur Bewertung der Einbruchssicherheit und Windbelastung dienen die Ergebnisse von standardmäßigen FEM-Simulationen zur Spannungsanalyse. Die Einbruchhemmung wird anhand von lokalen Druckbelastungen auf unterschiedliche Punkte der Türoberfläche untersucht. Damit lassen sich sowohl die Werkstoffe als auch die Wandstärken optimieren, wobei zu beachten ist, dass leichtere Türen sowohl bei der Montage vorteilhaft sind als auch hinsichtlich der Funktion beim Öffnen und Schließen.

Versuche bestätigen Simulationsresultate

Die hier vorgestellten Simulationsresultate wurden in realen Prüfungen und Versuchen mit hoher Genauigkeit bestätigt. Außerdem wäre ohne FEM-Simulationen eine derartige Optimierung von Türen und Zargen in so kurzer Zeit nicht möglich gewesen. Durch die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit von Biffar und dem ITWM konnten die Biffar-Konstrukteure die Er-

gebnisse der FEM-Simulation direkt in der Produktauslegung berücksichtigen und so das aufgezeigte Optimierungspotenzial nutzen. Dies hat die Verantwortlichen bei Biffar so überzeugt, dass die Simulation bei neuen Türkonstruktionen schnell zur Routine geworden ist.

Biffar®
Für ein sicheres Zuhause.

Fraunhofer
ITWM

InfoAutor
PD Dr. Heiko Andrä, Fraunhofer ITWM
heiko.andrae@itwm.fraunhofer.de

InfoUnternehmen
Biffar GmbH & Co. KG
www.biffar.de

InfoAnsprechpartner | CADFEM
Andreas Brandt
Tel. +49 (0) 30-47 59 666-30
abrandt@cadfem.de