

Take a seat – Simulation der PU-Schaumexpansion beim Spritzgießen von Autositzen

Autositze haben eine komplexe Struktur: Rahmen, tragende Strukturen, Heizsysteme sowie Rücken- und Sitzpolster. Letztere werden aus Polyurethanschäumen (PU-Schaum) hergestellt – oft auch in unterschiedlichen Härtegraden. Das ITWM-Tool FOAM simuliert den Expansionsprozess bei der Herstellung solcher PU-Schäume – und zwar in beliebigen Geometrien und mit der Möglichkeit, Schaumbildung sowie die Schaumdichte bereits digital vorab zu berechnen.

Simulation ermöglicht Vorhersage: Wie breitet sich Schaum aus?

Optimales Ausschäumen als komplexer Prozess

Der Prozess unterteilt sich in folgende Schritte: Zunächst wird das Material in eine offene Form gespritzt, dabei fängt der Schaum bereits an zu expandieren. Danach wird die Form geschlossen und es ist möglich, das Fließen des Schaumes durch Kippen in eine bestimmte Richtung zu beeinflussen. In der geschlossenen Form dehnt sich der Schaum weiter aus, bis er den gesamten Hohlraum ausfüllt. Sowohl Einspritzwege als auch die Menge des Materials sind für die Einspritzphase bedeutend, um am Ende des Prozesses eine gleichmäßige Schaumdichte zu erhalten.

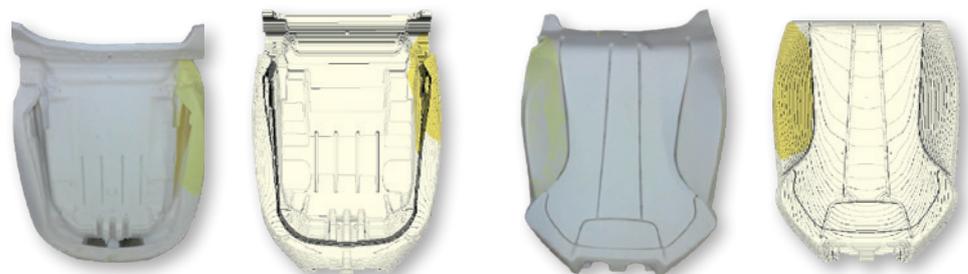
Zu beachten ist zudem, dass beim Aufschäumen Kohlendioxid freigesetzt wird. Dieser Gasüberschuss wird meist durch Entlüftungen aus der Form abgeführt. Dabei ist wiederum die Anordnung der Entlüftungen wichtig, da eine falsche Platzierung zu Gasblasen oder großen Hohlräumen führen kann. All diese genannten

Aspekte im Prozess berücksichtigen wir mit unserem Tool FOAM in der Simulation.

Projektziel und Zusammenarbeit: Vom Experiment zur Simulation

Ziel des Projekts zwischen Fehrer Automotive, Audi und unserem Institut ist es, diese Stärken von FOAM zu validieren. Dabei lag unser Augenmerk vor allem auf der Vorhersage der Expansion von PU-Schaum – auch in einer realen Autositzgeometrie. Letztere wurde von Audi zur Verfügung gestellt, während Fehrer Automotive die Durchführung der Experimente übernahm.

Zu Beginn des Projekts wählte das Team zwei Schaumsysteme aus und führten für jedes System von Fehrer vereinfachte Schaumexpansionsversuche durch. Diese gaben Aufschluss über die zeitliche volumetrische Expansion sowie die Entwicklung der Schaumtemperatur. Eine bestimmte Menge Schaummaterial wurde in ein zylindrisches Rohr eingespritzt. Die



Die Simulationen (jeweils rechts) zeigen die sehr gute qualitative Übereinstimmung mit den Experimenten bezüglich der Lage einer Gießbahn (gelb) in Ober-/Unteransicht.



»Das ITWM hat eine einzigartige Kompetenz in der virtuellen Abbildung komplexer physikalischer Prozesse, von der physikalischen und mathematischen Modellierung bis zur effizienten numerischen computergestützten Berechnung. Die Zusammenarbeit mit dem ITWM ist stets angenehm und unkompliziert.«

Dr.-Ing. Johannes Spahn
Audi AG

Schaumhöhe wurde an der Mittellinie und die Schaumtemperatur an der Sensorposition fünf cm vom Boden gemessen. Diese Daten stellten die Basis für den Identifikationsschritt der Eingangsparameter des FOAM-Modells dar. Auf dieser Grundlage kalibrierten wir die Eingabedaten des Modells so, dass sie mit den Experimenten übereinstimmten.

Nach erfolgreicher Modellkalibrierung wurden Validierungstests in einer Kasten geometrie durchgeführt, dabei wurden verschiedene Konfigurationen getestet. In allen Fällen galt es eine Materialmenge in den offenen Kasten einzuspritzen. Die Form wurde nach dem Schuss mit einem transparenten Deckel geschlossen und die Schaumausdehnung mit einer Kamera ge-

filmt. So konnte die Entwicklung der Schaumfront genau beobachtet und zur Validierung der Simulationsergebnisse genutzt werden. Zwischen solchen Experimenten, auch mit der realen Autositzgeometrie von Audi, und der Simulation konnten sehr gute qualitative Übereinstimmung festgehalten werden.

FOAM hat sich als Simulationstool zur Vorhersage der Schaumströmungsausdehnung in komplexen Bereichen bewiesen. Es ermöglicht die Erprobung verschiedener Injektionspfade und der korrekten Entlüftungspositionierung in frühen Designphasen. Mit dem Einsatz von FOAM sparen Unternehmen nicht nur eine große Anzahl an experimentellen Versuchen, sondern auch Zeit und Kosten.

Kontakt

Dr. Dariusz Niedziela
Abteilung »Strömungs- und
Materialsimulation«
Telefon +49 631 31600-4545
dariusz.niedziela@itwm.fraunhofer.de



Weiterführende Informationen inklusive Simulationsvideos gibt es auf der Website unter www.itwm.fraunhofer.de/pu-simulation-autositz