

Ausschreibung – Masterarbeit

Unschärfequantifizierung und Sensitivitätsanalysen für FEM basierte Modelle

Motivation:

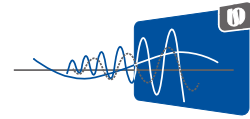
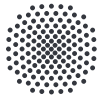
Die Finite-Elemente-Methode (FEM) hat sich als eine leistungsstarke Technik zur Lösung komplexer physikalischer Phänomene etabliert und findet breite Anwendung in verschiedenen Disziplinen. Bei der Modellierung realer Systeme können jedoch Unsicherheiten in den Modellparametern und Randbedingungen nicht vollständig vermieden werden. Diese Unsicherheiten können aus verschiedenen Quellen stammen, wie beispielsweise Modellierungsfehler, Messfehlern, Variabilität von Materialeigenschaften oder ungenaue Eingangsdaten. Die Berücksichtigung von Unsicherheiten ist von großer Bedeutung, um realistische und zuverlässige Vorhersagen zu treffen. Der Bayesianische Ansatz hat sich als eine elegante Methode erwiesen, um Wahrscheinlichkeiten in statistische Schätzungen zu integrieren und Unsicherheiten zu quantifizieren. Die Kombination des Bayesianischen Ansatzes mit der Fuzzy Arithmetik ermöglicht zudem die Modellierung von Unschärfe und epistemischer Unsicherheit, was zusätzliche Flexibilität in der Modellierung bietet. Die Kooperation mit Partnern im Projekt DigiTain und die Analyse von Unsicherheiten im Rahmen des BMWK-Projekts zu "Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien" bieten eine einmalige Chance, die praktische Relevanz und Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes eindrucksvoll zu demonstrieren.

Forschungsfrage:

Wie kann ein Bayesianische Ansatz in Kombination mit der Fuzzy Arithmetik entwickelt und erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden, um Unsicherheiten in beliebigen FEM-basierten Modellen zu quantifizieren und zu berücksichtigen?



[Quelle: DigiTain, BMWK-Vorstellung, Mercedes-Benz AG]



Vorgehensweise: Es wird eine Vorgehensweise entwickelt, um mithilfe des Bayes-Theorems, der Likelihood-Funktion und der Fuzzy Arithmetik die Posterior-Verteilung der Modellparameter in einer gegebenen FEM Modellstruktur zu schätzen. Dabei werden mögliche Unsicherheiten und Unschärfen in den Modellparametern, Randbedingungen und Materialeigenschaften identifiziert. Anschließend wird die Likelihood-Funktion formuliert, um die Übereinstimmung zwischen dem FEM-Modell und den realen Beobachtungen zu bewerten. Zusammen mit den Prior-Verteilungen der Parameter wird der Bayesische Ansatz angewendet, um die Unsicherheiten zu quantifizieren und die Posterior-Verteilung der Modellparameter zu ermitteln. Die entwickelte Methodik wird anhand eines gegebenen FEM Modells aus dem Bereich Fahrzeug- und Systemtechnologien angewendet.

Vorkenntnisse: Idealerweise haben Sie Erfahrung mit numerischer Simulation und sollten mit der Funktionsweise von FEM-basierten Modellen vertraut sein. Die Implementierung der entwickelten Methode erfordert Programmierkenntnisse. Kenntnisse in Programmiersprachen wie Python, MATLAB oder ähnlichen sind von Vorteil, um die numerischen Berechnungen durchzuführen. Eine solide Grundlage in den Bereichen Statistik, Wahrscheinlichkeit, Unsicherheitsanalysen und Fuzzy Arithmetik ist von Vorteil, da diese Konzepte in der Masterarbeit Anwendung finden. Allerdings besteht auch die Möglichkeit, dass diese Themen während der Arbeit erlernt und vertieft werden können, um den spezifischen Anforderungen der Forschung gerecht zu werden.



Institutsleiter:
Prof. Tim Ricken



Betreuerin:
Navina Waschinsky