

Optimierung von Schalentragerwerken mit polymorph unsharpen Daten

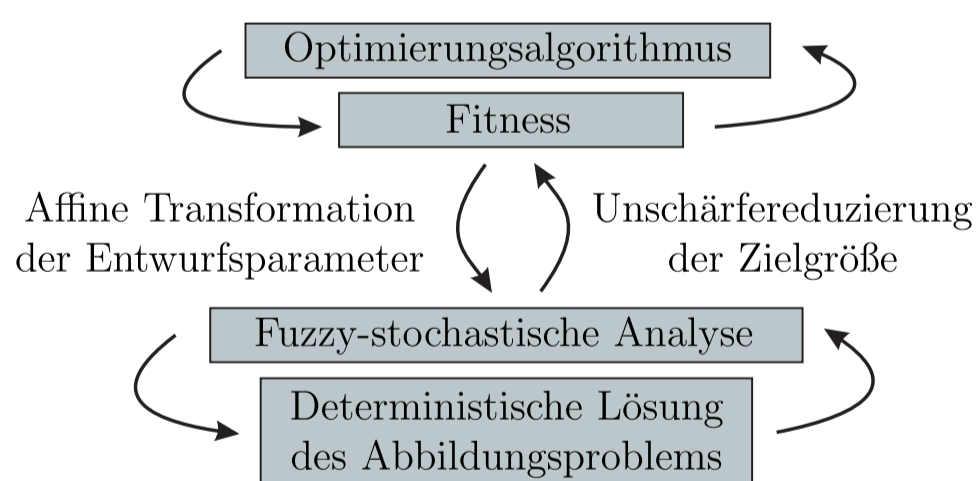
Celine Lauff

1. Motivation und Einführung

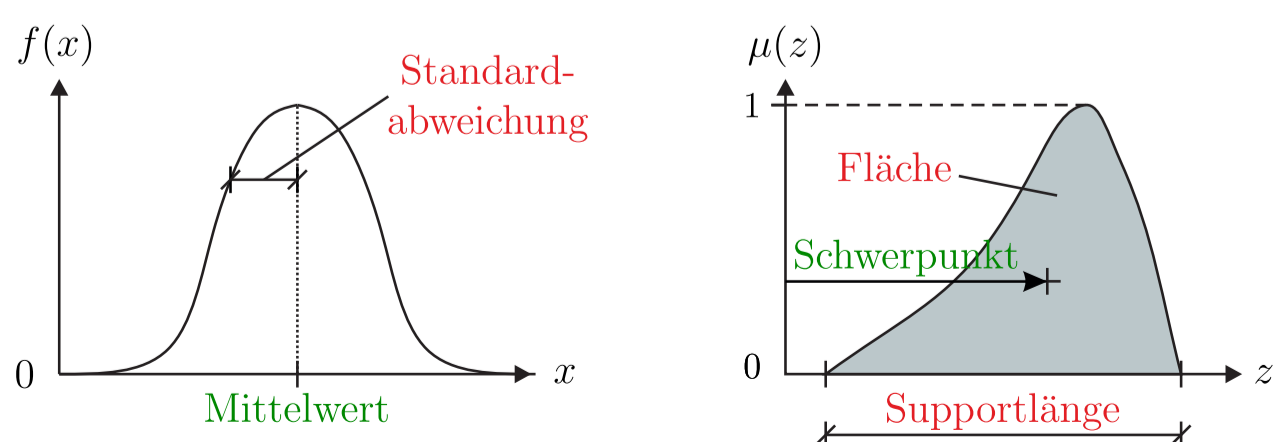
In der deterministischen Optimierung eines Tragwerkes wird als optimaler Entwurf ein Ergebnis gesucht, das am leistungsfähigsten ist. Zum Beispiel kann ein geringer Materialverbrauch angestrebt werden. Hierbei wird jedoch nicht betrachtet, ob es durch die Unschärfe der Eingangsparameter zu einer stärkeren Schwankung der Zielgrößen kommt. Mithilfe der polymorphen Unschärfemodellierung wird die natürliche Variabilität unter dem Begriff der aleatorischen Unschärfe sowie die epistemische Unschärfe zur Einbeziehung der Ungenauigkeit und Unvollständigkeit der Daten berücksichtigt. Als Basisunschärfemodell der aleatorischen Unschärfe dient die Zufallsvariable und der epistemischen Unschärfe die Fuzzy-Variable. Bei der Optimierung mit polymorph unsharpen Daten wird ein Entwurf angestrebt, der sowohl im Mittel optimal ist (Leistungsfähigkeit) als auch möglichst wenig Unschärfe enthält und somit robust ist.

2. Erweiterung des Optimierungsablaufes

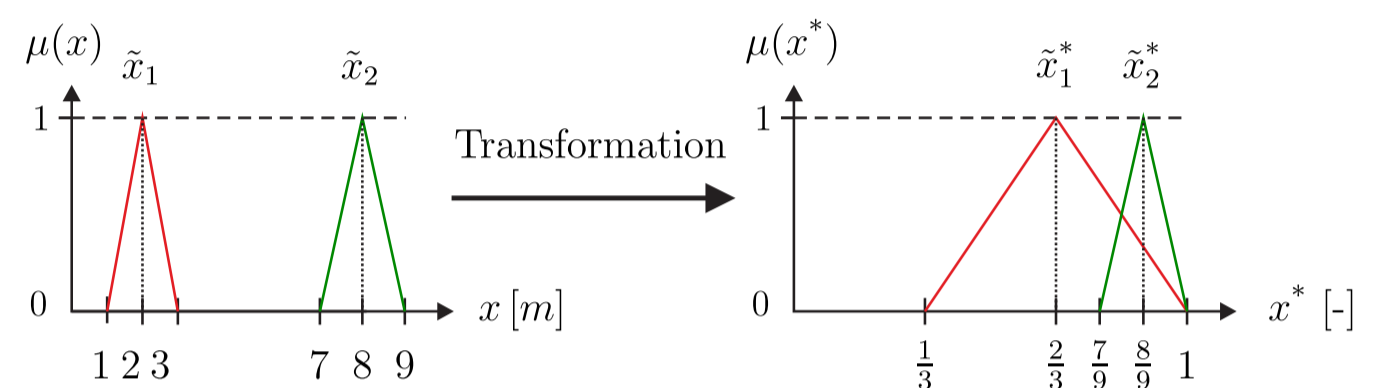
Als Ergebnis der Fuzzy-stochastischen Analyse werden unsharpen Zielgrößen erhalten. Ein Optimierungsalgorithmus für die Betrachtung polymorph unsharpen Eingangs- und Ausgangsgrößen existiert nicht. Dadurch ist eine direkte Verknüpfung der Fuzzy-stochastischen Analyse mit dem Optimierungsalgorithmus nicht möglich. Als Lösung wird eine zusätzliche Ebene in der Schnittstelle implementiert.



Der Optimierungsalgorithmus wählt in jeder Generation aus dem Entwurfsraum einen scharfen Entwurfsvektor, der mithilfe einer affinen Transformation in die unsharpen Entwurfparameter überführt wird. Zur Bewertung der Fitness muss die Rückgabe an den Optimierungsalgorithmus ebenfalls deterministisch sein. Hierfür werden die unsharpen Zielgrößen auf repräsentative Kenngrößen zur Berücksichtigung der **Robustheit** und **Leistungsfähigkeit** transformiert.

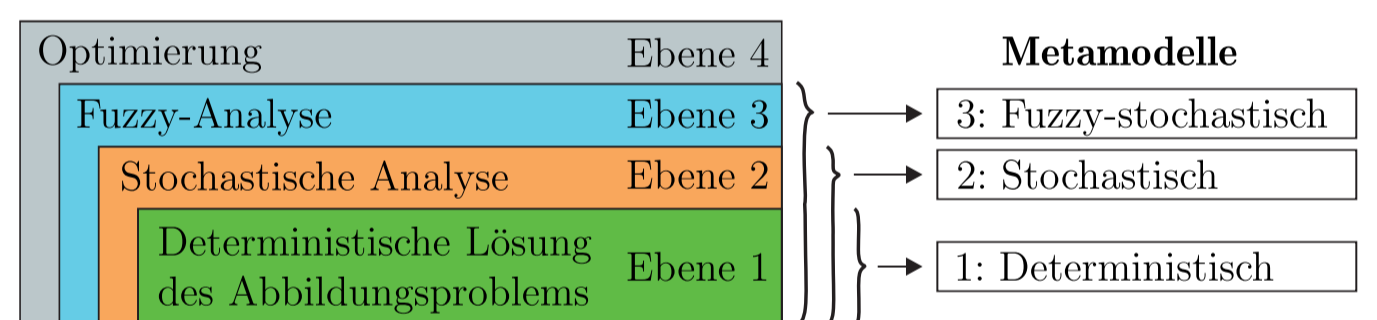


Die dargestellten Kenngrößen zur Bewertung der Robustheit quantifizieren die Unschärfe absolut. Die relative Streuung wird bei einer Zufallsvariablen durch den Variationskoeffizient beschrieben. Bei einer Fuzzy-Variablen ist eine relative Quantifizierung der Unschärfe nach Transformation in ein Referenzsystem möglich.



3. Multilevel-Metamodellierung

Für eine Optimierung mit polymorph unsharpen Daten werden wiederholt komplexe Berechnungsschritte durchgeführt. Dadurch entsteht eine hohe Rechenzeit. Für eine effiziente Gestaltung des Optimierungsprozesses werden drei Ebenen durch Metamodelle ersetzt.



4. Numerisches Beispiel

Als praxisnahes Beispiel wird die Position der inneren Steifen θ_1 und θ_2 einer zylindrischen Schale unter einer Flächenlast optimiert. Die maximale Schnittgröße aller Steifen in y-Richtung wird als Betrachtungsgröße gewählt. Für das Ziel der Leistungsfähigkeit wird als repräsentative Kenngröße der Schwerpunkt und zur Einbeziehung des Zieles der Robustheit die Supportlänge im Referenzsystem verwendet. Anhand der Pareto-Front sowie der zugehörigen Stellen im Entwurfsraum ist zu erkennen, dass ein Kompromiss zwischen Robustheit und Leistungsfähigkeit getroffen werden muss. Hierfür kann $\theta_1 = 20^\circ$ und $\theta_2 = 55^\circ$ gewählt werden.

