

# Zusammenfassung

Piezoelektrische Aktuatoren finden immer häufiger in neuartigen Produkten verschiedenster Art Anwendung. Eines der Ziele bei der Entwicklung piezoelektrischer Aktuatoren ist die Optimierung der Leistung für eine bestimmte Menge piezoelektrischen Materials. Die Formoptimierung stellt eine wichtige Möglichkeit zur Verbesserung der Leistung eines Piezobauteils durch Änderung seiner geometrischen Eigenschaften dar. Sowohl die akademische wie auch die industrielle Untersuchung der Formoptimierung befinden sich jedoch noch in der Entwicklung, insbesondere für den Fall mehrerer, gleichzeitig betrachteter Zielfunktionen. Diese Dissertation beschäftigt sich mit der numerischen Modellierung und Mehrzieloptimierung der Form piezokeramischer Bauteile.

In dieser Arbeit werden zunächst die Entwicklung mathematischer Modelle und der dazugehörigen Modellierungsverfahren detailliert betrachtet. Es wird ein mathematisches Modell eingeführt, das die Eigenschaften eines piezoelektrischen Bauteils in Resonanz mit einem schwachen elektrischen Wechselfeld beschreibt. Für dieses Modell werden Eigenfunktionen in Abhängigkeit von der Form des Bauteils hergeleitet. Weiterhin werden die numerische Behandlung des sich ergebenden Randwertproblems und die Analyse des nichtlinearen dynamischen Verhaltens vorgestellt. Dazu werden sowohl gewöhnliche Formen (wie zum Beispiel Quader) als auch (im Vergleich dazu) ungewöhnliche Formen (z. B. mit gekrümmten Seitenflächen) betrachtet. Die Ergebnisse zeigen, dass einige gekrümmte Bauteile eine bessere Leistung als vergleichbare quaderförmige Teile zeigen, sowohl unter Verwendung des linearen wie auch unter Verwendung des nichtlinearen Modells.

Im nächsten Schritt wird das Mehrziel-Form-Optimierungsproblem für die Gestaltung piezoelektrischer Aktuatoren eingeführt. Zwei Zielfunktionen, die zu maximierende Am-

plitude (höhere Leistung) und die zu minimierende Krümmung (einfachere Herstellung) sollen dabei gleichzeitig optimiert werden. Die Optimierung wird mit einem im Softwarepaket GAIO implementierten Unterteilungsalgorithmus durchgeführt, wobei Pareto-optimale Lösungen sowohl für das lineare wie auch für das nichtlineare Modell bestimmt werden. Den Ergebnissen entnimmt man, dass komplexere Formen vorteilhaft sind, da die Paretomenge für den Fall zweier Design-Variablen (die hier von der Parametrisierung eines kubischen B-Splines herrühren) auf deutlich bessere Zielfunktionswerte führt als für den Fall einer Variablen (die eine parabolische Form parametrisiert).