

FE-Modellierung von anisotropen Kristallen

Fachgebiet: Produktionstechnik

Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander

Experte: Dr. Markus Roos (NM Numerical Modelling GmbH)

In vielen technischen Anwendungen kommen Kristalle mit anisotropen Materialeigenschaften zum Einsatz. Diese Materialgesetze können mittels Tensoren beschrieben werden. In dieser Arbeit wurden anisotrope Materialgesetze für ausgewählte physikalische Effekte und Materialien zusammengetragen und mathematische Modelle für die technischen Anwendungen erarbeitet. Der Schwerpunkt dieser Thesis liegt bei der Finite-Elemente-Modellierung (FE-Modellierung) des piezoelektrischen und des Kerr-Effekts.

KTN-Kristall

Der elektrooptische Kerr-Effekt ermöglicht das Ablenken von Laserstrahlen mit Hilfe eines elektrischen Feldes. Die Untersuchungen wurden für den Kalium Tantal Niobium (KTN) Kristall durchgeführt, welcher einen sehr hohen Kerr-Effekt aufweist. Mit den Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die erreichbare Dynamik im Frequenzbereich von 1 MHz für den angestrebten Anwendungsbereich der Laser-Materialbearbeitung sehr interessant wäre. Die Technologie ist aber noch nicht vollständig erforscht und die Qualität der Kristalle noch nicht ausreichend.

Modellbildung für Piezoaktoren

Für die Simulation von Piezoaktoren wurden verschiedene Modellansätze erarbeitet und verglichen. Der Einsatz von Netzwerkmodellen bietet sich dort an, wo der Piezoaktor in guter Näherung isoliert von seiner Umgebung betrachtet werden kann. Nichtlinearitäten können in diesen Modellen besonders einfach implementiert werden. FE-Modelle werden spätestens dann benötigt, wenn der Piezoaktor stark in die Funktionsstruktur integriert ist. Volltransiente FE-Modelle sind recht einfach implementierbar und die Kopplung verschiedener physikalischer Grössen ist problemlos möglich. FE-Modelle im Frequenzbereich zeichnen sich durch kürzere Rechenzeiten aus. Allerdings ist der Simulationsaufbau aufwändiger.

Anwendung für Inkjet Druckköpfe

Eine tiefere Untersuchung wurde bezüglich dem Potential von Inkjet Druckköpfen zur Dosierung hochviskoser Medien durchgeführt. Beim ausgewählten Funktionsprinzip erzeugt der Piezolayer mittels einer Membrane eine Druckwelle. Diese löst an der Düse einen Tropfen ab. Dazu wird eine Simulationsstruktur verwendet, welche den Piezoaktor, die Druckwellenfortpflanzung und die Fluidik an der Düse beschreibt.

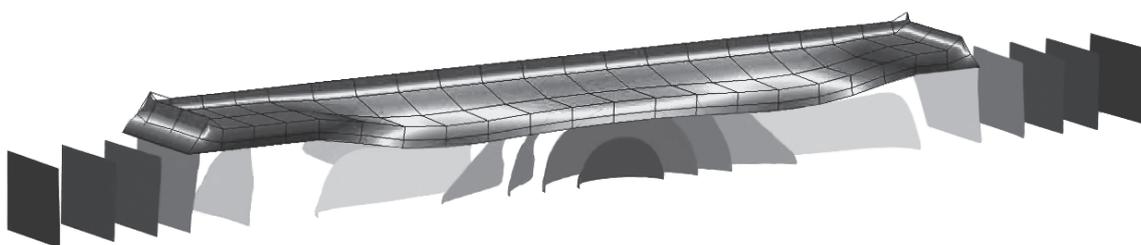
Die Untersuchungen zeigen, dass höhere Druckamplituden, welche für die Dosierung von hochviskosen Fluiden benötigt werden, unter bestimmten Parametern erreichbar sind. Eine Weiterentwicklung in Richtung Druckbarkeit von hochviskosen Medien könnte das Anwendungsgebiet der Inkjet Technologie im Bereich des funktionellen Druckes entscheidend erweitern.

Modellbildung und Simulation sind wichtige Hilfsmittel in der Entwicklung von Druckköpfen. Viele physikalische Grössen sind wegen der kleinen Dimensionen schwer messbar und die Herstellung von Prototypen ist sehr teuer. Simulationsmodelle bieten aber auch weit über die eigentliche Entwicklungsphase hinaus neue Möglichkeiten. Mit effizienten Modellen könnten für die Auslegung von Industrieanlagen geeignete Druckköpfe und Anwendungsparameter wesentlich schneller definiert werden, als dies mit experimentellen Methoden möglich ist.



Philip Marmet

philip.marmet@gmx.ch



Auslenkung des Piezoaktors und Druckwellenerzeugung