

Modellbasierte Analyse und Verbesserung von Kreisprozessen der mechano-elektrischen Energiewandlung in Ferroelektrika

Bachelorarbeit

Piezoelektrische Werkstoffe finden heutzutage aufgrund ihrer speziellen elektro-mechanischen Eigenschaften viele Einsatzgebiete. Insbesondere in Hightech-Industrien wie der Luft- und Raumfahrttechnik, der Medizintechnik oder der Automobilindustrie, finden piezo-, pyro- und ferroelektrische Werkstoffe vielfältige Anwendungsbereiche, beispielsweise als Aktoren, Sensoren oder Datenspeichermedien. Heute spricht man den reversiblen und irreversiblen thermo-elektro-mechanischen Kopplungseigenschaften solcher Materialien zudem Potential für Prinzipie der Festkörperkühlung oder den Einsatz als künstliche Muskeln und Organe zu.

Ein weiteres Feld, in dem insbesondere ferroelektrische Materialien eingesetzt werden, ist das sogenannte *energy harvesting*. Während hier bisher nahezu ausschließlich der reversible Effekt genutzt wird, ist in der jüngeren Vergangenheit das Interesse an der Nutzung der nichtlinearen irreversiblen Effekte gestiegen. Dabei werden geringere Wirkungsgrade in Kauf genommen, allerdings ist die elektrische Ausbeute auf Basis der ohnehin vorhandenen mechanischen Bewegungsenergie deutlich größer. Schwierigkeiten bei der Umsetzung technisch relevanter Kreisprozesse bestehen einerseits in der Regelung elektrischer und mechanischer Prozessparameter und andererseits in der Gewährleistung hinreichender Lebensdauer des Energiewandlers.

Die numerische Untersuchung polykristallinen ferroelektrischen Materialverhaltens erfolgt mit der kondensierten Methode. Dabei handelt es sich um einen effizienten Ansatz für skalenübergreifende Werkstoffmodellierung bei gekoppelten Prozessen, von der Mikroebene der Einheitszelle über die mesoskopische Ebene der Domänen und Kristallite bis hin zur Makroebene eines repräsentativen Volumenelementes. Der in MATLAB implementierte Code ist zunächst hinsichtlich problemspezifischer Belange zu erweitern und dann im Sinne der wissenschaftlichen Aufgabenstellung anzuwenden.

Die Arbeit umfasst im Einzelnen folgende Punkte:

1. Einarbeiten in die Theorie des *energy harvestings* unter Ausnutzung dissipativer Effekte in Ferroelektrika,
2. Einarbeiten in die kondensierte Methode und problemspezifische Erweiterung der Implementierung,
3. Untersuchung von prozess- und modellbedingten Einflussgrößen auf die Güte bekannter Kreisprozesse und Erarbeiten von Optimierungsstrategien,
4. Gegebenenfalls Entwicklung verbesserter Kreisprozesse,
5. Vergleich der Ergebnisse aus modellbasierten Analysen mit experimentellen Daten,
6. Zusammenschrift der Arbeit.