

Eine numerische Formulierung für die Analyse und Simulation von elektroaktivem Papier

Elektroaktives Papier (EAPap) besteht aus piezoelektrischer Cellulose, welche durch geordnete Regionen, bestehend aus Chitosan-Ketten, charakterisiert ist. Im Herstellungsprozess wird Chlorwasserstoff in das Material injiziert, welches durch die Chitosan-Ketten gebunden wird. Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes, lösen sich die Chlor Anionen von den Ketten und diffundieren durch die Anregung des elektrischen Feldes zur Anode. Somit entsteht über die Dicke des Aktuators eine ungleichmäßige Ionenverteilung, welche heterogene innere elektrostatische Kräfte und hydrostatische Spannungen verursacht. Dadurch wird der EAPap Aktuator auf Biegung beansprucht, siehe Abb. 1. Im Rahmen der Strukturanalyse wird in der Literatur dieses Phänomen oft durch piezoelektrische Modelle stark vereinfacht.

Das Forschungsprojekt beabsichtigt die Entwicklung eines numerischen, phänomenologischen Modells, welches das physikalische Biegeverhalten von EAPap Aktuatoren erfasst. Dabei wird der Piezoeffekt als auch die Ionendiffusion berücksichtigt. Bei EAPap handelt es sich um eine sehr dünne Struktur, daher wird eine Schalenformulierung als Ausgangsmodell herangezogen. Das Modell soll die inhomogene Ionenverteilung mittels eines *scaled boundary* Ansatzes berücksichtigen, siehe Abb. 2. Dies ermöglicht ebenfalls die Erfassung der heterogenen Spannungs-/Verzerrungszuständen über die Dicke des Papiers. Eine Erweiterung auf elektro-mechanische Kopplung wird bereitgestellt. Wir streben ein Modell an, welches die Biege-Aktuation in Abhängigkeit der heterogenen Ionenverteilung beschreibt. Sowohl elektrostatische Kräfte als auch Volumenänderungen werden dabei im Ansatz berücksichtigt. Das zeitabhängige Verhalten wird durch eine Erweiterung des Modells erfasst, welche die Ionenwanderung numerisch berechnet. Es basiert auf der Diffusion von Ionen in Abhängigkeit des externen elektrischen Feldes. Das Ergebnis des Projektes ist eine Berechnungsmethode für die Analyse und Simulation von EAPap zur optimalen Auslegung dieser Aktuatoren. Diese Methode könnte auf ähnliche Aktuatoren, wie z.B. ionische Polymer-Metall Komposite, erweitert werden.

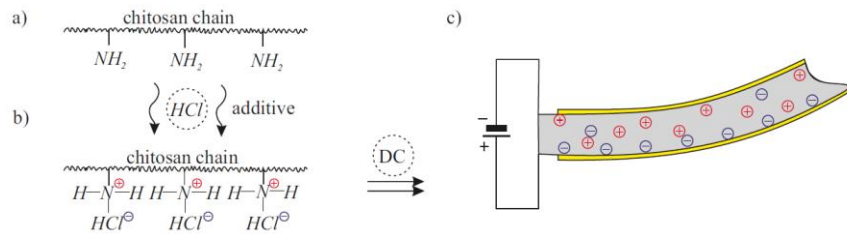


Abbildung 1: Funktionsprinzip von elektroaktivem Papier (EAPap)

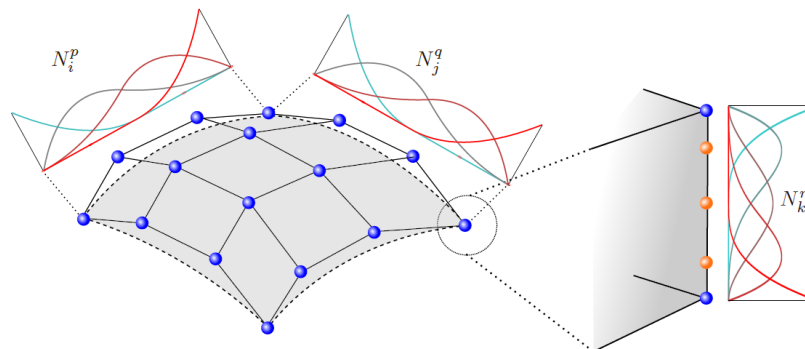


Abbildung 2: Scaled Boundary Schalenformulierung für die Simulation von EAPap