

Universität Stuttgart

Institut für Nichtlineare Mechanik

Themengebiete: Balkentheorie, Modellierung
Betreuer: Jonas Harsch, harsch@inm.uni-stuttgart.de
Verantwortlicher Professor: Prof. Dr. Leine
Vorkenntnisse: Dynamik mechanischer Systeme

Bachelorarbeit

Virtuelle Arbeit
des Innendrucks für
nichtlineare Balken
Formulierungen

Im Bericht Soft Robotics kommen typischerweise druckaktuierte Roboterarmen zum Einsatz¹. Die Wirkung des Innendrucks spielt für die Statik und Dynamik solcher Systeme eine wesentliche Rolle. Deshalb soll im Rahmen dieser Arbeit eine variationelle Formulierung von Innendruck in räumlichen nichtlinearen Balkenformulierungen untersucht werden. Ein Balken kann als eingeschränktes dreidimensionales Kontinuum betrachtet werden, bei welchem ein beliebiger materieller Punkt über

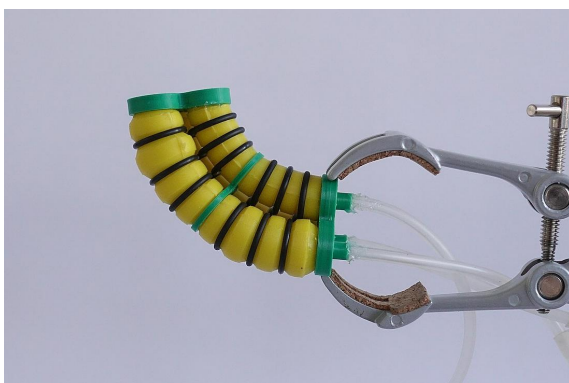
$$\mathbf{x}(\xi_1, \xi_2, \xi_3) = \mathbf{r}(\xi_1) + \xi_2 \mathbf{d}_2(\xi_1) + \xi_3 \mathbf{d}_3(\xi_1)$$

adressiert ist. Dabei beschreibt \mathbf{r} die Zentrallinie des Balken und $\{\mathbf{d}_2, \mathbf{d}_3\}$ die querschnittsfesten Koordinatenachsen. Zunächst folgt eine Einarbeitung in die bestehenden Ausdrücke der virtuellen Arbeit der internen, externen und Trägheitskräfte. Anschließend muss eine adäquate Formulierung für die virtuelle Arbeit des Innendrucks

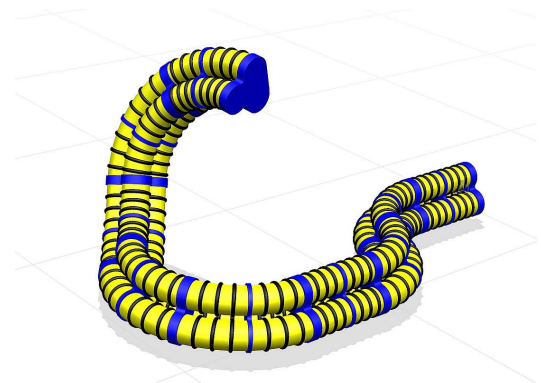
$$\delta W^P = \int_{\partial\Omega} \delta \mathbf{x} \cdot d\mathbf{F}$$

gefunden werden. Hauptaugenmerk liegt in der Formulierung des Kraftdifferentials $d\mathbf{F} = p \mathbf{n}(\xi_1, \xi_2, \xi_3) da$ als Funktion des Innendrucks p , der Auswärtsnormalen \mathbf{n} und dem aktuellen Flächeninkrement da , welches anschließend über die aktuelle Balkenoberfläche integriert werden muss.

Die in Raum und Zeit kontinuierliche Formulierung der virtuellen Arbeit muss in einem nächsten Schritt innerhalb eines Galerkin Verfahrens räumlich diskretisiert werden. Daraufhin folgt eine Analyse der druckabhängigen Steifigkeit unter verschiedenen dreidimensionalen Kraftlastfällen. Werden konstruktiv mehrere unabhängige Druckkammern ermöglicht, so kann damit die räumliche Biegung des Balkens gesteuert werden. Abschließend soll für einen solchen Balken der statische Arbeitsraum für physikalisch sinnvolle Innendrücke untersucht werden.



Druckaktuiertes Modul im Experiment¹.



Entwurf druckaktuierter Schlangenroboter¹.

¹Herstellung und Modellierung von Soft Robots. <https://www.mv.uni-kl.de/cpe/forschung/soft-robots/>. Aufgerufen am: 02.11.2020.