

Themengebiete: Nichtglatte Mechanik, Balken  
Betreuer: Jonas Harsch,  
harsch@inm.uni-stuttgart.de  
Verantwortlicher Professor: Prof. Dr. Leine  
Vorkenntnisse: Dynamik mechanischer Systeme,  
Technische Mechanik, Programmieren

Zum Schutz von zivilen Einrichtungen vor Steinschlägen werden häufig flexible Abfangnetze verwendet. Diese sind so aufgebaut, dass ein durch Stützen und Seile aufgespanntes Netz den Steinschlag aufnehmen soll. Um zu verhindern, dass der Stein das Netz wieder verlässt können gewisse Netzelemente auf dem aufgespannten Seil gleiten. Die Größenordnung und der Einfluss solcher Reibeffekte sind dabei a priori unklar. Motiviert von dieser offenen wissenschaftlichen Fragestellung sollen in dieser Arbeit Reibvorgänge von Punktmassen (Hauptbestandteil typischer numerischer Netzmodelle) auf 1D Kontinua untersucht werden.

Zunächst soll dafür ein einfaches Modell einer Punktmasse auf einer starren ebenen Kurve untersucht werden. Dabei sind verschiedene Formulierungen denkbar. Die effizienteste Möglichkeit ist eine eindimensionale Minimalformulierung, bei welcher die Richtung der Geschwindigkeit der Punktmasse über die Kurventangente bestimmt wird. Damit ist gewährleistet, dass die Punktmasse sich nur entlang der Kurve bewegen kann. Die dabei entstandene gewöhnliche Differentialgleichung (ODE) kann einfach mithilfe klassischer numerischer Integrationsverfahren gelöst werden kann.

Alternativ kann auch eine freie Punktmasse mithilfe dem Konzept von Bindungen auf Lage- oder Geschwindigkeitsebene auf die Kurvenbahn gezwungen werden. Das Wissen über eine so genannte Formulierung mit überzähligen Koordinaten ist notwendig um

a posteriori die wirkenden Zwangskräfte zu bestimmen. Diese sind allein über eine Minimalformulierung nicht zugänglich. Die dabei entstandenen Systeme von Differentialalgebraischen Gleichungen (DAE's) können entweder auf Beschleunigungsebene als System von ODE's, oder alternativ mit speziell zugeschnittenen DAE Integratoren gelöst werden.

Um anschließend mithilfe der Zwangskräfte ein nichtglatte Reibgesetz zu formulieren folgt eine Einarbeitung in die wichtigsten Konzepte der konvexen Analysis und nichtglatte Mechanik. Die zuvor beschriebenen Systeme mit Reibung führen dann auf eine noch speziellere Klasse an Problemstellungen (Maßdifferentialgleichungen) die numerische gelöst werden müssen.

Um abschließend die starre Kurve durch einen planaren nichtlinearen Euler-Bernoulli Balken zu ersetzen folgt eine Einarbeitung in einfache Balken Finite Elemente Formulierungen. Während verschiedenen numerischen Experimenten soll die Kopplung der Punkt- und Balkendynamik untersucht und analysiert werden.

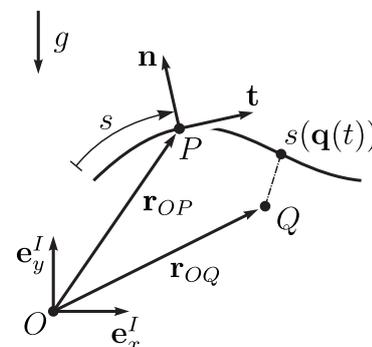


Abbildung 1: Punktmasse auf ebener Kurve.