

Axiomata
sive
Leges Motus



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



Seminar über Fragen der Mechanik

zu folgendem Vortrag wird herzlich eingeladen

Mittwoch, **29.06.2011, 14:00 Uhr**, Egerlandstr. 5, Raum 0.044

Nichtglatte MKS in industrieller Anwendung und theoretischer Analyse

Modellierung – Timestepping – Kontaktlöser

Dr. Thorsten Schindler

Institute National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), Grenoble - Rhône-Alpes

Mit Methoden der Mehrkörpersimulation (MKS) können viele Phänomene in Praxis und Industrie beschrieben werden. Eine Erweiterung stellt die nichtglatte Mehrkörperdynamik dar. Bei ihr werden Interaktionen zwischen Körpern nicht nur mittels funktionaler Kraftelemente sondern auch mit mengenwertigen unilateralen Kontakten sowie mengenwertigen Reibgesetzen charakterisiert. Die resultierende mathematische Beschreibung über Maßdifferentialinklusionen ist vom theoretischen, als auch vom numerischen Standpunkt sowie von Seiten der Modellierung interessant und anspruchsvoll. Es existieren effiziente Verfahren, die selbst bei komplexen Fragestellungen sehr erfolgreich sind.

In diesem Beitrag wird zunächst ein räumliches, dynamisches Modell eines stufenlosen Getriebes basierend auf dem Schubgliederband diskutiert. Es dient der Analyse von Effekten außerhalb der Hauptbewegungsebene, wie zum Beispiel Schiefelauf. Die einzelnen Körper sind entweder starr oder über Finite Elemente mit großer Verformung modelliert. Zwischen den Körpern gibt es reibfreie und reibbehaftete uni- wie bilaterale Kontakte. Die resultierende Maßdifferentialinklusion wird mit Timestepping-Verfahren integriert. Aufgrund des großen Freiheitsgrads und der hohen Anzahl an Kontakten wächst der Rechenaufwand im Vergleich zum ebenen Fall maßgeblich. Der Vergleich mit Messungen liefert sehr gute Ergebnisse^[1].

Das oben genannte Beispiel verdeutlicht, dass es bezüglich Theorie und Numerik noch Verbesserungspotential in den zugrundeliegenden Algorithmen der MKS gibt. Es wird eine Erweiterung von Timestepping-Verfahren um Ansätze höherer Ordnung mit Hilfe von Time Discontinuous Galerkin Methoden und unter Ausnutzung von Splitting-Techniken betrachtet. Damit können Anwendungen mit wenig nichtglaten Ereignissen, wie Schutzschalter und Schubkurbelmechanismen, effizienter berechnet werden. Eine experimentelle Konvergenzstudie zeigt die Leistungsfähigkeit des Verfahrens^[2,3].

Auch die Lösungsalgorithmen der Kontaktgleichungen sind noch nicht ausgereizt. Zu dieser Erkenntnis bedarf es nicht einmal unzähliger abhängiger Kontaktkonfigurationen wie im Schubglieder-CVT. Zwei gängige Formulierungen für die Nebenbedingungen werden am Beispiel des Painlevé Paradoxons verglichen: prox-Formulierung und Komplementaritätsformulierung. Die mathematischen Beschreibungen sind äquivalent. Lösungen können zum Beispiel durch Fixpunkt- bez. Pivotverfahren konstruiert werden. Es stellt sich heraus, dass Fixpunktverfahren trotz Existenz einer Lösung versagen können, wohingegen die Pivotmethode stets zum Erfolg führt.

Ob und wie nichtglatte MKS in der genannten Form am Lehrstuhl für Technische Dynamik Verwendung finden kann, zeigt ein kurzer Ausblick.

- [1] SCHINDLER, Thorsten: *Fortschritt-Berichte VDI: Reihe 12, Verkehrstechnik, Fahrzeugtechnik*. Vol. 730: *Spatial dynamics of pushbelt CVTs*. als Manuskript gedruckt. Düsseldorf: VDI Verlag, 2010. - <http://mediatum.ub.tum.de/node?id=981870>. - ISBN 978-3-18-373012-4
- [2] SCHINDLER, Thorsten; ACARY, Vincent: *Timestepping schemes for nonsmooth dynamics based on discontinuous Galerkin methods: definition and outlook* / INRIA. 2011 (RR-7625). - Research Report. - <http://hal.inria.fr/inria-00595460/en/>. - ISSN 0249-6399
- [3] SCHINDLER, Thorsten; ACARY, Vincent: *Timestepping schemes for nonsmooth dynamics based on discontinuous Galerkin methods: definition and outlook*. In: *Math Comput Simulat* (submitted 2011). - ISSN 0378-4754

Prof. Dr.-Ing. P. Steinmann
Prof. Dr.-Ing. K. Willner

Lehrstuhl für Technische Mechanik
Egerlandstraße 5, 91058 Erlangen

Prof. Dr.-Ing. S. Leyendecker

Lehrstuhl für Technische Dynamik
Konrad-Zuse-Straße 3-5, 91052 Erlangen