

Axiomata
sive
Leges Motus



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



Seminar über Fragen der Mechanik

zu folgendem Vortrag wird herzlich eingeladen

Dienstag, **28.06.2011, 14:00 Uhr**, Egerlandstr. 5, Raum 0.044

Geometrisch exakte Cosseratsche Balken für die Mehrkörpersimulation

Dr. Holger Lang

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern

Im Vortrag wird eine neue Diskretisierungsvariante für Cosseratsche Balken vorgestellt. Das diskrete Cosserat-Modell ist – wie das Kontinuumsmodell selbst – *geometrisch exakt*, erfüllt daher insbesondere die Anforderung der *Objektivität*: Die diskreten inneren Dehnungsmaße sind invariant gegenüber Starrkörperbewegungen des Raumes. Der Schlüssel zur Objektivität ist hierbei die Verwendung *finiter Quotienten* (anstatt finiter Differenzen) zur Diskretisierung der Balkenkrümmung. Finite Quotienten erhält man wie von selbst, wenn man Quaternionen zur Parametrisierung der Rotationsfreiheitsgrade und *sphärisch lineare* Ansatzfunktionen verwendet.

Im Gegensatz zu üblichen FE-Ansätzen, bei denen die primären Unbekannten auf den Knoten des FE-Gitters sitzen, benutzen wir ein *'staggered grid'*, auf dem die translatorischen und rotatorischen Freiheitsgrade des Modells alternierend angeordnet sind. Dieser Ansatz bietet nämlich einen entscheidenden Vorteil: Zur Auswertung der Scherenergie benötigt man keinerlei Interpolation der Rotationen in die Gaußpunkte der Elemente.

- Zum einen wird dadurch die rechte Seite der dynamischen Gleichungen signifikant numerisch billiger.
- Zum anderen – aus numerischer Sicht interessant – werden die Schermoden und -frequenzen des Kontinuumsmodells korrekt approximiert. (Letzteres ist beispielsweise *nicht* der Fall, wenn man lineare schubweiche Balkenelemente in Abaqus verwendet.)

Zur Zeitintegration verwenden wir Löser, welche in der *Mehrkörpersimulation (MKS)* etabliert sind, etwa DASSL/DASPK oder RADAU5. Mit diesen erreichen wir Rechenzeiten unterhalb der Echtzeitbarriere, wenn wir das Modell zur dynamischen Simulation **flexibler Kabel und Schläuche** benutzen. Es ist im vom Fraunhofer ITWM/FCC entwickelten Softwarepaket IPS integriert und befindet sich bereits in der Industrie bei der computerunterstützten Montageplanung im Einsatz.

Berücksichtigt man auch mögliche Verwölbungen der Balkenquerschnitte (z.B. bei offenen Hohlprofilen), so zeigt das Cosseratmodell eine zusätzliche Kopplung zwischen Scherung und Torsion – mit erheblichem Einfluss auf die Durchbiegung. Eine Erweiterung unseres diskreten Modells ist in der Lage, diesen Effekt für **Windkraftrotorblätter** mit der vom Hersteller geforderten Genauigkeit abzubilden. Daher und aufgrund seiner geringen Komplexität ist das Modell ideal für MKS-Anwendungen (SIMPACK) geeignet.

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