

# Netzexport von Creo/Mechanica zu RecurDyn und Ergebnisverifikation am Beispiel

**Referent:** Torsten Meyer (TU Chemnitz)  
Dipl.-Ing. Uwe Eiselt (FunctionBay GmbH)

**Co-Autoren:** Dipl.-Ing. D. Denninger (TU Chemnitz)  
Prof. Dr.-Ing. M. Berger (TU Chemnitz)

Technische Universität Chemnitz  
Institut für Fertigungstechnik / Schweißtechnik  
Professur Montage- und Handhabungstechnik  
Technische Universität Chemnitz  
09107 Chemnitz



[www.tu-chemnitz.de/mb/MHT](http://www.tu-chemnitz.de/mb/MHT)

[www.recurdyn.de](http://www.recurdyn.de)

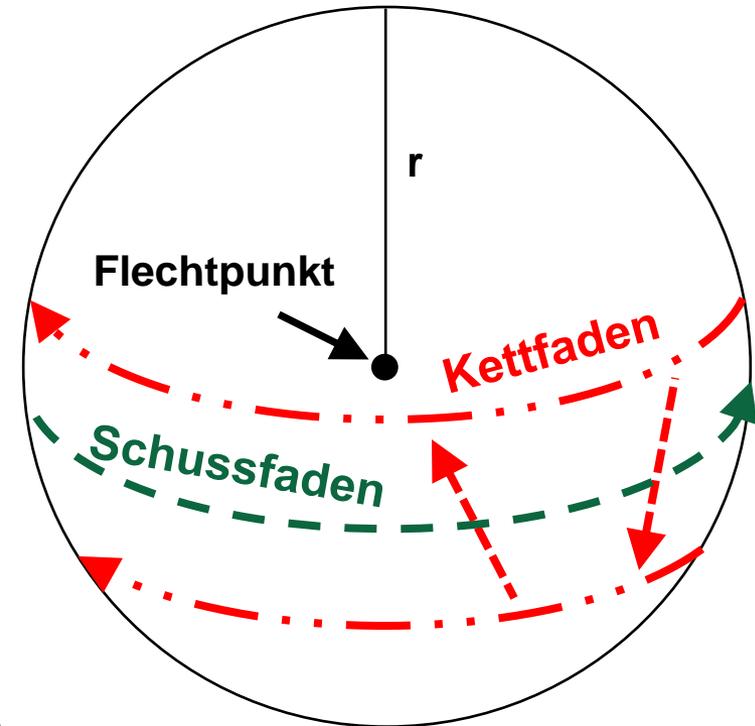
## Agenda

1. Einleitung
2. CAD-Modell in Creo/Mechanismus
3. Analytische Verifikation
4. Bauteilsimulation in Creo/Mechanica
5. Netzexport
6. Zusammenfassung und Ausblick

## 1. Einleitung

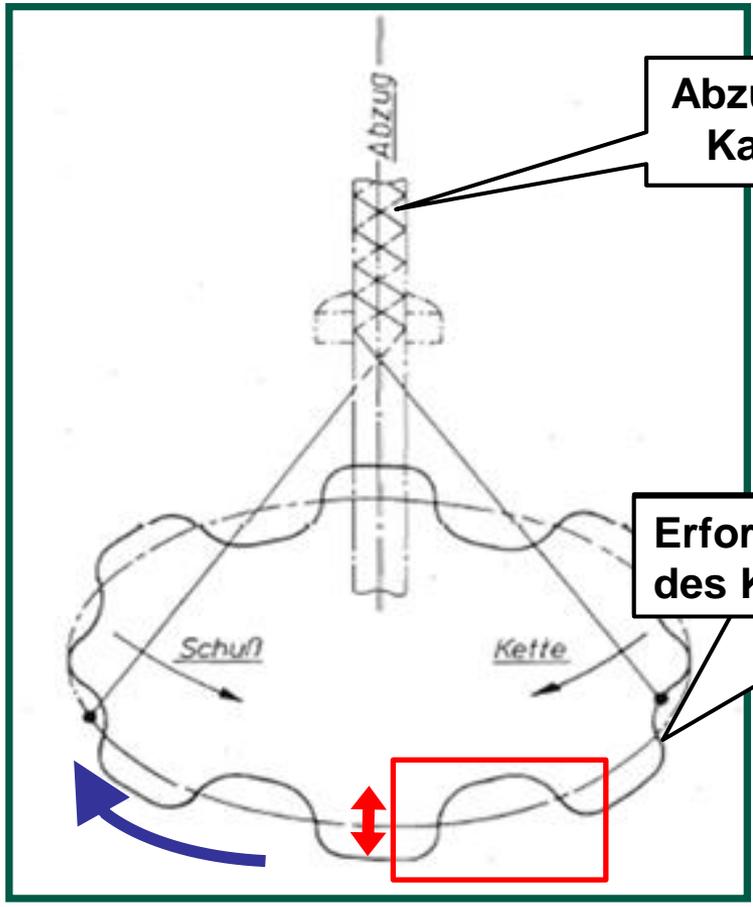
### Rundflechten nach dem Schnellflechtmaschinen System „Horn“

- Flechtvorgang in **gedachter Hohlkugel**
- Mittelpunkt der Kugel ist der **Flechtpunkt**
- Spulenträger (Fadenspeicher) kreisen auf einem **Breitengrad auf der Kugeloberfläche** um den Flechtpunkt
- jeder Faden hat somit vom Spulenträger bis zum Flechtpunkt die **gleiche Länge** (Kugelradius)
- dadurch stellt sich ein kontinuierlicher und **gleichmäßiger Fadenablauf** ein (Geflechtqualität)
- beim Flechtvorgang laufen die Schussfäden in entgegengesetzter Richtung der Kettfäden
- die Schussfäden bewegen sich auf einem Breitengrad, während die Kettfäden von einem höher gelegenen zu einem tiefer gelegenen Breitengrad um den Schussfaden-Breitengrad auf – und abschwingen ( Kreuzung der Fäden um Geflecht entstehen zu lassen )



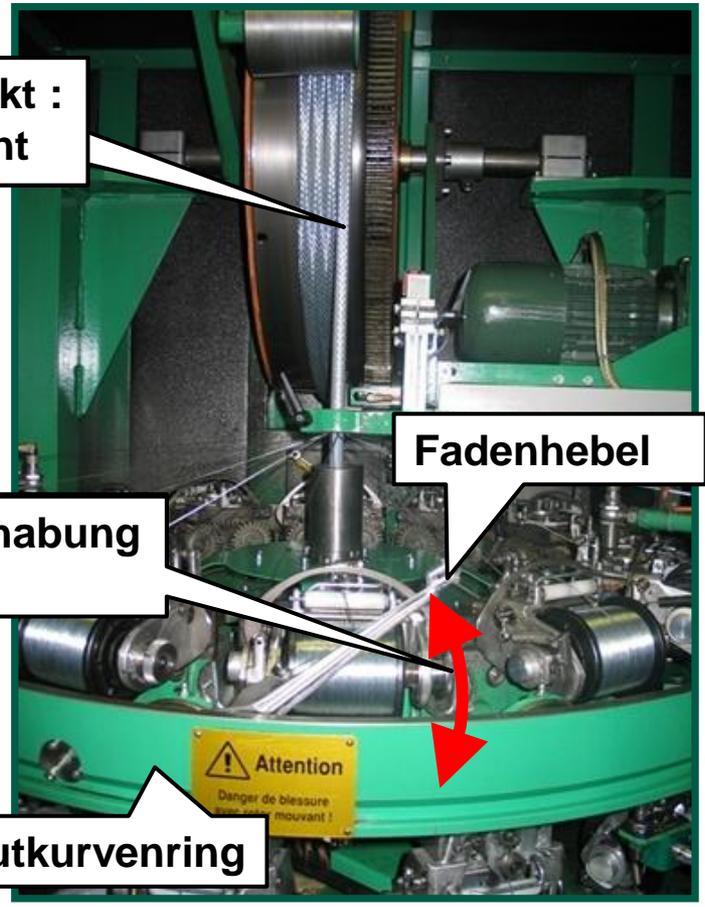
## 1. Einleitung

### Hebelflechtmaschine



Abzug – Endprodukt :  
Kabel mit Geflecht

Erforderliche Handhabung  
des Kettfadens



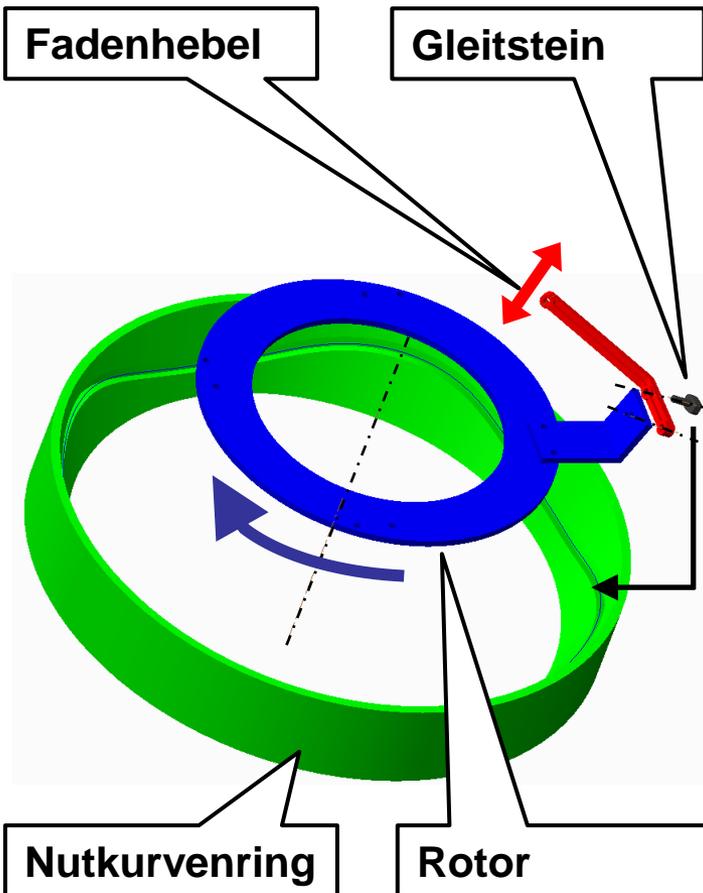
Fadenhebel

Nutkurvenring

[Quelle: Fa. Lapp Kabel]



### Antriebskonzept zur Kettfadenverlegung



#### Aufbau eines räumlichen Nutkurvengetriebes in Creo:

Erfordert ein sogenanntes „work-around“ !

##### 1. Variante über einen „Gleitstein-Dummy“

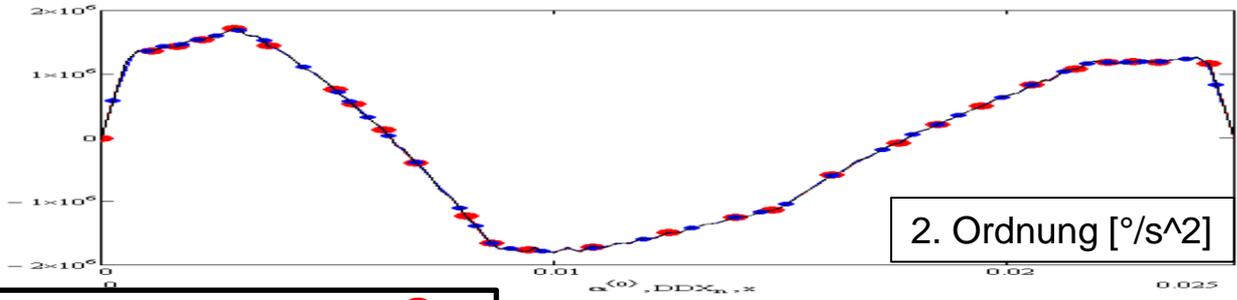
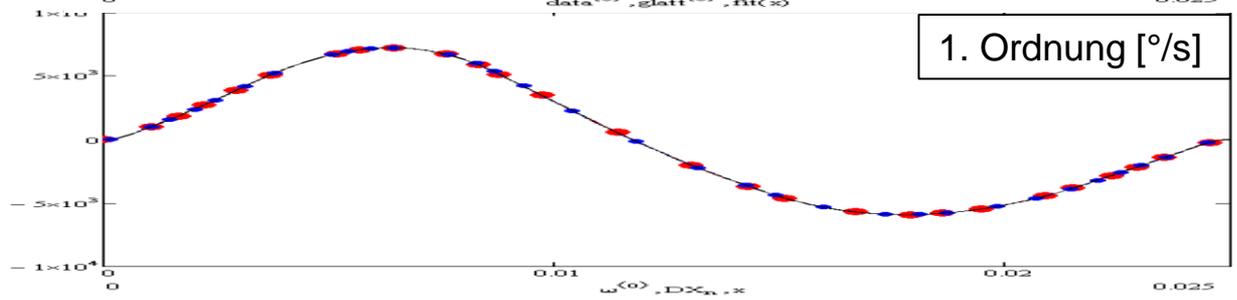
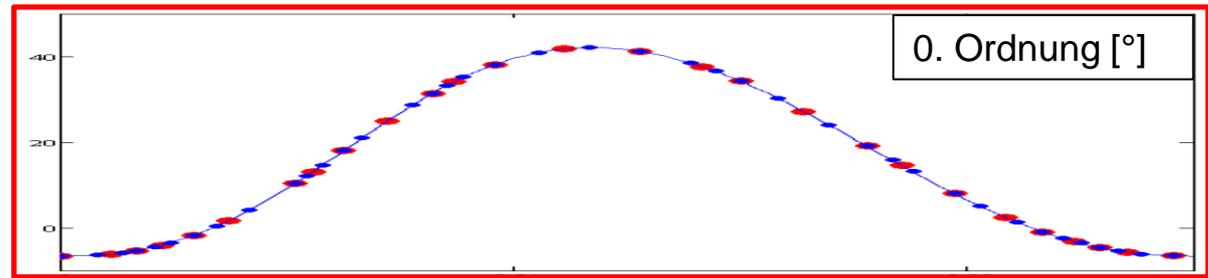
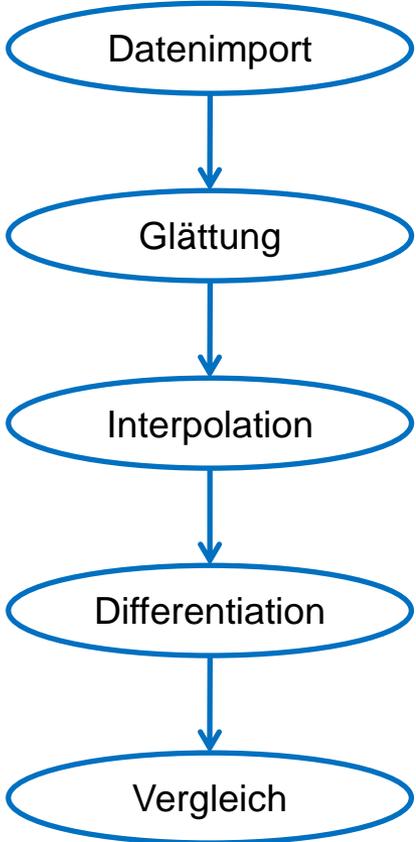
- 2 Schubgelenke zum Höhenausgleich
- 1 Drehachse zum Schräglagenausgleich
- realitätsnahe Abbildung der Bewegung des Gleitsteins in der Nutkurve
- Analyse läuft u.U. nicht durch

##### 2. Variante über die Funktion Führungsdefinition

- Verwendung der Verbindungsdefinition „Führung“
- Gleitstein rotiert frei in der Führungsbahn
- Analyse läuft u.U. nicht durch

**Beide Varianten ergeben schwankende Freiheitsgrade.  
Kann man der Mechanismus-Analyse vertrauen?**

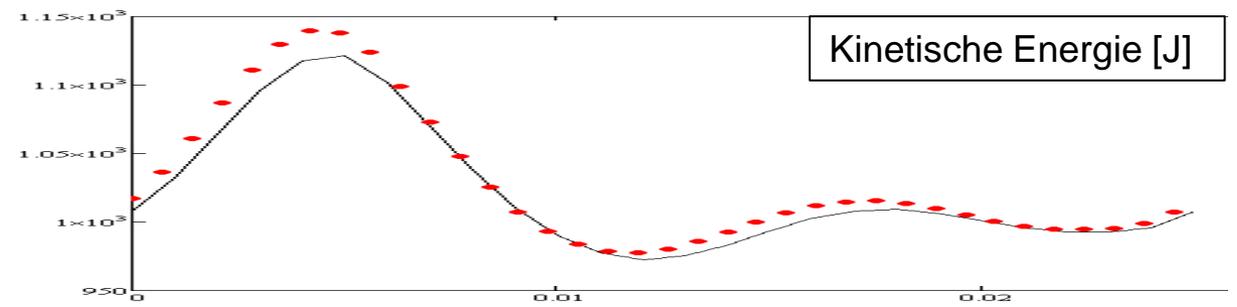
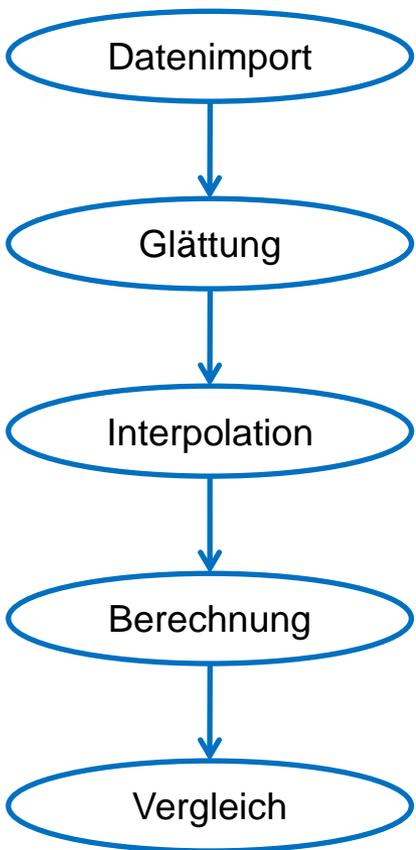
### Berechnung der Übertragungsfunktionen in MathCad



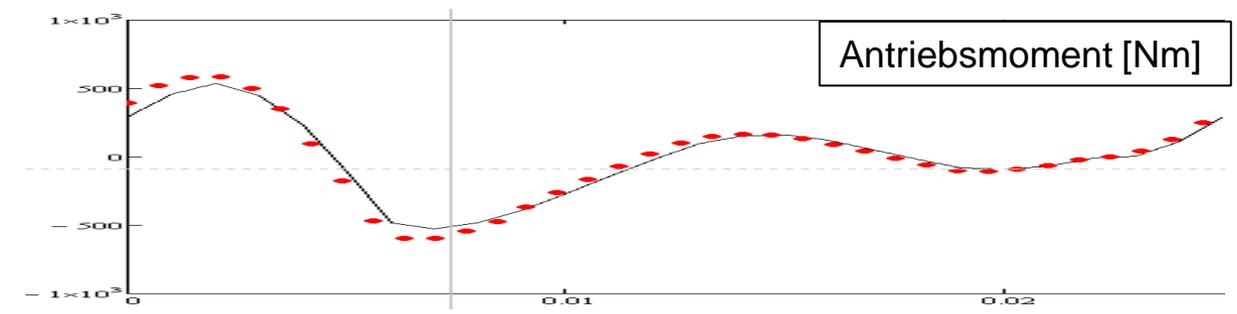
● Importierte / Mit Creo ermittelte Werte  
● Tabellenwerte (geglättet)  
 Interpolierte Funktionen aus geglätteten Tabellenwerten



### Berechnung der kinetischen Energie und des Antriebsmoments in MathCad



$$W_{Kin}(\phi) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left( \frac{d}{d\phi} s(\phi) \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot J_{red} \cdot \left( \frac{d}{dt} \phi(t) \right)^2$$



$$M_{An}(\phi) + Q = J_{red}(\phi) \cdot \frac{d^2}{dt^2} \phi(t) + \left( \frac{d}{d\phi} J_{red}(\phi) \right) \cdot \left( \frac{d}{dt} \phi(t) \right)^2 + W_{Pot}$$

Mit Creo ermittelte Werte ●  
 Analytisch berechnete Funktionen



# 4. Anwendertreffen SAXSIM

## 4. Bauteilsimulation in Creo/Mechanica

### Lastexport

**Last-Export**

Ergebnissatz: AnalysisDefinition2

Körper: Körper6 : Modell KRAGARM.prt

Berechnen bei: Zeit 0 Sek.

..	Last	Betrag	Einheiten
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_7_Force	2392.42	N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_7_Moment	175894	mm N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_27_Force	3376.66	N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_27_Mom...	40974.3	mm N
<input checked="" type="checkbox"/>	Angular_Vel	102.522	rad / sec
<input checked="" type="checkbox"/>	Angular_Accel	29341.3	rad / sec^2
<input checked="" type="checkbox"/>	Gravity_Accel	1.51179e+0...	mm / sec^2

**Mechanismuslast**

Lastsatzname: MechanismLoadSet1

Mitglied des Satzes: MechanismLoadSet1

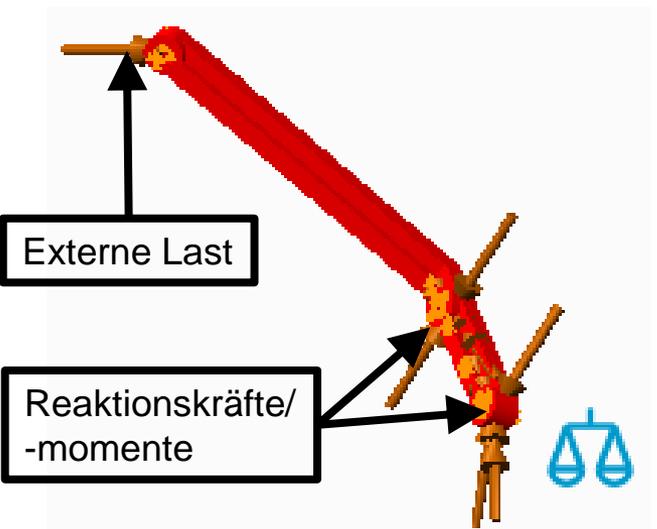
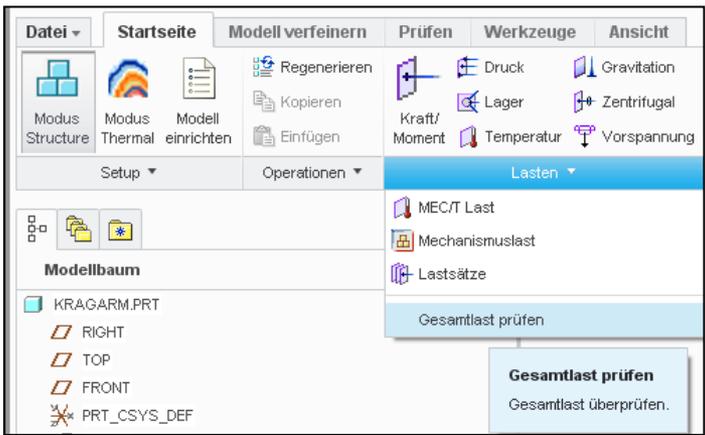
..	Last	Betrag	Einheit
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_7_Force	2392.42	N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_7_Moment	175894	mm N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_27_Force	3376.66	N
<input checked="" type="checkbox"/>	Connection_27_Mom...	40974.3	mm N
<input checked="" type="checkbox"/>	Angular_Vel	102.522	rad / sec
<input checked="" type="checkbox"/>	Angular_Accel	29341.3	rad / sec^2
<input checked="" type="checkbox"/>	Gravity_Accel	1.51179e+0...	mm / sec^2

**Lastexport von Creo/ Mechanismus**

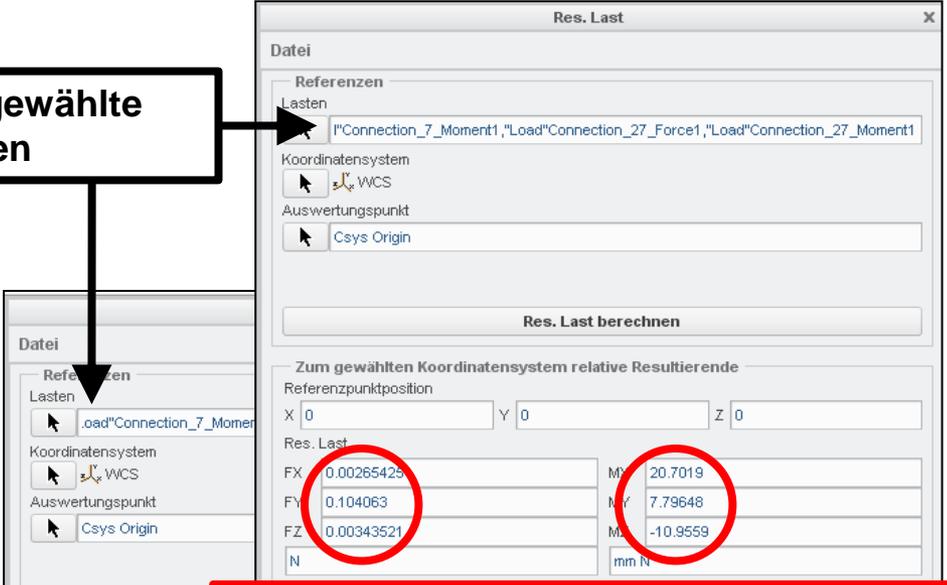
**Lastimport in Creo/ Mechanica**



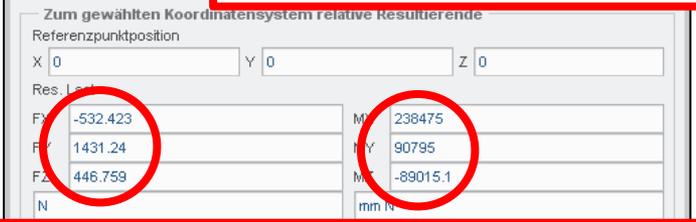
### Kräftegleichgewicht



**Ausgewählte Lasten**



**Kräftegleichgewicht – quasi-statischer Fall**



**Kräfteungleichgewicht – dynamischer Fall**

Kraftvektoren im quasi-statischen Fall

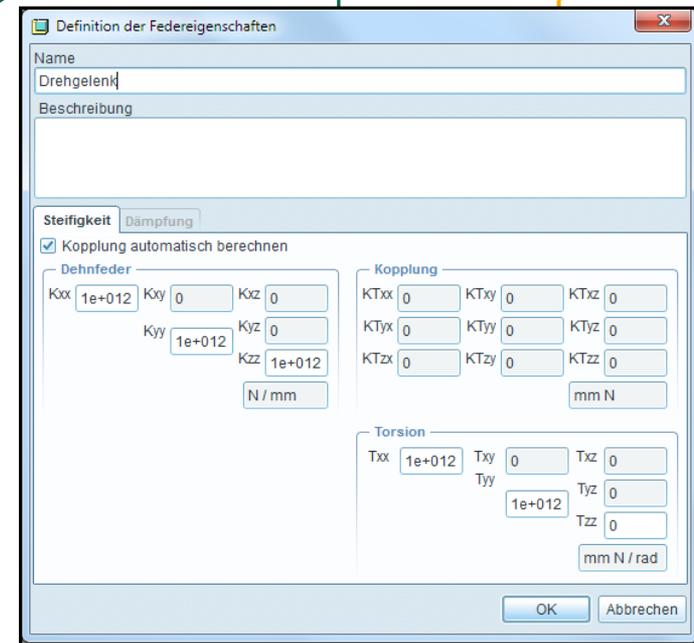
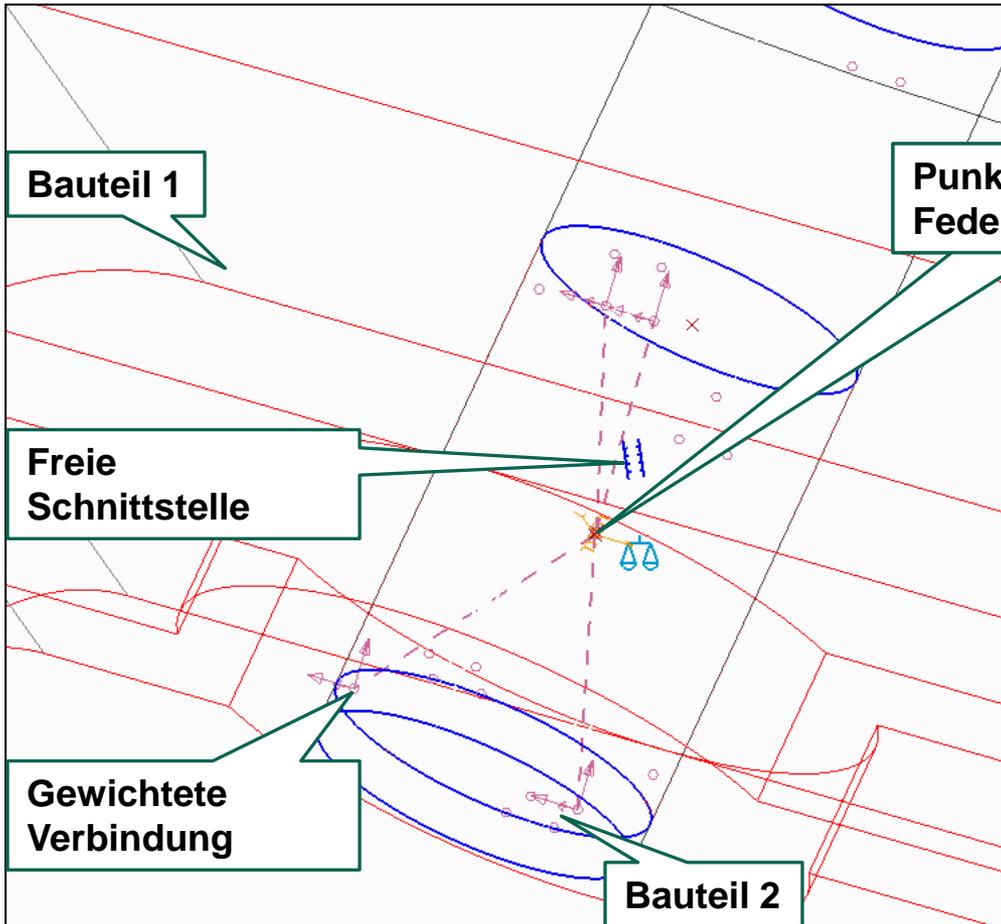


# 4. Anwendertreffen SAXSIM

## 4. Bauteilsimulation in Creo/Mechanica

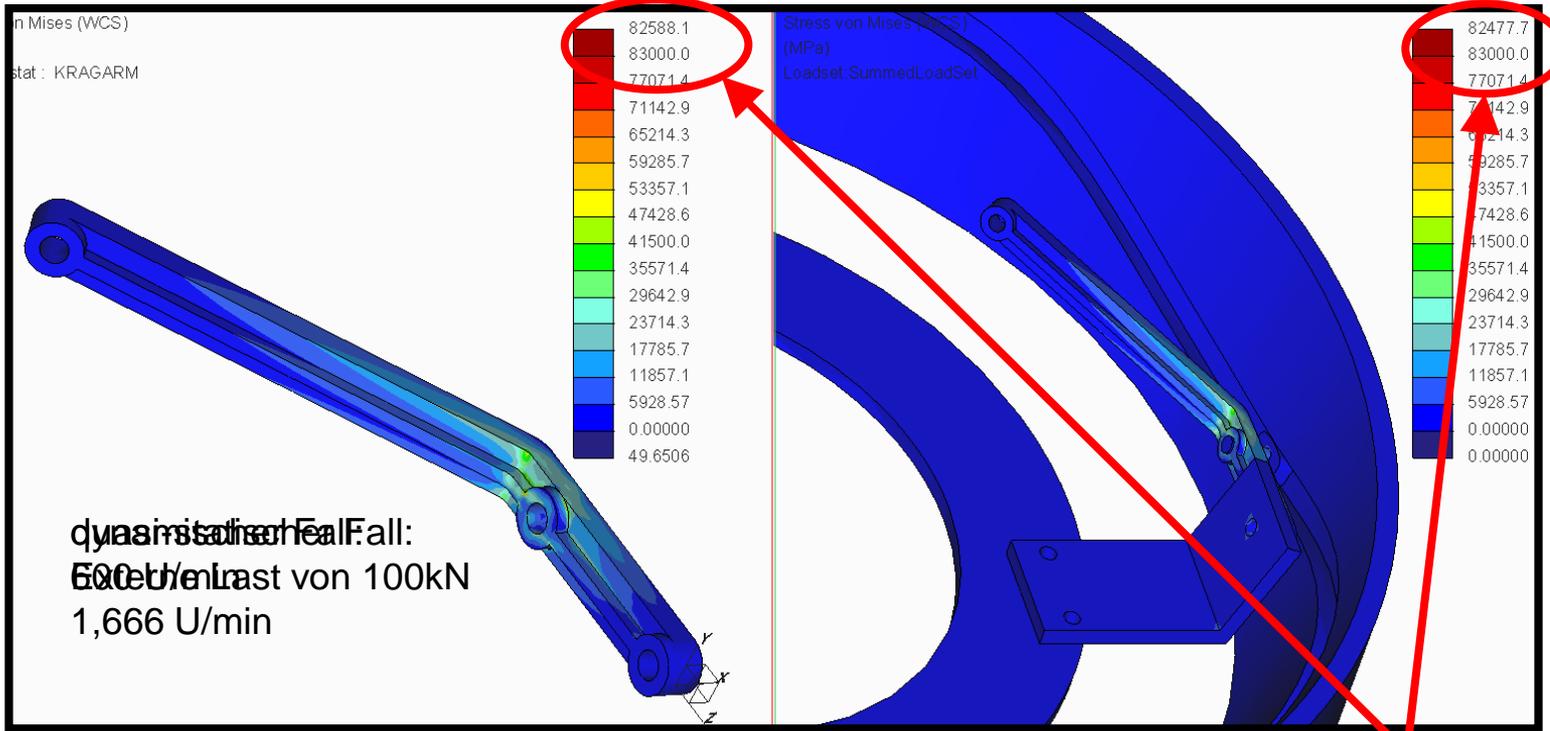
### Aufbau von Lagergelenken in Mechanica

#### Schnittstelle, Feder und gewichtete Verbindung



Quelle: Berger, M.; Jakel, R.: Ganzheitliche Getriebeauslegung;  
Darmstadt; PTC Anwendertreffen, 2008

### Ergebnisse



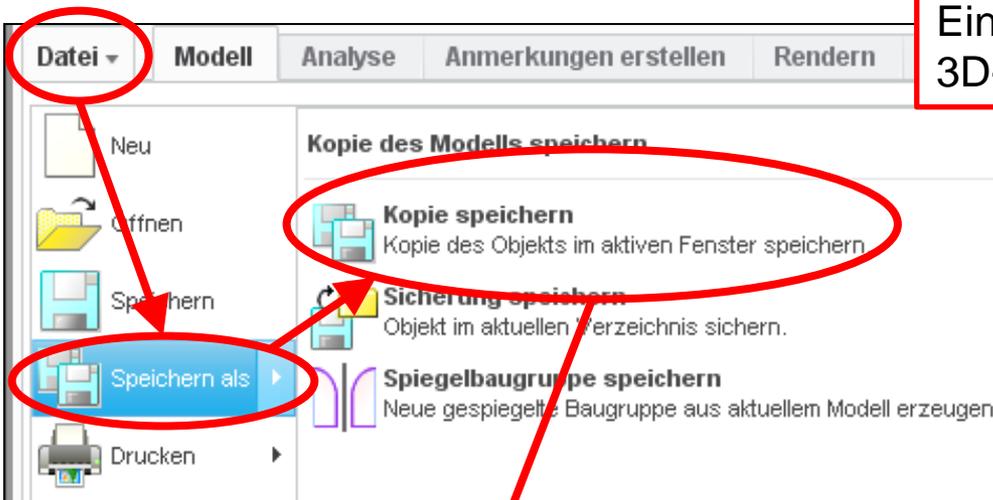
Konvergenzkriterien:

- Maximale Balkenbiegung
- Maximale Verschiebung
- Maximale positive Hauptspannung
- Minimale positive Hauptspannung
- Absolute Dehnungsenergie
- Federmessgrößen

**Spannungsunterschiede mit dem Faktor 10**



### Modellexport über .stp in Recurdyn



Einfacher Modellexport über standardisiertes 3D-Cad-Austauschformat: **STEP-Files**

- Der **positionsgetreue** Modellaufbau wird in Creo umgesetzt. Grund dafür ist die **anwenderfreundliche Definition** der Gelenkverbindungen.
- **Export** der CAD-Daten aus Creo
- **Import** der CAD-Daten nach RecurDyn
- **Aufbau der „Joints“** in RecurDyn (MKS-Modell; Es erfolgt keine automatische Platzierung der Komponenten)
- MKS-Simulation in RecurDyn
- **Vernetzung in RecurDyn?**

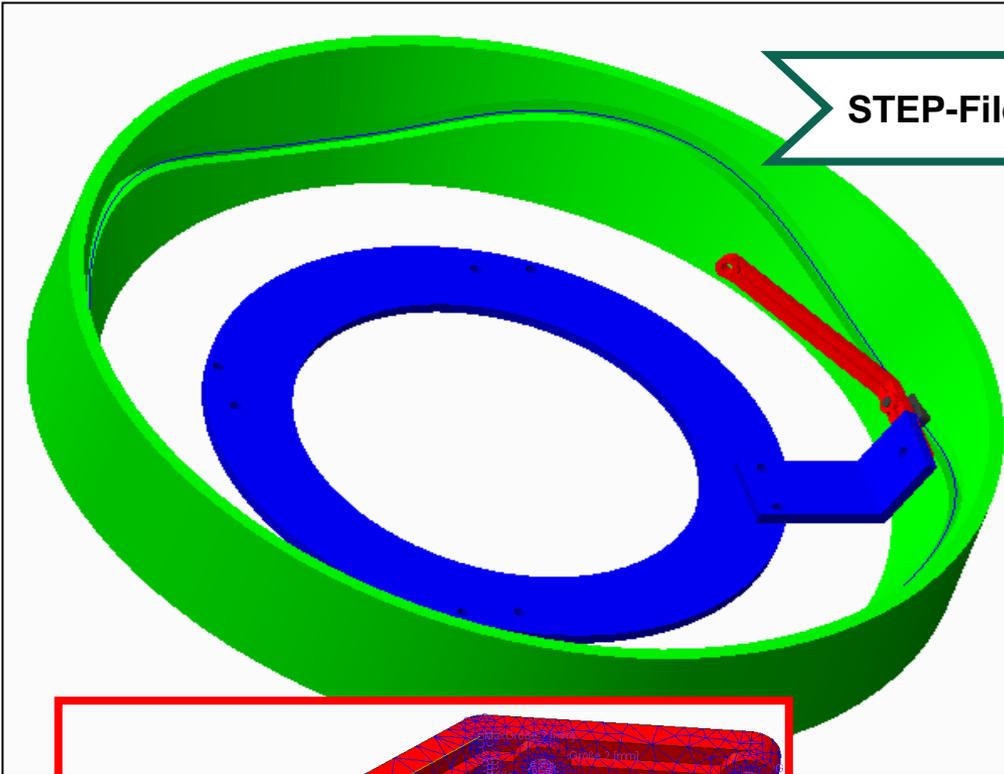


# 4. Anwendertreffen SAXSIM

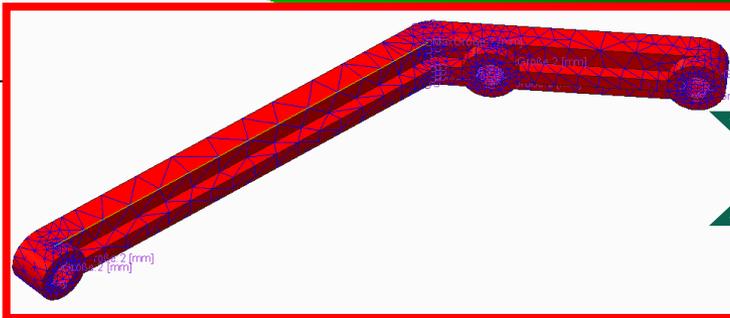
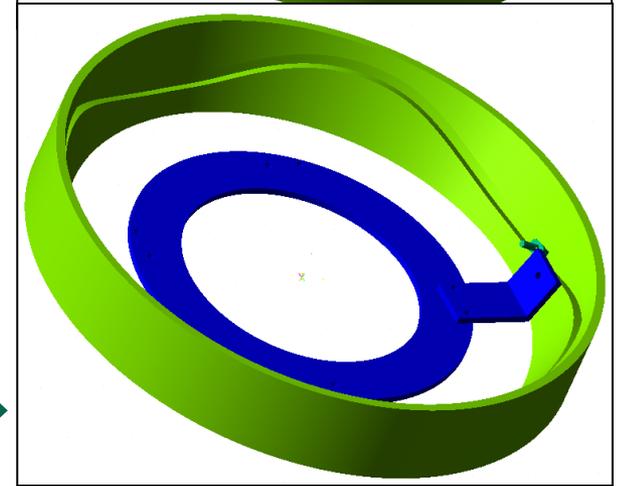
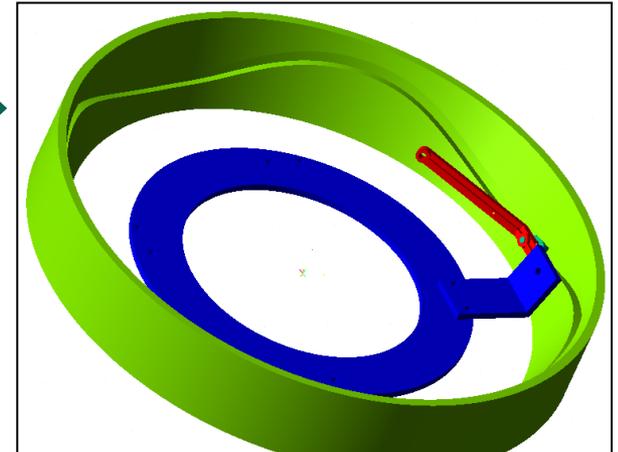
# 5. Netzexport

Creo Elements/Pro

RecurDyn



STEP-File



Vernetztes Bauteil



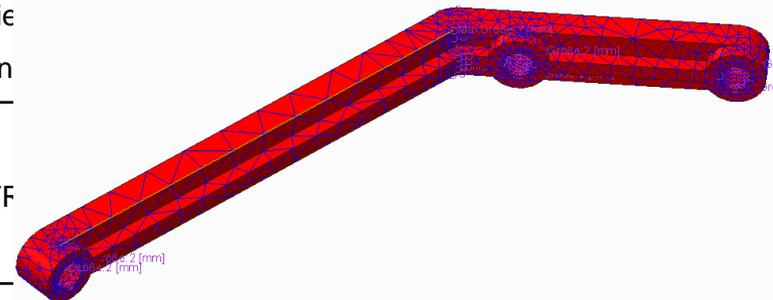
**Creo Elements/Pro: p-Methode** **RecurDyn: h-Methode**

keine geeignete Schnittstelle vorhanden

<u>ANSYS</u>					
<u>Element</u>	Schalen: Linear	Schalen: parabolisch	Tetraeder- Volumenkörper	Balken	Binder
<u>Creo Elements Pro®</u>	SHELL43	SHELL93	SOLID92	BEAM44	LINK8
<u>RecurDyn®</u>	X	Shell3;Shell4;Shell9	Solid4; Solid10; Solid6; Solid8; Solid26	Beam2	X

**Konvertierung von  
Creo Elements/Pro®  
mittels ANSYS-Netz**

<u>NASTRAN</u>						
<u>Element</u>	Schalen: Dreie Lin	Tetraeder-				n Massen
<u>Creo Elements Pro®</u>	CTF					H CONM2
<u>RecurDyn®</u>	Shell3	Solid4, Solid10	Beam2	X	X	MassE



**Bauteil für die  
Netzkonvertierung**



### Systematisierung des Netzexports

#### Möglichkeiten:

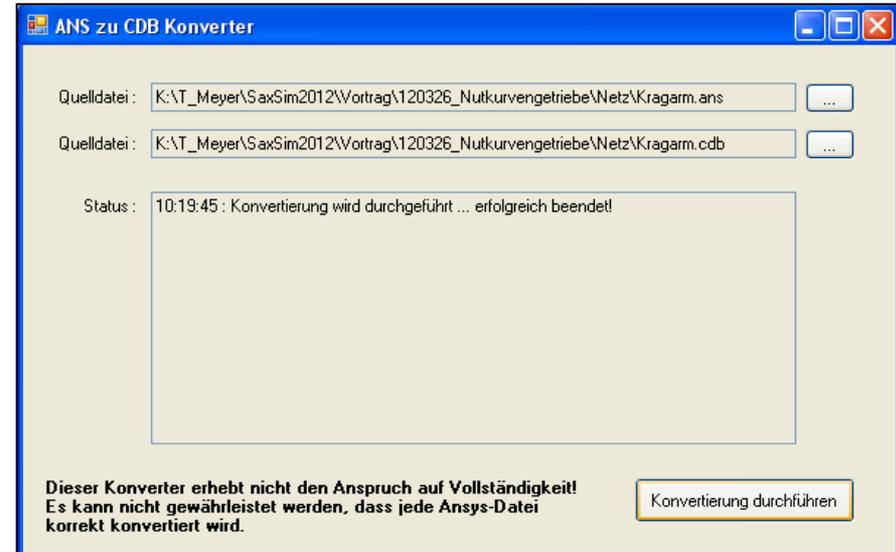
- **Automatische Netzkonvertierung**
- **Integration in RecurDyn®** als zusätzlicher Formatimport

#### Nicht mit Netzkonvertierung möglich:

- **Komplette Baugruppen**
- „**Styles**“ von Creo Elements/Pro® (z.B.: Gewinde)
- Übertrag von **Lasten oder Randbedingungen**
- Übertrag von **Werkstoffeigenschaften**
- **Automatische Netzverfeinerung** (p-Methode -> h-Methode);

**Beachte:** parabolische Elemente in Dreieckselemente

**Die Netzkonvertierung überträgt nur die Knotenplatzierungen und deren Verbindungen.**



- **Creo/Mechanismus-Analysen** sind nur mit sogenannten „**work-arounds**“ für **räumliche Kurvengetriebestrukturen** anwendbar. Resultierende Ergebnisse müssen sorgfältig geprüft und verifiziert werden.
- **Creo/Mechanica-Analysen** sind nicht ohne weiteres für eine räumliche Kurvengetriebestruktur „**dynamisch**“ (Massenkräfte der Getriebeglieder sind nicht vernachlässigbar klein) simulierbar.
- Analysen sind nur für einzelne **ausgewählte Stellungen** der zu analysierenden Struktur möglich (keine Möglichkeit mehrere Getriebestellungen mit einer Mechanica-Analyse zu simulieren)

**! Kombination von MKS und FEM ?**



# RecurDyn: Multi Physik Simulation

## 1 History FunctionBay GmbH

- ⊙ Gegründet 2003
- ⊙ Fokus: Vertrieb und Consulting - RecurDyn

## 2 FunctionBay Europe Competences

- ⊙ Spezialisiert auf Multi-Disziplinäre Applikationen im Bereich Mechatronic Simulation: Koppelung von Mehrkörperdynamik, Finite-Elemente Methoden und Regelungstechnik
- ⊙ Langjährigen Erfahrungen durch Consulting-Projekte: Antriebssysteme, Elektromechanische Systeme, Medientransport, Verpackungsmaschinen, Werkzeugmaschinen,...
- ⊙ Performed > 50 Consulting Projekte für OEMs und Zulieferer

## 3 FunctionBay Europe Kooperationen

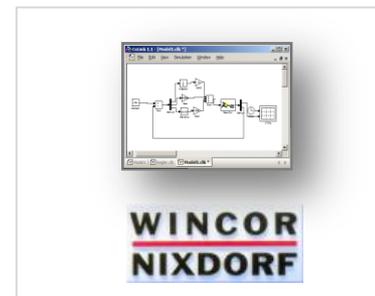
⊙ Multi-Mass-Spring



⊙ Chain



⊙ CoLink



## RecurDyn: Multi Physik Simulation

① Simulation task: Complete system simulation of mechatronic systems

② RecurDyn Solution:

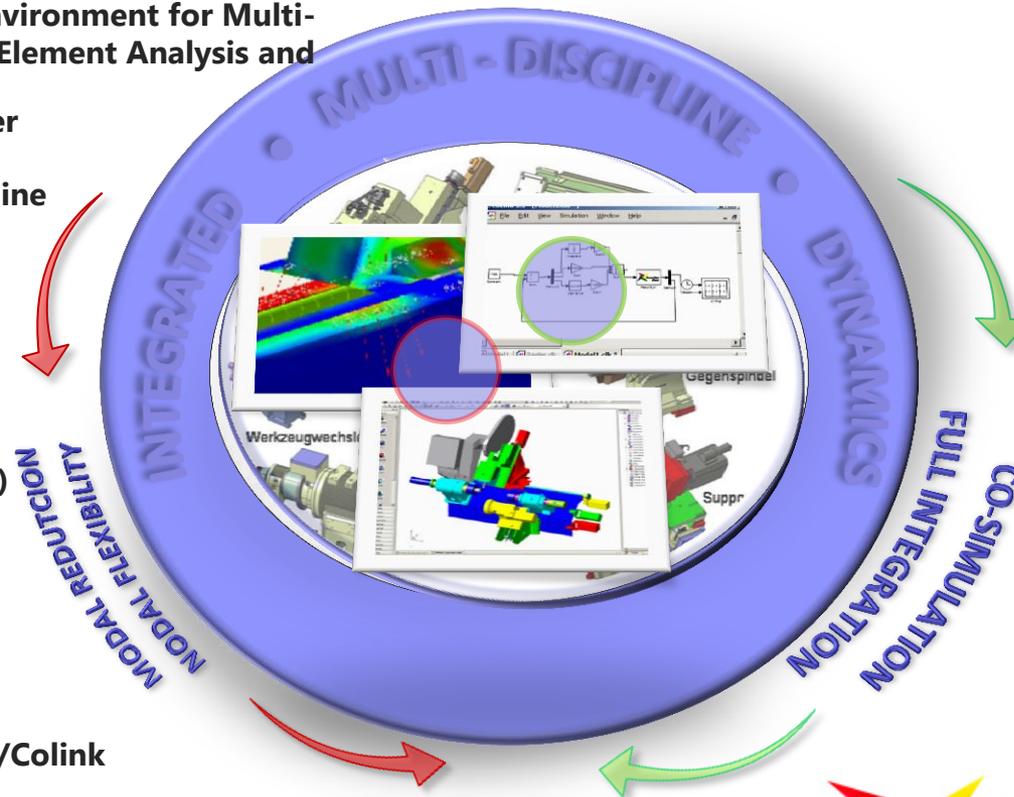
- ✓ Integrated simulation environment for Multi-Body Dynamics, Finite - Element Analysis and Controls
- ✓ Integrated Graphical User Interface
- ✓ Integrated Multi- Discipline Dynamics Solver (IMD)

③ RecurDyn FEMBD:

- ✓ Modal reduction (RFLEX)
- ✓ Non - linear FEA (FFLEX)

④ RecurDyn Controls integration

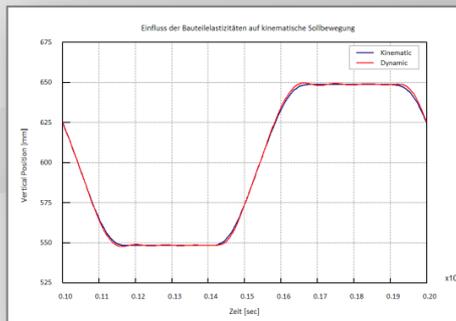
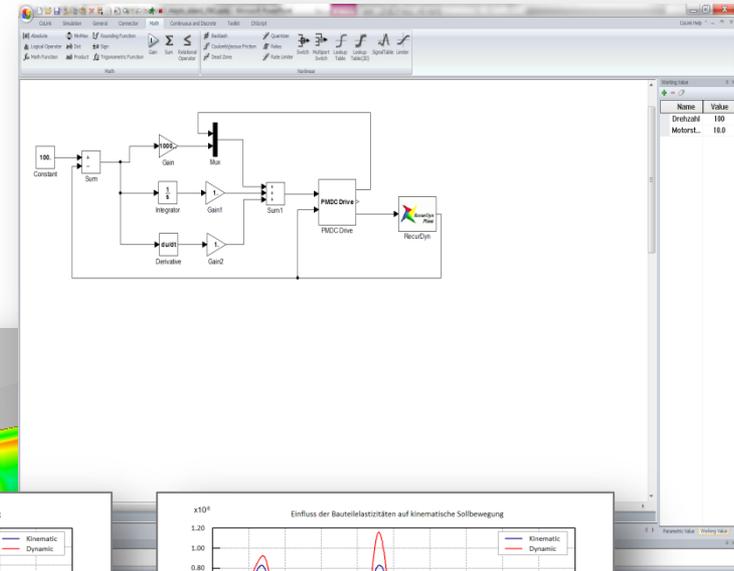
- ✓ Co - Simulation
- ✓ Full integration with RD/Colink



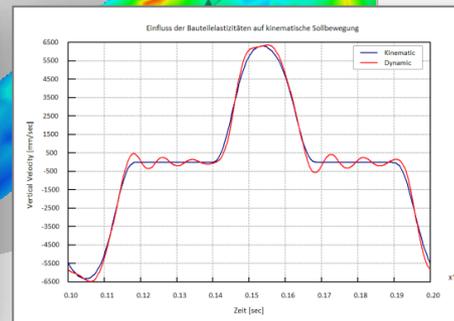
## Ziel der Simulation

### Simulation auf Gesamtsystemebene

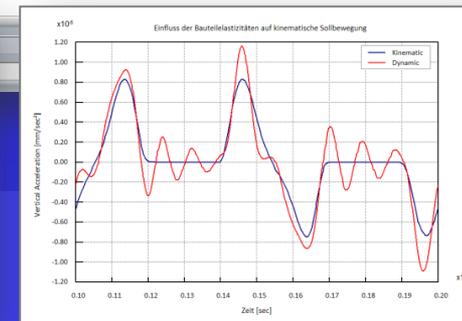
- Dynamische Simulation
- Modell soll Elemente aus der Mehrkörperdynamik, der FEM und der Regelungstechnik enthalten
- Nutzung bereits in ProE modellierter Elemente



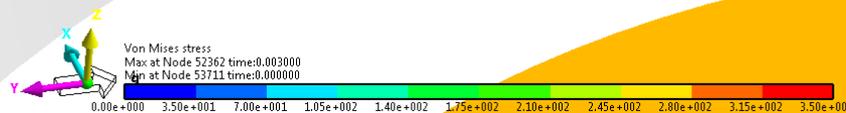
Positionsfehler



Geschwindigkeitsfehler



Beschleunigungsfehler



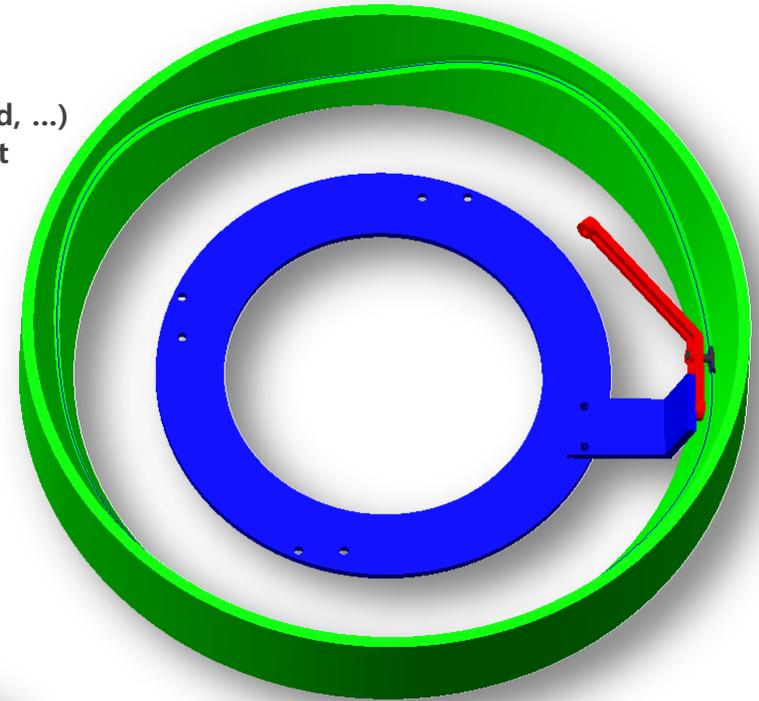
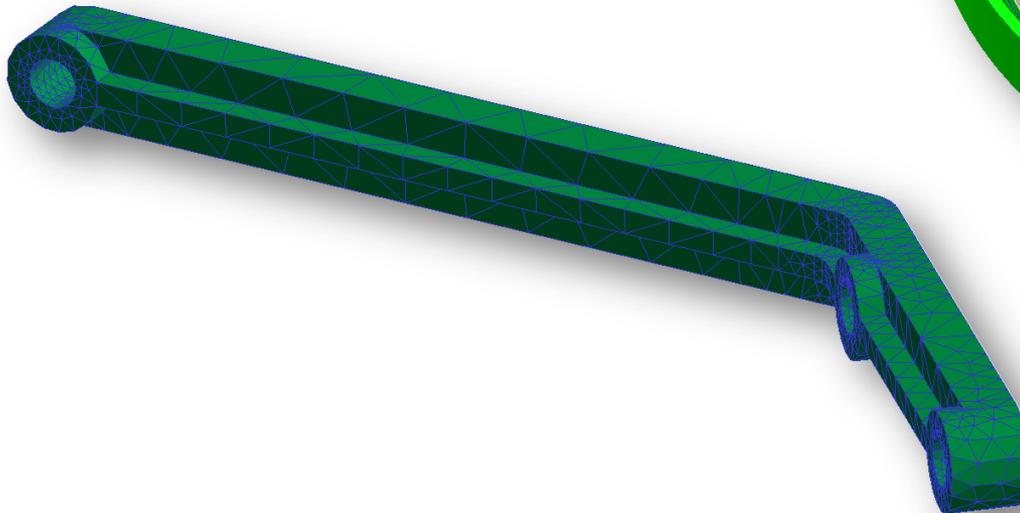
# Modelldaten aus Creo/Mechanica

### 1 CAD-Daten

- ⊙ Import aller gängigen Formate möglich (IGES, STEP, Parasolid, ...)
- ⊙ In RecurDyn werden Massen/Trägheiten automatisch erkannt

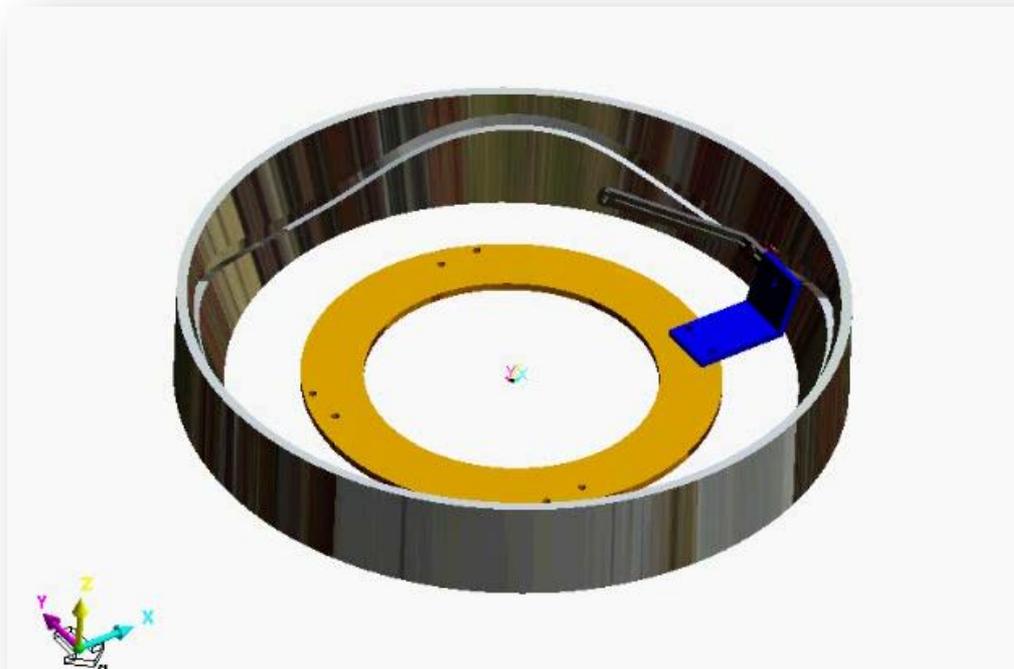
### 2 FE-Struktur

- ⊙ Übersetzen der P-Elemente in H-Elemente → Ansys Format
- ⊙ Ersetzen des starren Hebels durch flexible Struktur



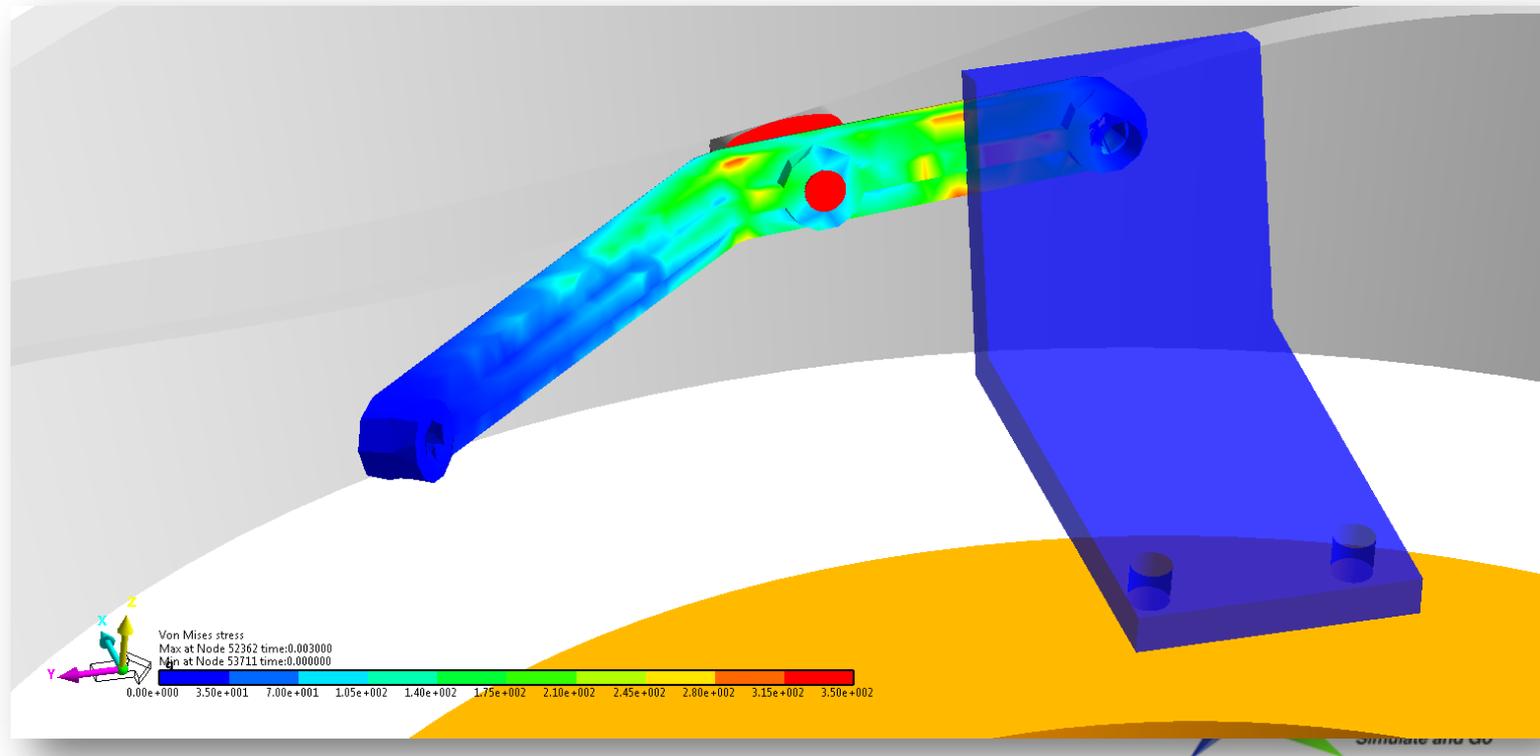
# Erstellen des Starrkörpermodells

- 1 Implementieren der Zwangsbedingungen (Constraints)
  - ⊙ Lagerstellen werden mit Constraints (Zwangsbedingungen) versehen
- 2 Definition der Kontakte
  - ⊙ Gleitschuh wird mittels Kontakten in der Führung gehalten



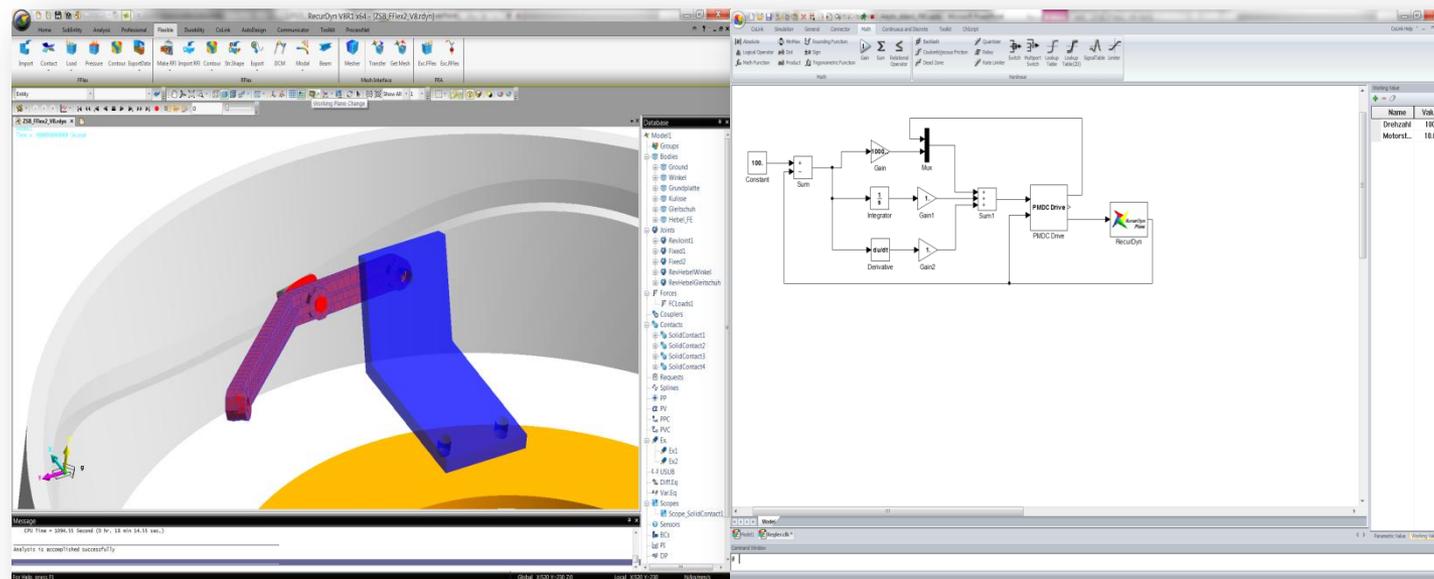
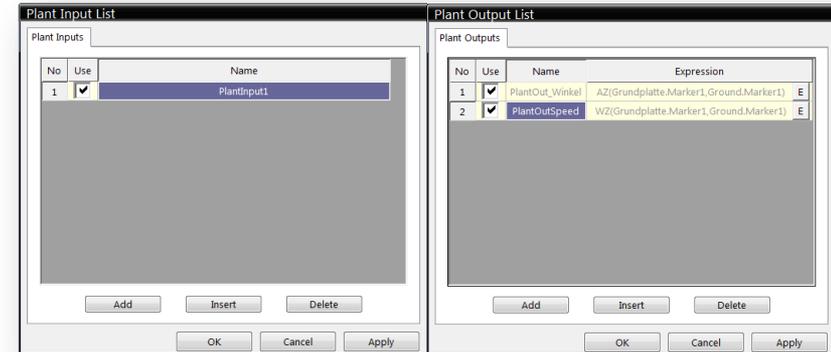
# Einbinden der flexiblen Struktur

- 1 Import der aus Creo/Mechanica
  - ⊙ Ersetzen des Starrkörpers durch FE-Struktur aus ProE
- 2 Vernetzen der Struktur in RecurDyn
  - ⊙ Erhalten aller Constraints
  - ⊙ Ändern der Netzfeinheit möglich



## Drehzahlregler mit RecurDyn/CoLink

- 1 **Definition der Übergabekanäle**
  - ⊙ Input- und Output-Kanäle im Modell definieren
- 2 **Erstellen des Reglermodells in CoLink**
  - ⊙ Spezielles Interface
  - ⊙ Verschiedene Bibliotheken
  - ⊙ Blockschaltbild
- 3 **Simulation des Gesamtsystems unter Berücksichtigung des Reglers**



# Zusammenfassung

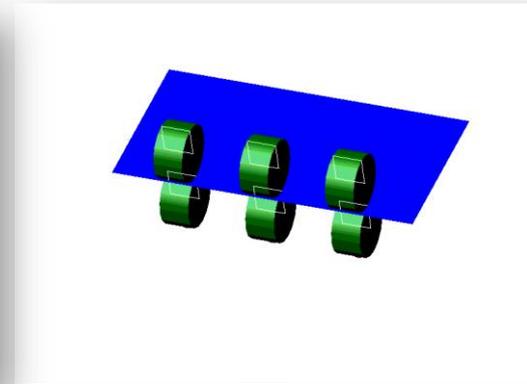
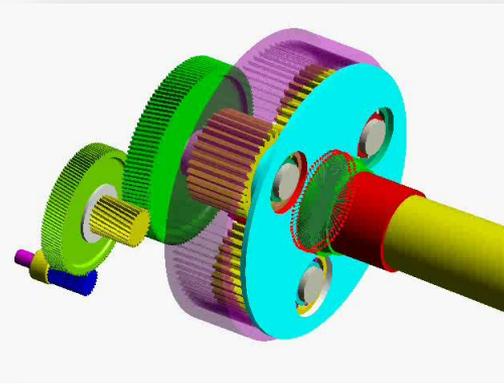
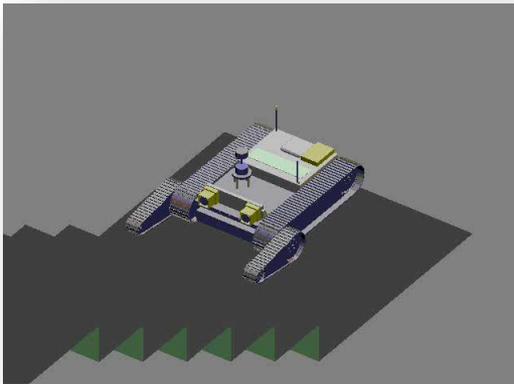
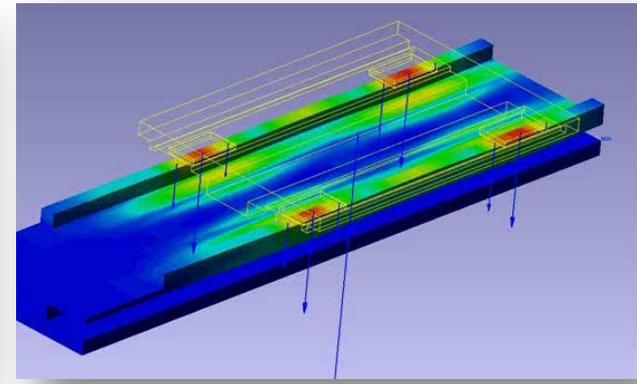
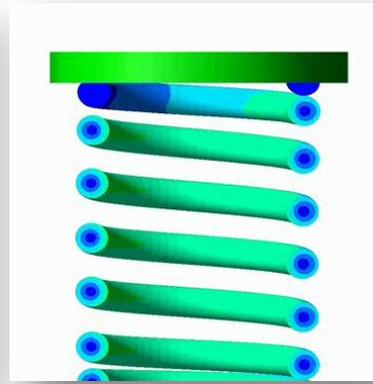
## ① Arbeitsschritte zur Erstellung eines dynamischen Gesamtmodells

- ⊙ Einlesen der CAD-Daten in RecurDyn
- ⊙ Verknüpfung der Bauteile mittels Gelenken/Kontakten/Kräften
- ⊙ Ersetzen eines oder mehrerer Starrkörper durch FE-Strukturen
- ⊙ Erstellen der Input/Output Kanäle für die Regleranbindung
- ⊙ Erstellen des Reglers (Blockschaltbild)

## ② Warum Multi-Physik-Simulation

- ⊙ Dynamische Simulation incl. FE-Strukturen und Regler usw.
- ⊙ Nutzung der in ProE erstellten CAD-Daten und FE-Strukturen
- ⊙ Nachträgliches vernetzen weiterer Strukturen
- ⊙ Kombination des Gesamtmodells mit Regler, eingelesenen Messwerten usw.
- ⊙ Keine Cosimulation nötig, alle Bestandteile des Gesamtmodells in einem Gleichungssystem hinterlegt
- ⊙ Parameterstudien, Optimierungen usw.
- ⊙ Weitere Effekte können mit simuliert werden

## Zusammenfassung





**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit**