

Mehrkörpersimulation eines ebenen Koppelgetriebes mittels *Matlab / ADAMS*-Co-Simulation

Dipl.-Ing. Christian Gollee

Institut für Naturstofftechnik, Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik

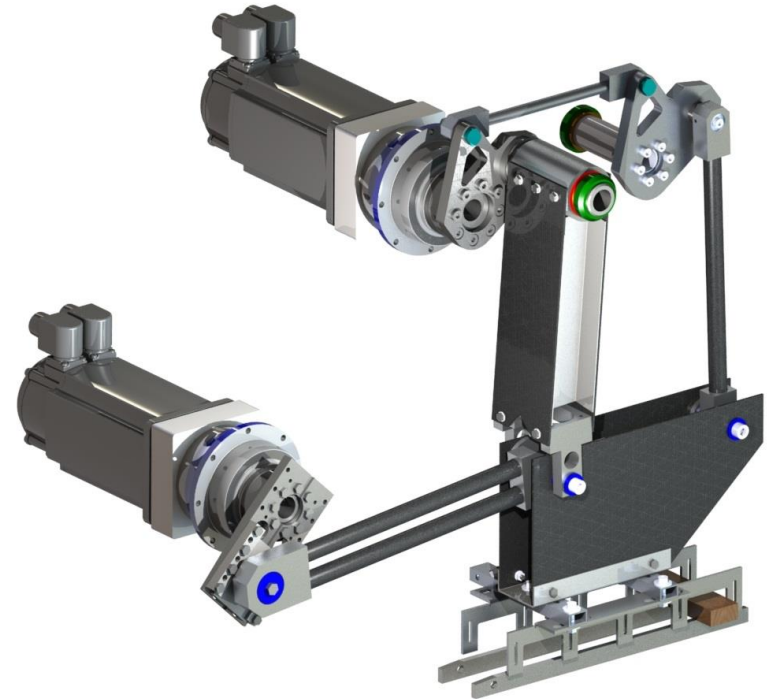


Gliederung

1. Problemstellung
2. Aufbau *ADAMS*-Modell
3. Einrichten einer Schnittstelle
4. Aufbau *Simulink*-Modell
5. Beispielanwendung
6. Ergebnisdarstellung

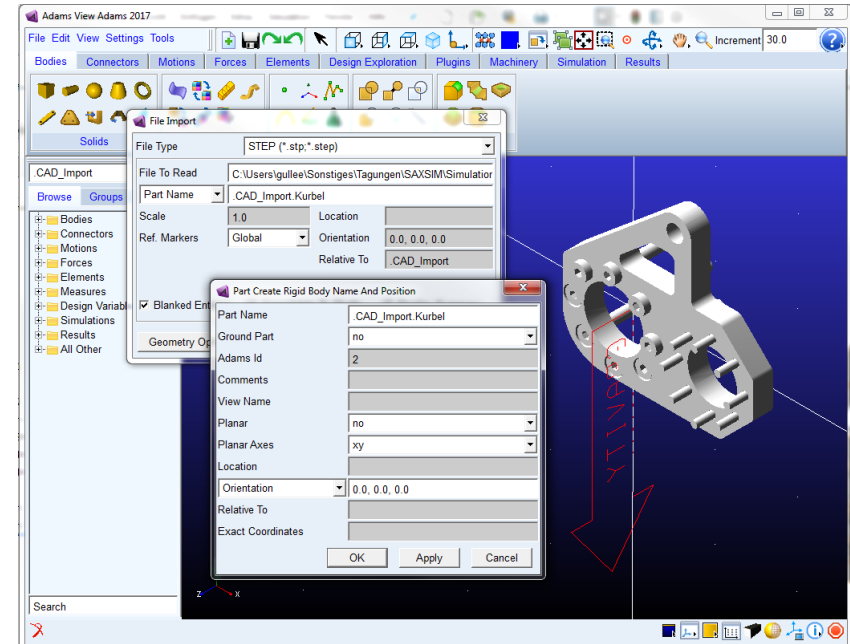
1. Problemstellung

- System: Ebenes Koppelgetriebe für intermittierenden Stückguttransport (Laborversuchsstand)
- Ziel: Aufbau eines Simulationsmodells für Bewegungsplanung, Prozessanalyse, Strukturuntersuchung, virtuelle Inbetriebnahme, etc.
- Anforderungen: Berücksichtigung von Bauteilelastizitäten, Motor- und Getriebereibung und Reglerverhalten



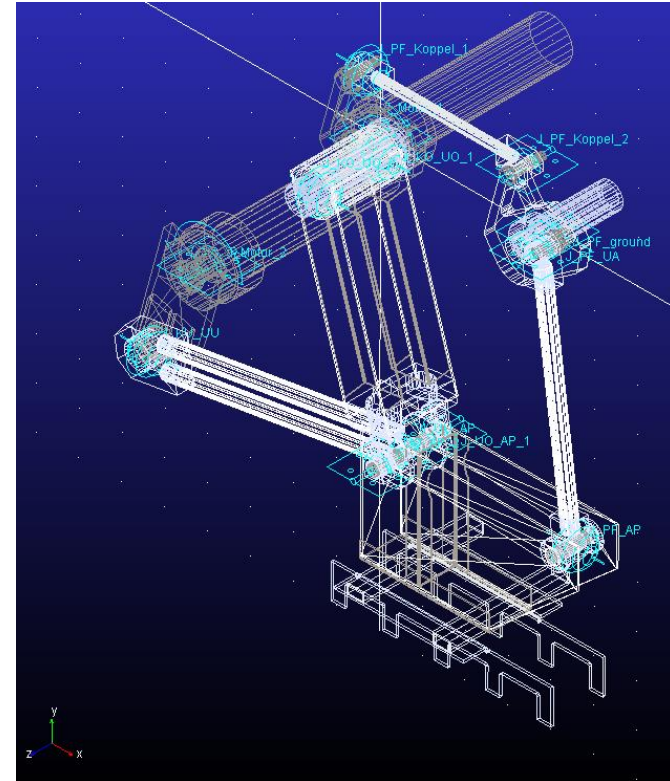
2. Aufbau *ADAMS*-Modell

- Modellierung einfacher Geometrien ist in *ADAMS* direkt mit *Primitives* möglich
- Für komplexe Bauteile → Import von CAD-Daten (*.step, *.stl, *.x_t, ...)
- Platzierung durch Angabe von Position und Orientierung
- Zuweisung von Masseigenschaften durch Angabe von Dichte oder Material oder direkte Vorgabe



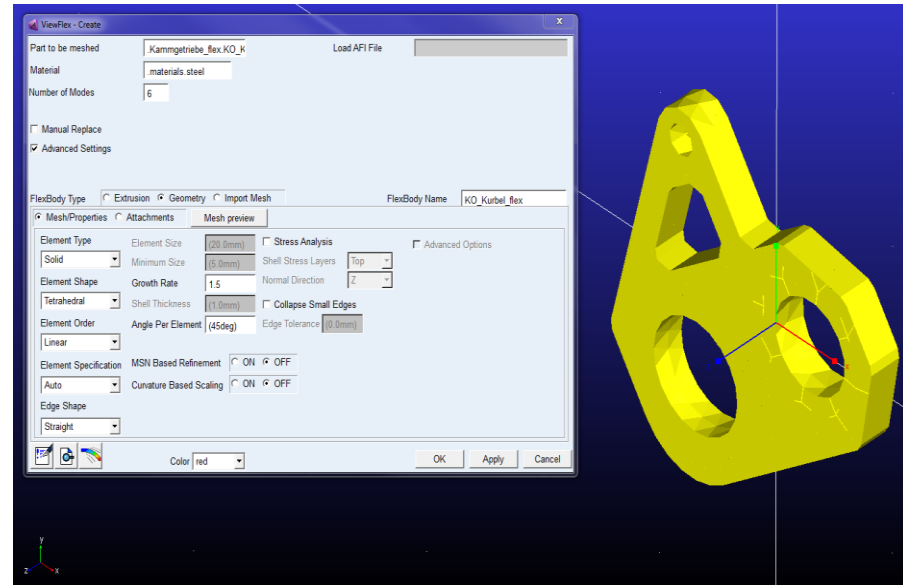
2. Aufbau *ADAMS*-Modell

- Verknüpfung der Komponenten durch einfache oder komplexe Zwangsbedingungen (*Joints, Primitives*)
- Vorgabe von gewünschten Bewegungen an ausgewählten Gelenken über *Motions*:
 1. Interne *ADAMS*-Funktionen
 - *STEP/STEP5* (Polynome)
 - *HAVSIN*
 - *SIN,COS,TANH*
 2. Einlesen von *Test Data*
→ Splineinterpolation



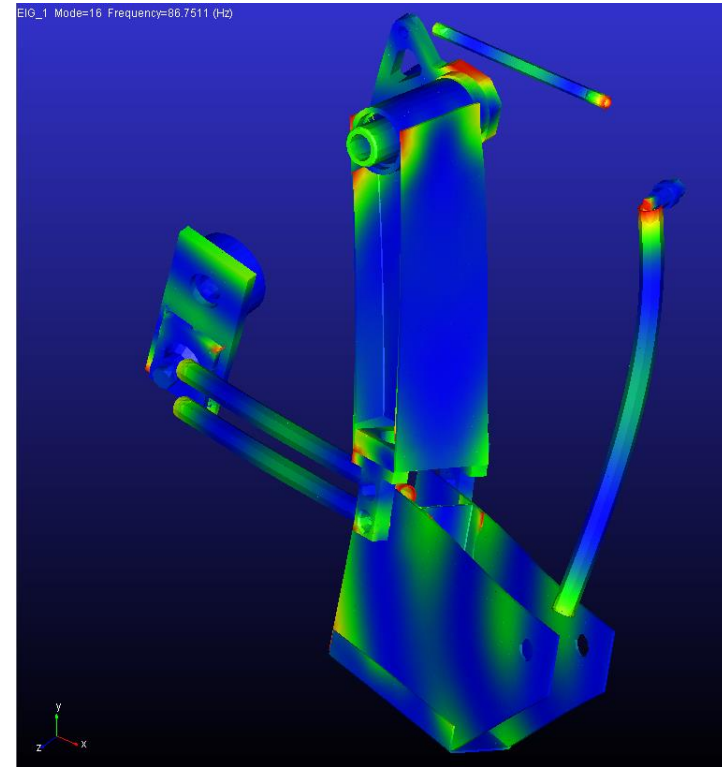
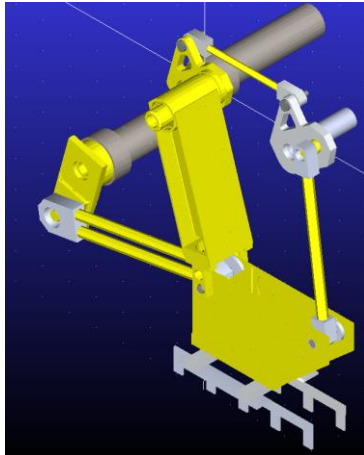
2. Aufbau *ADAMS*-Modell

- Umwandlung von starren in flexible Bauteile
- Abbildung des linearen Verformungsverhaltens
- Speicherung der Informationen in MNF-Dateien (modal neutral file) → Geometrie, Masse- und Trägheitseigenschaften, Eigenmoden und generalisierte Masse und Steifigkeiten für Eigenmoden



2. Aufbau *ADAMS*-Modell

- Beurteilung des Einflusses einzelner Elastizitäten auf das Systemverhalten
- Abgleich mittels Modalanalyse



3. Einrichten der Schnittstelle

Aktionen in ADAMS

1. Anlegen von Zustandsvariablen in ADAMS (Schnittstellenparameter)
 - Eingangsparameter sollten Kraftgrößen sein (keine kinematischen Vorgaben)
 - Ausgangsparameter können sowohl kinematische als auch kinetische Größen sein
2. Export eines ADAMS-Plants für Matlab
→ *.m, *.cmd, *.adm werden erstellt

The image displays two overlapping windows from the ADAMS software interface. The top window, titled 'Modify State Variable...', shows the configuration for a state variable named 'Riegel_vx'. Its definition is set to 'Run-Time Expression' with the formula $F(\text{time}, \dots) = VX(\text{Riegel_Ist}, \text{Riegel_Referenz}, \text{Riegel_Referenz})$. The 'Guess for F(t=0)' is set to 0.0. A large blue '1.' is overlaid on this window. The bottom window, titled 'Adams Controls Plant Export', shows the export configuration. It lists 'IN_Motor_1' as the input signal and 'Riegel_vx' as the output signal. The 'Target Software' is set to 'MATLAB', and the 'Adams Solver Choice' is 'C++'. A large blue '2.' is overlaid on this window. To the left of the windows, three files are listed: 'CP_flex.adm', 'CP_flex.cmd', and 'CP_flex.m'.

3. Einrichten der Schnittstelle

Aktionen in Matlab:

1. Ausführen der *CP_flex.m*
2. Ausführen des Befehls *adams_sys*
3. Kopieren des Blocks *adams_sub* und Einfügen in *Simulink*-Modell
4. Kommunikationsfrequenz festlegen

1.

```

>> CP_flex
ans =
09-Mar-2017 17:14:59

%%% INFO : ADAMS plant actuators names :
1 IN_Motor_1
2 IN_Motor_2
%%% INFO : ADAMS plant sensors names :
1 OUT_ANG_Motor_1
2 OUT_AVEL_Motor_1
3 OUT_ANG_Motor_2
4 OUT_AVEL_Motor_2
5 Riegel_x
6 Ramm_x
7 Riegel_vx
8 Ramm_vx

>> adams_sys
fx >>
    
```

2.

Name	Value
ADAMS_cwd	'C:\Users\gullee\Sonstiges\Tagungen\SAXSIM\Simulationen'
ADAMS_exec	''
ADAMS_host	'GOLLEE.vat.mw.tu-dresden.de'
ADAMS_init	''
ADAMS_inputs	'IN_Motor_1IN_Motor_2'
ADAMS_mode	'non-linear'
ADAMS_outputs	'OUT_ANG_Motor_1OUT_AVEL_Motor_1OUT_ANG_Motor_2OUT_AVEL_Mot...
ADAMS_pinout	'Controls_Plant_5_ctrl_pinout'
ADAMS_poutput	'CP_flex'
ADAMS_solver_type	'C++'
ADAMS_static	'no'
ADAMS_sysdir	'C:\MSC-1-SOP\Adams\2017\'
ADAMS_uysids	[1;2;3;5;4;6;15;17;19;20]
ADAMS_version	'2017'
ans	'09-Mar-2017 17:14:59'
arch	'win64'
block	1.0720e+03
block_name	'IN_Motor_2'
flag	1
machine	'PCWIN64'
topdir	1x90 char

3.

4.

Block Parameters: ADAMS Plant

Adams Plant (mask)
Simulate any Adams plant model either in Adams Solver form (.adm file) or in Adams View form (.cmd file)

Parameters

Adams model file prefix
ADAMS_prefix

Output files prefix (opt.: if blank - no output)
ADAMS_prefix

Adams Solver type **C++**

Interprocess option **PFPE(ODE)**

Animation mode **batch**

Simulation mode **discrete**

Plant input interpolation order **0**

Plant output extrapolation order **0**

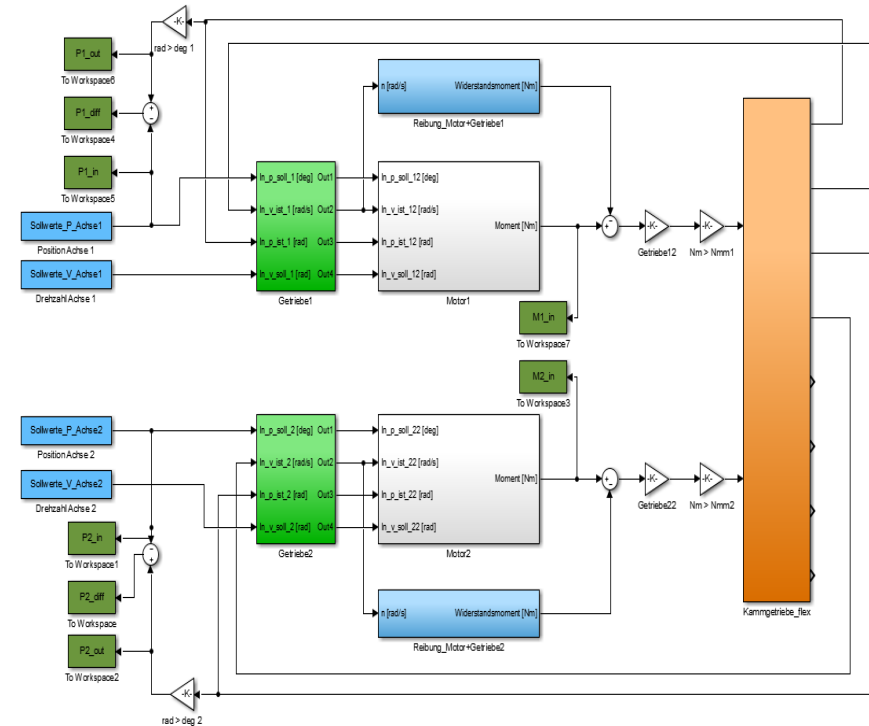
Communication interval
1/Freq
Number of communications per output step
1

More parameters

OK Cancel Help Apply

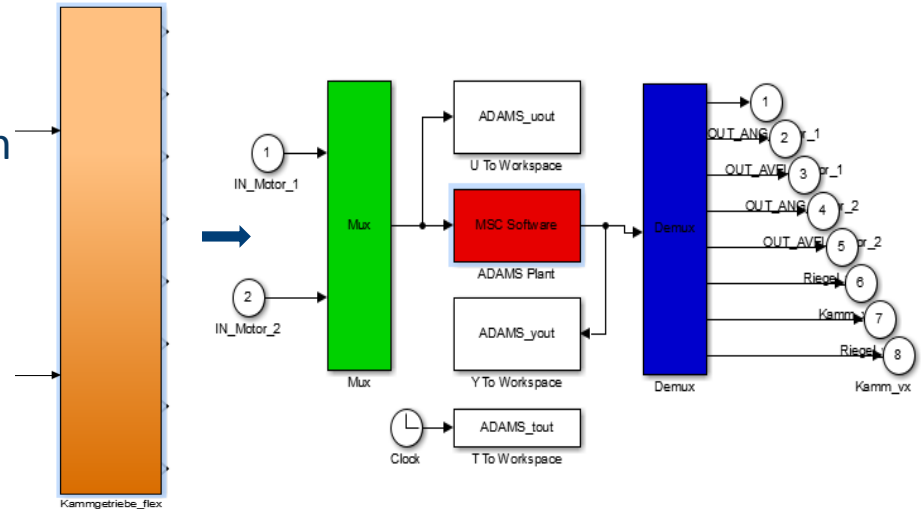
4. Aufbau *Simulink*-Modell

- Abbildung beider Motoren inklusive Getriebe
- Darstellung der Motoren über Reglermodelle
- Winkel- und Drehzahlvorgabe → Regler → Antriebsmoment → *ADAMS*
- Vorgabe eines Reibmodells
- Daten Input/Output von und in den *Matlab-Workspace* für weitere Verarbeitung und Darstellung



4. Aufbau *Simulink*-Modell

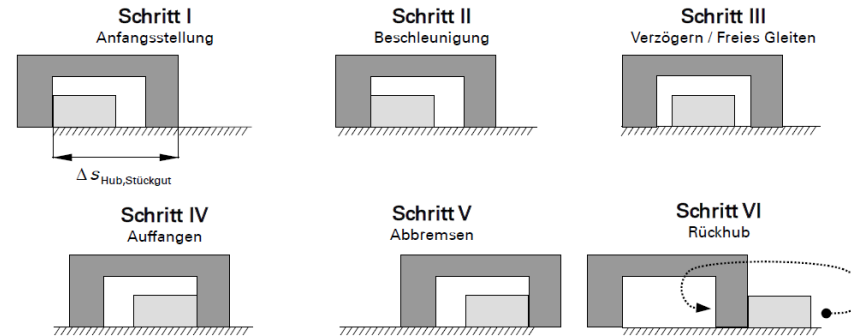
- Integration des *ADAMS*-Modells in Form eines *ADAMS-Plants*
- Verknüpfung des *ADAMS-Plants* mit den entsprechenden Signalleitungen
- *ADAMS* kann interaktiv (erhöhte Rechenzeit) oder im Batch-Modus aufgerufen werden
- Alle Größen von Interesse mit *ToWorkspace*-Block in den *Matlab-Workspace* schreiben



5. Beispielanwendung

Riegeltransport

- Intermittierender Stückguttransport
- 3 Phasen:
 - Beschleunigen
 - Gleiten
 - Abbremsen
- Taktrate: 5 Hz

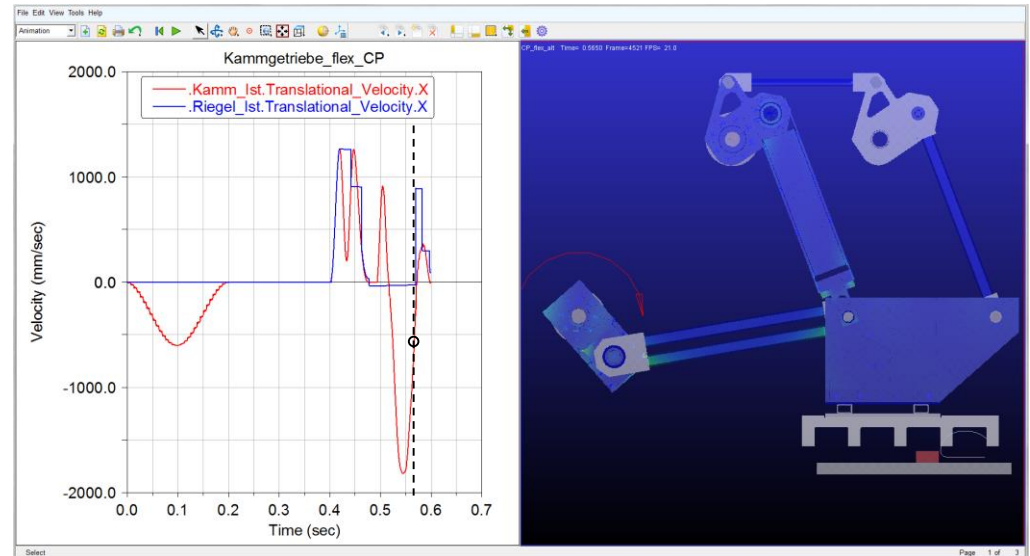


Quelle: „Wirkpaarungssimulation am Beispiel des innermaschinellen Transports von Stückgütern“, DA Clemens Troll; <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-213381>

5. Ergebnisdarstellung

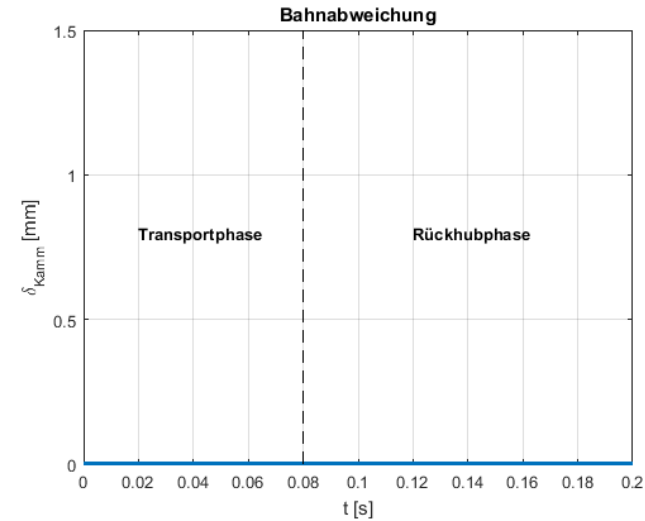
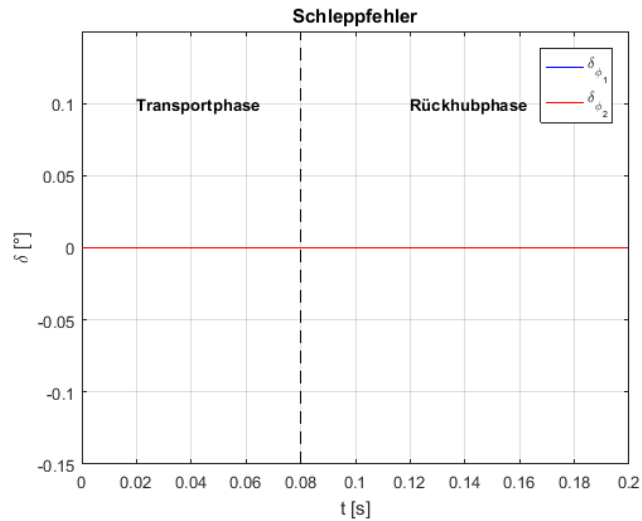
ADAMS-Postprozessor

- Auswertung als Diagramm oder Animation (oder parallel)
- Export als Report-Datei (HTML-Format)
- Erstellen von Video-Dateien
- Statistische Auswerte-Tools
 - ➔ Min, Max, Mittel, FFT, Filter, ...



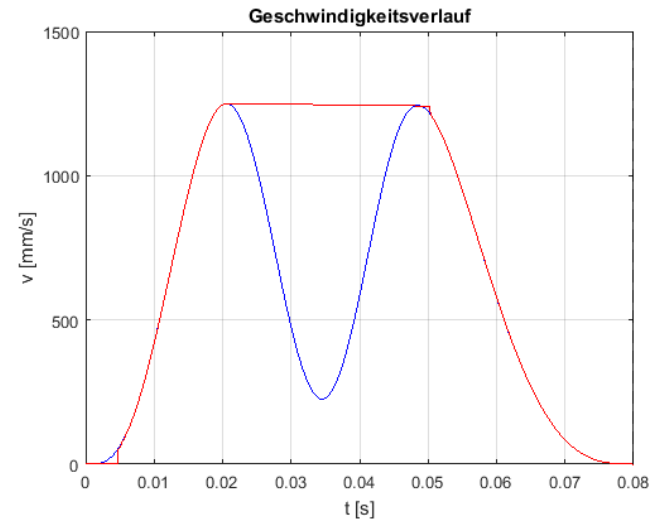
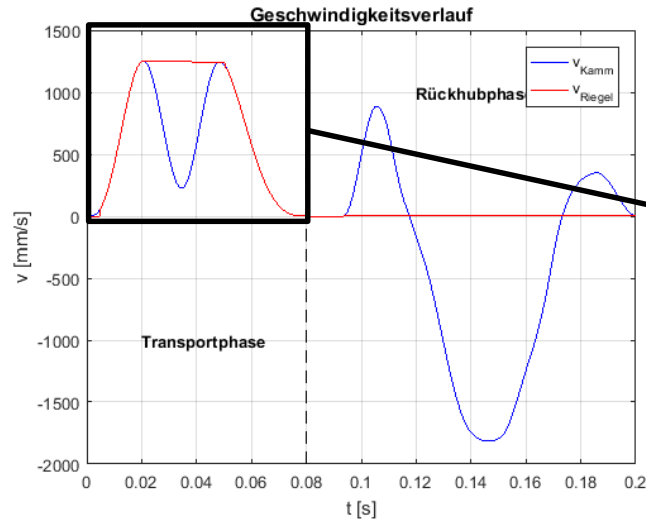
6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 1: Starrkörpermodell ohne Regler und ohne Reibung



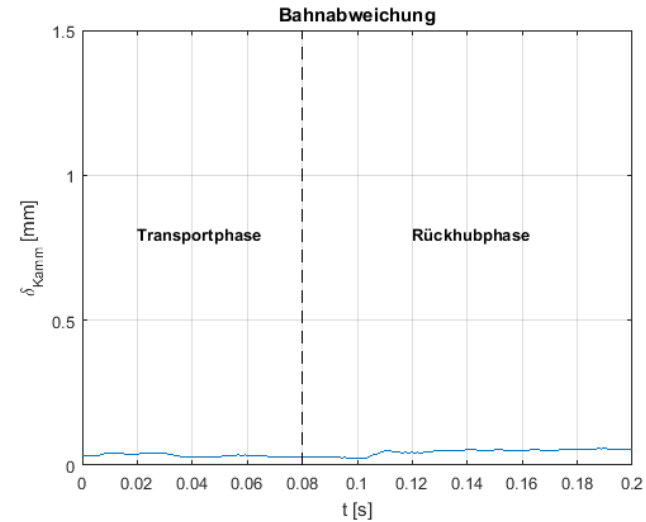
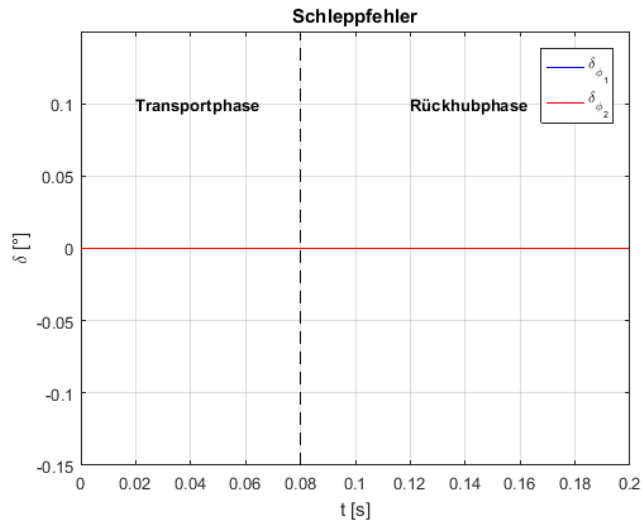
6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 1: Starrkörpermodell ohne Regler und ohne Reibung



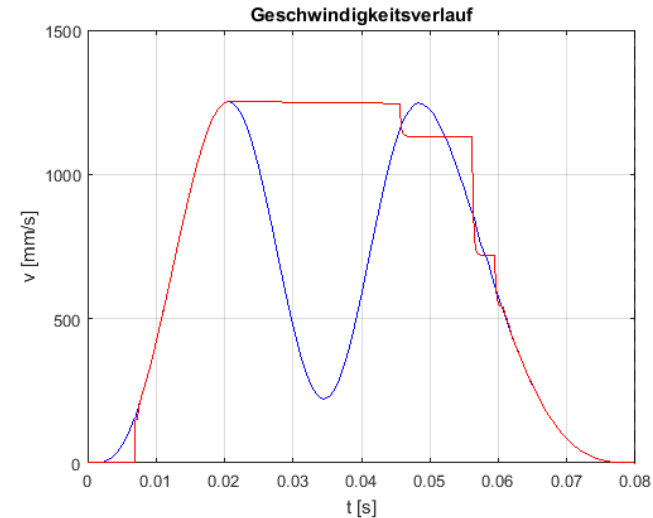
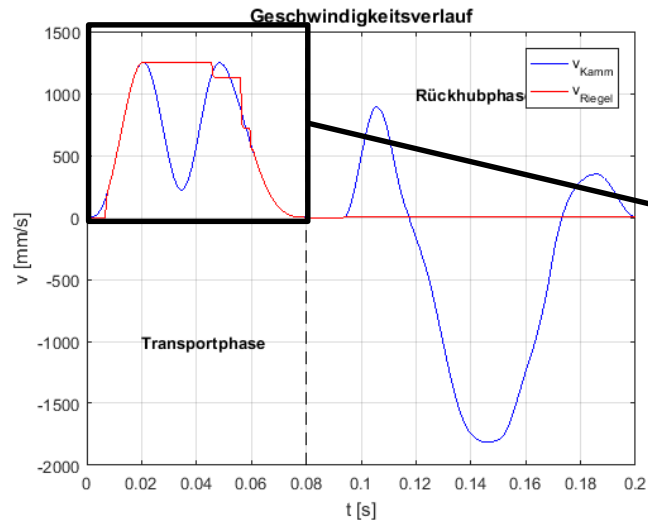
6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 2: flexibles Modell ohne Regler und ohne Reibung



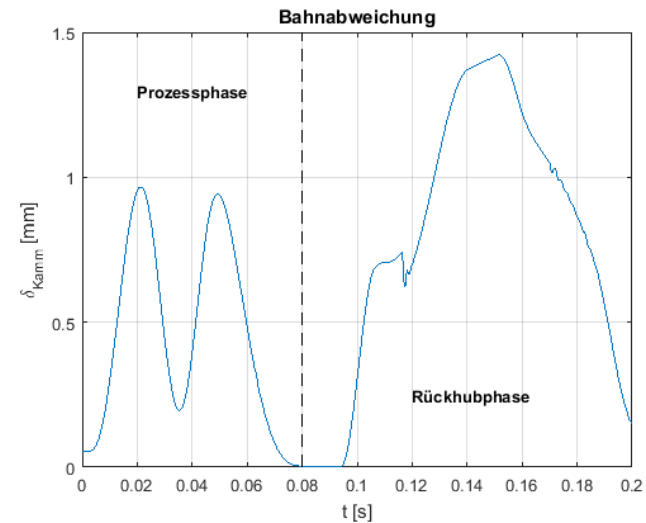
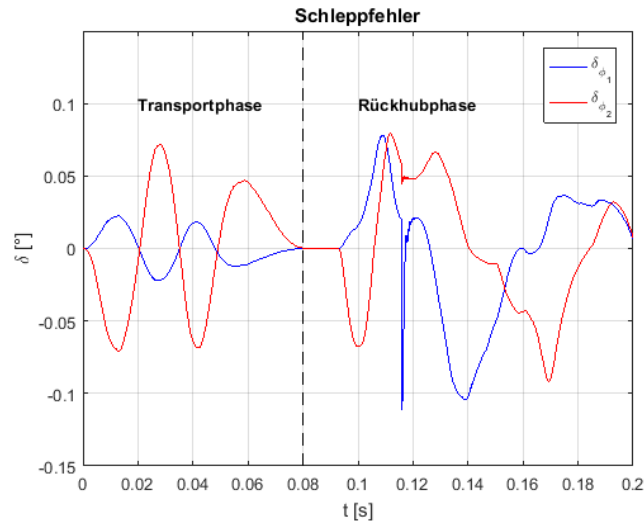
6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 2: flexibles Modell ohne Regler und ohne Reibung



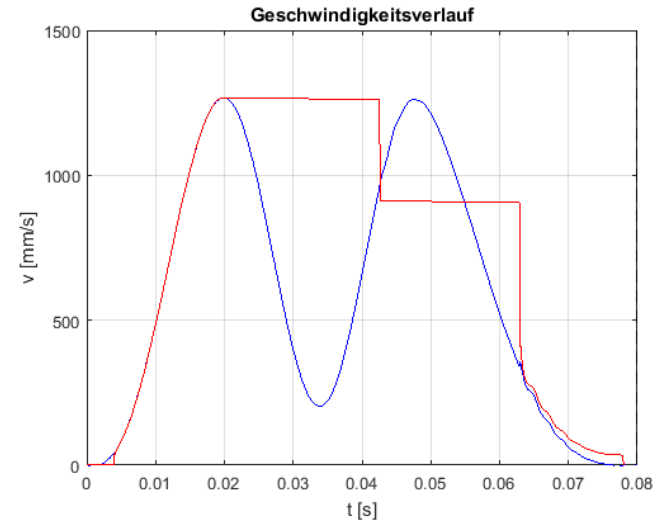
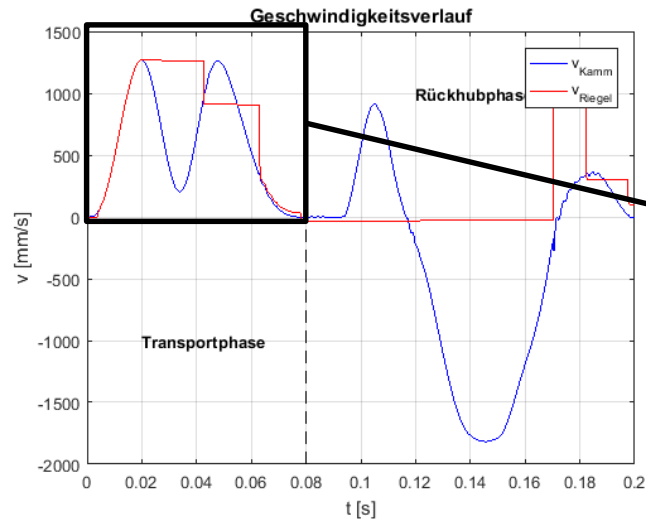
6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 3: flexibles Modell mit Regler und mit Reibung



6. Ergebnisdarstellung

Modellstufe 3: flexibles Modell mit Regler und mit Reibung



6. Ergebnisdarstellung

Zusammenfassung

- Gegenüber einer reinen kinetostatischen Analyse in Matlab ermöglicht das Einbinden flexibler Bauteile die Berücksichtigung des elastischen Verhaltens des Systems
- Gegenüber einer reinen MKS-Analyse in *ADAMS* ermöglicht die Co-Simulation die Berücksichtigung des Reglerverhaltens
- Co-Simulation kann eingesetzt werden für:
 1. Virtuelle Inbetriebnahme (Einstellen der Reglerparameter)
 2. Steifigkeitsoptimierte Dimensionierung des Mechanismus
 3. Ermitteln der Stabilitätsgrenzen des Transportprozesses



FAKULTÄT
MASCHINEN
WESEN

TECHNIK ÜBERWINDET GRENZEN