

Ansatz zur konstruktiven Optimierung eines Nutkurvengetriebes mittels Creo® und RecurDyn®

Referent: Dipl.-Ing. Torsten Meyer (TU Chemnitz)

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

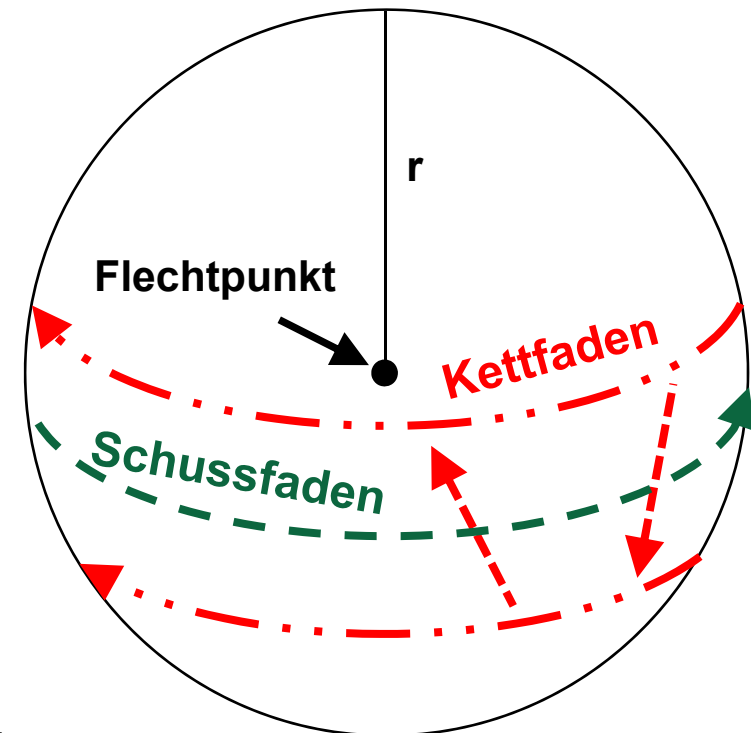
www.recurdyn.de

- 1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine**
- 2. Analytische Beschreibung des räumlichen
Nutkurvengetriebes zur Kettfadenverlegung**
- 3. Simulationen**
 - 3.1 Creo®
 - 3.2 RecurDyn®
- 4. Zusammenfassung und Ausblick**

1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine

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 abspringen (Kreuzung der Fäden um Geflecht entstehen zu lassen)



1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine

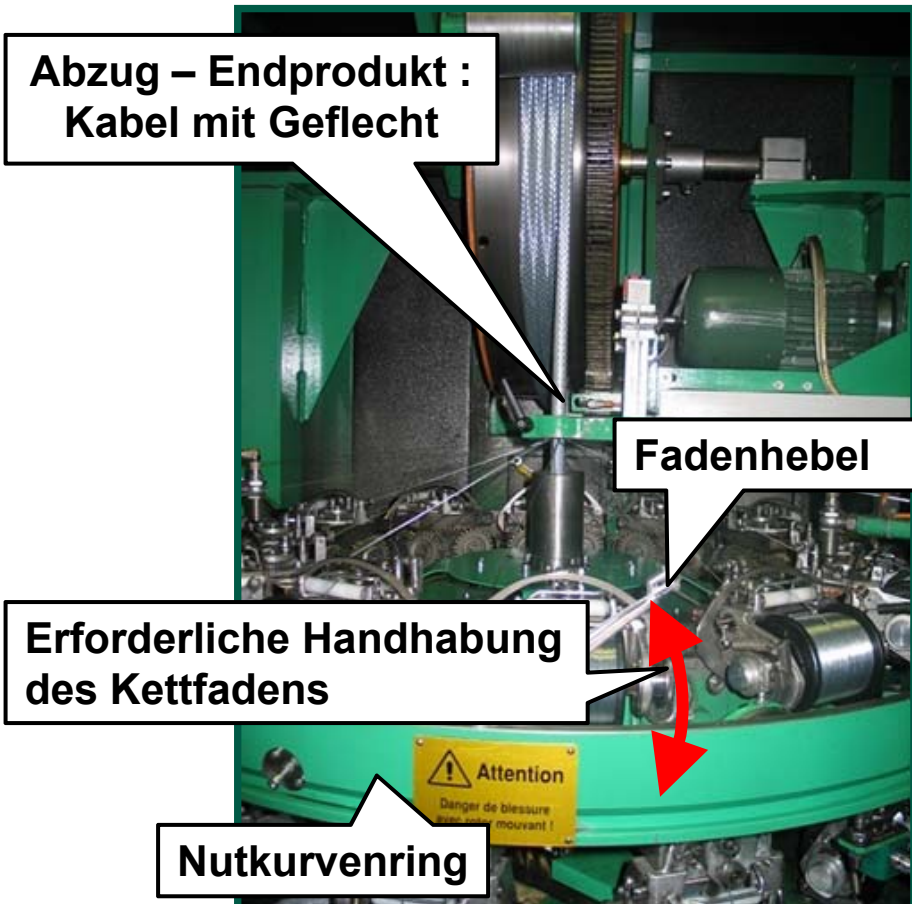
Bestehendes Maschinenkonzept

Die Hebelflechtmaschine wurde bereits im Vortrag von

Dipl.-Ing. Daniel Denninger

Einsatz von Pro/E-MCAD-Strategien zur integrativen Entwicklung des "Kettfaden"- Antriebssystems einer Rundflechtmaschine (2010)

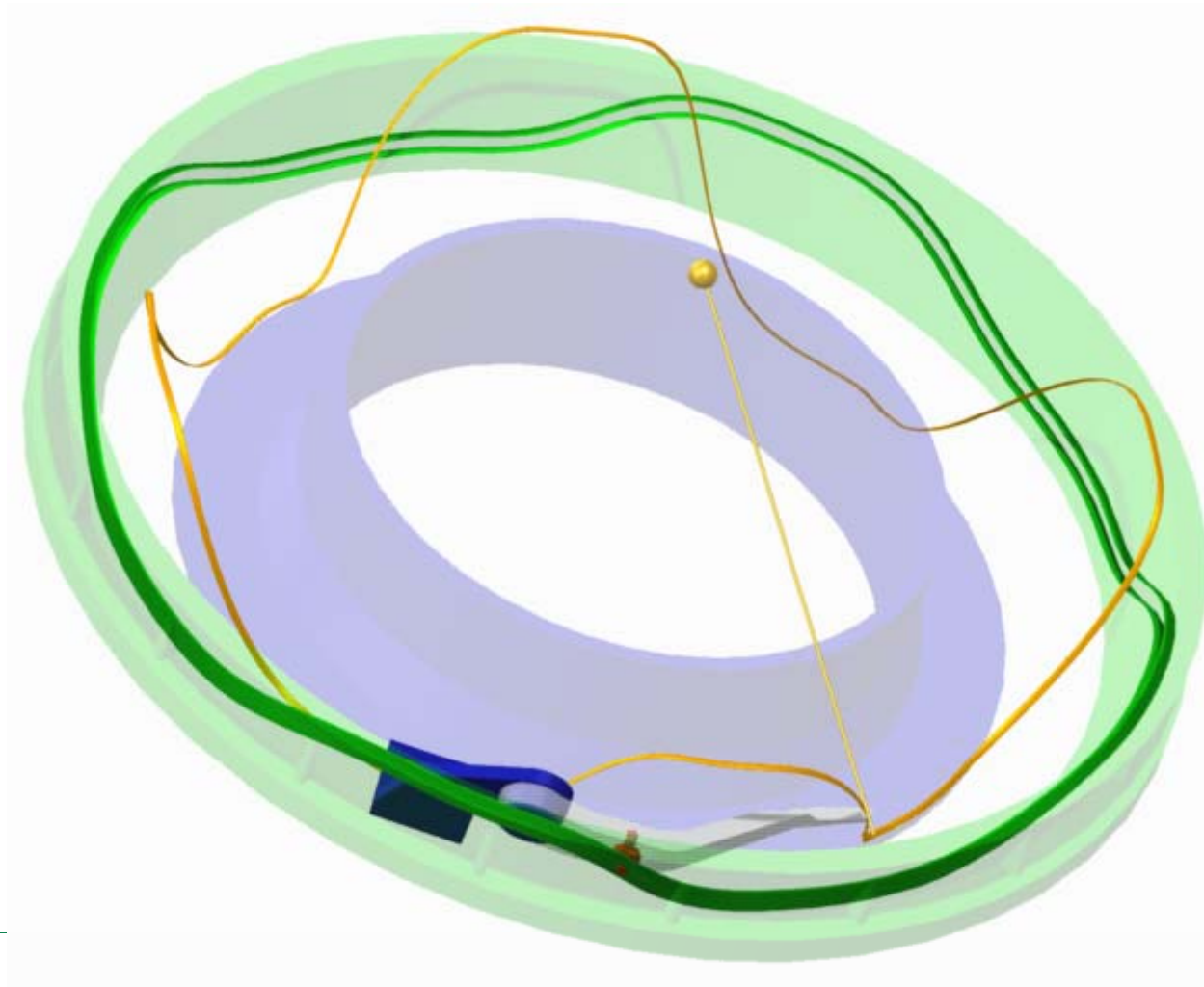
erläutert. Dabei ging es um das Ersetzen des Fadenhebels. In diesem Vortrag steht die Simulation und Optimierung des Fadenhebels im Vordergrund, weil er in bestehenden Kabelflecht- bzw. Textilmaschinen noch verwendet wird.



[Quelle: Fa. Lapp Kabel]

1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine

Simulation des bestehenden Maschinenkonzeptes

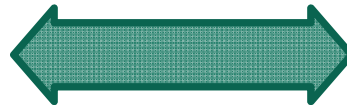


1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine
- 2. Analytische Beschreibung des räumlichen
Nutkurvengetriebes zur Kettfadenverlegung**
3. Simulationen
 - 3.1 Creo®
 - 3.2 RecurDyn®
4. Zusammenfassung und Ausblick

2. Analytische Beschreibung des Nutkurvengetriebes

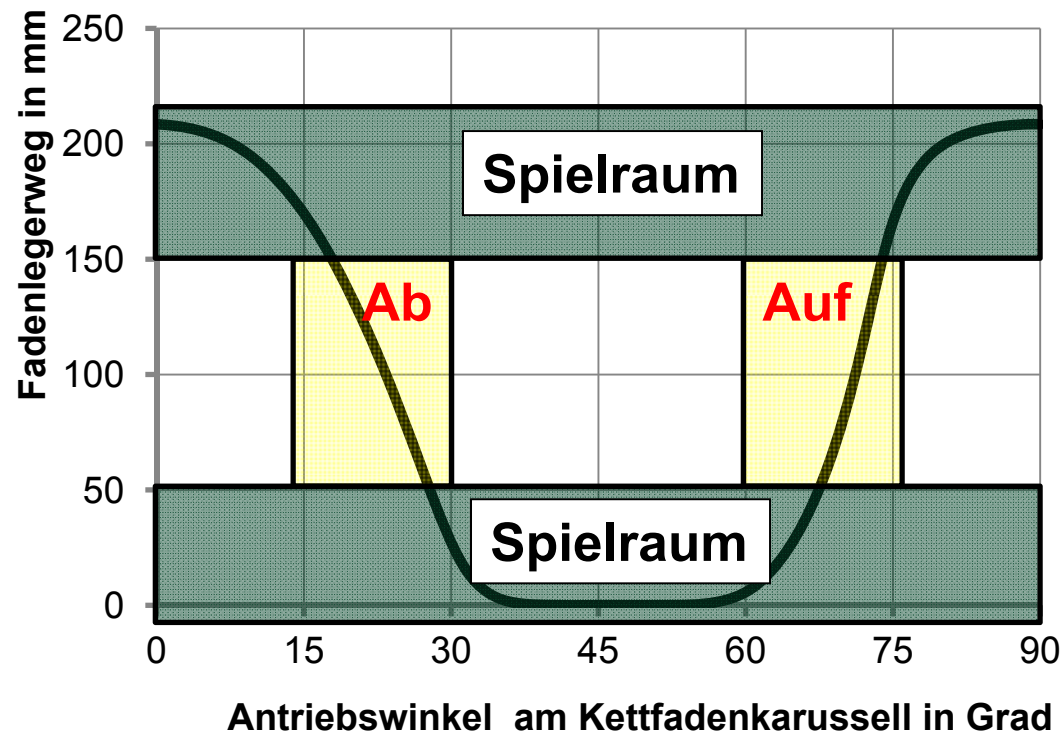
Rollenmittelpunktbahn

Übertragungsfunktion



Kinematisches Schema

Kinematik der starren Maschine



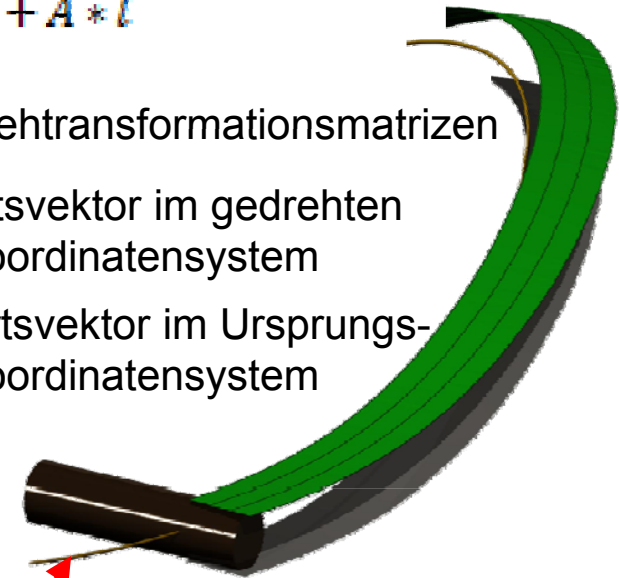
Koordinaten eines Körperpunktes
bezüglich des Ursprungs

$$r = r_0 + A * l$$

A -> Drehtransformationsmatrizen

l -> Ortsvektor im gedrehten
Koordinatensystem

r_0 -> Ortsvektor im Ursprungs-
Koordinatensystem



Rollenmittelpunktbahn (R)

2. Analytische Beschreibung des Nutkurvengetriebes

Beschreibung nach Kinematik der starren Maschine (Auszug)

1 Gestell

2 Rotor

3 Fadenhebel

$$r = r_0 + A * l$$

4 Abtastglied

A -> Drehtransformationsmatrizen

l -> Ortsvektor im gedrehten
Koordinatensystem

r_0 -> Ortsvektor im Bezugs-
koordinatensystem

**Ortsvektor im
Bezugskoordinatensystem:**

Verschiebung des Punktes des
Koordinatensystems 3 bzgl.
Koordinatensystems 2 -> r_{32}

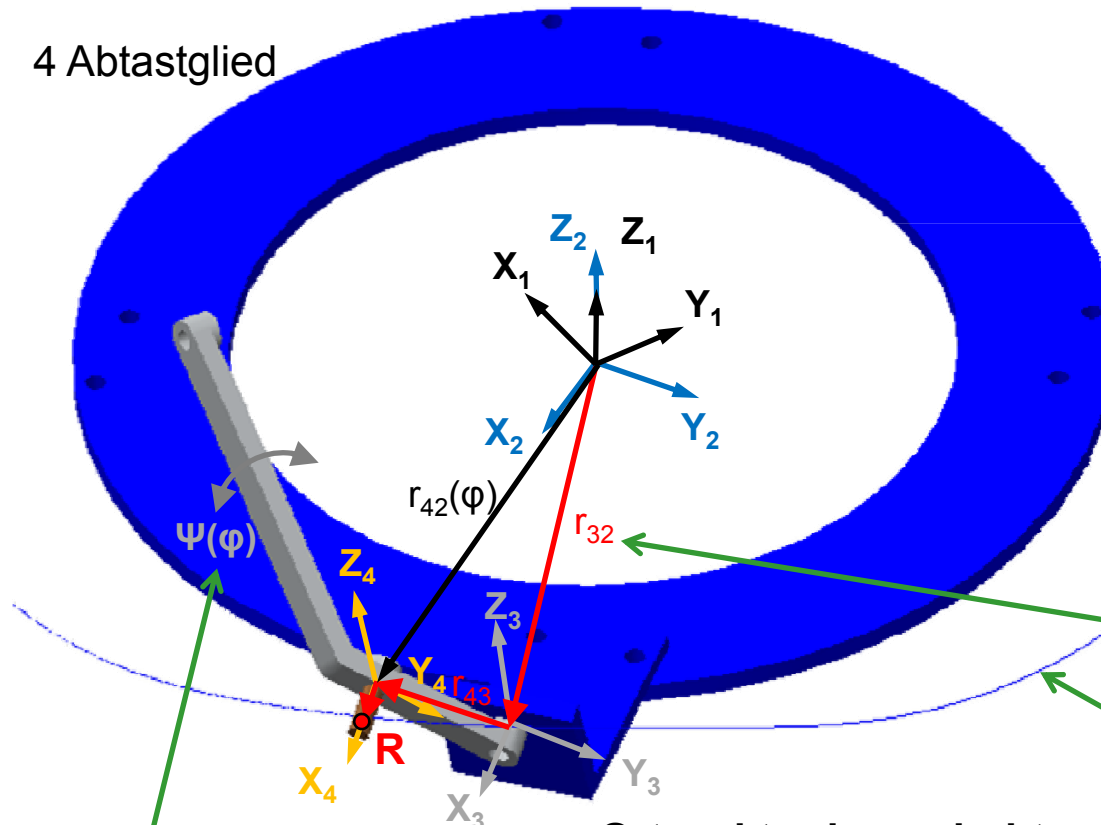
Rollenmittelpunkt R im Bezug
zum Koordinatensystem 1 ->
Rollenmittelpunktbahn $R(\varphi)$

Drehtransformationsmatrix:

$\Psi(\varphi) \rightarrow A_3(\varphi)$

**Ortsvektor im gedrehten
Koordinatensystem:**

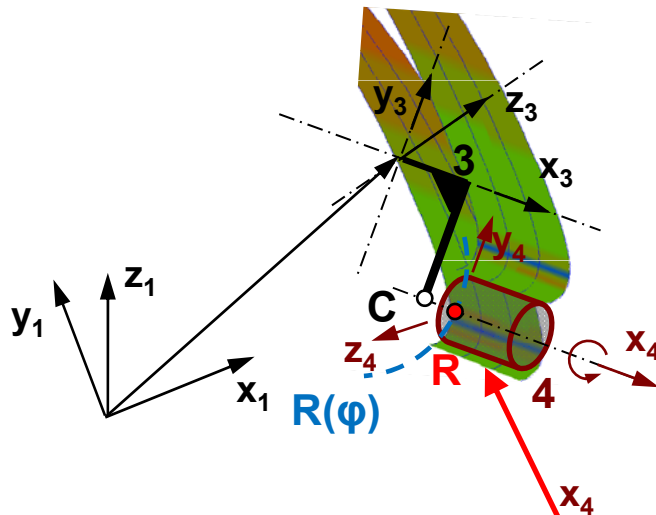
Vektor von r_{43} in Bezug
zum Koordinaten-
system 2 -> $r_{42}(\varphi)$



2. Analytische Beschreibung des Nutkurvengetriebes

Generierung der Führungsflächen

Erweiterung des
kinematischen Schemas



Flächenkrümmung kann zur Bewertung
der generierten Führungsflächen
herangezogen werden.

Rollenmittelpunktbahn ($R(\varphi)$)

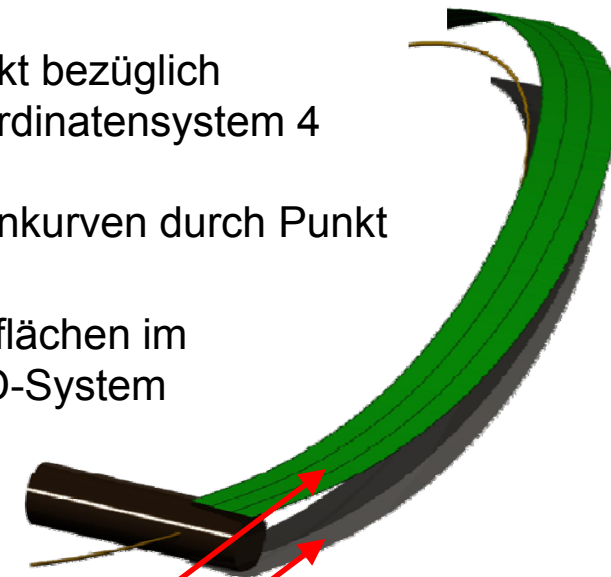
Erweiterung der Rollenmittelpunktbahn durch
Koordinatensystem des Abtastgliedes (4)

Drehtransformationsmatrix für
Koordinatensystem 4

Punkt bezüglich
Koordinatensystem 4

Bahnkurven durch Punkt

Hüllflächen im
CAD-System



Führungsflächen

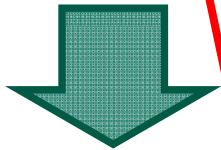
1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine
2. Analytische Beschreibung des räumlichen
Nutkurvengetriebes zur Kettfadenverlegung
- 3. Simulationen**
 - 3.1 Creo®**
 - 3.2 RecurDyn®**
4. Zusammenfassung und Ausblick

3. 1 Creo®

Systematisierung

Creo®

CAD-System mit MKS-
und FEM-Erweiterung

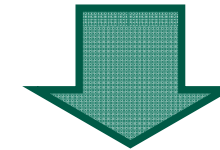


- Erweiterung der generierten Hüllflächen zu Körpern.
- Für die Simulation des Nutkurvengetriebes ist die **Rollenmittelpunktbahn (Spurkurve)** ausreichend.
- MKS- FE-Kopplung für dynamisch belastete Systeme **nicht** ohne weiteres möglich



RecurDyn®

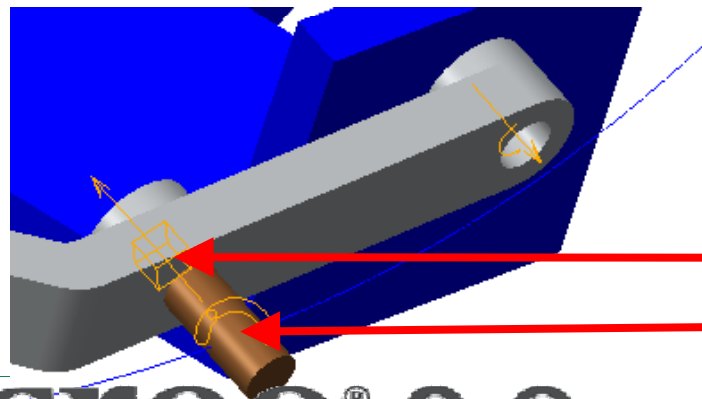
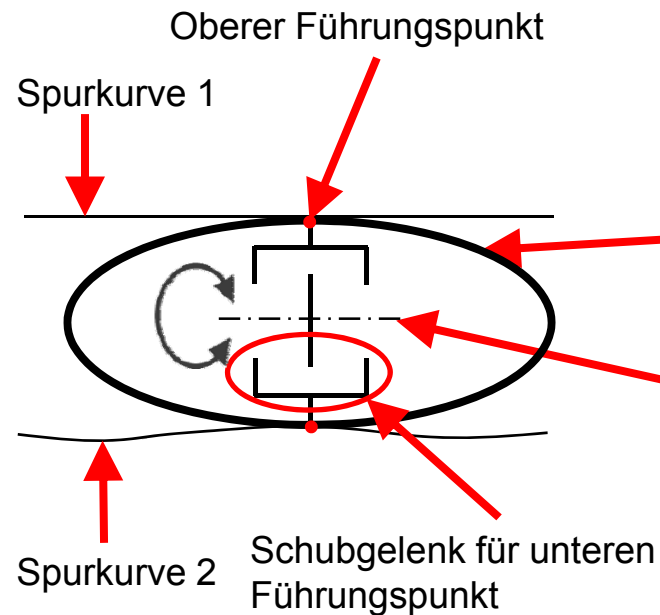
MKS-System mit FEM-
Erweiterung



- Keine Simulation mit Hüllflächen möglich
- Keine Möglichkeit der Erweiterung der Hüllflächen zu Körpern
- **3D-Kontakt** nur zwischen Körpern möglich
- MKS-FEM Kopplung für dynamisch belastete Systeme

3. 1 Creo®

MKS-Aufbau in Creo/Mechanismus®



creo® 2.0

Räumliches Nutkurvengetriebe in Creo®:

Erfordert ein sogenanntes „work-around“ !

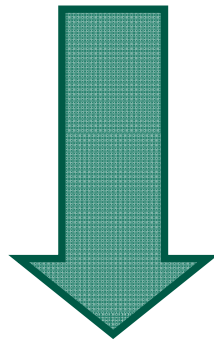
1. Variante über einen „Gleitstein-Dummy“

- 2 Schubgelenke zum Abstandsausgleich der Führungspunkte (rot dargestellt)
- 1 Drehachse zum Schräglagenausgleich
- realitätsnahe Abbildung der Bewegung eines Gleitsteins in einer räumlichen Nutkurve
- Analyse läuft u.U. nicht durch
- lange Rechenzeiten

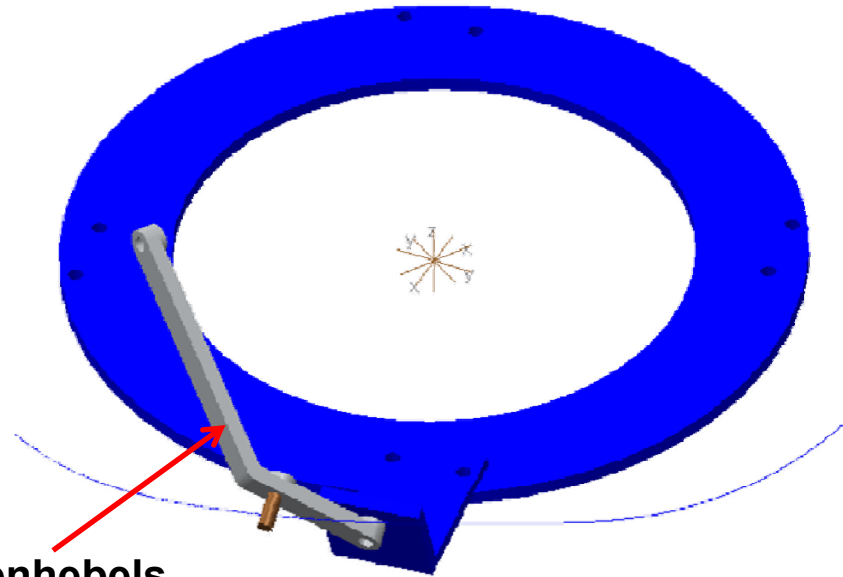
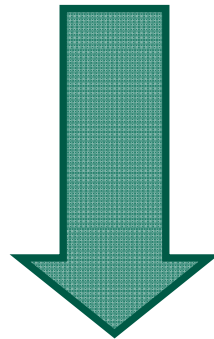
2. Variante über die Funktion Führungsdefinition (verwendete Variante)

- zusätzliches Schubgelenk benötigt
- Verwendung der Verbindungsdefinition „Führung“ auf der Spurkurve
- Analyse läuft u.U. nicht durch

Analysefähiges Modell des Nutkurven-
getriebes in Creo/Mechanismus®



Ziel: Simulation und Optimierung des Fadenhebels



Für den Fall des dynamisch belasteten Nutkurvengetriebes muss die Simulationsumgebung von Creo® verlassen werden um weiterführende Analysen durchführen zu können.

Schlussfolgerungen

- **Creo/Mechanismus®-Analysen** sind nur mit sogenannten „**work-arounds**“ für **räumliche Kurvengetriebestrukturen** anwendbar. Resultierende Ergebnisse müssen sorgfältig geprüft und verifiziert werden.
- **Creo/Simulate®-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 Simulate-Analyse zu simulieren)

! Kombination von MKS und FEM ?

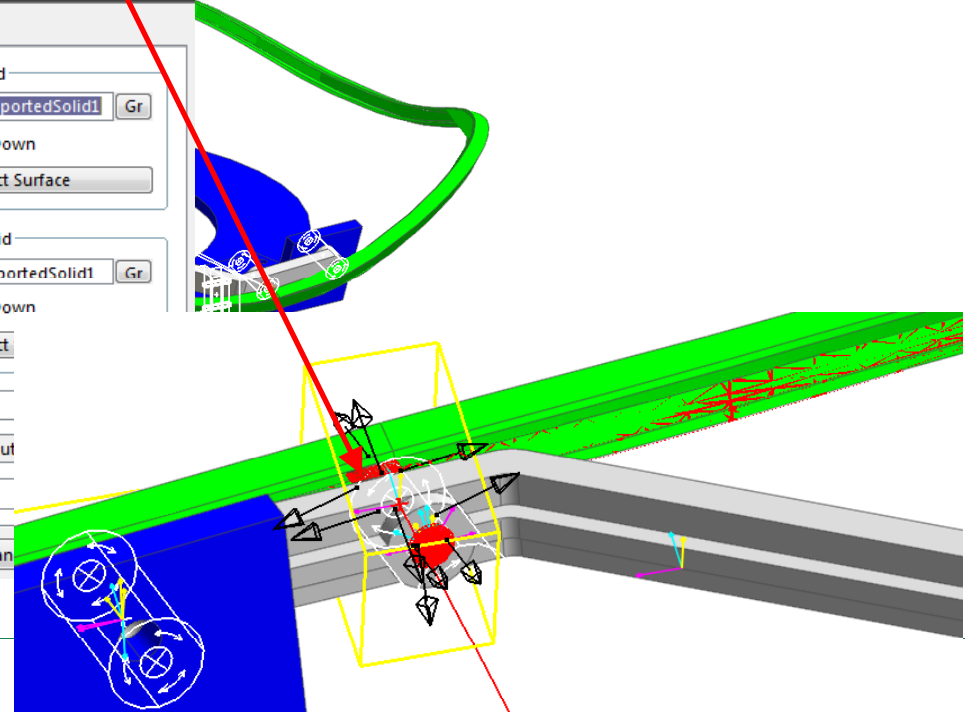
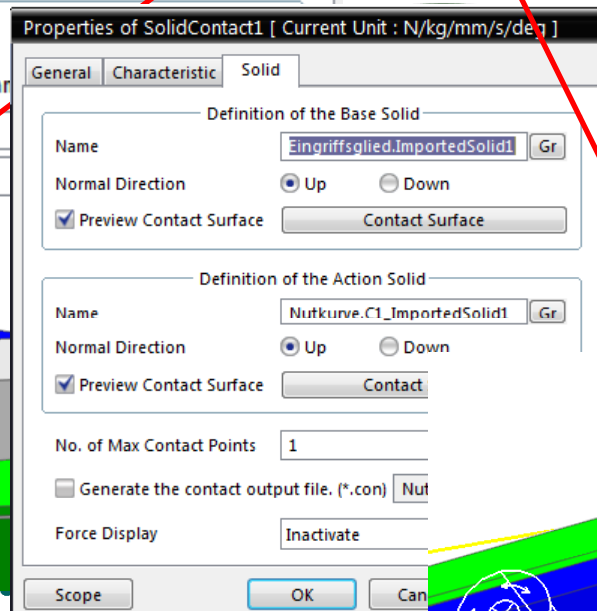
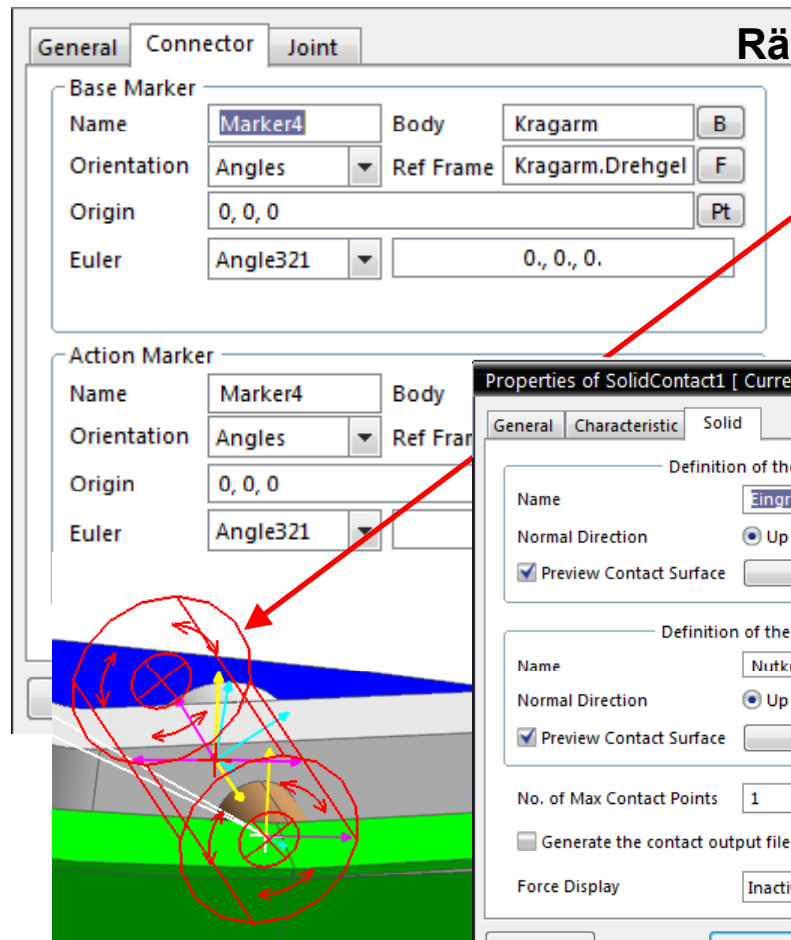


3. 2 RecurDyn®

MKS-Aufbau in RecurDyn®

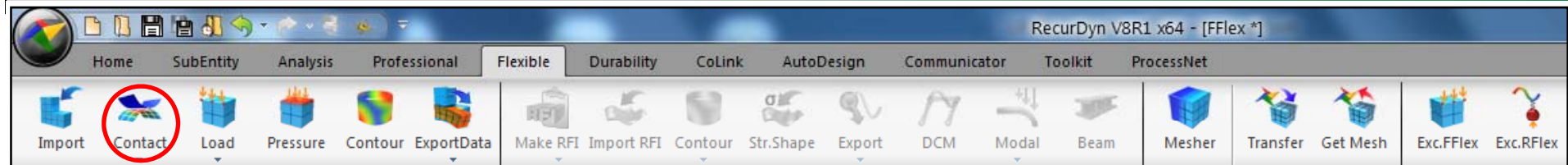
Räumliches Nutkurvengetriebe in RecurDyn:

- „Revolute“ für Drehgelenkige Verbindungen
- „Fixed“ für feste Verbindungen
- „Solid to Solid“ für die Definition des Kurvengelenkes



3. 2 RecurDyn®

Kontaktdefinitionen



Erläuterungen zu ausgewählten Kontaktdefinitionen:

FSurf.ToFSurf.
Surf.To FSurf.

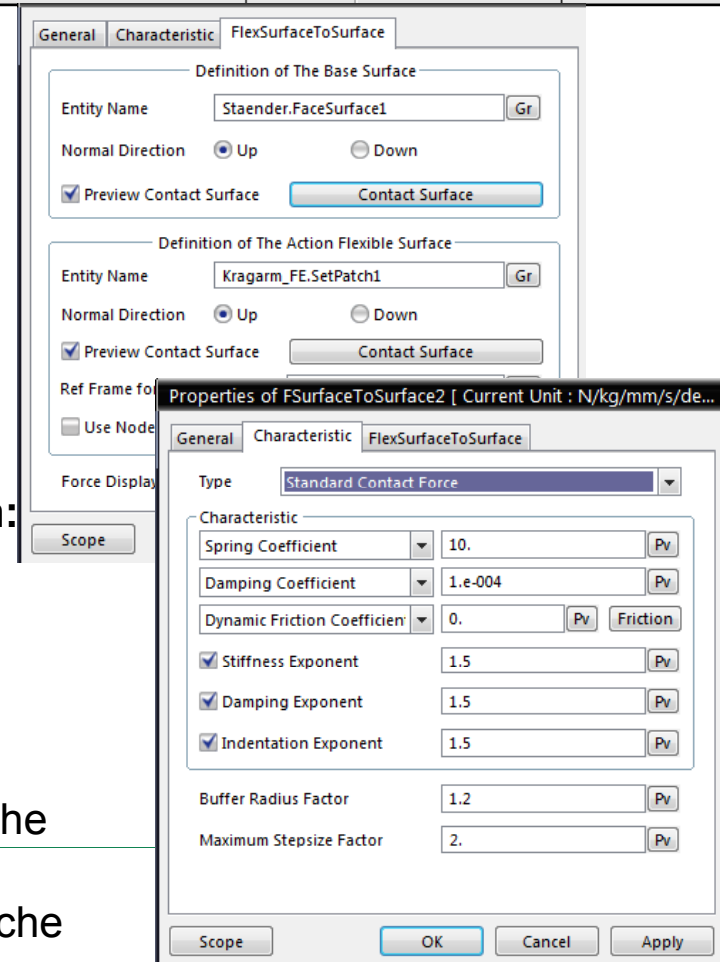
Kontakt zweier flexibler Bauteile
Kontakt eines flexiblen mit einem
starren Bauteil

Sph.ToFSurf.

Kontakt einer starren sphärischen
Körpers mit einer flexiblen Oberfläche

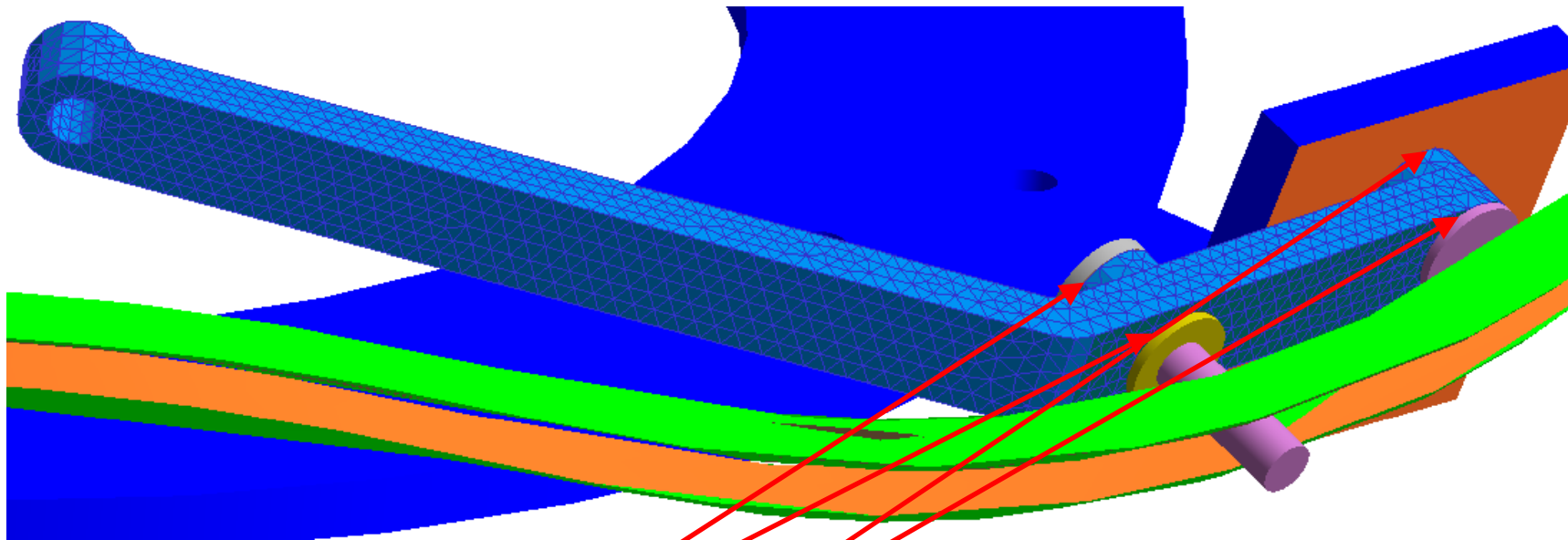
Cyl.ToFSurf.

Kontakt zwischen einem starren
Zylinder und einer flexiblen Oberfläche



3. 2 RecurDyn®

Aufbau des Modells mit flexiblen Bauteilen



Kontaktdefinitionen im vorliegenden Beispiel:

- Zwei Planflächen Abtastglied – Fadenhebel
- Zwei Planflächen Fadenhebel – Rotor
- Eine Zylinderfläche Abtastglied – Fadenhebel
- Eine Zylinderfläche Fadenhebel – Rotor

Die Integration flexibler Bauteile erfolgt über Kontaktdefinitionen **FSurf.ToSurf. (starre Fläche - flexibler Fläche)** und **Cyl.ToFSurf (Zylinderfläche - flexible Fläche)**.

Dazu müssen in flexiblen Bauteilen die Knoten zu einer Fläche zusammengefasst werden.

1. Antriebskonzept der Hebelflechtmaschine
2. Analytische Beschreibung des räumlichen
Nutkurvengetriebes zur Kettfadenverlegung
3. Simulationen
 - 3.1 Creo®
 - 3.2 RecurDyn®
- 4. Zusammenfassung und Ausblick**

4. Zusammenfassung und Ausblick

Simulation und Optimierung eines räumlichen Kurvengetriebe

Konstruktive Änderungen an Bauteilen lassen sich leicht und unkompliziert in Creo® für eine statische Betrachtung simulieren

Mit dem gezeigten Ansatz des Erstellen des CAD-Modells in Creo® und der Integration in RecurDyn® kann auch eine dynamische Betrachtung durchgeführt werden

Mit RecurDyn® wird ebenso die Simulation einer veränderten Form des Abtastgliedes ermöglicht

Wenn alle konstruktiven Optimierungsmöglichkeiten ausgeschöpft sind, bietet MOCAD die Möglichkeit die Bewegung des Fadenhebels in den technologischen Randbedingungen zu variieren um eine geschwindigkeits- und beschleunigungsgünstigere Übertragungsfunktion zu ermitteln.

MOCAD ist eigentlich ein grafisch interaktives Tool zur modularen Berechnung von Kurvengetrieben und elektronischen Kurvenscheiben.



www.mocad.info

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**

