

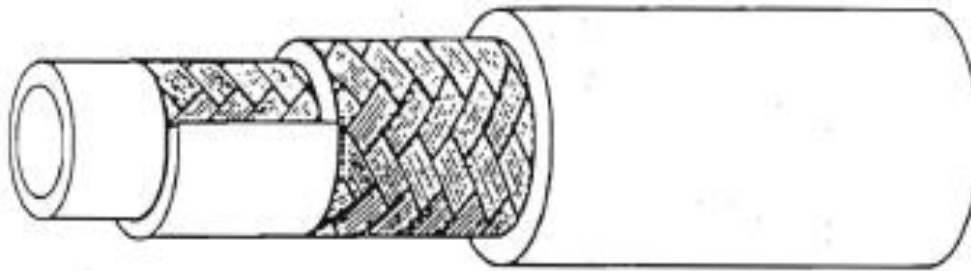
Einsatz von Pro/E-MCAD-Strategien zur integrativen Entwicklung des "Kettfaden"- Antriebssystems einer Rundflechtmaschine

Dipl.-Ing. Daniel Denninger

- 1 Einleitung – Rundflechten**
- 2 Schritte der Getriebeauslegung**
- 3 Elliptisches Zahnradpaar als Vorschaltgetriebe**
- 4 Integrierte FEM-Analyse einzelner Bauteile**
- 5 Zusammenfassung**

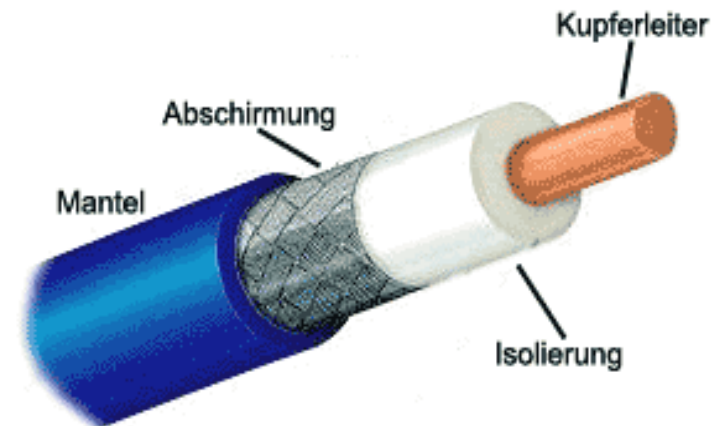
Flechtprodukte einer Rundflechtmaschine

Schlauch und Kabelarmierung – Flechten



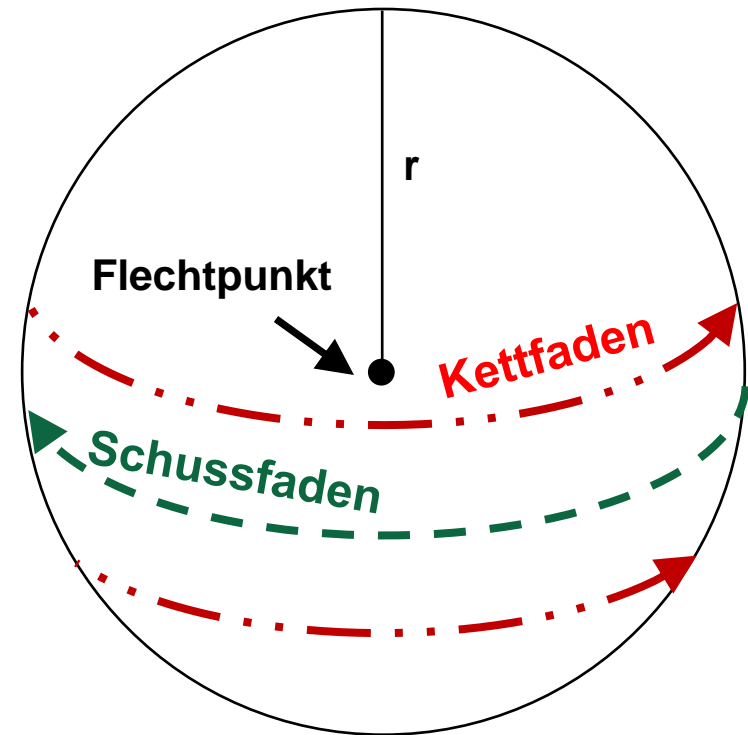
- für Schläuche mit Textil und Stahlgeflecht für Nieder- und Hochdruckschläuche
- für Kabel mit Cu – Textil – und Stahlgeflecht, als Außenleiter (Koaxial) und zur Verstärkung

Cinch - Kabel



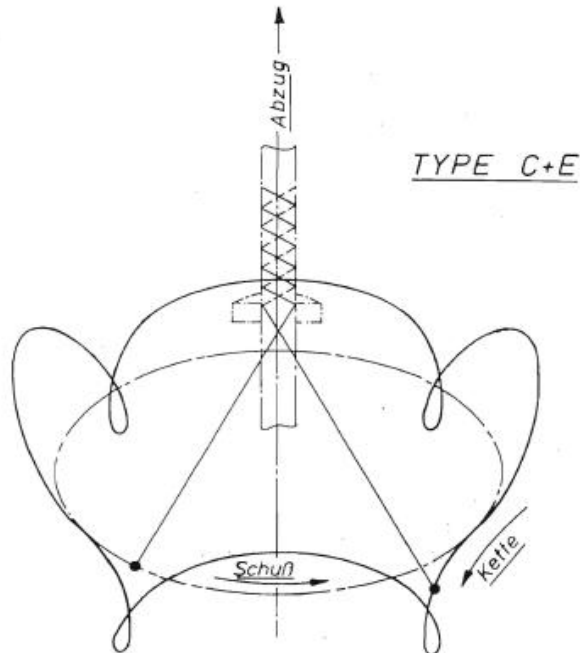
Schnellflechtmaschinen System „Horn“

- 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 (Geflechtsqualität)
- 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)



Prinzip der Rundflechtmaschinen

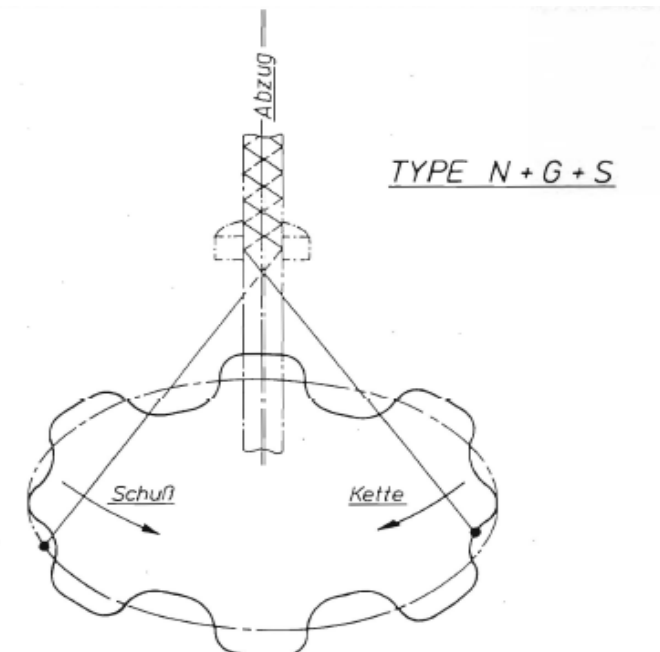
Umlauadflechtmaschine



Spulenumlauf = Rotordrehzahl
Ein **Umlaufzahnrad** führt den Faden der unteren Spulenträger über die oberen.
Der Kurvenverlauf entspricht einer Zykloide.

Bindungen: 1 über 1, 1 über 2, 1 über 3

Hebelflechtmaschine



Spulenumlauf = Rotordrehzahl
Eine **feststehende Kurvenbahn** führt den Faden der unteren Spulenträger über die oberen.
Der Kurvenverlauf entspricht einer Sinuskurve.

Bindung: 2 über 2

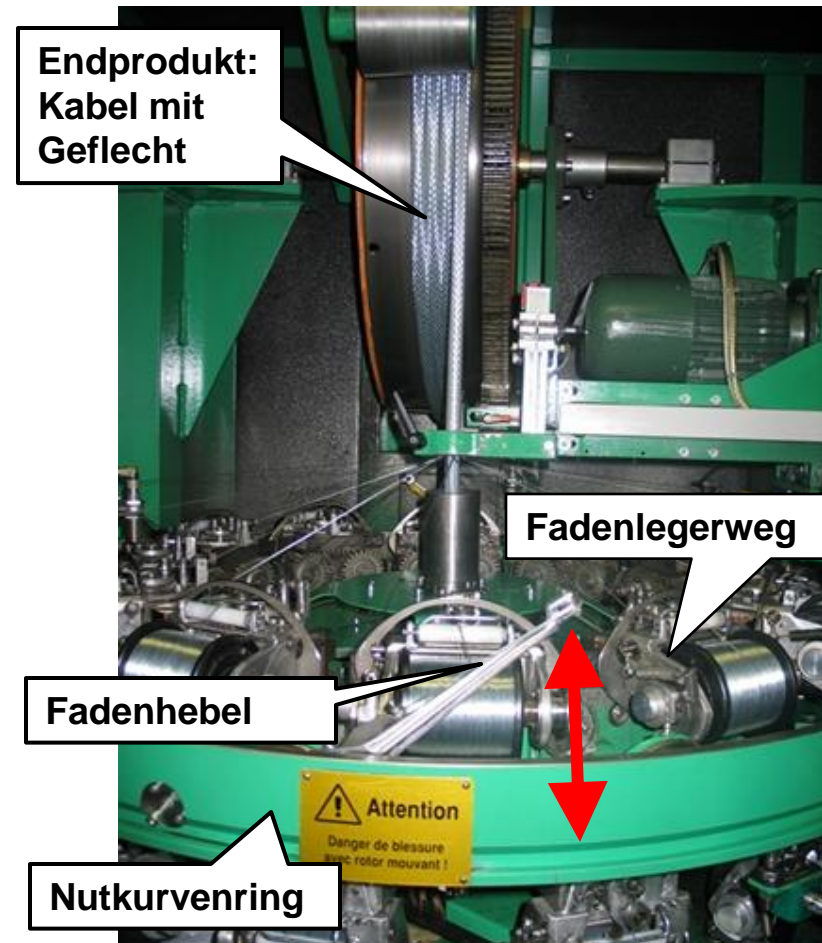
Hebelflechtmaschine

Funktionsweise

- Zwei **gegenläufige Karusselle** rotieren um den **feststehenden Nutkurvenring**
- **Fadenhebel** gelagert in Kurvenführung
- Erzeugt **Auf- und Abbewegung** zur Verlegung des Kettfadens

Nachteile

- Fadenhebel neigt zu **Schwingbewegung**
- Abweichungen in der Form der Nutkurve übertragen sich auf den Fadenhebel
- Diese abnormalen **Schwingungen** führen vor allem bei hohen Drehzahlen zum **Fadenbruch**



[Quelle: Fa. Lapp Kabel]

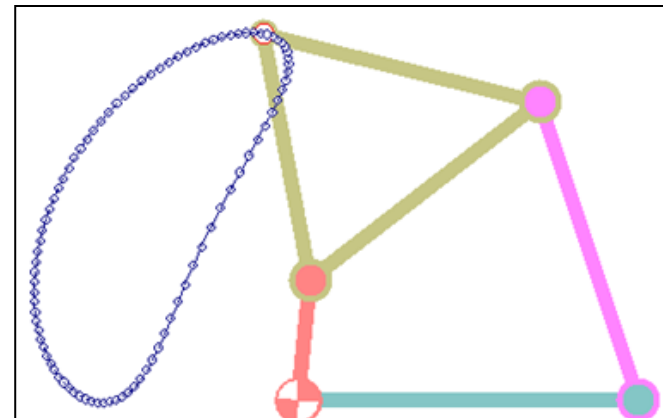
Bewegungsaufgabe

Übertragungsgetriebe (ÜG)



Kurbelpresse (Exzenterpresse)

(Punkt-) Führungsgetriebe (FG)



Kurbelschwinge

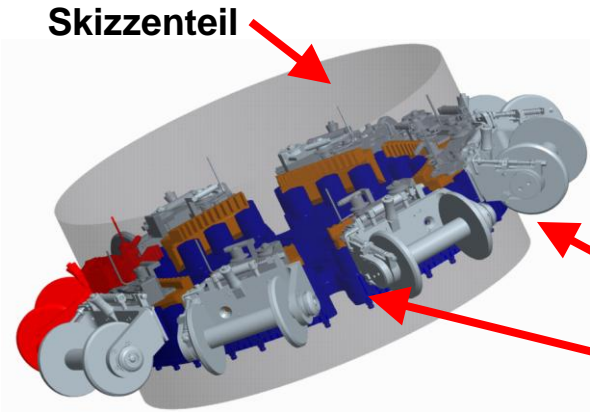
Verlegekurve des Kettfadens:

- **Führungsbahn** des Kettfadens
- Verlegepunkt einer Getriebestruktur beschreibt die Bahn beim Verlegen
- Berücksichtigung der vorherrschenden geometrischen Randbedingungen
- Überlagerung von Rotation und Translation
- Nötige Rotation über den Rotor der Kettfadenkonstruktion
- Erforderliche Translation durch Getriebestruktur auf dem Rotor

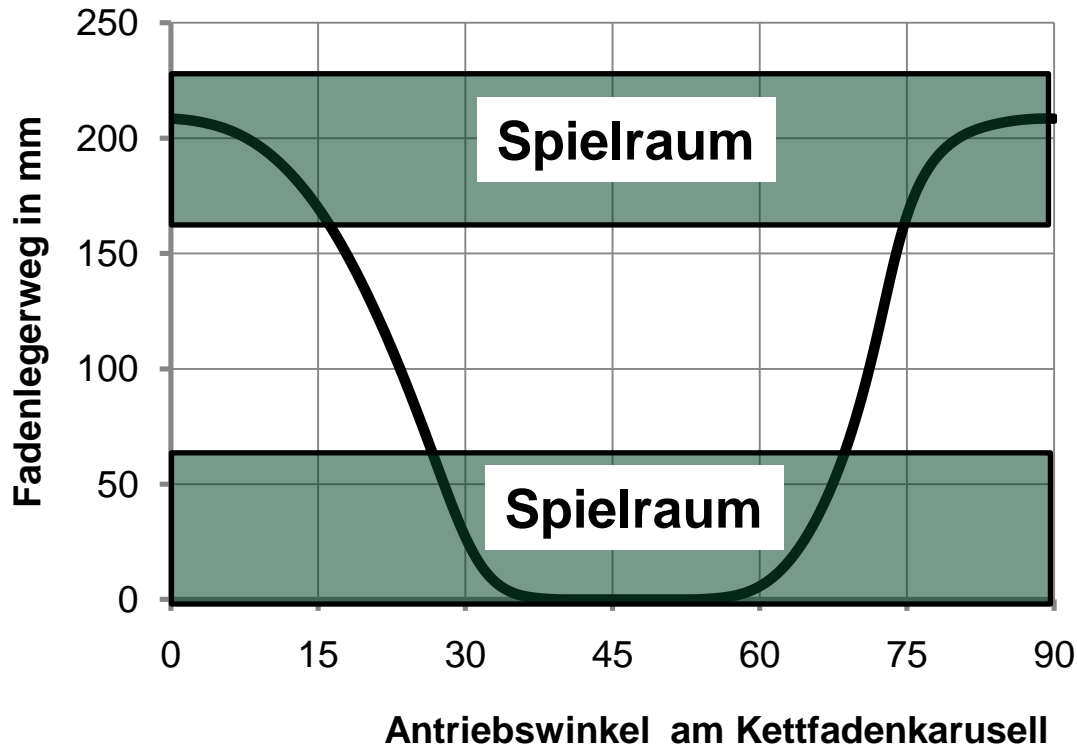
Bewegungsaufgabe

Pro/Engineer:

- Vereinfachtes Modell mit geom. Randbedingungen
- Zylindrische Anordnung
- Servomotor für **Rotation**
- Servomotor für **Translation**
- **Spurkurve** zur Visualisierung/ Auswertung



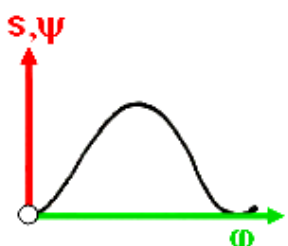
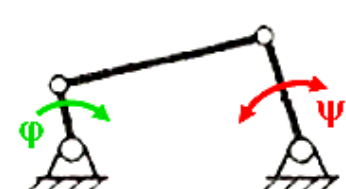
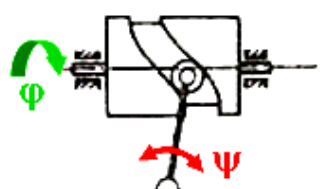
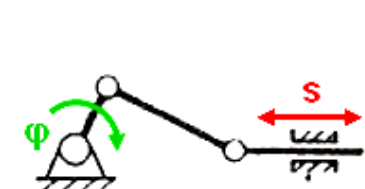
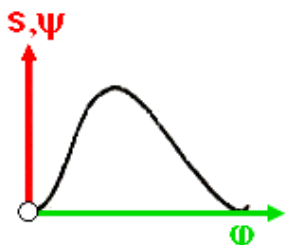
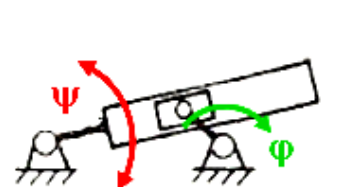
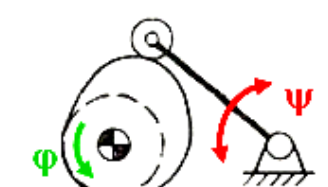
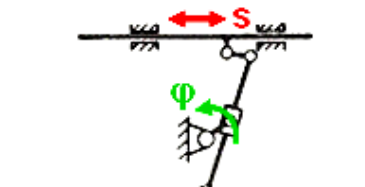
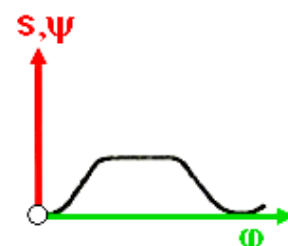



Übertragungsfunktion 0. Ordnung
Nutkurvengetriebe





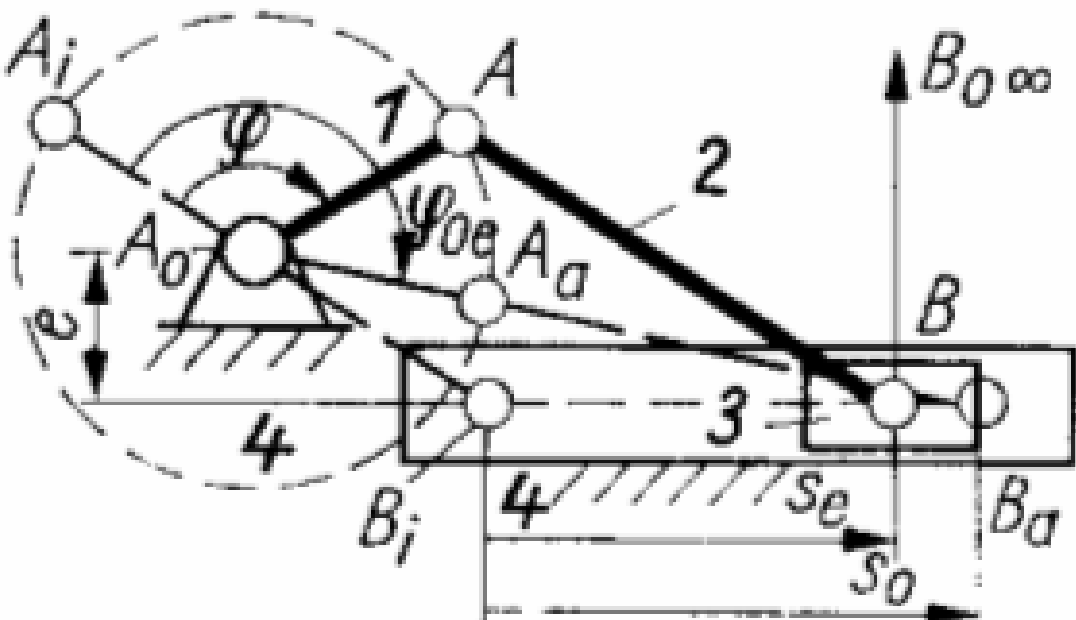
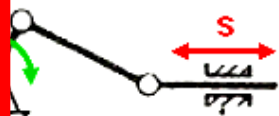
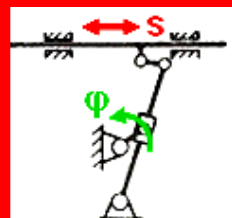
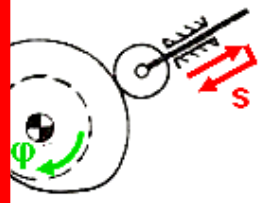
Segmente mit Spulenträgern

Schussfadenplatte

Strukturauswahl

| Bewegungs- übertragung | | Übertragungs- funktion | Form der Abtriebsbewegung (Beispiele) | | |
|---------------------------|--------------|---|--|---|---|
| | | | Drehen | | Schieben |
| schwingend | |  |  Kurbelschwinge |  Kurvengetriebe |  Schubkurbel |
| | Schwingdauer |  |  Kurbelschleife |  Kurvengetriebe |  Koppelgetriebe |
| | Rast |  |  Koppelrastgetriebe |  Koppelrastgetriebe |  Kurvengetriebe |

Strukturauswahl

| Bewegungs- übertragung | Übertragungs- funktion | Form der Abtriebsbewegung (Beispiele) | |
|---------------------------------|---------------------------|---|---|
| | | Drehen | Schieben |
| | s, ψ |  |  |
| Schubkurbelkette (3D,1S) | |  | |
| | |  Schubkurbel | |
| | |  Doppelgetriebe | |
| | |  Kurvengetriebe | |

Skelett – Modell für die quantitative Synthese

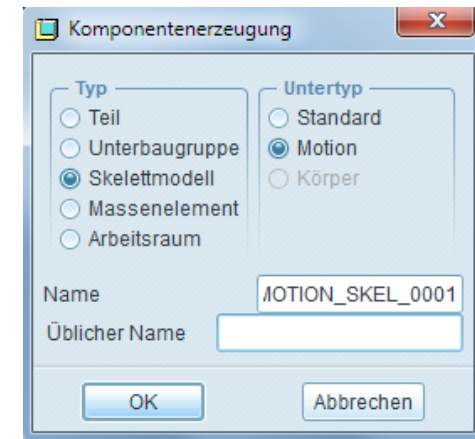
- Skelett-Modelle erfassen **Konstruktionsabsicht und Produktstruktur**
- Die hinterlegten Informationen sind **Masterdefinitionen für Geometrien**
- Änderungen wirken sich auf die Komponenten aus

Steuerbare Informationen

- **Produktstruktur**
- **Position** von Schnittstellen und **3D Größenansprüche**
- **Verbindungen** und **Mechanismen**

Motion-Skelett

- definiert Bewegungen von Körpern
- ist eine Unterbaugruppe der aktiven Baugruppe
- enthält relativ zueinander bewegliche Skelettkörper → wie die Körper der Baugruppe sich bewegen sollen
- ermöglicht die konzeptionelle Konstruktion zu erfassen und die Kinematik zu testen



Konstruktionsskelett

vorhandenes Skelett oder Skizze

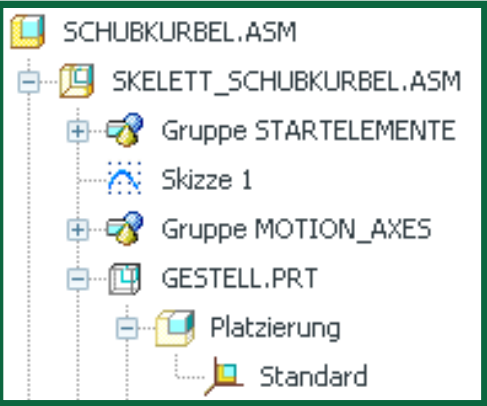
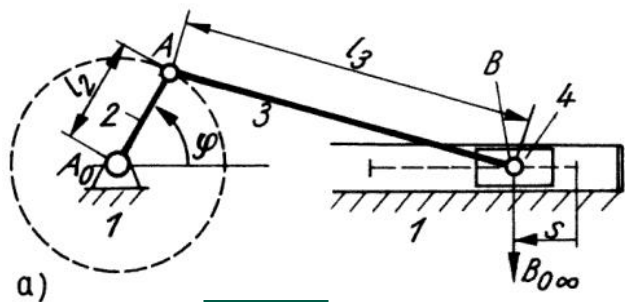
Skelettkörper

Komponenten erzeugt aus Körperskelett

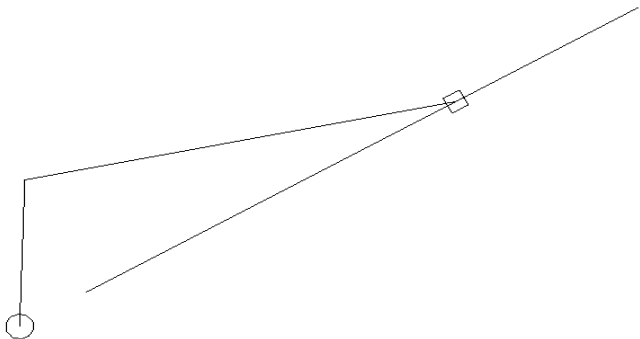
Randbedingungssätze

Definieren die kinematischen Zusammenhänge

Aufbau eines Motion-Skelettes „Schubkurbel“



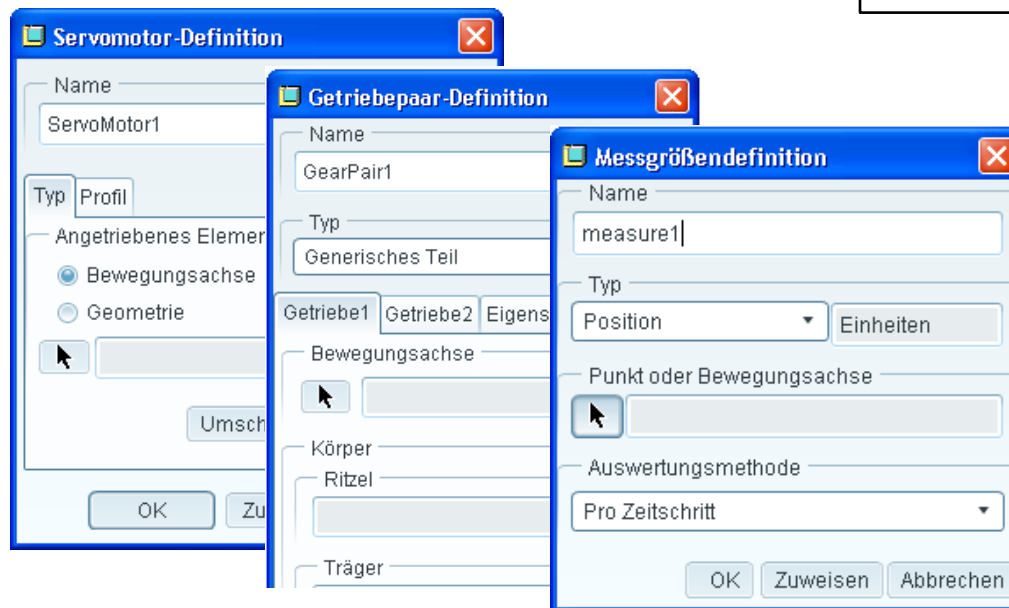
1. Erzeugen einer neuen Baugruppe
2. Komponentenerzeugung mit den Einstellungen
Typ: *Skelettmodell* / Untertyp: *Motion*
3. **Motionskelett aktivieren** & Skizze erzeugen
4. Skelett-Körper erzeugen mit den Einstellungen
Typ: *Skelettmodell* / Untertyp: *Körper*
5. Der erste Körper ist immer gestellfest
6. Weitere Komponenten erzeugen und platzieren
7. Bewegungsfähigkeit testen („*Punkt Ziehen*“)



Schritte der Getriebeauslegung

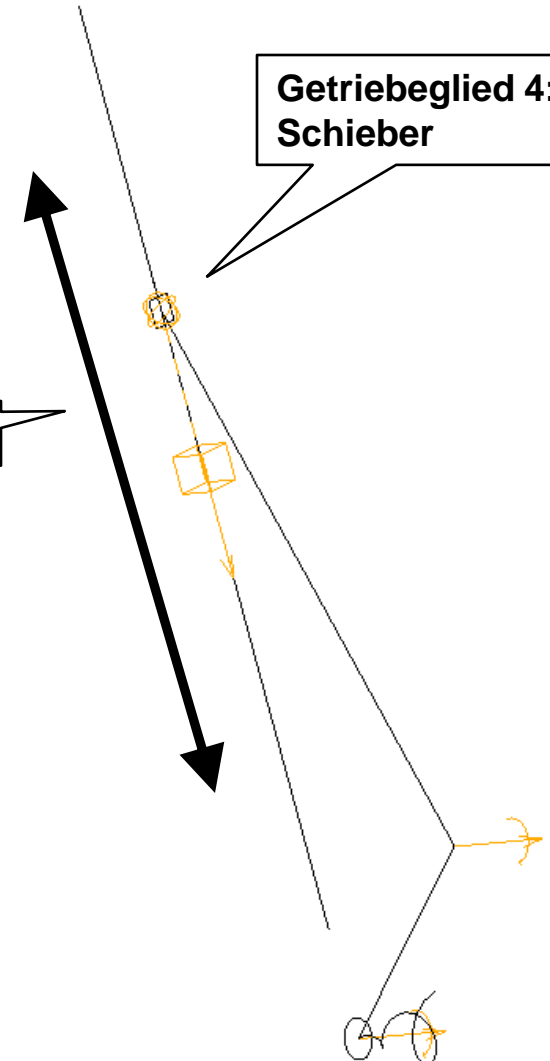
Analyse der Schubkurbel

1. In Pro/Mechanismus ist ein entsprechender **Antrieb** (Servomotor) zu definieren.
2. Anschließend können alle funktionsrelevanten **Mechanismus KE's** (Getriebeverbindungen etc.) definiert werden.
3. **Messgrößen** sind zu erzeugen



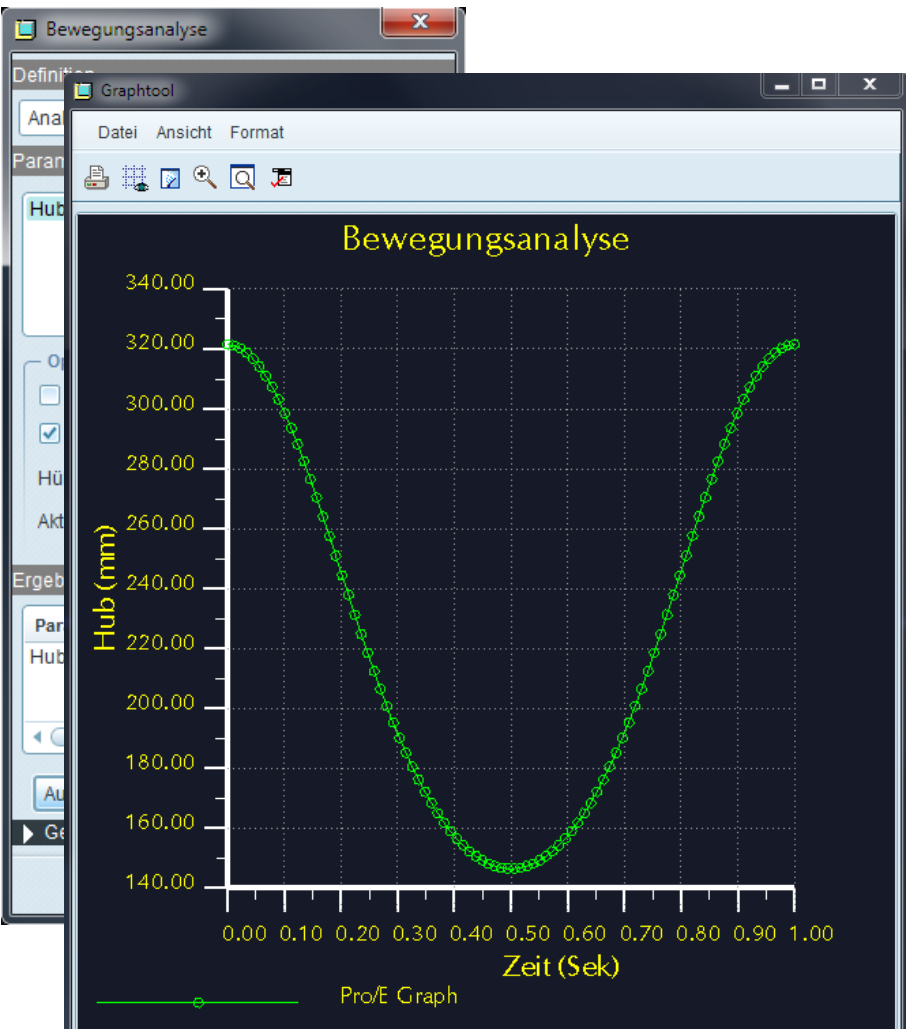
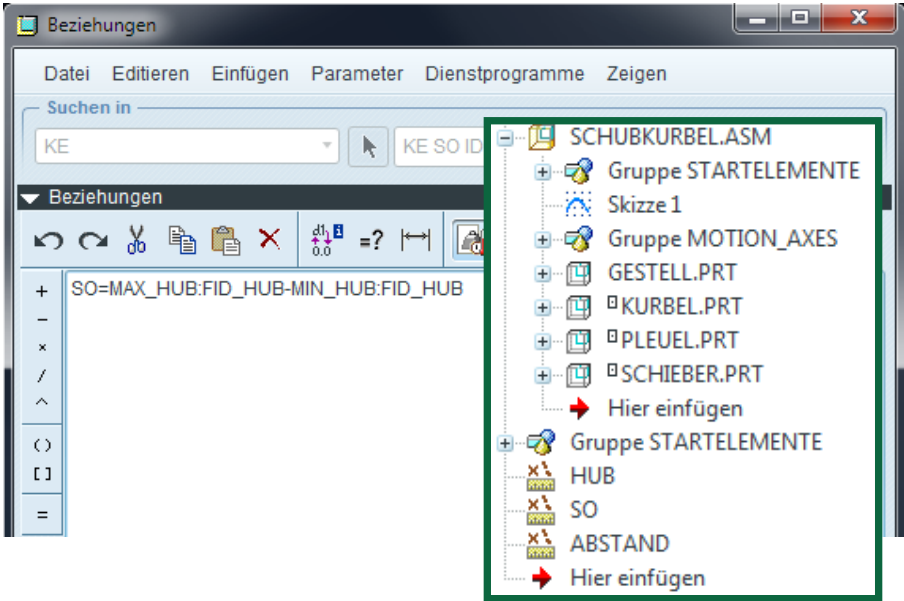
Fadenlegerweg

Getriebeglied 4:
Schieber



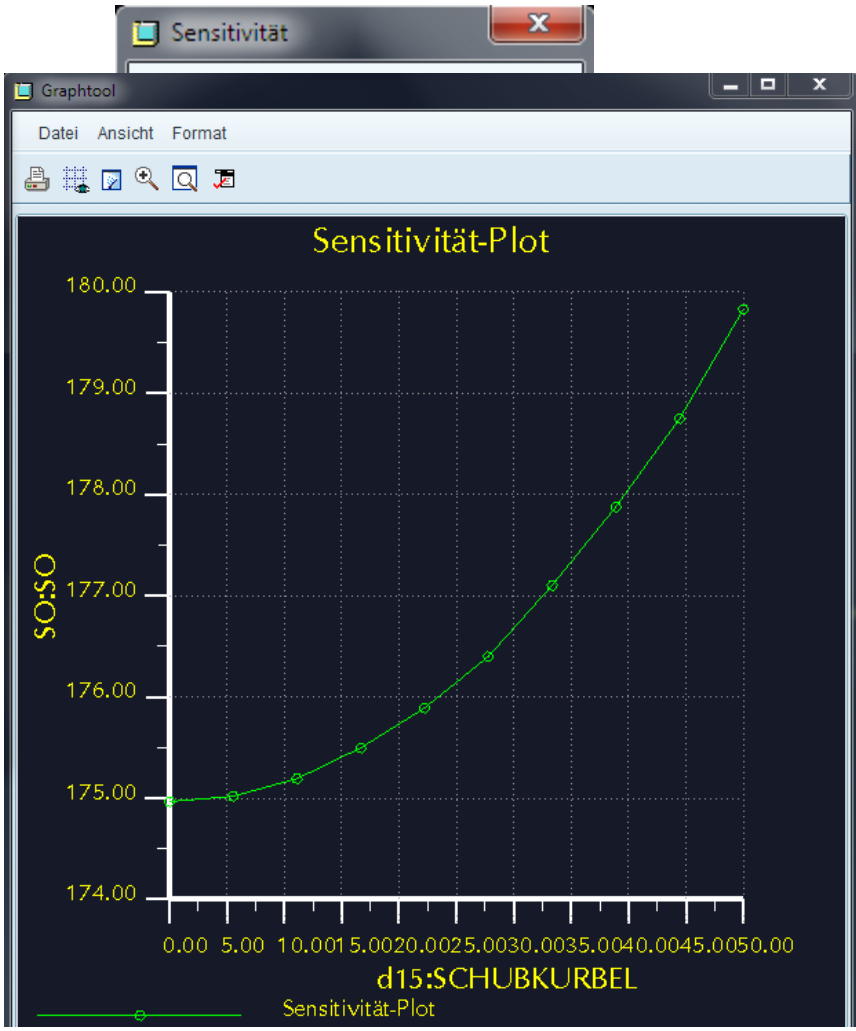
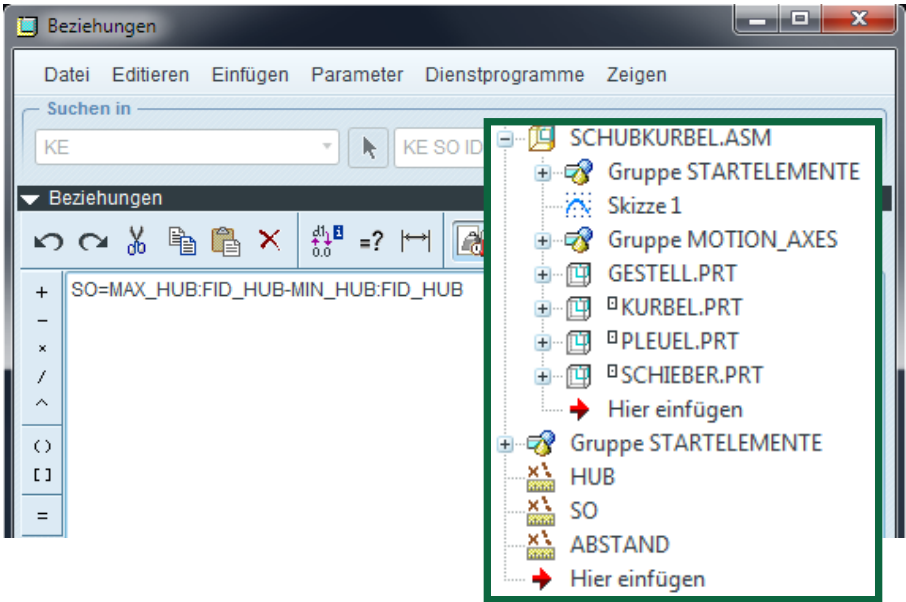
Sensitivitätsstudien an der Schubkurbel

- 1. Ausführen einer **Bewegungsanalyse**
- 2. Beziehungen und weitere notwendige **Analyse KE's** (Bemaßungen, Messgrößen) erzeugen

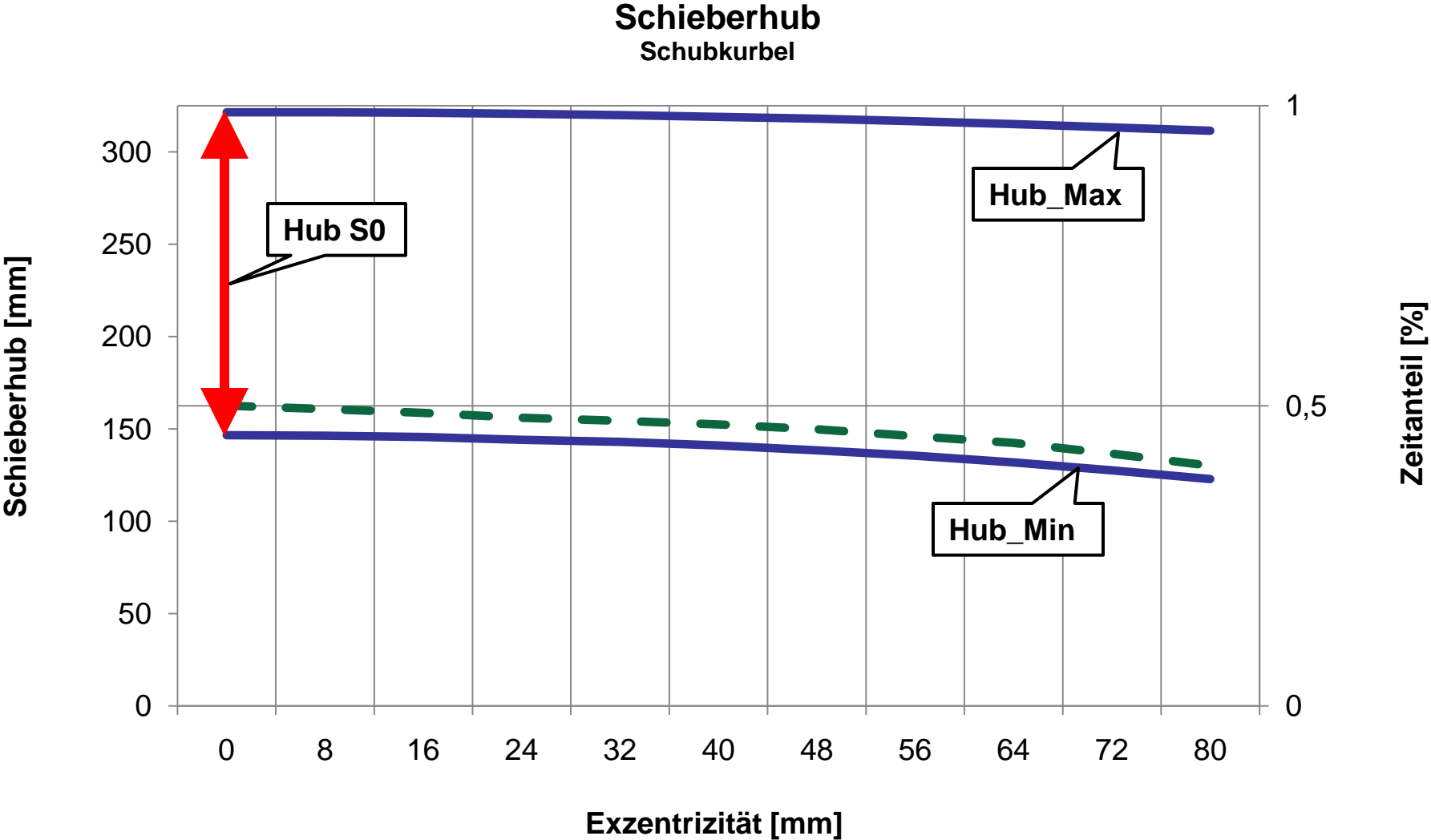


Sensitivitätsstudien an der Schubkurbel

- 1. Ausführen einer **Bewegungsanalyse**
- 2. Beziehungen und weitere notwendige **Analyse KE's** (Bemaßungen, Messgrößen) erzeugen
- 3. **Sensitivitätsstudie** definieren und ausführen

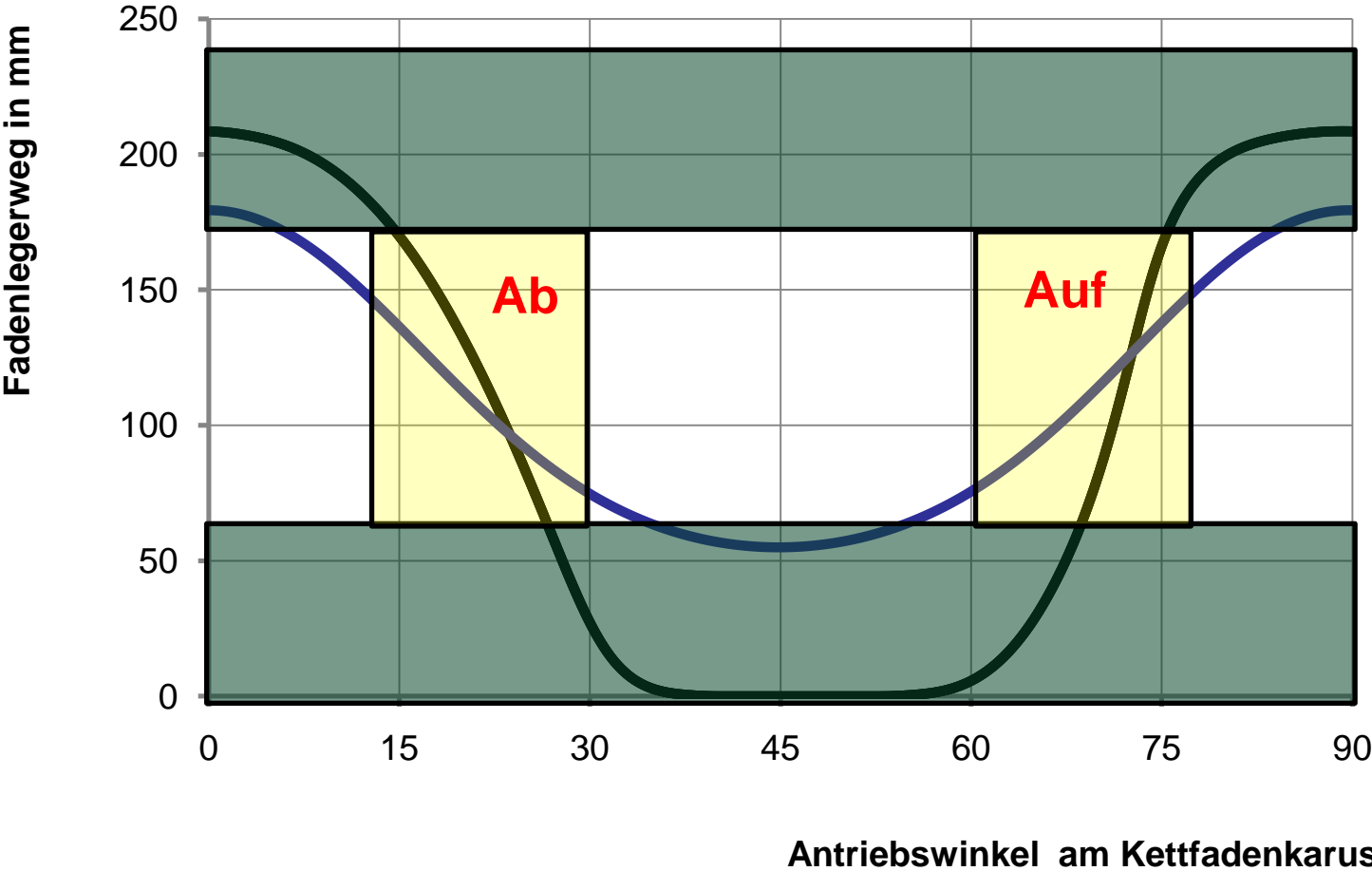


Schieberhub in Abhängigkeit der Kurbelexzentrizität



Fadenlegerweg mit zentrischer Schubkurbel

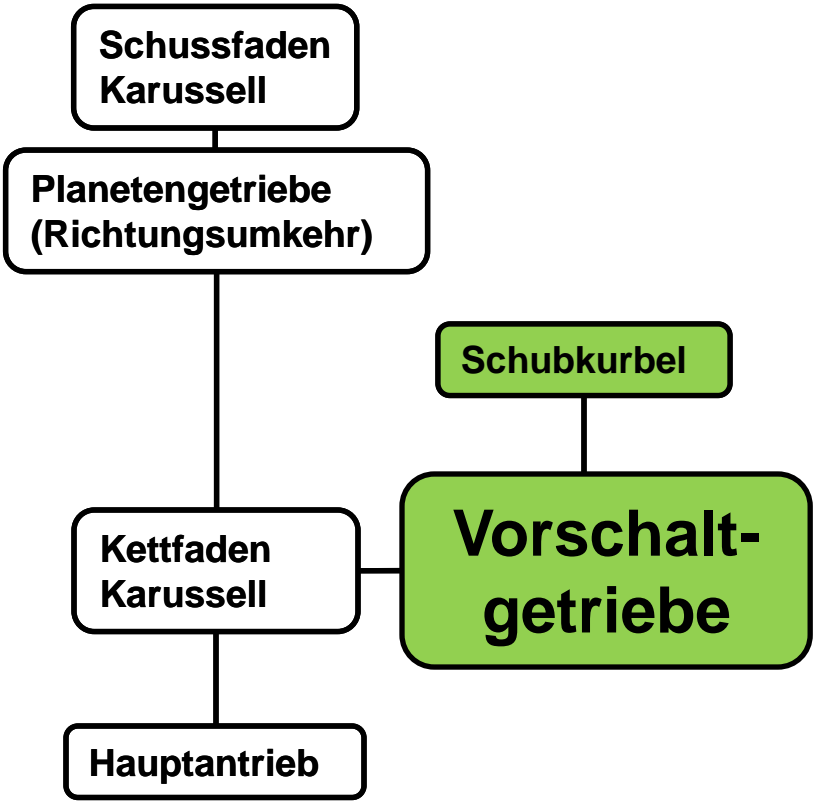
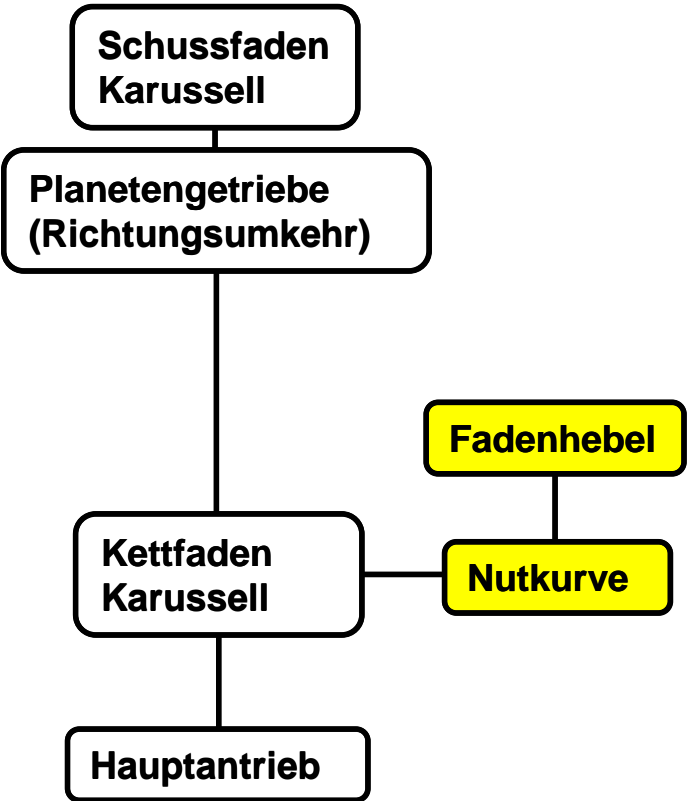
Übertragungsfunktion 0. Ordnung
Nutkurvengetriebe / Schubkurbel



Antriebsschema

Hebelflechtmaschine Type N + G + S

Entwicklung



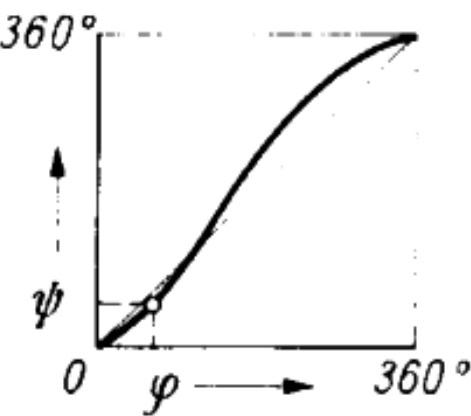
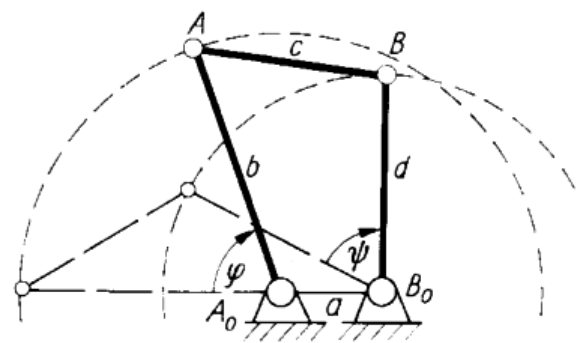
Erzeugen eines nichtlinearen Bewegungsverlaufes

Vorschaltgetriebe

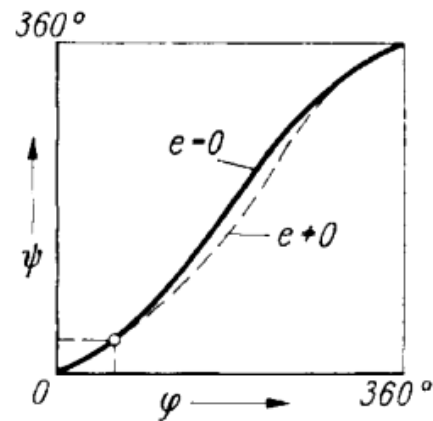
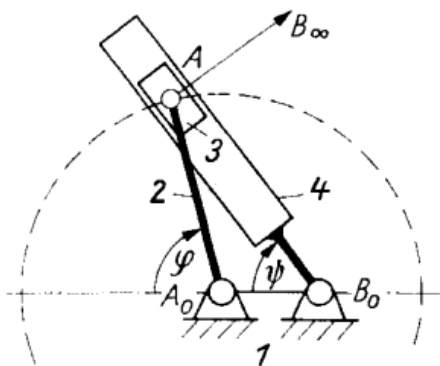
- Übertragungsfunktion 0. Ordnung mit Schubkurbel näherungsweise nachgebildet
- Anpassen des Bahnverlaufes an **spezielle geometrische Randbedingungen**
- **mathematisch definierte Optimierung** der Antriebslösung „Schubkurbel“ mithilfe eines **Vorschaltgetriebes**
- Kurbel mit **nichtlinearer Bewegungsfunktion** antreiben
- 90 Grad Antriebswinkel am Kettfadenkarussell entsprechen
360 Grad Antriebswinkel an der Kurbel
- Erforderlich sind zwei **Bereiche erhöhter Geschwindigkeit**, jeweils bei der auf- und ab Bewegung der Verlegeeinheit
- Gesucht ist eine **fortlaufende, ungleichmäßige Abtriebsbewegung** des Vorschaltgetriebes zum Antrieb der Kurbel

Strukturauswahl des Vorschaltgetriebes

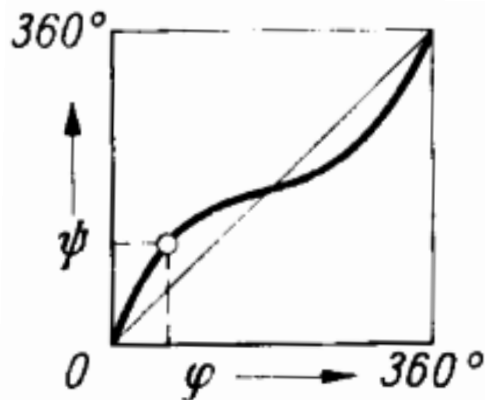
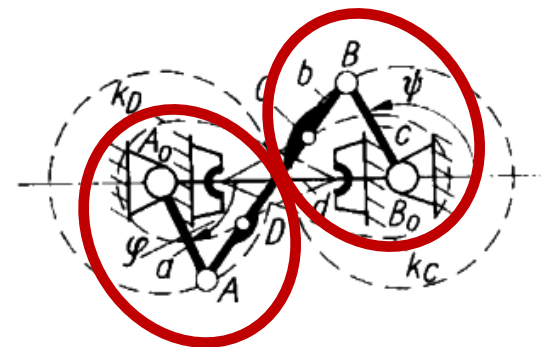
Doppelkurbel



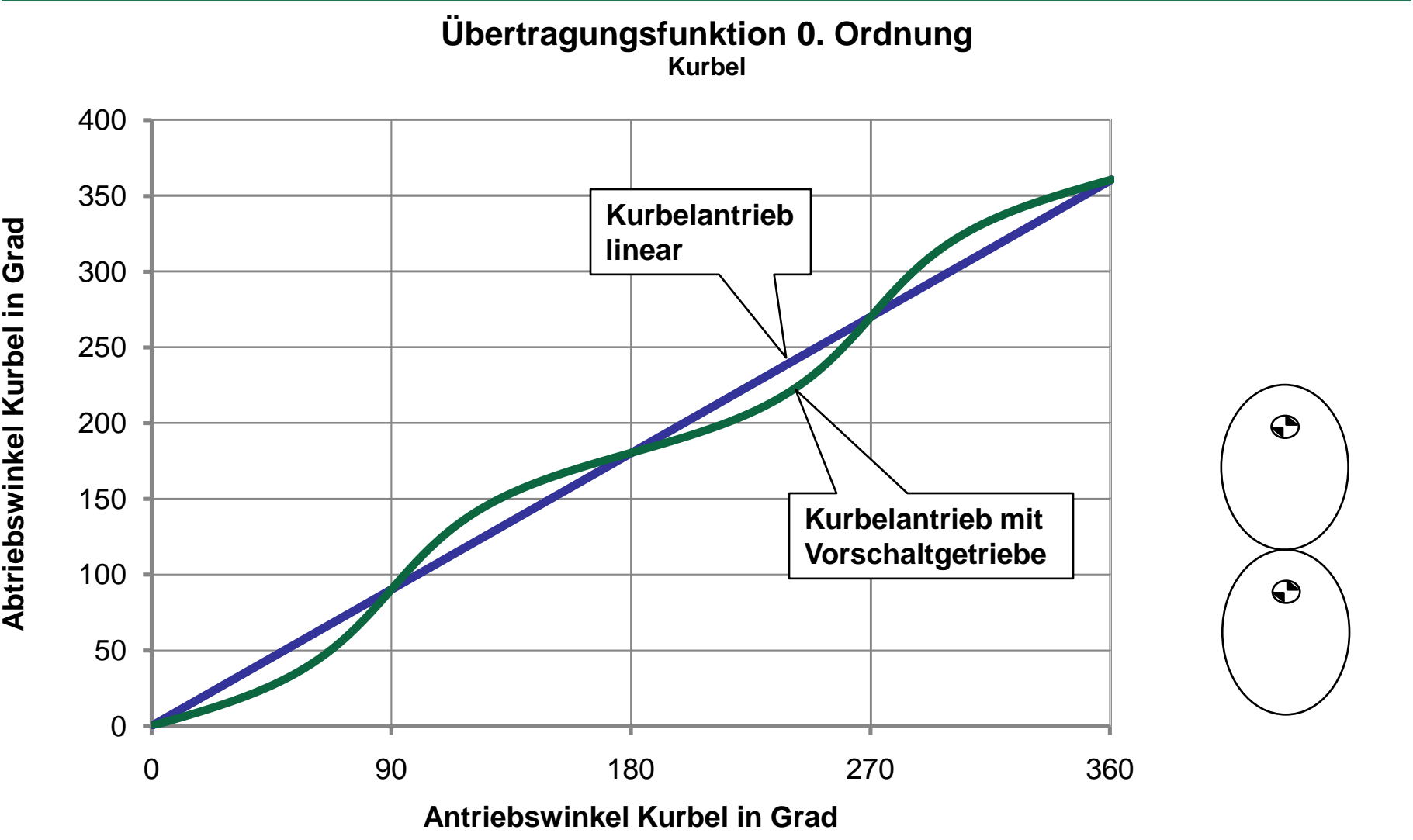
Umlaufende Kurbelschleife



Antiparallelkurbel

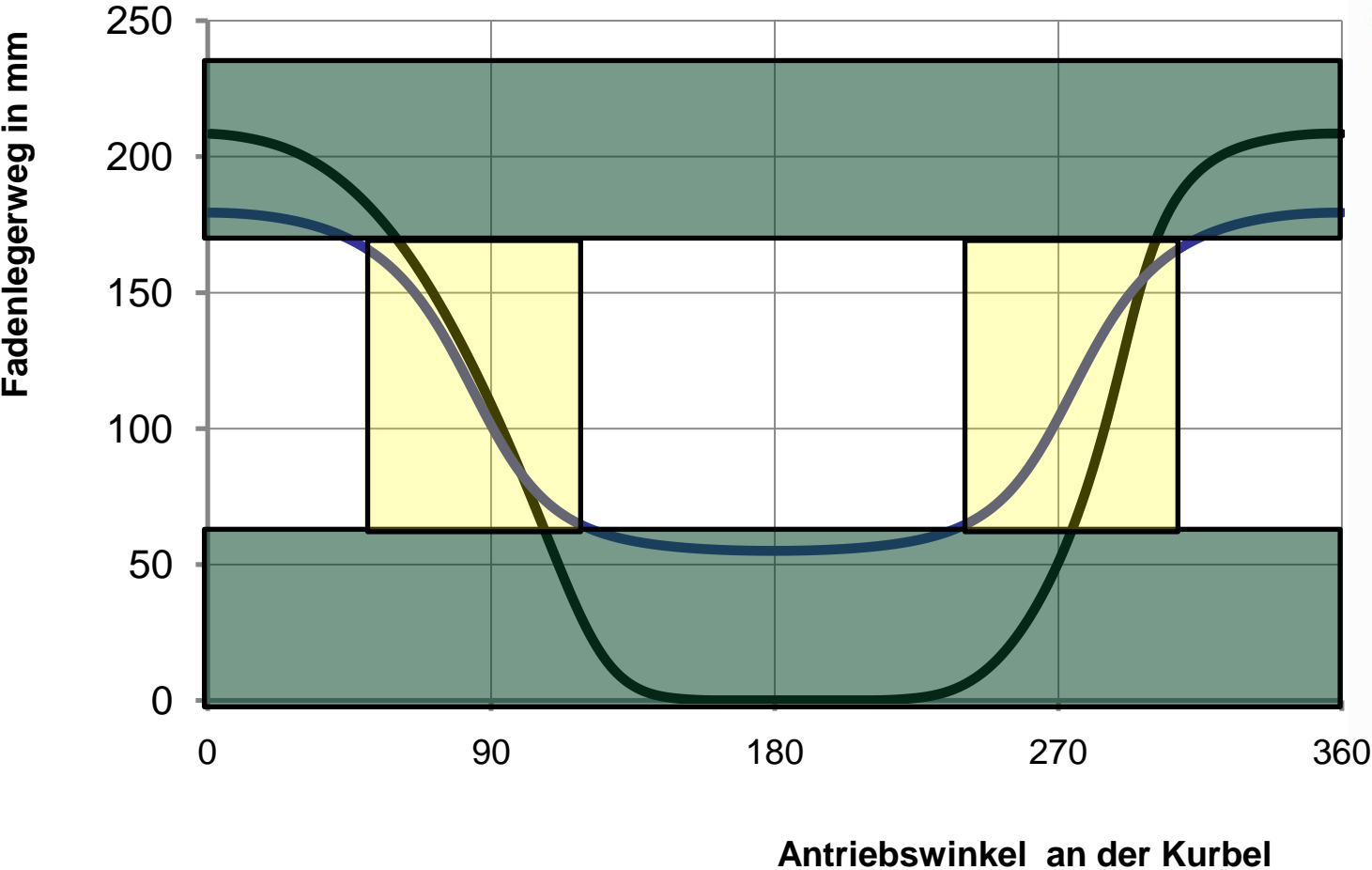


Übertragungsfunktion der Kurbel

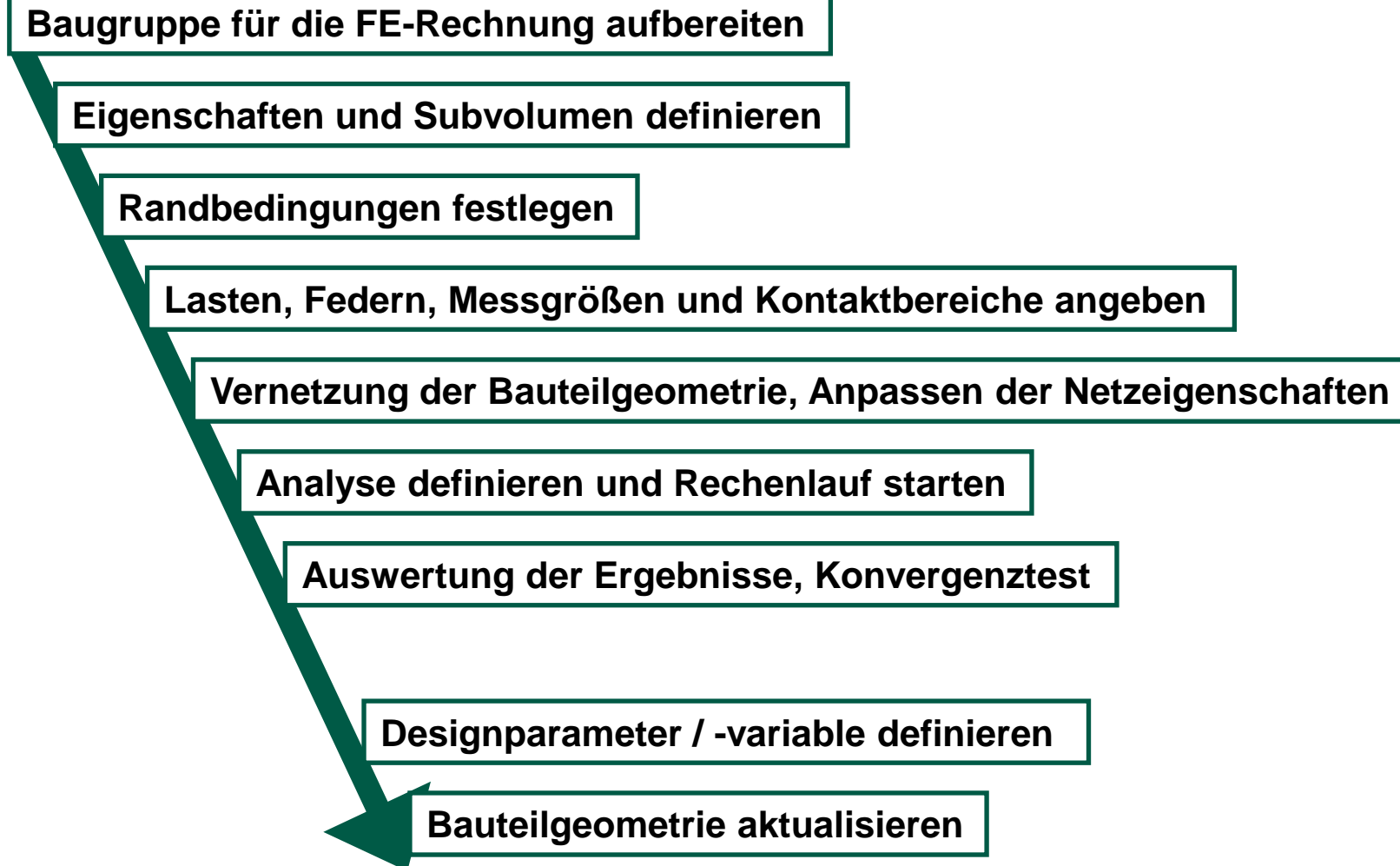


Fadenlegerweg mit Vorschaltgetriebe

Übertragungsfunktion 0. Ordnung
Schubkurbel



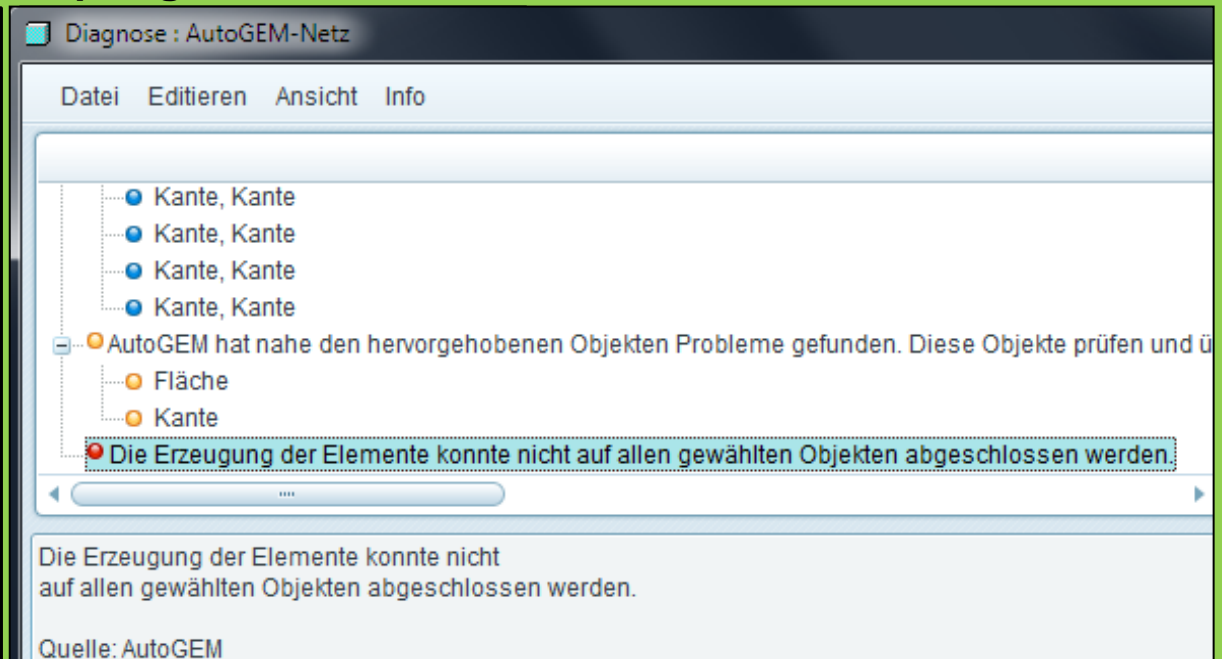
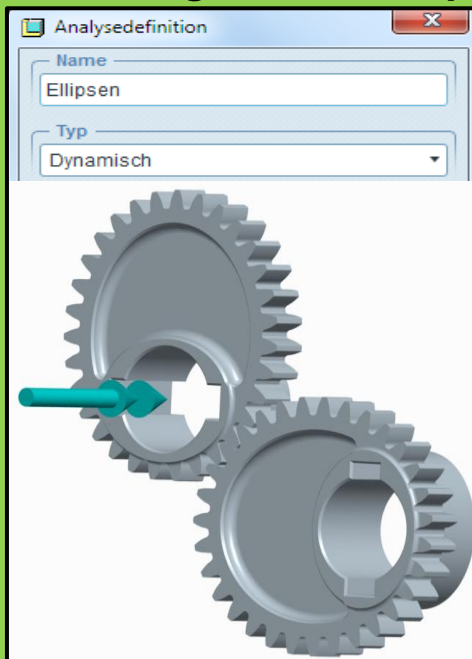
Prinzipielle Vorgehensweise



Zahnkontaktanalyse mit Pro/Mechanica

Baugruppe für die FE-Rechnung aufbereiten

- Mechanismusanalyse zur Identifikation kritischer Lastzustände
- unnötige (kleine) Geometrien (Fasen, Rundungen etc.) an das Ende des Modellbaumes setzen (unterdrücken für FE-Rechnung)
- Bereinigen von „Step“ Importgeometrien



Zahnkontaktanalyse mit Pro/Mechanica

Kante

AutoGEM hat nahe den hervorgehobenen Objekten Probleme gefunden. Diese Objekte prüfen und überlappende Kurven, sich schneidende Kurven oder andere geometrische Inkonsistenzen verbessern.

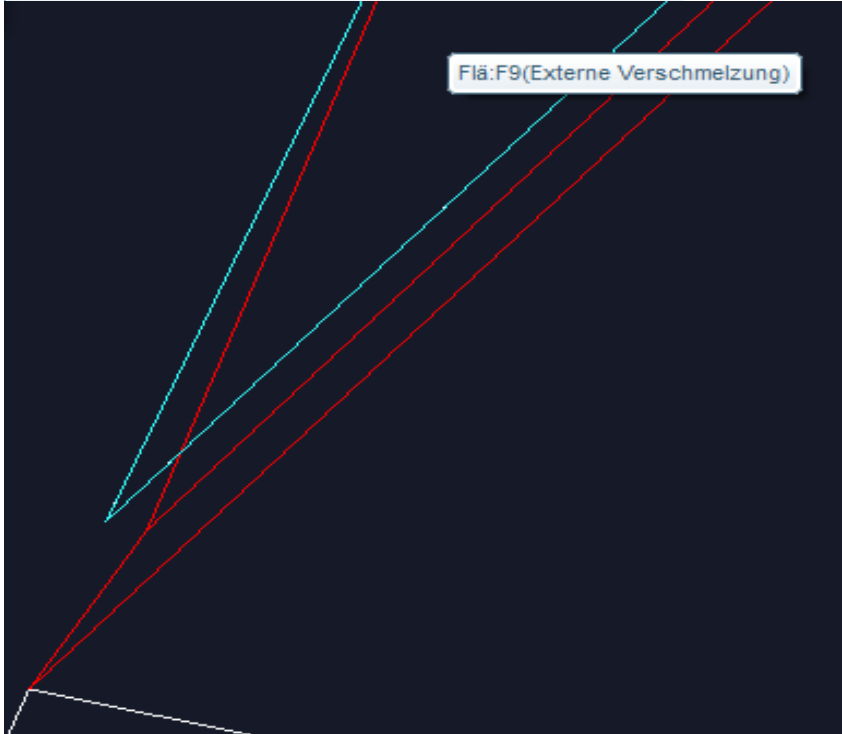
Quelle: AutoGEM



Fläche

AutoGEM hat nahe den hervorgehobenen Objekten Probleme gefunden. Diese Objekte prüfen und überlappende Kurven, sich schneidende Kurven oder andere geometrische Inkonsistenzen verbessern.

Quelle: AutoGEM



- Analyse des bestehenden Maschinenkonzeptes
- Definition der Bewegungsanforderungen
- Strukturauswahl und Synthese mit Motion-Skelett in Pro/Engineer
- Auswahl eines Vorschaltgetriebes
- Nachweis der kinematischen Funktionalitäten im Pro/Mechanismus
- Integrierte FEM-Analyse einzelner Bauteile
- Bereinigen von unsauberen Import-Geometrien

Dipl. Ing.
Daniel Denninger

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Professur Montage- und Handhabungstechnik
Email: daniel.denninger@mb.tu-chemnitz.de
URL: <http://www.tu-chemnitz.de/mb/MHT>
Tel.: +49 (0) 371 531 38476