

Einführungsbeispiele zum PC-Praktikum

Getriebetechnische Analyse- und Synthesaufgaben
Optimierungsaufgaben



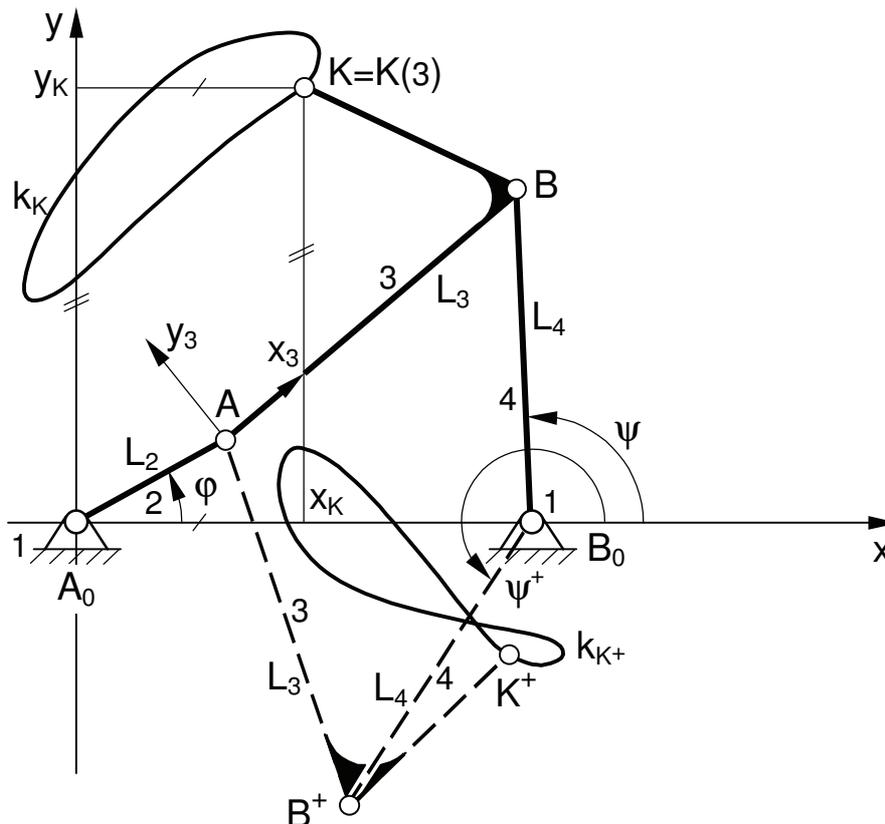
Prof.Dr.-Ing.habil. Heinz Strauchmann
heinz.strauchmann@tu-dresden.de



Analysebeispiel 1

4-gliedriges Koppelgetriebe (Kurbelschwinge)

- Führungsgetriebe mit Koppelkurven des Punktes K für beide Bewegungsbereiche
- Übertragungsgetriebe mit Übertragungsfunktion $\psi = \psi(\varphi)$



GST	φ in Grad	$\dot{\varphi}$ in rad/s	$\ddot{\varphi}$ in rad/s ²
1	30	6,28	0

Abmessungen des Antriebes RR

$x_{A_0} = 0$ mm
 $y_{A_0} = 0$ mm
 $L_2 = 22$ mm

Abmessungen des Dreigelenkbogens RRR

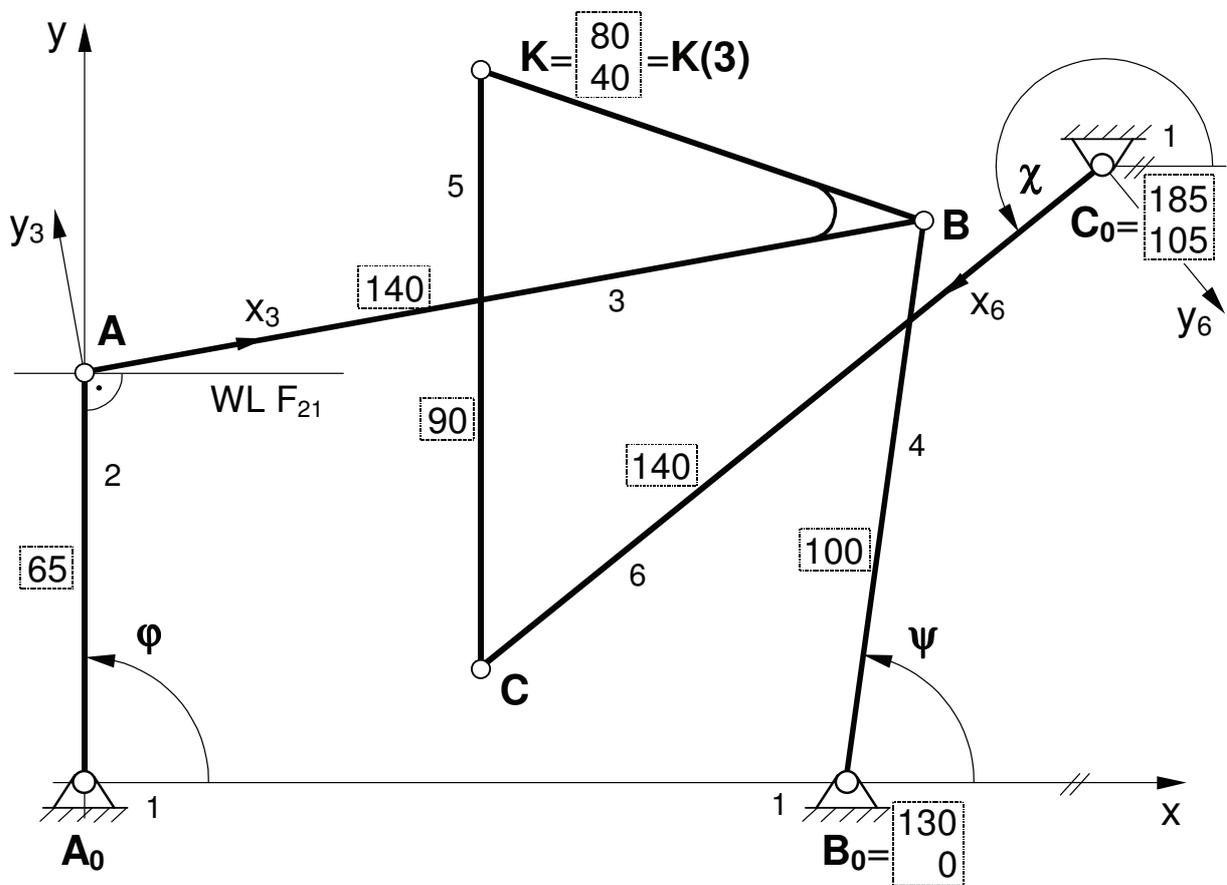
$x_{B_0} = 60$ mm
 $y_{B_0} = 0$ mm
 $L_3 = 50$ mm
 $L_4 = 44$ mm
 $x_{3K} = 39$ mm
 $y_{3K} = 28$ mm
BB = 1 / -1 (Bewegungsbereiche)



Analysebeispiel 2

6-gliedriges Koppelgetriebe als Rastgetriebe (Übertragungsgetriebe)

- Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung, Beurteilung der Rastgüte
- Verlauf der Gleichgewichtskraft F_{21} für die tangential angreifende Kraft $F_C = F_{61} = 60 \text{ N}$, Beurteilung des Kraftverlaufes, Betrag und Richtung von F_{21} in der Ausgangsstellung über den Leistungssatz mit Übersetzung



Rastsystem : A_0, x, y - Koordinatensystem
 Gangsystem 3 : A, x_3, y_3 - Koordinatensystem
 Gangsystem 6 : C_0, x_6, y_6 - Koordinatensystem

Antriebsgrößen

$\varphi = 90^\circ$ (Winkel für Ausgangsstellung)
 $\omega = 1 \text{ rad/s}$ (Winkelgeschwindigkeit)
 $\alpha = 0$ (Winkelbeschleunigung)

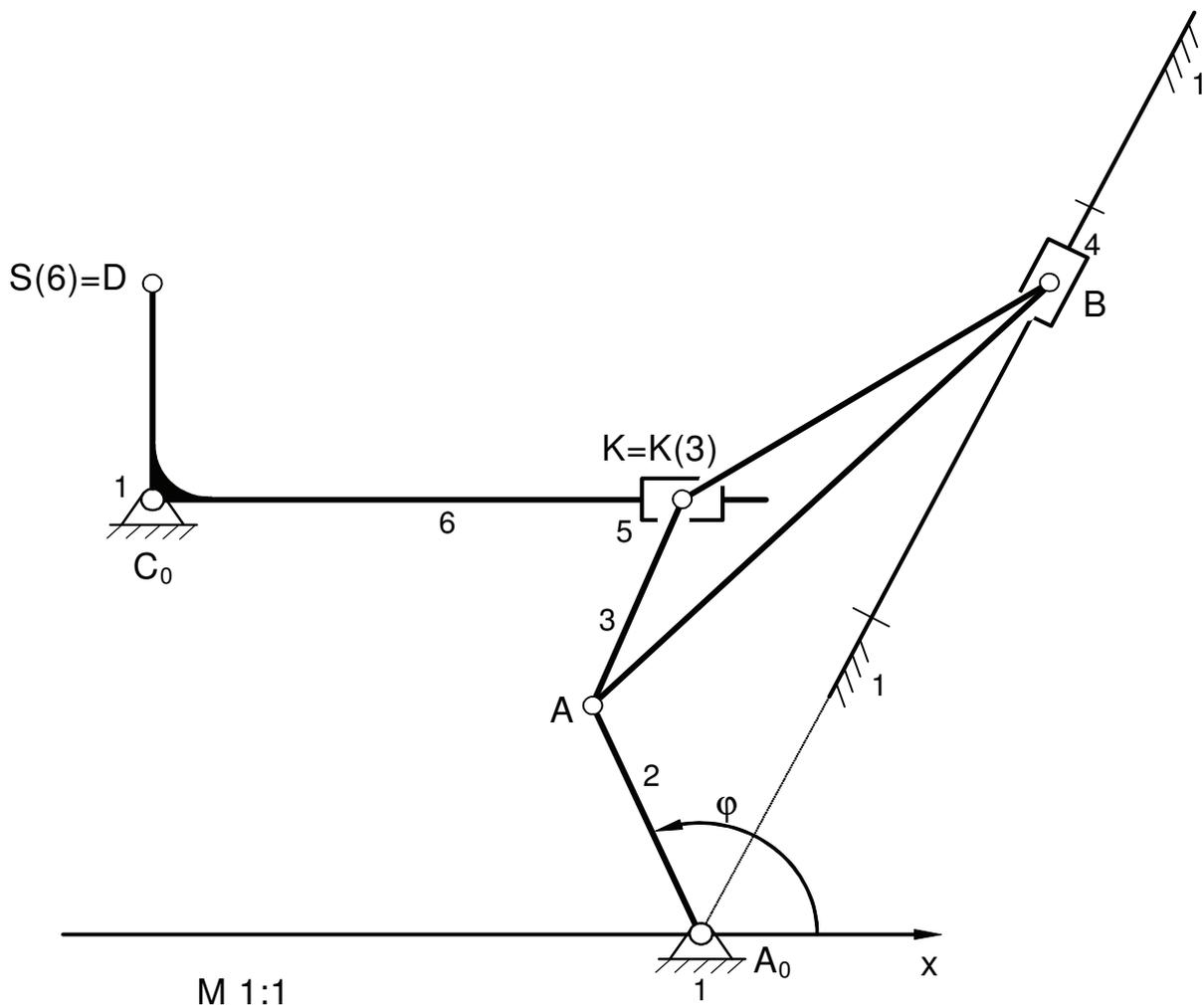
Gliedlängen und Koordinatenwerte: Angaben im Getriebeschema



Analysebeispiel 3

6-gliedriges Koppelgetriebe mit Schubkurbel- und Kurbelschleifenelementen

- Momentanpole und deren Koordinatenwerte
- Übersetzung i_{61-21} für die Ausgangsstellung über das Polstreckenverfahren
- Geschwindigkeit $v_B = v_{41}$ über die Drehschubstrecke
- Gleichgewichtskraft F_{21} für $F_{61} = 75 \text{ N}$ in D mit dem Krafrichtungswinkel 180°



Rastsystem: $A_0 x, y$ – Koordinatensystem

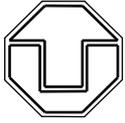
Kurbelwinkel $\varphi = 114^\circ$ in der Ausgangsstellung des Getriebes

Antriebswinkelgeschwindigkeit (1 rad/s), -winkelbeschleunigung (0 rad/s²)

e_4 : Exzentrizität der vorgeschalteten Schubkurbel

e_6 : Exzentrizität des Kurbelschleifenelementes

γ_4 : Schubrichtung für Getriebeglied 4 durch A_0



Synthesebeispiel 1

4-gliedriges Koppelgetriebe für vorgegebene Werte der Übertragungsfunktionen 0. und 1. Ordnung

Vorgaben:

- (1) Getriebe mit Drehgelenken, Ausgangsgetriebe
- (2) Winkelzuordnungen (Sollvorgaben in transformierter Form)

$\varphi_1 = 30^\circ$	$\psi_1 = 0$
$\varphi_2 = 60^\circ$	$\psi_2 = 7,5^\circ$
$\varphi_3 = 90^\circ$	$\psi_3 = 30^\circ$
- (3) Antriebswinkelgeschwindigkeit $\omega = 1 \text{ rad/s}$
Antriebswinkelbeschleunigung $\alpha = 0$
- (4) Übertragungswinkel $\mu \geq 30^\circ$ im Arbeitsbereich
- (5) Keine Anforderungen an die Umlauffähigkeit des Antriebsgliedes

Gesucht:

- (1) Praxiswirksames Getriebe (Laufversion), das die Vorgaben optimal erfüllt
- (2) Ausgangsgetriebe **B4_AG.apx**
Startversion für den Optimierungsprozess **B4_SV.apx**
Optimiertes Getriebe **B4_OP.apx**
Laufversion für den vorgegebenen φ -Bereich **B4_LV.apx**
- (3) Ergebnisinterpretation

Eingabeinformationen:

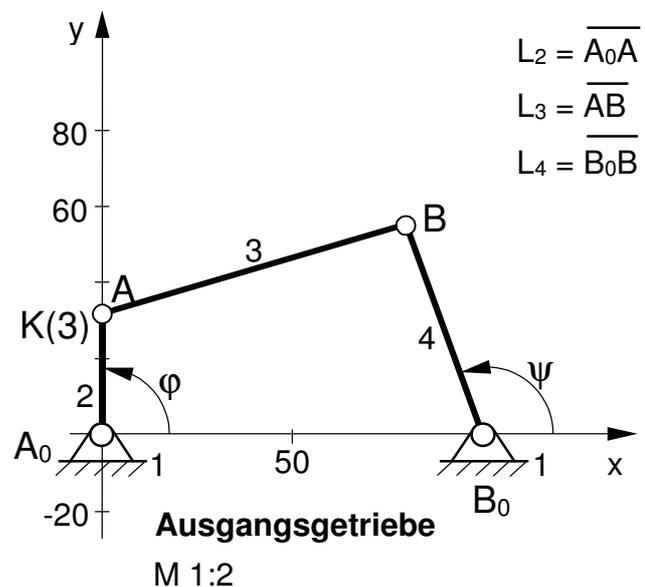
Getriebestruktur RR RRR

Antrieb RR

$x_{A0} = 0 \text{ mm}$
 $y_{A0} = 0 \text{ mm}$
 $L_2 = 33 \text{ mm}$
 $\varphi_1 = 30 \text{ Grad}$
 $\varphi_2 = 60 \text{ Grad}$
 $\varphi_3 = 90 \text{ Grad}$
 $\omega = 1 \text{ rad/s}$
 $\alpha = 0 \text{ rad/s}^2$

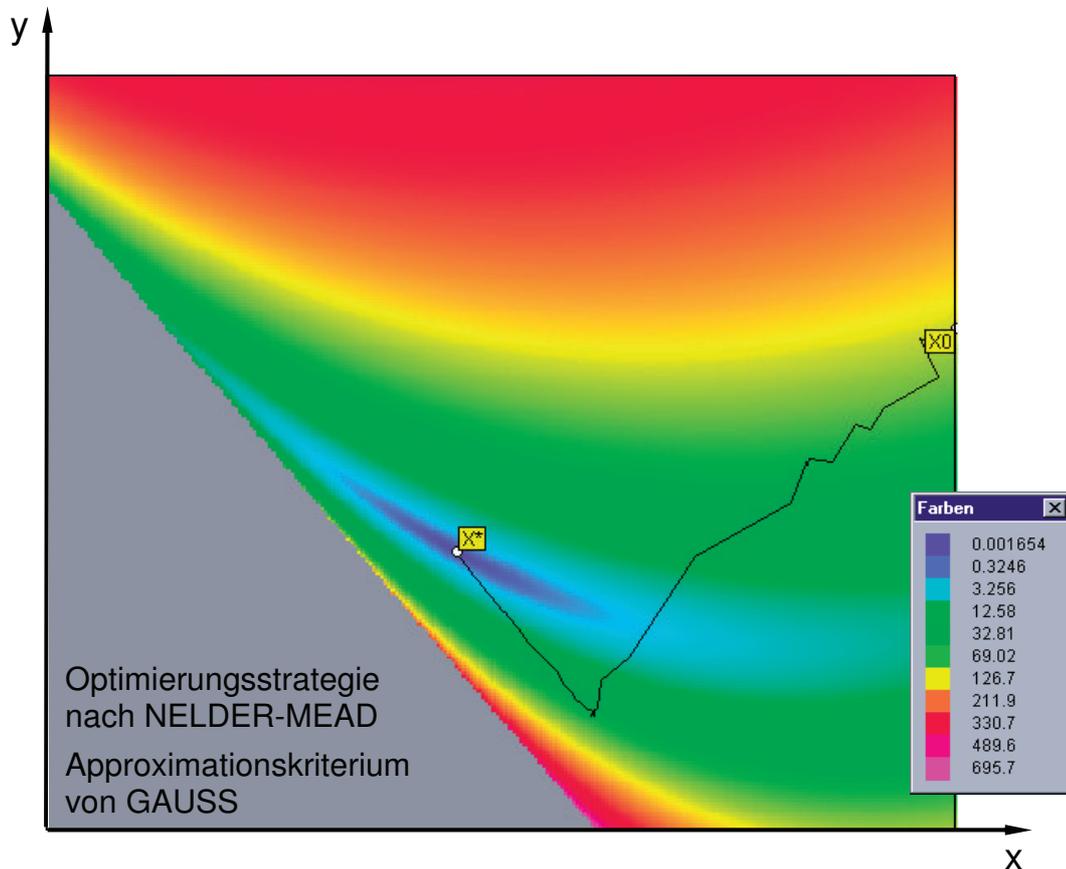
Dreigelenkbogen RRR

$x_{B0} = 100 \text{ mm}$
 $y_{B0} = 0 \text{ mm}$
 $L_3 = 82,5 \text{ mm}$
 $L_4 = 60 \text{ mm}$
 $BB = 1$





Isflächen, Iterationsverlauf, Komponenten des Optimierungsvektors (Einführungsbeispiel 4)



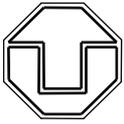
F(X) – Isflächen nach Gauss

$x := X[1]$ $y := X[2]$

$F(X^*) = 0$ optimaler Zielfunktionswert
 ZF-A = 2152 Anzahl der Zielfunktionsaufrufe zum Optimum
 $\mu_{\min} = 33,5^\circ$ minimaler Übertragungswinkel
 $X[1] = 59,16 \text{ mm} = L_3$
 $X[2] = 51,06 \text{ mm} = L_4$ Komponenten des optimalen Variablenvektors
 $X[3] = 30,5^\circ = \varphi_1 = \varphi_{\text{anf}}$

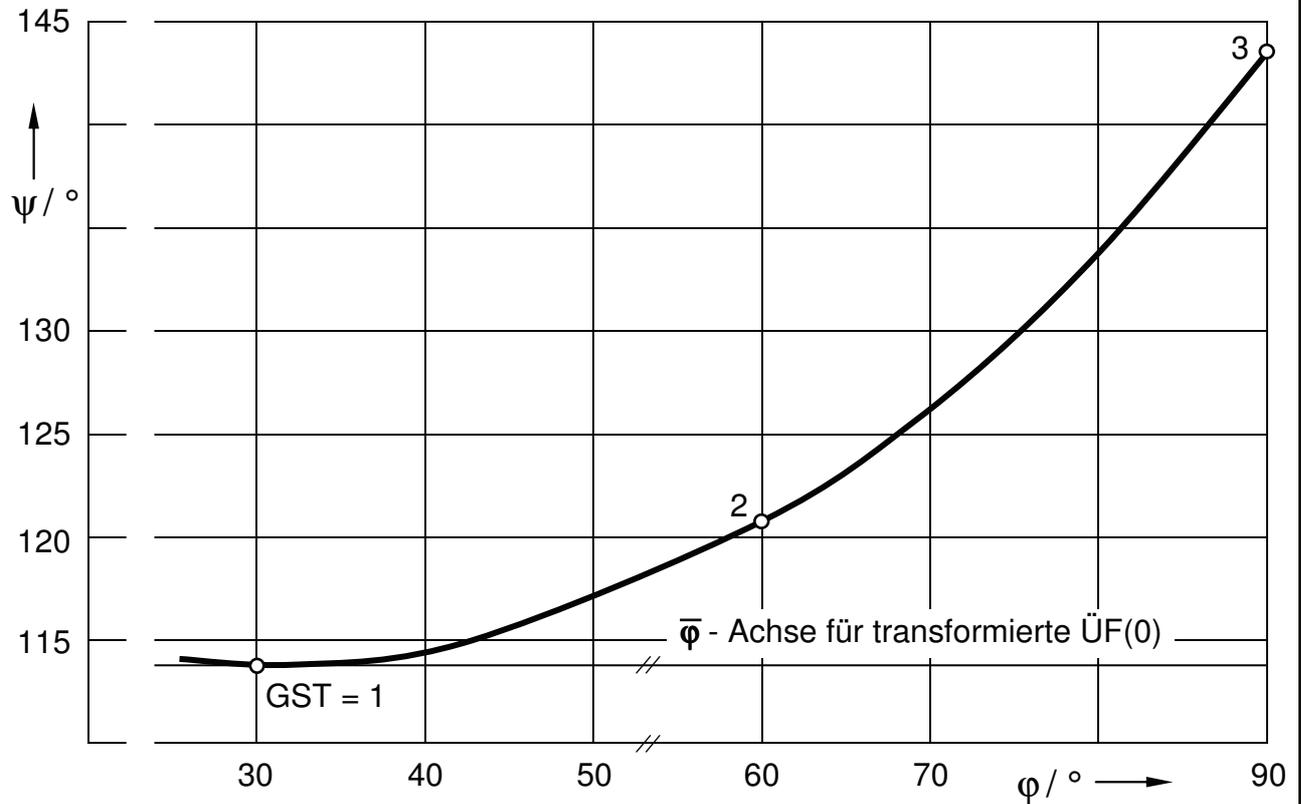
$\psi(1) = 0$ $\dot{\psi}(1) = 0$ äußere **Totlage** (Totlagenstellung)
 $\psi(2) = 7,5^\circ$ $\dot{\psi}(2) = 0,48$
 $\psi(3) = 30^\circ$ $\dot{\psi}(3) = 1,17$

Globales Minimum $F(X^*)$ im Suchgebiet
 Restriktionen aus Randbedingungen und minimalem Übertragungswinkel
 ohne Einfluss auf X^*



Sollkurve

(Einführungsbeispiel 4)



Syntheseaufgabe

Übertragungsgetriebe

Forderungen an $\ddot{U}F(0)$ und $\ddot{U}F(1)$ für $\dot{\psi} = 0$

Übertragungsfunktion 0. Ordnung in transformierter Form

Forderungskatalog für Übertragungsgetriebe

Es werden folgende Übertragungsfunktionen berücksichtigt:

$\ddot{U}F(0)$ transformiert

$\ddot{U}F(1)$ Umkehrlage: Forderungen an Winkelgeschwindigkeit nur für GST=1

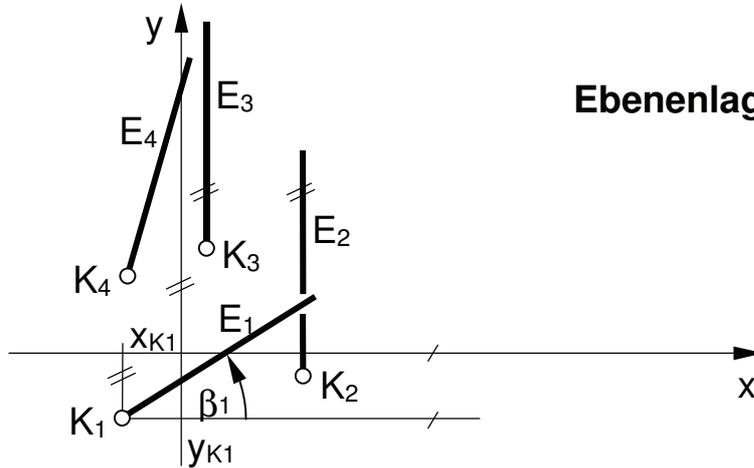
GST	ψ in Grad	W_0	W_1
1			
2			
3			

Komponenten des 3-dimensionalen Optimierungsvektors

i	Größe	$x_{i\min}$	$x_{i\max}$
1	l_3		
2	l_4		
3	φ_{anf}		



Synthesebeispiel 2



Ebenenlagen E_1, E_2, E_3, E_4

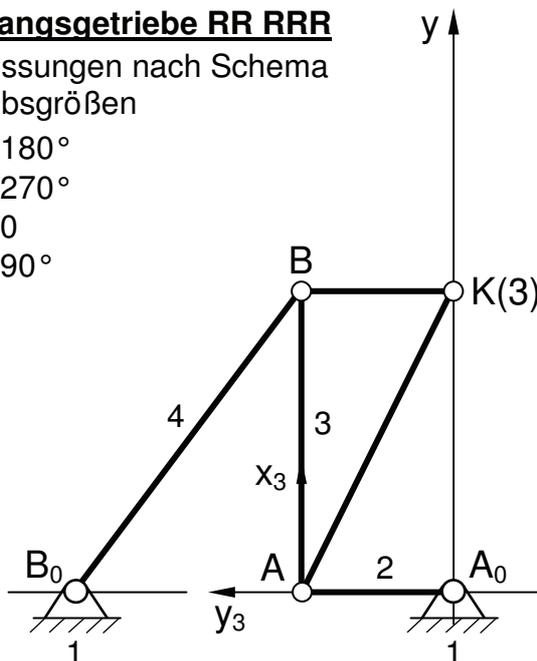
Forderungskatalog

GST	x_K	W_x	y_K	W_y	β_K	W_β	Bemerkungen
1	-15,5		-12,6		35		E_1
2	19,7	1	- 3,5	1	90	1	E_2
3	3,5		19,7		90		E_3
4	-14,1		14,1		70		E_4

Ausgangsgetriebe RR RRR

Abmessungen nach Schema
Antriebsgrößen

- $\varphi_{1,a} = 180^\circ$
- $\varphi_{2,a} = 270^\circ$
- $\varphi_{3,a} = 0$
- $\varphi_{4,a} = 90^\circ$



Variablenvektor 13-dimensional

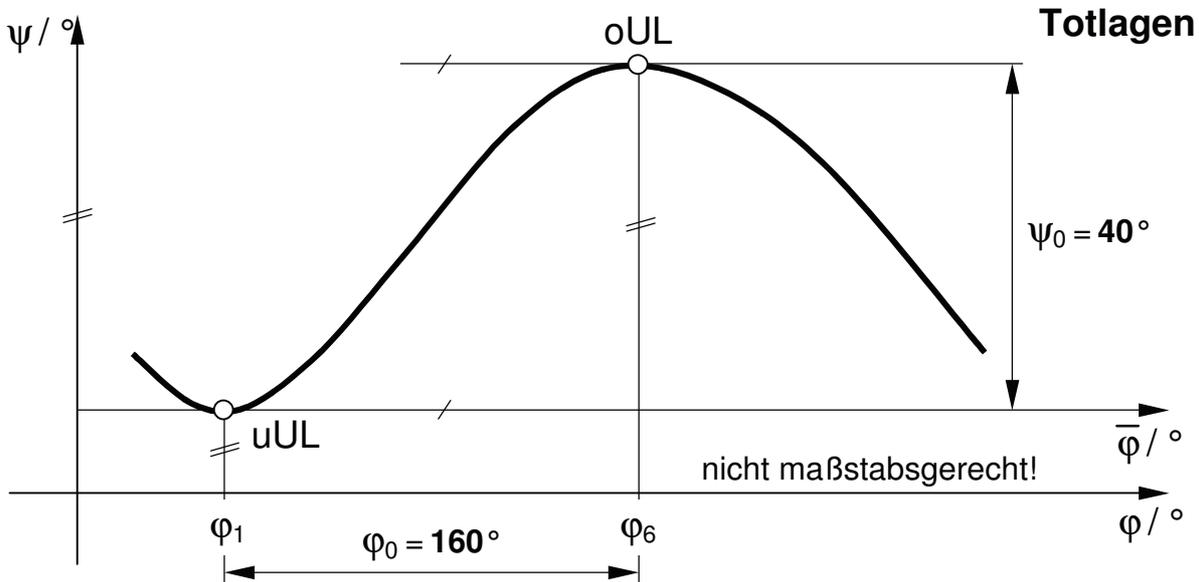
Zuordnung

- $X[1] = x_{B0}$
- $X[2] = y_{B0}$
- $X[3] = L_3 = \overline{AB}$
- $X[4] = L_4 = \overline{B_0B}$
- $X[5] = x_{3K}$
- $X[6] = y_{3K}$
- $X[7] = \varphi_1$
- $X[8] = \varphi_2$
- $X[9] = \varphi_3$
- $X[10] = \varphi_4$
- $X[11] = L_2 = \overline{A_0A}$
- $X[12] = x_{A0}$
- $X[13] = y_{A0}$

M 1:1



Synthesebeispiel 3



Forderungskatalog

GST	ψ	W_0	$\dot{\psi}$	W_1	$\ddot{\psi}$	W_2	Bemerkungen
1							untere UL ÜF(0) transformiert
2							obere UL
3							
⋮							
10							

Ausgangsgetriebe

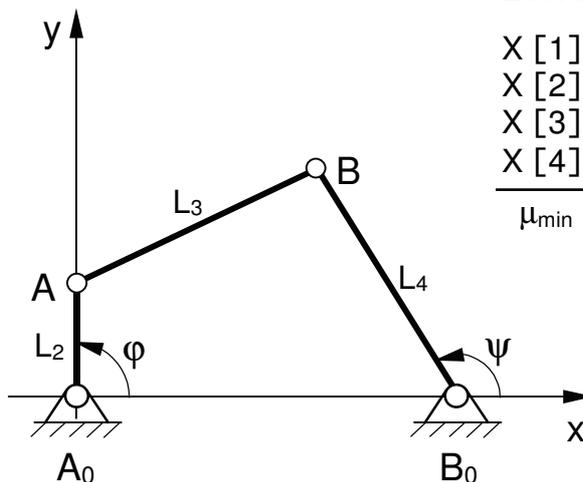
Abmessungen nach Schema
Antriebsgrößen

- $\varphi_{1,a} = 90^\circ = \varphi_{anf}$
- $\varphi_{2,a} =$
- $\varphi_{3,a} =$
- $\varphi_{4,a} =$
- $\varphi_{5,a} =$
- $\varphi_{6,a} = 250^\circ$
- $\varphi_{7,a} =$
- $\varphi_{8,a} =$
- $\varphi_{9,a} =$
- $\varphi_{10,a} =$

Variablenvektor

4-dimensionaler Vektor
Zuordnung

- $X [1] = L_3$
 - $X [2] = L_4$
 - $X [3] = L_2$
 - $X [4] = \varphi_{anf}$
-
- $\mu_{min} \geq 30^\circ$

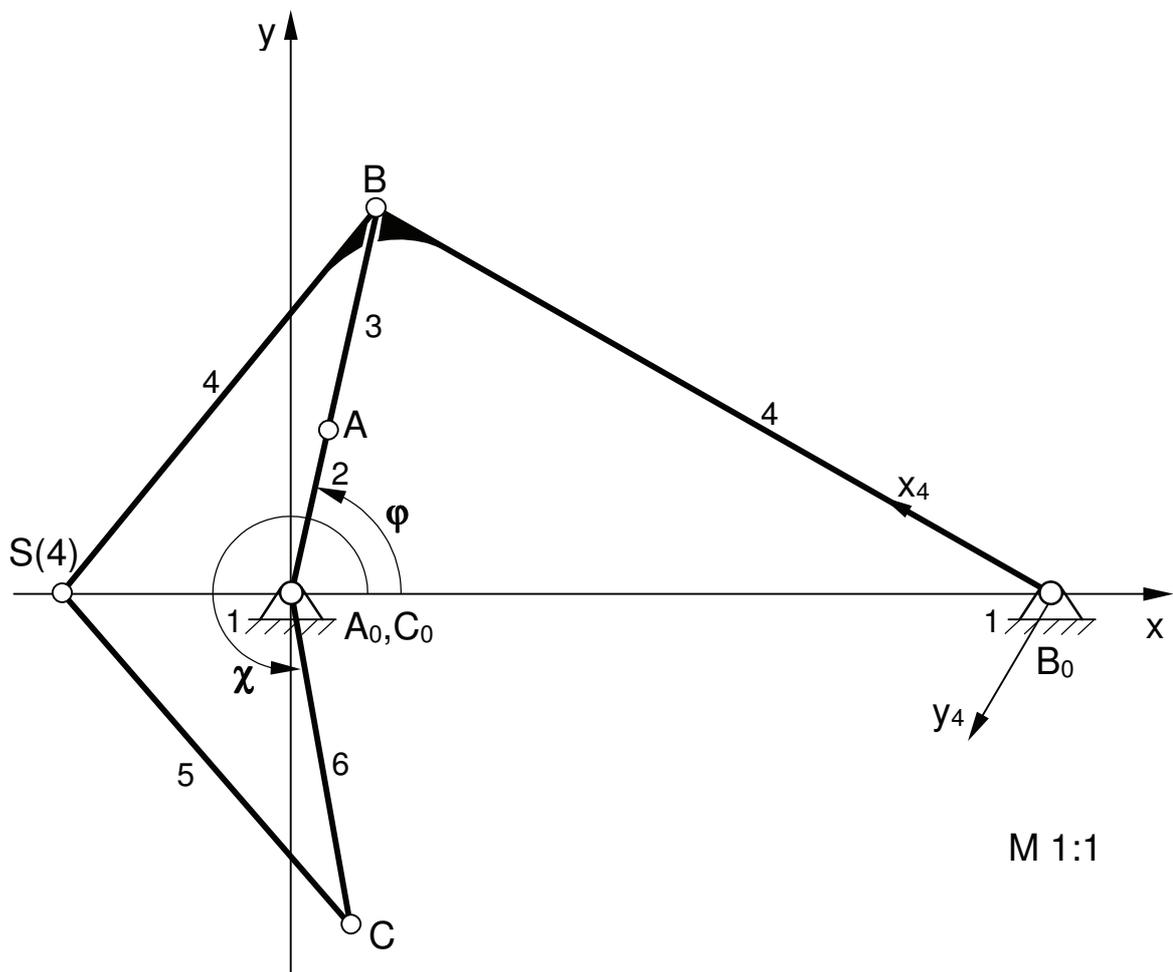


M = 1 : 2



Synthesebeispiel 4

6-gliedriges Rastgetriebe (Watt'sche Kette)

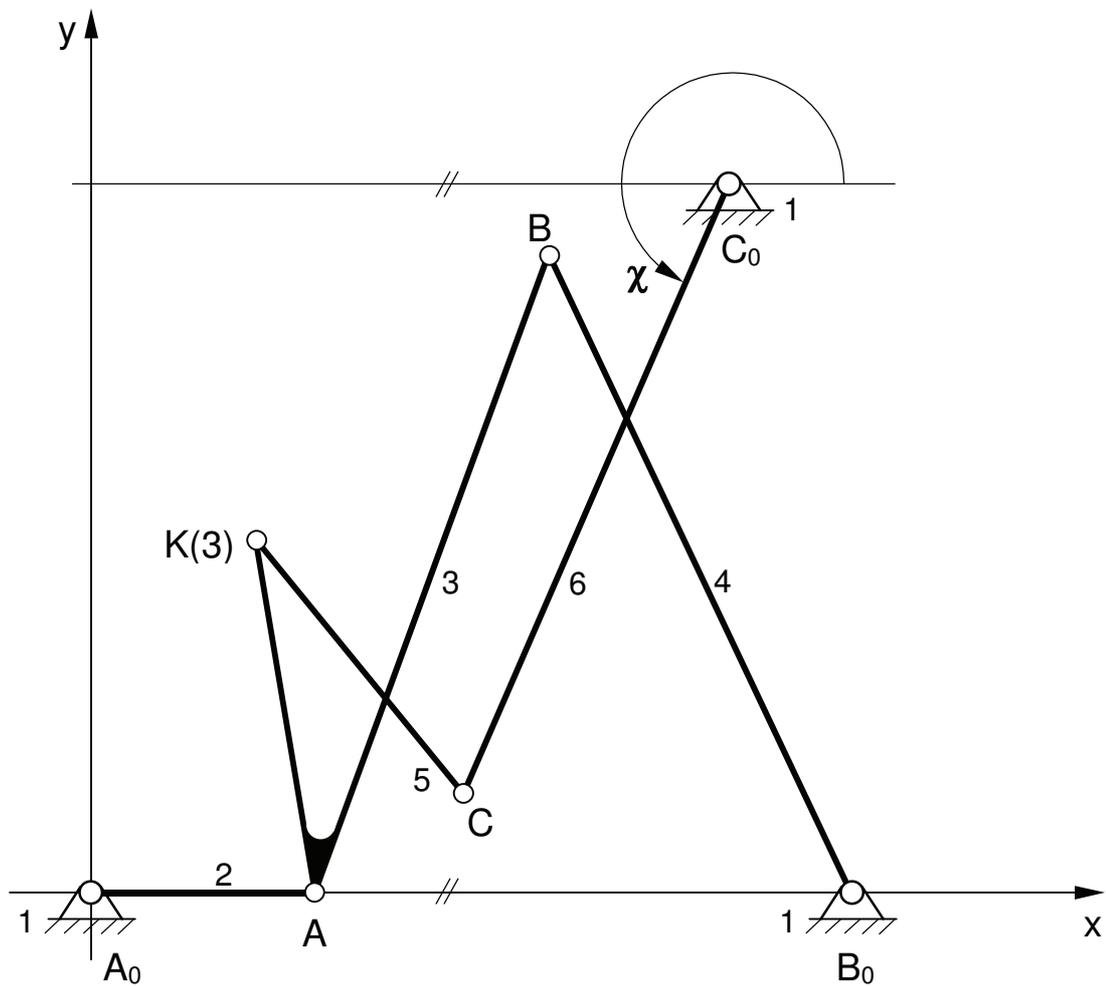


Weitere Informationen zur Erstellung der Startversion **RastW_SV.apx** werden im Getriebetechnischen Praktikum (GTP) gegeben.



Synthesebeispiel 5

6-gliedriges Rastgetriebe (Stephenson'sche Kette)



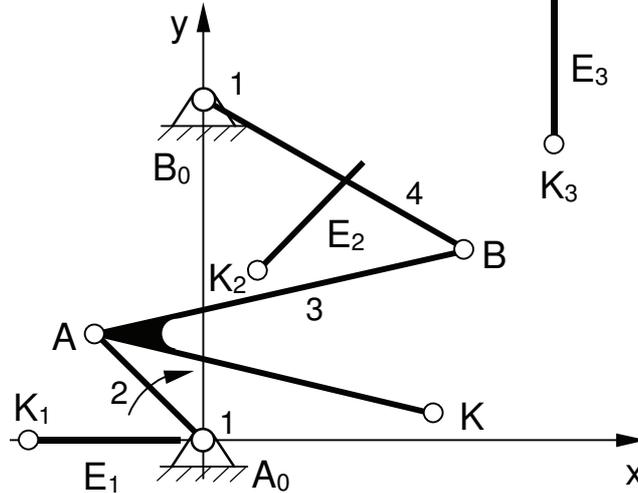
M 1:1

Weitere Informationen zur Erstellung der Startversion **RastS_SV.apx** werden im Getriebetechnischen Praktikum (GTP) gegeben.



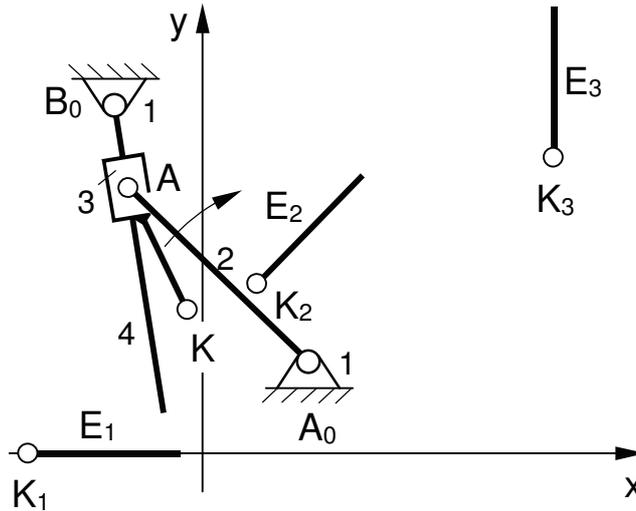
Synthesebeispiel 6

9.1

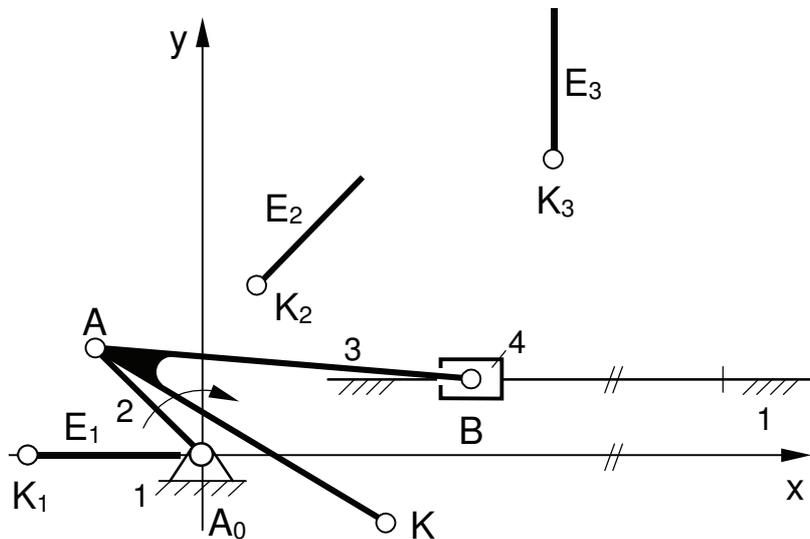


Ebenenlagen E₁, E₂, E₃

9.2



9.3



M 1:1

Weitere Informationen zur Erstellung der Startversionen werden im GTP gegeben.