

Lösungen der Aufgaben aus Kap. 7 (siehe auch Internet)

Aufgabe 7.1: Drei endlich benachbarte Lagen einer Ebene, die durch eine Kurbelschwinge A_0ABB_0 mit Koppelpunkt C realisiert werden sollen.

Ges.: B_0 aus Mittelsenkrechte und A_1 aus Relativlagenzuordnung

Zeichne das Getriebe im Maßstab $M_s = 2 \text{ mm} / 1 \text{ mm}$ in Stellung 1; prüfe die weiteren Lagen.

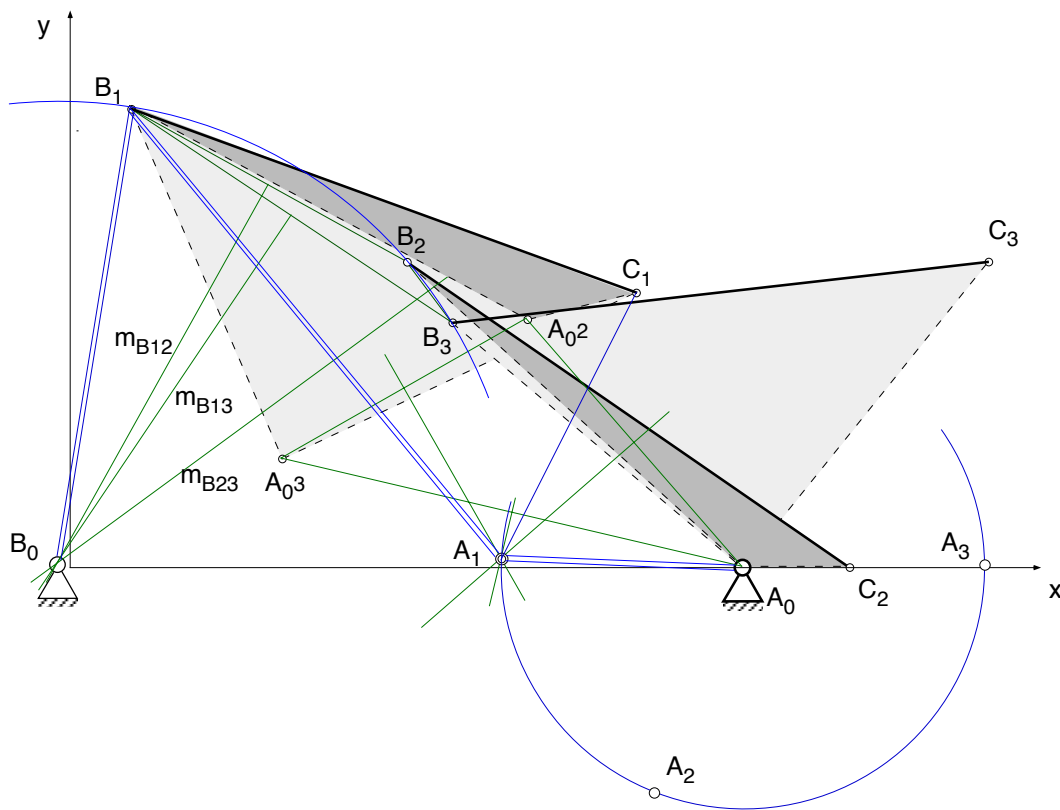
Lösung:

Vorgaben:	B_1C_1	B_2C_2	B_3C_3	A_0	
Daten:	(4/30 37/18)	(22/20 51 / 0)	(25/16 60 / 20)	(44 / 0)	[mm in x und y]

1. Wertigkeiten 4 2 3 2 $w = 10$

Gewähltes Getriebe = Kurbelschwinge A_0ABB_0 mit Koppelpunkt C $\rightarrow p = 10$

Keine freien Vorgaben: Genau eine Lösung!



2. Mittelpunkt B_0 aus $MS(B_1-B_2) = m_{B12}$ & $MS(B_1-B_3) = m_{B13}$ & $MS(B_2-B_3) = m_{B23}$

3. Punkt A_1 der Kurbel A_0A aus Relativbetrachtung: Bezugslage ist Lage 1:

$$\Delta B_2C_2A_0 \sim \Delta B_1C_1A_0^2; \Delta B_3C_3A_0 \sim \Delta B_1C_1A_0^3$$

Mittelpunkt A_1 aus $MS(A_0-A_0^2)$ & $MS(A_0-A_0^3)$ & $MS(A_0^3-A_0^2)$.

Kurbel $A_0A = a = 16 \text{ mm}$; Schwinge $B_0B = b = 31 \text{ mm}$; Koppel $AB = c = 38 \text{ mm}$, $A_0B_0 = d = 45 \text{ mm}$

4. Getriebe vervollständigen und Stellungen 2 und 3 prüfen.

5. Umlauffähigkeit nach Grashof?

Umlauf ist möglich wenn $l_{\min} + l_{\max} < l' + l''$:

$$\text{hier } 16 + 45 < 31 + 38$$

$$61 < 69 : \rightarrow \text{Kurbel läuft um: Kurbelschwinge liegt vor !}$$

Hinweis: eine analytische Lösung finden sie im Internet.

Aufgabe 7.6: Für eine Transportmaschine, die aus einem Gelenkviereck $A_0 A$ und $B_0 B$ besteht, soll ein Zweischl angehängt werden, dessen daran befestigte Ebene Q in den drei Ebenen Q_1 , Q_2 , und Q_3 mit den drei Ebenen P_1 , P_2 und P_3 der Koppel drei zugeordnete Relativlagen bilden.

Ges.: Suche das fehlende Glied XY des Zweischlags XYC_0 . Prüfe die Lage 3.

Gegeben sind das Gelenkviereck mit Koppelpunkt X in drei Lagen und die drei Lagen von Q .

Lösung:

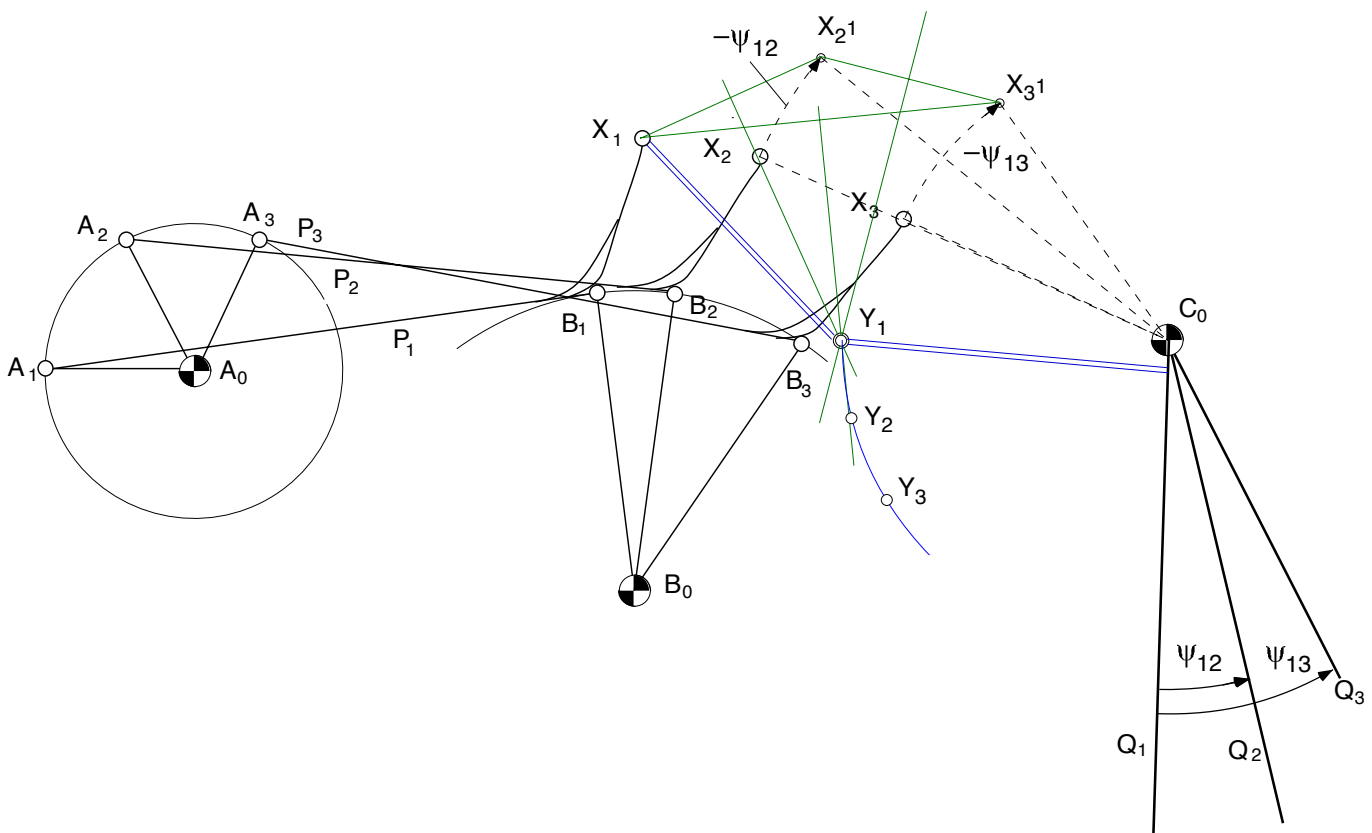
1. Wertigkeitsbilanz:

Vorgaben: Viergelenk mit X C_0 P_2 / Q_2 P_3 / Q_3

Wertigkeiten: 10 2 1 1 $w = 14$

Gewähltes Getriebe und Zahl p : 6-gliedriges Getriebe: $g = 7$: $\rightarrow p = 2g = 14$.

Freie Vorgaben: Keine: \rightarrow genau eine Lösung!



2. Da Y ein Punkt auf Q , ist Q_1 die Bezugsebene.

Zustand 2 (d.h. Q_2 und ebenso Koppel B_2X_2 in Lage 1 bringen durch Drehen um $-\psi_{12}$. $\rightarrow X_2 \rightarrow X_2^1$.

Zustand 3 (d.h. Q_3 und ebenso Koppel B_3X_3 in Lage 1 bringen durch Drehen um $-\psi_{13}$. $\rightarrow X_3 \rightarrow X_3^1$.

Y_1 ist Mittelpunkt der Punkte X_1, X_2^1, X_3^1 des Lenkers XY : also $MS(X_1, X_2^1, X_3^1)$.

3. X_1 mit Y_1 verbinden, liefert Lenkerlänge $l = 37$ mm.

4. Y_1 mit Schwinge Q_1 fest verbinden. (Y_1 ist ein Punkt von Q_1). $C_0Y_1 = 43$ mm

5. Punkte Y_2 und Y_3 finden mittels Kreis um C_0 und Lenkerlänge l .

Aufgabe 7.7: Gegeben sind zwei Winkelverhältnisse eines Gelenkvierecks, die Gestellpunkte A_0 und B_0 sowie die Länge der Schwinge $B_0B = b$.

Gesucht:

1. Bestimme die Wertigkeit der Vorgaben
2. Bestimme die restlichen Abmessungen des Getriebes
3. Zeichne Stellung 1 und Stellung 3
4. Ist das Getriebe umlauffähig?

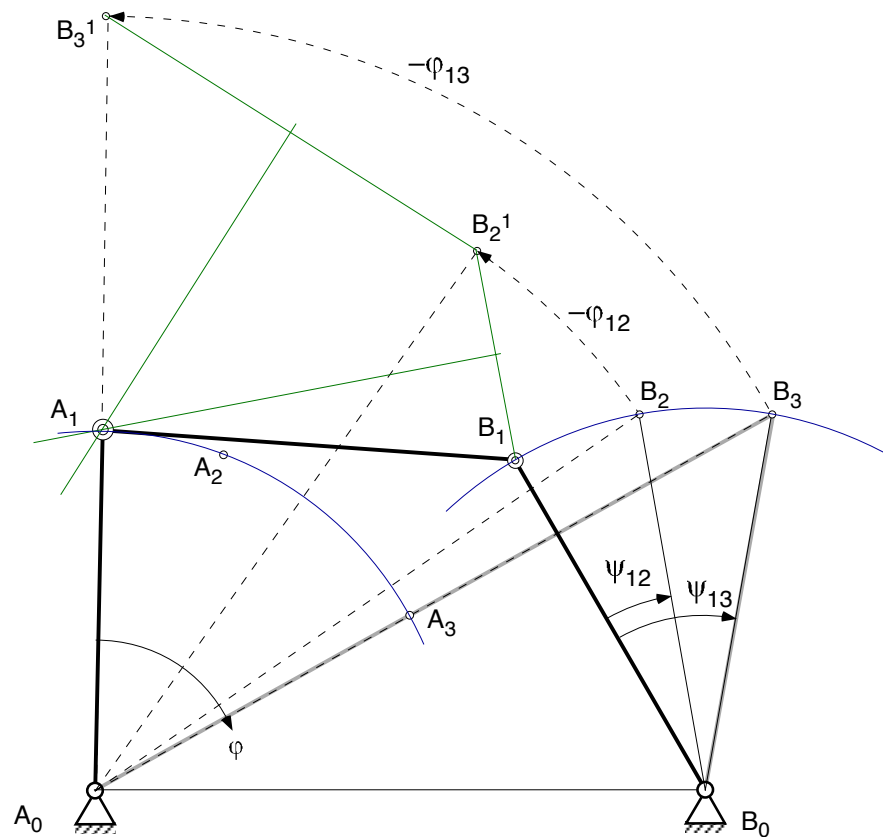
Wertigkeitsbilanz:

Vorgaben:	A_0B_0	b	φ_{12} / ψ_{12}	φ_{13} / ψ_{13}	ψ_1
Daten:	(0/0 0/8)	5 cm	20°/20°	60°/40°	60°
Wertigkeiten:	4	1	1	1	1

$w = 8$

Gewähltes Getriebe und Zahl p: Viergelenkgetriebe, $p = 8$

Freie Vorgaben: keine \rightarrow genau eine Lösung

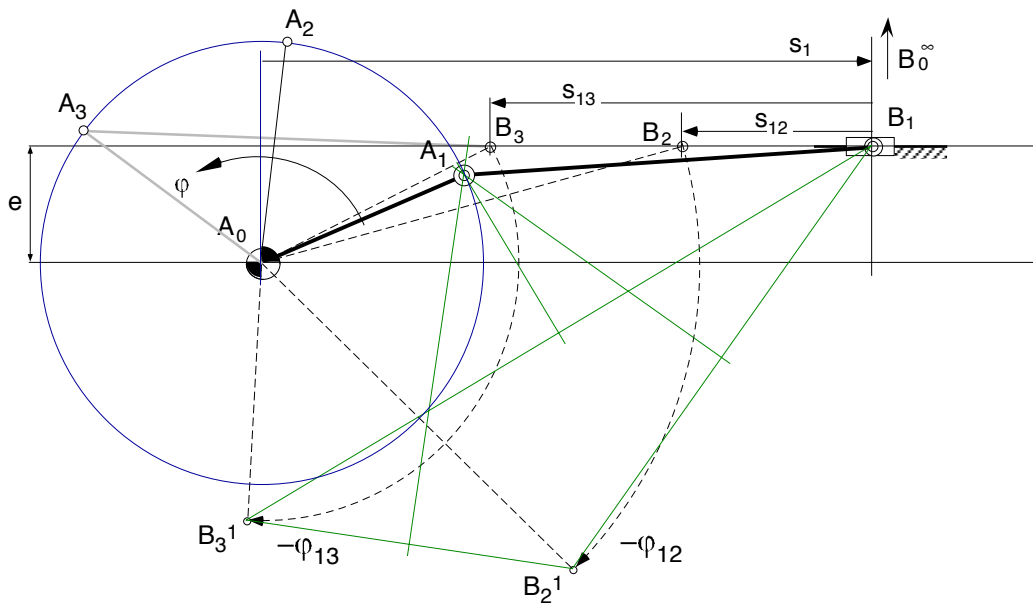


3. Ebene Q = Schwinge B_0B ; Ebene P = Kurbel A_0A , wobei A auf P gesucht: Hier P_1 ist Bezugslage.
 Bringe Lage P_2 nach P_1 = Drehen aller Punkte um A_0 mit $-\varphi_{12}$; hier $A_0B_2 \rightarrow A_0B_2^1$;
 Bringe Lage P_3 nach P_1 = Drehen aller Punkte um A_0 mit $-\varphi_{13}$; hier $A_0B_3 \rightarrow A_0B_3^1$;
 A_1 ist Kreismittelpunkt der Bewegungen von B^1 : $\rightarrow A_1$ aus $MS(B_1, B_2^1)$ & $MS(B_1, B_3^1)$ & $MS(B_2^1, B_3^1)$
 Länge $a = A_0A = 4.7$ cm; $c = AB = 5.4$ cm; $b = 5$ cm; $d = 8$ cm;
4. Umlauf ist möglich wenn $l_{\min} + l_{\max} < l' + l''$:
 hier $4.7 + 8 > 5.4 + 5$
 $12.7 > 10.4$: \rightarrow Kurbel läuft nicht um: Lage 3 ist Totlage!

Aufgabe 7.8: Entwickle ein exzentrisches Schubkurbelgetriebe, das die drei Zuordnungen der Drehwinkel und Verschiebungen erfüllt.

Dabei sind der Schub s_1 (gemessen von A_0) sowie die Exzentrizität e gegeben.

Gegeben :	A_0	s_1	e	φ_{12}/s_{12}	φ_{13}/s_{13}	Schubrichtung
Zahlenwerte:	0/0	80 mm	15 mm	60°/25mm	120°/50 mm	horizontal
Wertigkeit:	2	1	1	1	1	1
Schubkurbel mit Exzentrizität gesucht:						$w = 7$
→ Es sollte genau eine Lösung folgen!						$p = 7$



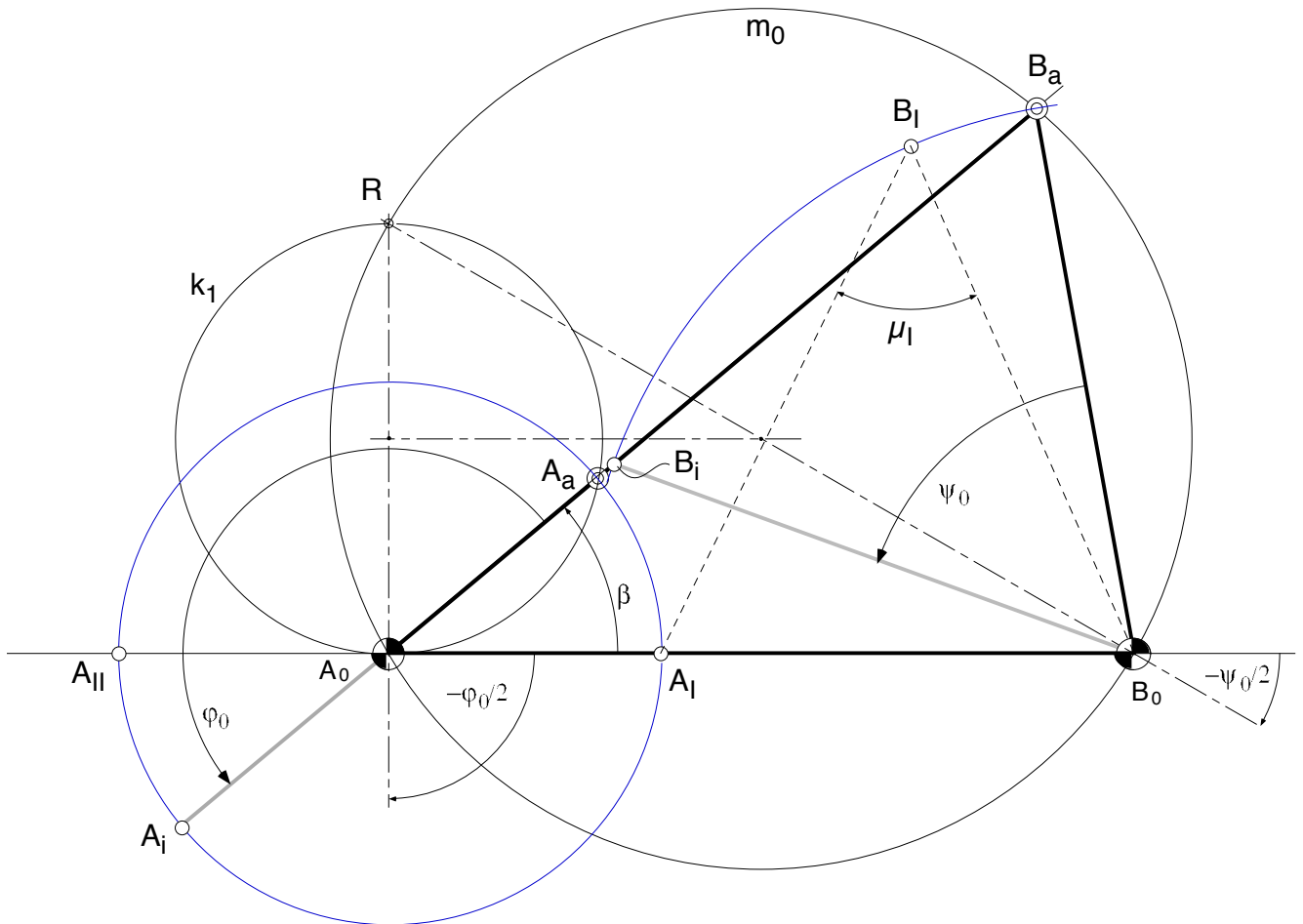
Lösung:

1. A ist ein Punkt der Kurbel und ist gesucht: deshalb Kurbel, hier in Stellung 1, ist die Bezugsebene.
2. Bringe Lage 2 nach Lage 1: mittels Drehen aller Punkte um A_0 mit $-\varphi_{12} = -60^\circ$; hier $A_0B_2 \rightarrow A_0B_2^1$;
Bringe Lage 3 nach Lage 1: mittels Drehen aller Punkte um A_0 mit $-\varphi_{13} = -120^\circ$; hier $A_0B_3 \rightarrow A_0B_3^1$;
 A_1 ist Kreismittelpunkt der Bewegungen von B^1 : $\rightarrow A_1$ aus $MS(B_1, B_2^1)$ & $MS(B_1, B_3^1)$ & $MS(B_2^1, B_3^1)$
3. Getriebe vervollständigen: Länge $r = A_0A = 29$ mm; $l = AB = 53.5$ mm;
4. Stellung 2 und 3 einzeichnen.

Aufgabe 7.9: Entwickle eine Kurbelschwinge mit dem Totlagenwinkel $\varphi_0 = 180^\circ$.

Prüfe die innere und äußere Totlage sowie den Übertragungswinkel.

Gegeben :	A_0	B_0	φ_0 / ψ_0	Mittelpunktkurve Kreispunksk.	
Zahlenwerte:	010 mm	10010 mm	$180^\circ / 60^\circ$	verwenden	verwenden
Wertigkeit:	2	2	1	1	1
Kurbelschwinge					$w = 7$
Freie Vorgaben:	eine	--> wähle Kurbelwinkel $\beta = 40^\circ$, Tab. 7.1 liefert keine Werte!			$p = 8$



Lösung:

1. Trage $-\varphi_0/2$ in A_0 und $-\psi_0/2$ in B_0 an, \rightarrow Relativpol R.
2. Kreispunktkurve k_1 ist Ort für A_a der Kurbel: k_1 durch A_0 und R mit Mittelpunkt auf (RA_0)
3. Mittelpunktkurve m_0 ist Ort für B_a der Schwinge: m_0 durch A_0 und R mit Mittelpunkt auf (RB_0)
4. Trage Konstruktionswinkel $\beta = 40^\circ$ an Gestell in A_0 an: \rightarrow Schnitt mit k_1 und m_0 liefert A_a und B_a .
Längen: Kurbel $a = 37$ mm, Schwinge $b = 75$ mm, Koppel $c = 78$ mm.
5. Trage Kreis mit a in A_0 an, trage Kreisbogen der Schwinge mit b an; für $\varphi_0 = 180^\circ$ folgen $\psi_0 = 60^\circ$ und die Punkte A_i und B_i .
6. Übertragungswinkel μ für die Steglage I und II finden: $\mu_I = 50^\circ$, $\mu_{II} = 50^\circ$, $\rightarrow \mu_{\min} = 50^\circ$.

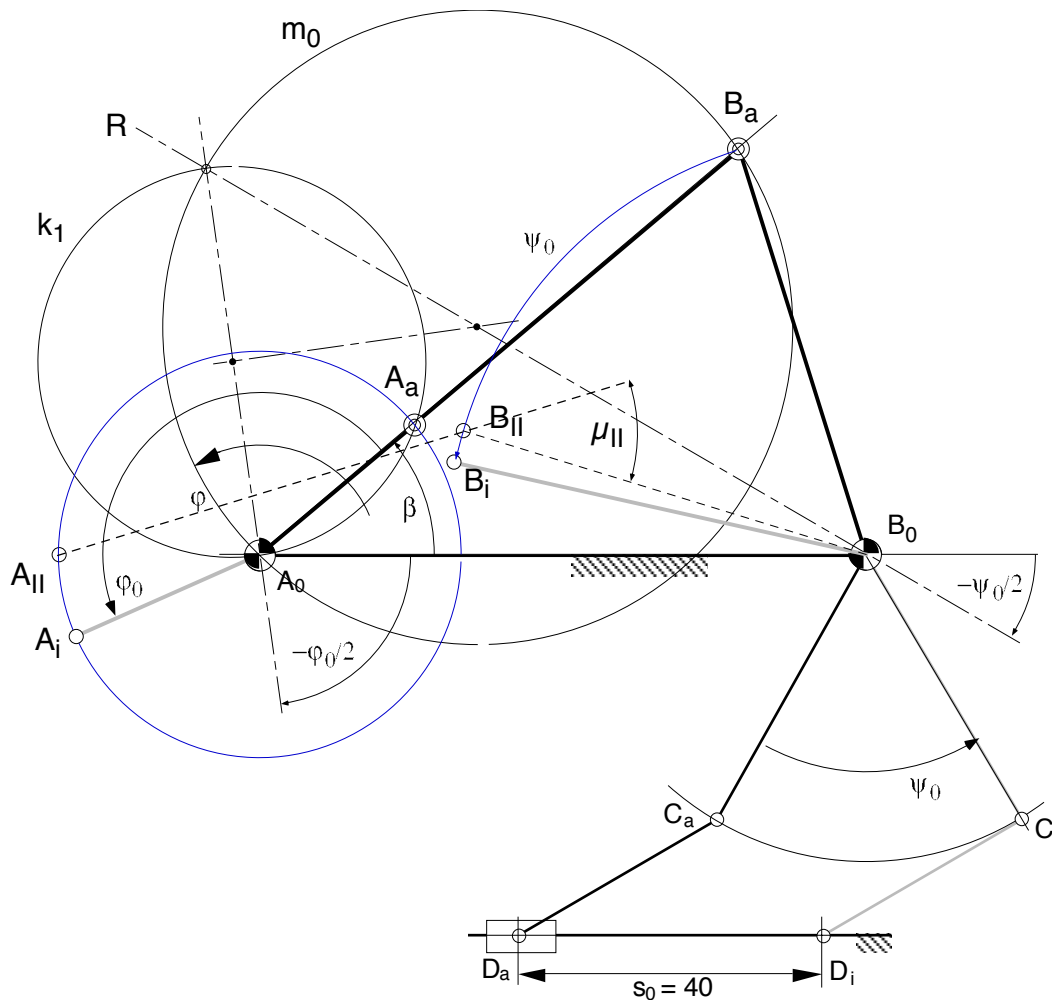
Analytische Lösung: siehe Internet:

$$a = 37.1 \text{ mm}, b = 74.2 \text{ mm}, c = 76.6 \text{ mm}, d = 100 \text{ mm}, \mu_{\min} = 49.3^\circ.$$

Aufgabe 7.10: Entwickle ein Viergelenkgetriebe mit angehängter Schubkurbel mit Hilfe der Totlagen-konstruktion nach Alt.

Gegeben: Ein Gleitstein soll einen Weg von $s_0 = 40$ mm durchlaufen und durch die Schwinge eines Viergelenkgetriebes und ein Übertragungsglied angetrieben werden.

Bekannt sind die Totlagen des Gleitsteins D_a und D_i , die Gestellpunkte A_0 und B_0 , der Zweischlag D_a , C_a B_0 . Weiter soll $\varphi_0 < 180^\circ$ und $\mu_{\min} = 30^\circ$ betragen. (Verwende Tab. 7.1 für φ_0 und β)



Lösung:

- Konstruiere C_i aus Kreis um B_0 und Länge $D_a C_a$. --> Winkel $\psi_0 = 60^\circ$
- Mit $\psi_0 = 60^\circ$, $\mu_{\min} = 30^\circ$ und Tab. 7.1 folgen $\varphi_0 = 164^\circ$ und Konstruktionswinkel $\beta = 40^\circ$.
- Totlagenkonstruktion nach Alt:
Trage $-\varphi_0/2 = 82^\circ$ in A_0 an, $-\psi_0/2 = 30^\circ$ in B_0 an, --> Relativpol R.
Kreispunktkurve k_1 ist Ort für A_a der Kurbel: k_1 durch A_0 und R mit Mittelpunkt auf (RA_0)
Mittelpunktkurve m_0 ist Ort für B_a der Schwinge: m_0 durch A_0 und R mit Mittelpunkt auf (RB_0)
Trage Konstruktionswinkel $\beta = 40^\circ$ an Gestell in A_0 an: --> Schnitt mit k_1 und m_0 liefert A_a und B_a .
Längen: Kurbel $a = 27$ mm, Schwinge $b = 56$ mm, Koppel $c = 56$ mm.
- Trage Kreis mit a in A_0 an, trage Kreisbogen der Schwinge mit b an; für $\varphi_0 = 164^\circ$ folgen $\psi_0 = 60^\circ$ und die Punkte A_i und B_i .
- Übertragungswinkel μ für die Steglage II finden: $\mu_{II} = 30^\circ$.

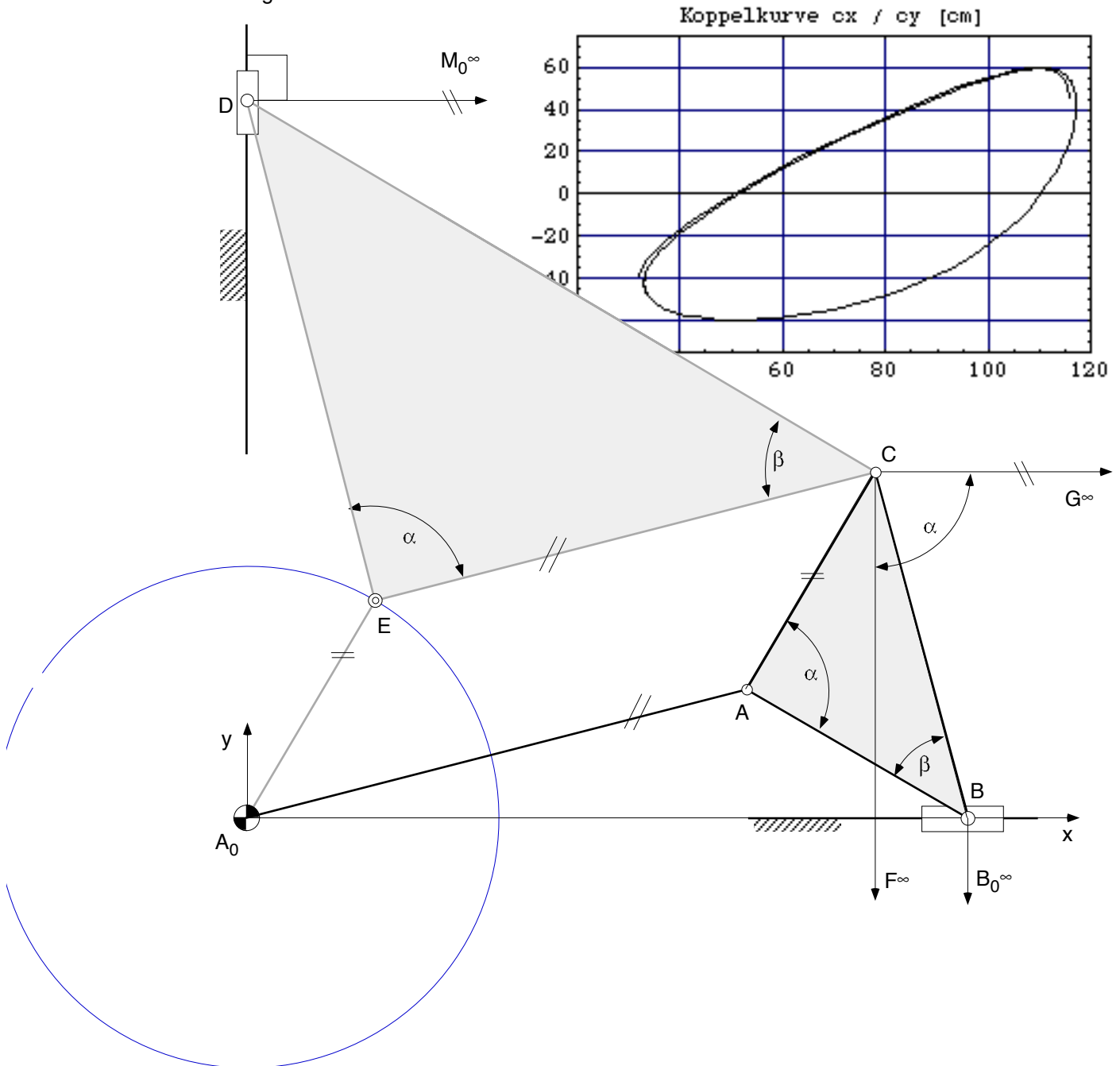
Analytische Lösung: siehe Internet:

$a = 26.9$ mm, $b = 55.4$ mm, $c = 55.1$ mm, $d = 80$ mm, $\mu_{\min} = 29.5^\circ$.

Aufgabe 7.11: Alternative Lösung einer Schubkurbel zur Erzeugung einer Koppelkurve.

Für das im Bild dargestellte Getriebe soll nach dem Satz von ROBERTS eine alternative Schubkurbel gefunden werden. (Winkel $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 45^\circ$). Das gezeigte Getriebe läuft **nicht** um!

Prüfe die Umlauffähigkeit.



Lösung:

1. Finde E aus Parallelen zu AC und A_0A
2. Trage Winkel α und β in E bzw. C an: $\rightarrow D$.
3. Finde F aus Parallelen zu B_0B durch $C \rightarrow F^\infty$.
4. Trage Winkel α in C zu CF^∞ an: $\rightarrow CG^\infty$. (Winkel β kann in F^∞ nicht angetragen werden)
5. M_0 aus Parallele zu CG_0^∞ durch D liefert M_0^∞ .
6. Schubrichtung senkrecht zu DM_0^∞ .
7. Neues Schubkurbelgetriebe ist A_0ED mit Koppelpunkt C . Dieses Getriebe läuft um!

Es erzeugt die selbe Koppelkurve wie das Getriebe A_0AB mit Koppelpunkt C . \rightarrow siehe oben, Internet.

Da $G = G^\infty$, kann keine dritte Lösung gefunden werden.

Aufgabe 7.12: Konstruktion einer Kurvenscheibe mit Stößel.

Für eine lineare Werkzeugbewegung soll ein Kurvenscheibengetriebe mit Stößel entwickelt werden. Der An- und Abstieg, sowie die Raststellungen sind in Bild 1 festgehalten. Die Scheibe soll mit konstanter Drehzahl angetrieben werden.

Lösung:

1. Bestimme die Winkelgeschwindigkeit und die Drehzahl des Motors für eine Umlaufzeit **T = 12 s**.

Umlaufzeit pro Sekunde: $f = 1/T = 1/12 \text{ 1/s} = 1/12 \text{ Hz}$.

Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2 \pi f = \pi/6 \text{ rad/s}$

Drehzahl pro Minute $n = 60 f = 5 \text{ U/min}$

2. Siehe auch Internet:

- 2.1 Übergangsfunktionen —> Hier Sinoide nach Bestehorn, Tab. 7.3:

Weg des Stößel 3: $s(\varphi(z)) = s_{A0} + s_A f(z)$ wo $f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$, $\varphi(z) = \varphi_{A0} + z \varphi_A$

Geschwindigkeit $v_{B31} = s' \omega$, wo $s'(\varphi(z)) = s_A/\varphi_A f'(z)$ und $f'(z) = 1 - \cos(2\pi z)$

- 2.2 Anstieg 1: $s_{A0} = 0 \text{ mm}$; $\varphi_{A0} = 0^\circ$; $s_A = 30 \text{ mm}$, $\varphi_A = 60^\circ = \pi/3 \text{ rad}$.

i	phi Grad	z	f	s=f*sA+sA0	s'=f'sA / phiA
0	0.	0.00	0.00000	0.00000	0.00000
1	15.	0.25	0.09085	2.72535	28.64789
2	30.	0.50	0.50000	15.00000	57.29578
3	45.	0.75	0.90915	27.27465	28.64789
4	60.	1.00	1.00000	30.00000	0.00000

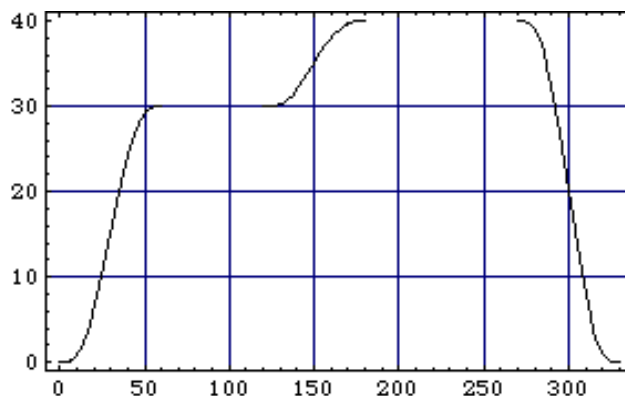
- 2.3 Anstieg 2: $s_{A0} = 30 \text{ mm}$; $\varphi_{A0} = 120^\circ$; $s_A = 10 \text{ mm}$, $\varphi_A = 60^\circ = \pi/3 \text{ rad}$.

i	phi Grad	z	f	s=f*sA+sA0	s'=f'sA / phiA
8	120.	0.00	0.00000	30.00000	0.00000
9	135.	0.25	0.09085	30.90845	9.54930
10	150.	0.50	0.50000	35.00000	19.09859
11	165.	0.75	0.90915	39.09155	9.54930
12	180.	1.00	1.00000	40.00000	0.00000

- 2.4 Abstieg: $s_{A0} = 40 \text{ mm}$; $\varphi_{A0} = 270^\circ$; $s_A = -40 \text{ mm}$, $\varphi_A = 60^\circ = \pi/3 \text{ rad}$.

Abstieg, $s = 40 - 0 \text{ mm}$, $\varphi = 270 - 330 \text{ Grad}$

i	phi Grad	z	f	s=f*sA+sA0	s'=f'sA / phiA
18	270.	0.00	0.00000	40.00000	0.00000
19	285.	0.25	0.09085	36.36620	-38.19719
20	300.	0.50	0.50000	20.00000	-76.39437
21	315.	0.75	0.90915	3.63380	-38.19719
22	330.	1.00	1.00000	0.00000	0.00000



Plot der Funktion $s(\varphi)$ der Stößelbewegung:

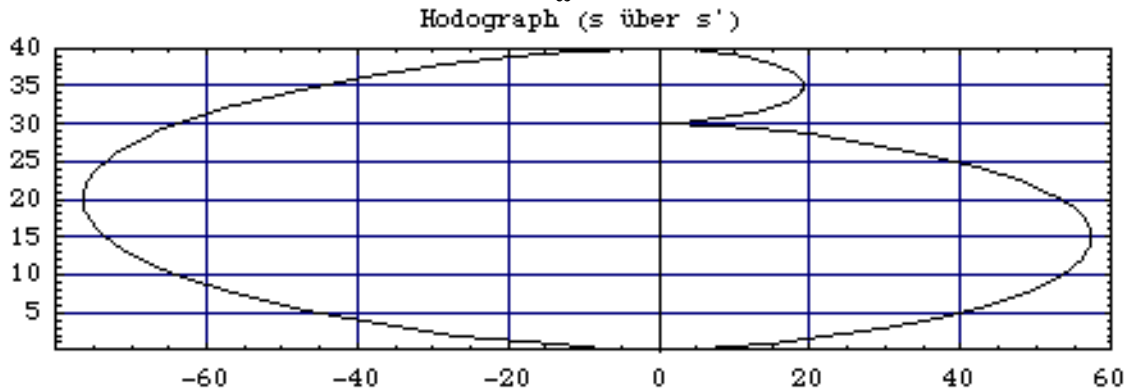
3. Hodograph: s über s' auftragen:

 Maßstäbe: $M_s = 1 \text{ mm} / 1 \text{ mm}$; $M_\varphi = 10 \text{ mm} / 30^\circ$; $M_v = M_s / |\omega|$

$$\hat{s} = M_s s;$$

$$v_{B21} = R \omega, \text{ wo } R = A_0 B; \quad \hat{v}_{B21} = M_v v_{B21} = \frac{M_s}{\omega} R \omega = M_s R = \hat{R}: \text{ Also } \hat{v}_{B21} \text{ ist stets Strecke } BA_0.$$

$$v_{B31} = s' \omega; \quad \hat{v}_{B31} = M_v v_{B31} = \frac{M_s}{\omega} s' \omega = M_s s' = \hat{s}': \text{ Also für } s \text{ und } s' \text{ gilt Maßstab } M_s.$$


 4. Konstruiere die Kurvenscheibe (F-Getriebe) für eine Abtastrolle mit $r = 5 \text{ mm}$ und einem Übertragungswinkel (An- und Abstieg) $\mu = 50^\circ$ im Punkt der maximalen Geschwindigkeiten.

 Trage μ am Punkt $i = 2$ und bei Punkt $i = 20$ an: Schnittpunkt liefert Lagerpunkt A_0 der Scheibe:

$$r_G = 62 \text{ mm}, \quad e = 7 \text{ mm}.$$

 Zeichne Kreis mit r_G und Exzentrizitätskreis mit e .

 Teile den Kreis in 24 Teile \rightarrow die Linien $i = 0 - 24$.

 Trage die Verschiebungen $s(i)$ an den Linien an, \rightarrow Kinematisches Profil

Trage die Rollenkreise an allen Punkten an

Die Einhüllende an die Rollenkreise liefert die Kontur der Kurvenscheibe, siehe Internet (Lösung nach 7.7.6)

