

Kurbelschwinge als Ersatzgetriebe des Zykloidenlenkers 612

- Führungsgetriebe zur Umwandlung einer Drehung in eine angenäherte Geradführung eines Gliedpunktes
- Ebenes viergliedriges Drehgelenkgetriebe

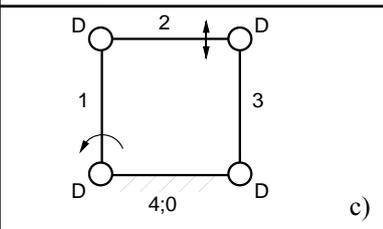
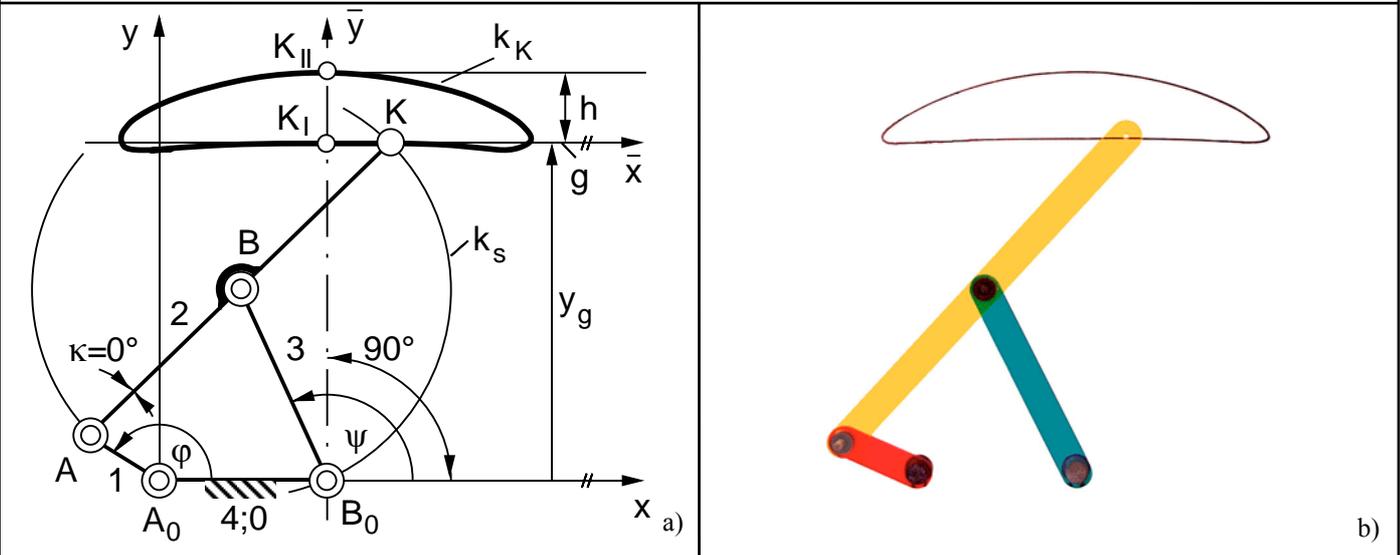


Bild 1. Kurbelschwinge als Ersatzgetriebe des Zykloidenlenkers

- a) Kinematisches Schema
- b) Modellgetriebe
- c) Strukturbild

Symbole im Strukturbild:

D für Drehung **S** für Schiebung **W** für Schraubung (Windung) ↻ Antriebsgelenk; ↔ Abtriebsglied
Beispiel **D₂S**: Gelenk mit dem Freiheitsgrad 3; 2 Drehungen, 1 Schiebung

Zugriffsmerkmale:

Anzahl der Antriebsgelenke : 1, davon 1 am Gestell
Anzahl der Abtriebsglieder : 1, davon 0 am Gestell
Anzahl der Glieder : 4, davon 4 binär
Anzahl der Gelenke : 4, davon 4 Drehgelenke (D)

Abmessungen (in Längeneinheiten):

$$\overline{A_0A} \equiv l_1 = 1; \quad \overline{AB} \equiv l_2 = \frac{3}{2}\sqrt{3}; \quad \overline{B_0B} \equiv l_3 = \frac{3}{2}\sqrt{3};$$

$$\overline{A_0B_0} \equiv l_4 = 2; \quad \overline{AK} \equiv k = 3\sqrt{3}; \quad \overline{BK} \equiv l = \frac{3}{2}\sqrt{3}.$$

Erläuterung:

Das in **Bild 1** dargestellte Modellgetriebe zeigt eine gleichschenklige Kurbelschwinge A_0ABB_0 , bei der die Koppellänge $\overline{AB} = l_2$ gleich der Schwingenlänge $\overline{B_0B} = l_3$ ist. Der Koppelpunkt K liegt auf der Geraden durch A und B und auf einem Kreis k_s mit dem Mittelpunkt B und dem Radius $l = l_2 = l_3$. Die Lage des Koppelpunktes in der Koppelenebene kann mit den Polarkoordinaten $k = \overline{AK} = 2 * l_2$ und $\kappa = \sphericalangle BAK = 0^\circ$ angegeben werden. Der Koppelpunkt erzeugt aufgrund der vorliegenden Getriebeabmessungen eine symmetrische Koppelkurve, deren Symmetrieachse durch den Schwingendrehpunkt B_0 geht und mit der Senkrechten in B_0 zusammenfällt. Die Berechnung der Koordinaten der Bahnkurve k_K des Koppelpunktes K lässt sich in einem x, y -Koordinatensystem mit dem Ursprung in A_0 gemäß der Getriebebeschreibung Nr. 611 in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel $\varphi = \sphericalangle B_0A_0A$ unter Berücksichtigung des Winkels $\kappa = 0^\circ$ durchführen. Die Gerade g , der sich die Koppelkurve k_K besonders gut anschmiegt (genäherte Geradführung des Koppelpunktes K), ist eine

vierpunktig berührende Tangente in K_I und verläuft aufgrund der besonderen Getriebeabmessungen im Abstand $y_g = \overline{B_0K_I} = 3\sqrt{2} l_1$ parallel zur Gestellgeraden A_0B_0 . Der auf der Symmetrieachse gemessene Hub $h = \overline{K_{II}B_0} - \overline{K_I B_0}$ der Koppelkurve ist $h = (\sqrt{26} - 3\sqrt{2}) * l_1$, wobei K_I beim Kurbelwinkel $\varphi_I = 180^\circ$ und K_{II} bei $\varphi_{II} = 0^\circ$ durchlaufen wird.

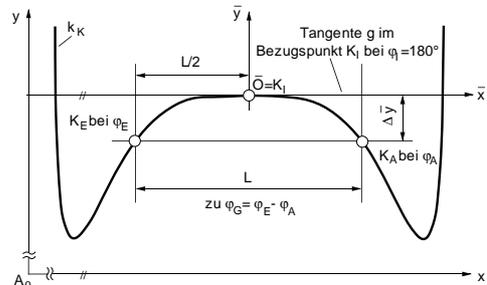


Bild 2. Zur Definition der bezogenen Geradführungsabweichung

Bild 2 gibt eine prinzipielle Ausschnittsvergrößerung der Koppelkurve k_K aus **Bild 1a** zur Definition der bezogenen Geradführungsabweichung $Q_G = \Delta \bar{y} / L$ wieder. Darin ist L die parallel zur Tangente g im Bezugspunkt K_I gemessene Länge der Geradführung

Autor: Prof. Dr.-Ing. G. Dittrich
Vorveröffentlichung in [1] und Erstveröffentlichung im Internet am 30.05.2000

und $\Delta\bar{y}$ die Toleranzbreite. Der Kurbelwinkel am Anfang der Geradföhrung bei K_A sei φ_A , am Ende bei K_E sei φ_E , so dass zur Geradföhrungslänge L der überstrichene Kurbelwinkel $\varphi_G = \varphi_E - \varphi_A$ gehört. Das Diagramm in **Bild 3** zeigt die Abhängigkeit der genannten Größen für das vorliegende Getriebe.

Ist z.B. für eine Geradföhrung der Länge $L = 15\text{cm}$ bei einer zulässigen Toleranzbreite von $\Delta\bar{y} = 0,75\text{mm}$ eine Kurbelschwinge gesucht, so erhält man zunächst für $Q_G = 0,005$ den Punkt P_1 auf der Q_G -Kurve mit den zugehörigen Kurbelwinkeln $\varphi_G = 113,0^\circ$ und $\varphi_A = 123,5^\circ$, zu denen wiederum der Punkt P_2 auf der L/l_1 -Kurve gehört. Das abzulesende Verhältnis $L/l_1 = 2,76$ macht eine Kurbellänge von $l_1 = 5,43\text{cm}$ erforderlich, so dass die übrigen Abmessungen des Getriebes entsprechend zu wählen sind.

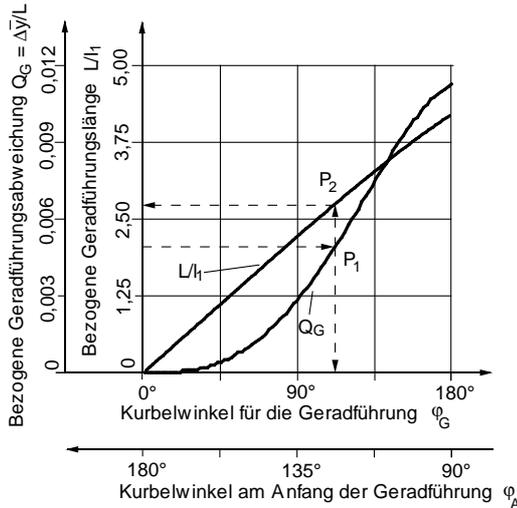


Bild 3. Bezogene Geradföhrungsabweichung

Ersatzgetriebe

Nach dem Satz von Roberts (siehe Getriebebeschreibung Nr. 105) lassen sich für jede gegebene Kurbelschwinge A_0ABB_0 zwei Ersatzgetriebe $A_0^*A^*B^*B_0^*$, $A_0^{**}A^{**}B^{**}B_0^{**}$ angeben, welche die gleiche Koppelkurve erzeugen (**Bild 4**). Das erste Ersatzgetriebe $A_0^*A^*B^*B_0^*$ ist eine symmetrische, umlauffähige Doppelschwinge mit den Abmessungen

$$\overline{A_0^*A^*} \equiv l_1^* = 3\sqrt{3}, \quad \overline{A^*B^*} \equiv l_2^* = 2, \quad \overline{B_0^*B^*} \equiv l_3^* = 3\sqrt{3},$$

$$\overline{A_0^*B_0^*} \equiv l_4^* = 4, \quad \overline{A^*K} \equiv k^* = 1, \quad \overline{B^*K} \equiv l^* = 1.$$

Das zweite Ersatzgetriebe $A_0^{**}A^{**}B^{**}B_0^{**}$ ist eine gleichschenklige Kurbelschwinge mit den gleichen kinematischen Abmessungen wie beim Ausgangsgetriebe.

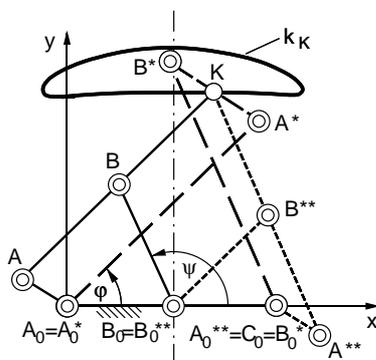


Bild 4. Ersatzgetriebe zur gleichschenkligen Kurbelschwinge A_0ABB_0 mit der gleichen Koppelkurve k_K

Konstruktion des Zykloidenlenkers

Da das beschriebene Getriebe eine vierpunktige Geradföhrung und damit eine Geradföhrung besonderer Güte realisiert, sei im folgenden kurz die Entwicklung des Getriebes beschrieben.

Rollt nach **Bild 5** der Kreis k_g , die Gangpolkurve mit dem Durchmesser $2R$ und dem Mittelpunkt M , auf der festen Geraden k_r , der Rastpolkurve und gleichzeitig Polbahntangenten t , ab, so beschreiben die mit dem rollenden Kreis fest verbundenen Punkte Orthozykloiden, speziell der Punkt M eine Gerade.

Der geometrische Ort derjenigen Punkte, die momentan einen vierpunktig berührenden Krümmungskreis besitzen, ist die Kreisungspunktkurve k_u und der Ort der entsprechenden Krümmungsmittelpunkte die Angelpunktkurve k_a . Wenn der Durchmesser D des Wendekreises k_w einen stationären Wert hat, hier $D = R = \text{const.}$, so zerfallen die Kurven in die Polbahnnormale n und in je einen die Gerade t im Geschwindigkeitspol P berührenden Kreis. Die Durchmesser der Kreise können mit $d_u = 3R/2$ bzw. $d_a = 3R$ angegeben werden. Nimmt man nun auf k_u die Punkte A' und B' als Schnittpunkte mit der Waagerechten durch $M = K = \text{Wendepol } W$ an, so ergeben sich ihre Krümmungsmittelpunkte A_0', B_0' , als Schnittpunkte der Strahlen $A'P$ bzw. $B'P$ mit der Angelpunktkurve k_a . Man erhält so den Zykloidenlenker (**Bild 6**), eine Doppelschwinge $A_0'A'B'B_0'$ mit den Abmessungen

$$\overline{A_0'A'} \equiv l_1' = \frac{3}{2}\sqrt{3}\sqrt{2}R, \quad \overline{A'B'} \equiv l_2' = \sqrt{2}R, \quad \overline{B_0'B'} \equiv l_3' = \frac{3}{2}\sqrt{3}\sqrt{2}R,$$

$$\overline{A_0'B_0'} \equiv l_4' = 2\sqrt{2}R, \quad \overline{A'K} \equiv k' = \frac{1}{2}\sqrt{2}R, \quad \overline{B'K} \equiv l' = \frac{1}{2}\sqrt{2}R.$$

Die Bewegung des Koppelpunktes K stimmt in vier unendlich benachbarten Lagen mit der geradlinigen Bewegung des Punktes M des abrollenden Rades überein. Die Konstruktion der Kurbelschwinge, hier als Ersatzgetriebe des Zykloidenlenkers, erfolgt dann mit Hilfe des Satzes von Roberts.

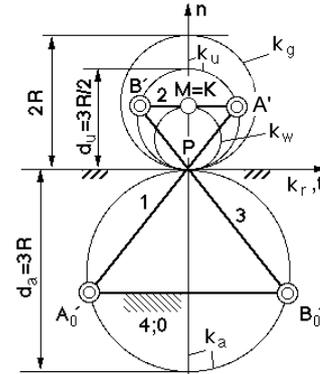


Bild 5. Konstruktion des Zykloidenlenkers $A_0'A'B'B_0'$



Bild 6. Modellgetriebe des Zykloidenlenkers

Literatur:

- [1] Dittrich, G., Müller, J.: Kurbelschwinge als Ersatzgetriebe des Zykloidenlenkers. Der Konstrukteur 23 (1992) Nr. 6, S. 33/34.
- [2] Meyer zur Capellen, W.: Erzeugung des n-Ecks mit abgerundeten Ecken. Reuleaux-Mitteilung 4 (1936), S. 44/47.
- [3] Meyer zur Capellen, W.: Der Zykloidenlenker und seine Weiterentwicklung. Konstruktion 8 (1956) Nr. 12, S. 510/518.