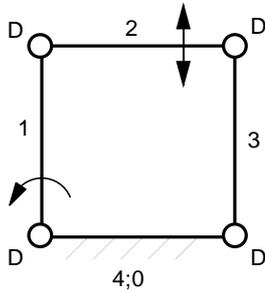


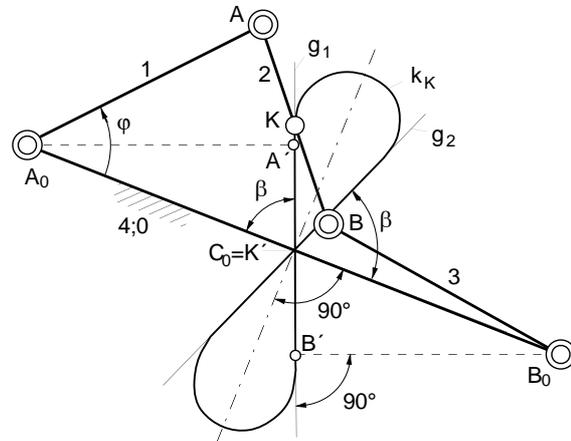
Wattscher Lenker, Evans-Lenker

610

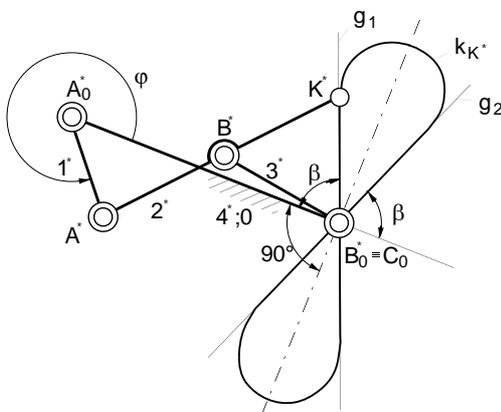
- Führungsgetriebe zur Umwandlung einer Drehung in eine angenäherte Geradföhrung eines Gliedpunktes
- Ebene nichtumlauffähige Doppelschwingen



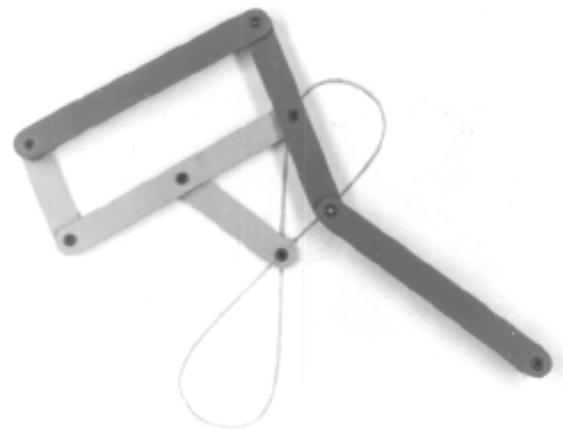
a)



b)



c)



d)

Bild 1. Wattscher Lenker, Evans-Lenker

- a) Strukturbild
- b) Kinematisches Schema des Wattschen Lenkers
- c) Kinematisches Schema des Evans-Lenkers
- d) Getriebemodell

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):

Wattscher Lenker

$$\overline{A_0A} = l_1 = 5; \quad \overline{AB} = l_2 = 4; \quad \overline{B_0B} = l_3 = 5;$$

$$\overline{A_0B_0} = l_4 = 10,77; \quad \overline{AK} = k = 2; \quad \overline{BK} = l = 2.$$

Evans-Lenker

$$\overline{A^*A^*} = l_1^* = 2; \quad \overline{A^*B^*} = l_2^* = 2,5; \quad \overline{B_0^*B^*} = l_3^* = 2,5;$$

$$\overline{A_0^*B_0^*} = l_4^* = 5,39; \quad \overline{A^*K^*} = k^* = 5; \quad \overline{B^*K^*} = l^* = 2,5.$$

Erläuterung:

Zur Verwirklichung einer Bahnkurve mit einer guten genäherten Geradföhrung sind seit dem Beginn der Entwicklung der Dampfmaschine der Wattsche Lenker und der Evans-Lenker bekannt (**Bild 1**). Das Modell in Bild 1d zeigt, dass der Wattsche Lenker (dunkle Getriebeglieder) und der Evans-Lenker (helle Getriebeglieder), wenn sie nach Roberts als gegenseitige Ersatzgetriebe konstruiert sind, dieselbe acht-förmige Koppelkurve erzeugen. Zum anschaulichen Nachweis sind die beiden Getriebe im Modell in dem die Kurve beschreibenden Koppelpunkt durch ein Drehgelenk verbunden.

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

Der Wattsche Lenker (Bild 1b) ist eine symmetrische, nicht-umlauffähige Doppel(innen)schwinge A_0ABB_0 mit $A_0A = B_0B$. Der die achtförmige Koppelkurve erzeugende Koppelpunkt K liegt in der Mitte der Koppelstrecke AB ($AK = BK$). In der gestrichelt eingezeichneten Ausgangsstellung $A_0A'B'B_0$ steht die Koppelgerade $A'B'$ senkrecht auf der Schwingengeraden A_0A' und B_0B' . Der Koppelpunkt K' fällt dann mit der Mitte C_0 der Gestellstrecke A_0B_0 zusammen ($A_0C_0 = B_0C_0$). Mit den Schwingenlängen $A_0A = l_1$, $B_0B = l_3$ und der Koppellänge $AB = l_2$ gilt unter Beachtung von $l_1 = l_3$ und von $AK = BK = l_2/2$ für die Gestelllänge

$$\overline{A_0B_0} \equiv l_4 = \sqrt{4l_1^2 + l_2^2} \quad (1)$$

Die achtförmige Koppelkurve k_K des Koppelpunktes K ist symmetrisch zur Gestellgeraden A_0B_0 und zur Senkrechten in C_0 auf dieser Gestellgeraden; sie besitzt in C_0 einen Doppelpunkt. Die beiden Geraden g_1 und g_2 , denen sich die Koppelkurve besonders gut anschmiegt (genäherte Geradföhrung des Koppelpunktes K), sind fünfpunktig berührende Tangenten in C_0 und liegen unter dem Winkel β bzw. $(180^\circ - \beta)$ gegenüber der Gestellgeraden A_0B_0 , wobei sich der Winkel β aus

$$\tan \beta = (2l_1) / l_2 \quad (2)$$

errechnet. Die Gerade g_1 stimmt mit der Koppelgeraden $A'B'$ in der genannten Ausgangsstellung überein.

Der in Bild 1c dargestellte Evans-Lenker $A_0^*A^*B^*B_0^*$ ist eines der beiden Ersatzgetriebe, die sich nach dem Satz von Roberts über die dreifache Erzeugung der Koppelkurve ergeben. Dabei fallen der Gelenkpunkt A_0^* mit A_0 und der Gelenkpunkt B_0^* mit C_0 zusammen. Der Evans-Lenker ist eine gleichschenklige, nicht-umlauffähige Doppel(innen)schwinge mit $B_0^*B^* = A^*B^*$. Der dieselbe achtförmige Koppelkurve ($k_{K^*} = k_K$) beschreibende Koppelpunkt K^* liegt auf der Koppelgeraden A^*B^* im Abstand $B^*K^* = A^*B^*$ von B^* .

Die kinematischen Abmessungen des Evans-Lenkers errechnen sich aus denen des entsprechenden Wattschen Lenkers zu

$$\begin{aligned} \overline{A_0^*A^*} &\equiv l_1^* = 0,5l_2, & \overline{A^*B^*} &\equiv l_2^* = 0,5l_1, \\ \overline{B_0^*B^*} &\equiv l_3^* = 0,5l_1, & \overline{A_0^*B_0^*} &\equiv l_4^* = 0,5l_4, \\ \overline{A^*K^*} &\equiv k^* = l_1, & \overline{B^*K^*} &\equiv l^* = 0,5l_1. \end{aligned}$$

Der Evans-Lenker benötigt demnach einen kleineren Bau- raum als der Wattsche Lenker.

Berechnung der Koppelkurve

Die Berechnung der Koppelkurve k_K kann für den Wattschen Lenker in Abhängigkeit vom Antriebswinkel $\varphi = \sphericalangle B_0A_0A$ zwischen den Grenzlagen

$$\varphi = \pm \arccos \left[\frac{l_1^2 + l_4^2 - (l_2 + l_3)^2}{2l_1l_4} \right]$$

wie folgt unter Berücksichtigung von Gl.(1) und den Beziehungen $l_1 = l_3$ und $AK = BK = l_2/2$ erfolgen (**Bild 2**):

$$\overline{B_0A} = f = \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi};$$

$$\cos \overline{\psi_s} = (l_1^2 + f^2 - l_4^2) / (2l_1f),$$

$$\sin \overline{\psi_s} = (l_4 \sin \varphi) / f;$$

$$\cos \overline{\psi_t} = (l_2^2 + f^2 - l_3^2) / (2l_2f);$$

$$\sigma = \varphi + \overline{\psi_s} + \overline{\psi_t} - \pi \quad (\text{Koppelpunkt}) ;$$

$$x_K(\varphi) = l_1 \cos \varphi + \frac{l_2}{2} \cos \sigma, \quad y_K(\varphi) = l_1 \sin \varphi + \frac{l_2}{2} \sin \sigma.$$

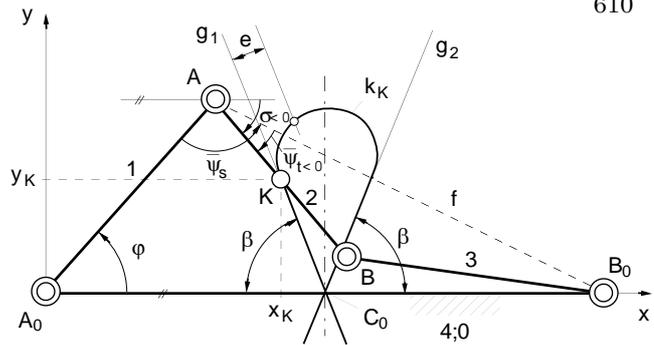


Bild 2. Koppelkurvenberechnung

Während sich der Wert des Winkels $\overline{\psi_s}$ aufgrund der er- rechenbaren Sinus- und Kosinuswerte eindeutig ergibt, muss das Vorzeichen des Winkels $\overline{\psi_t}$ je nach Lage der Koppel 2 relativ zur Diagonalen B_0A gesetzt werden.

Unter Beachtung der Gl.(2) hat die Gerade g_1 (bzw. g_2) die Gleichung

$$y = \frac{2l_1}{l_2} x \pm \frac{l_1l_4}{l_2},$$

so dass sich die Abweichung e der Koppelkurve von ihr und damit die Güte der Geradföhrung um den Doppelpunkt C_0 herum in Abhängigkeit vom Antriebswinkel φ oder dem Ab- stand

$$\overline{C_0K} = s = \sqrt{\left(\frac{l_4}{2} - x_K\right)^2 + y_K^2}$$

berechnen lässt (**Bild 3**):

$$e = \left| \frac{2l_1}{l_4} x_K \pm \frac{l_2}{l_4} y_K - l_1 \right|.$$

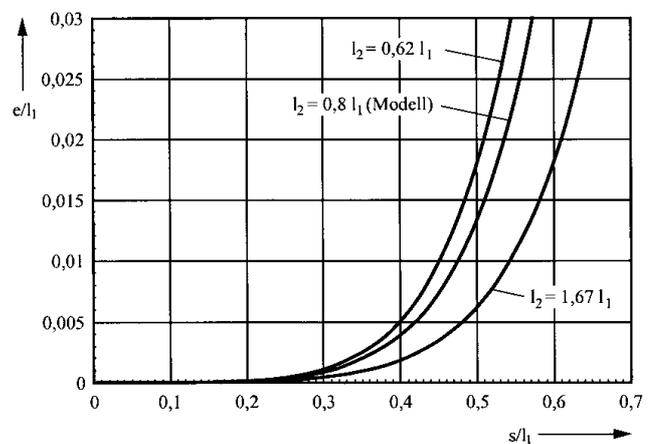


Bild 3. Abweichung e der Koppelkurve k_K von der Geraden g_1 in Abhängigkeit vom Abstand $s = \overline{C_0K}$.

Literatur:

- [1] Dittrich, G., Müller, J.: Wattscher Lenker, Evans-Lenker. Der Konstruk- teur 23 (1992) Nr. 1-2, S. 39/40.
- [2] Wunderlich, W.: Ebene Kinematik. BI-Hochschultaschenbücher 447/447a, Mannheim: Bibliographisches Institut, 1970.
- [3] Artobolevsky, I.I.: Mechanisms in modern engineering design. Band 1. Moskau: Mir Publishers, 1975.
- [4] Meyer zur Capellen, W.; Rischen, K.-A.: Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1066: Symmetrische Koppelkurven und ihre Anwendungen. Köln, Opladen: Westdeutscher Verlag, 1962.
- [5] Dittrich, G.; Abel, T.: Kinematik von Blattfeder-Föhrungsgetrieben, ins- besondere für Geradföhrungen. Konstruktion 38 (1966) Heft 3, S. 101/107.
- [6] Dittrich, G.; Braune, R.: Getriebetechnik in Beispielen. 2. Aufl. Mün- chen, Wien: Oldenbourg Verlag, 1987.