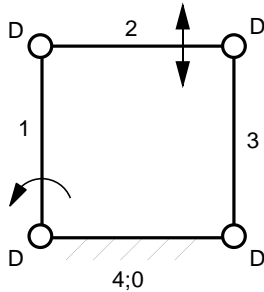


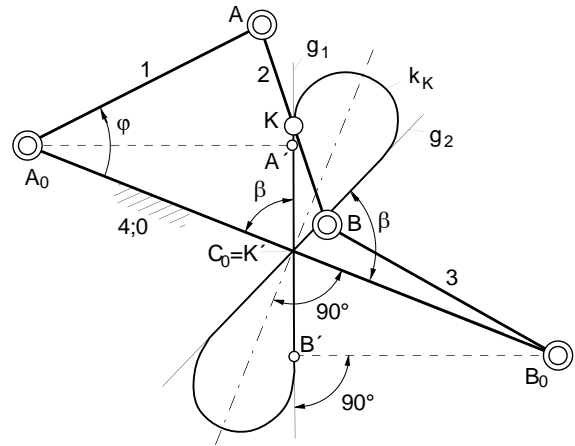
# Wattscher Lenker, Evans-Lenker

610

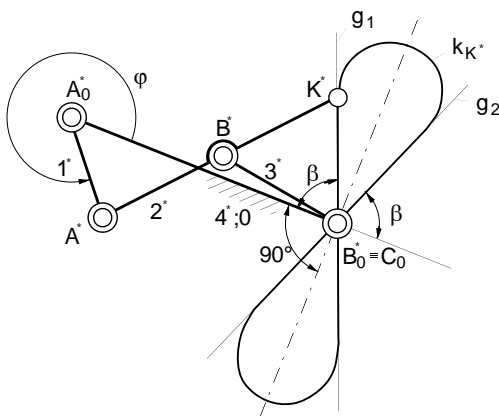
- Führungsgetriebe zur Umwandlung einer Drehung in eine angenäherte Geradföhrung eines Gliedpunktes
- Ebene nichtumlauffähige Doppelschwingen



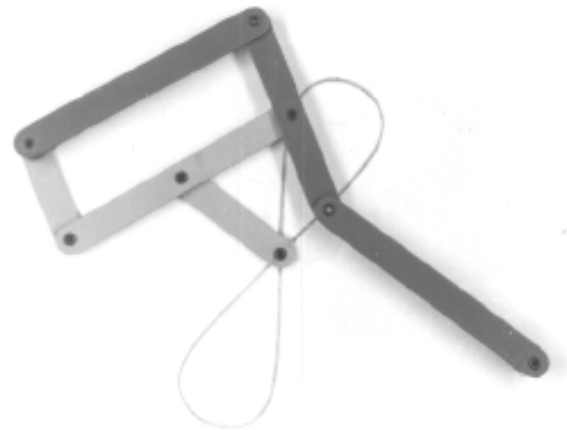
a)



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 **D<sub>2</sub>S**: 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

$$\overline{A_0A^*} = l_1^* = 2; \quad \overline{A^*B^*} = l_2^* = 2,5; \quad \overline{B_0^*B^*} = l_3^* = 2,5;$$

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

**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  $\beta$  bzw.  $(180^\circ - \beta)$  gegenüber der Gestellgeraden  $A_0B_0$ , wobei sich der Winkel  $\beta$  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**):

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

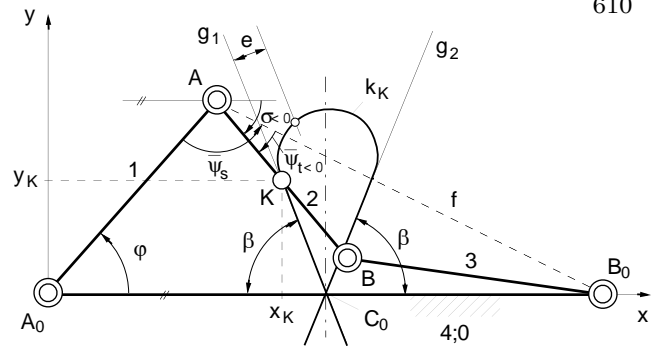
$$\cos \overline{\psi_s} = (l_1^2 + f^2 - l_4^2) / (2l_1f),$$

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

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

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

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



**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

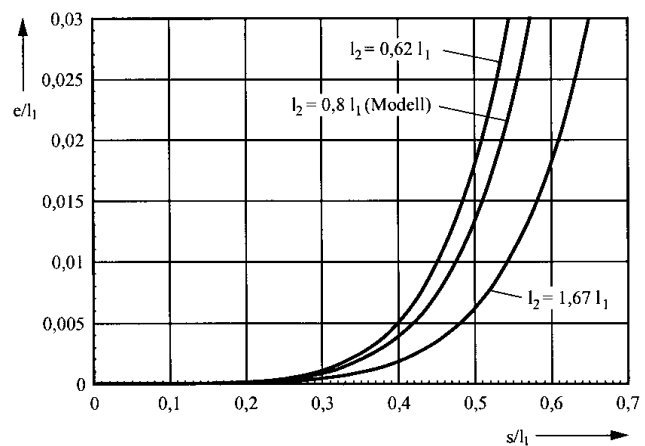
$$y = \frac{2l_1}{l_2} x \pm \frac{l_1l_4}{l_2},$$

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  $\varphi$  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.