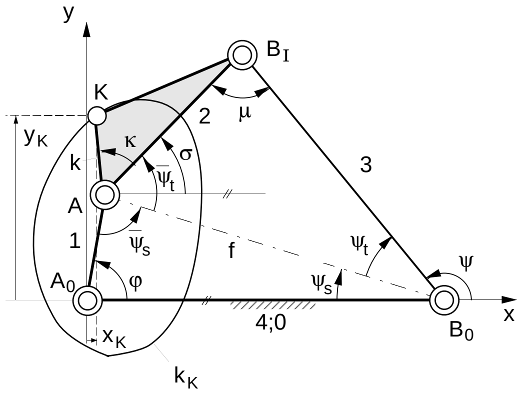
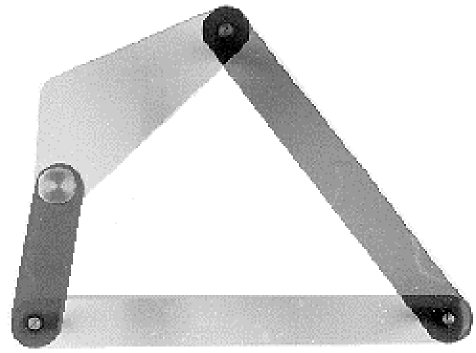
Umlauffähiges viergliedriges Drehgelenkgetriebe 106

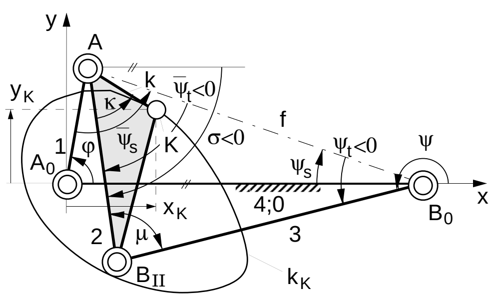
- Einfaches Führungs- und Übertragungsgetriebe
- Ebenes viergliedriges Drehgelenkgetriebe



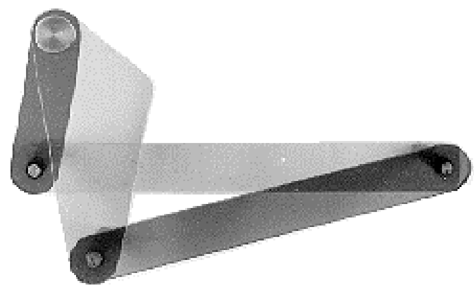
a)



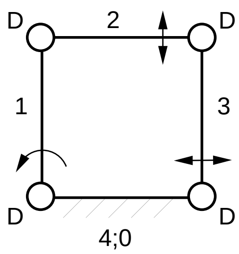
b)



c)



d)



e)

Bild1. Umlauffähiges viergliedriges Drehgelenkgetriebe (Kurbelschwinge)

a) Kinematisches Schema, 1. Bewegungsbereich der Kurbelschwinge
b) Modellgetriebe, 1. Bewegungsbereich der Kurbelschwinge
c) Kinematisches Schema, 2. Bewegungsbereich der Kurbelschwinge
d) Modellgetriebe, 2. Bewegungsbereich der Kurbelschwinge
e) Strukturbild

Symbole im Strukturbild:
D für Drehung **S** für Schiebung **W** für Schraubung (Windung) ↶ Antriebsgelenk; ⟷ Abtriebsglied
Beispiel **D_2S**: Gelenk mit dem Freiheitsgrad 3; 2 Drehungen, 1 Schiebung

Zugriffsmerkmale:

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

Abmessungen (in Längeneinheiten):

$\overline{A_0A} = l_1 = 4{,}5;\quad \overline{AB} = l_2 = 7{,}5;\quad \overline{B_0B} = l_3 = 12;$

$\overline{A_0B_0} = l_4 = 13{,}5;\quad \overline{AK} = k = 3;\quad \kappa = \sphericalangle BAK = 49{,}45°$

Erläuterung:
Das Modellgetriebe in **Bild 1** dient zur Demonstration einiger Eigenschaften umlauffähiger viergliedriger Drehgelenkgetriebe. Die Getriebeglieder dieses Handmodells sind aus farbigem, durchscheinendem Plexiglas, so dass das ebene Getriebe mit einem Overheadprojektor auf eine Wand projiziert werden kann. Macht man das Getriebeglied, das dem dreieckigen Getriebeglied gegenüberliegt, zum Gestell, so handelt es sich um eine Kurbelschwinge A_0ABB_0 mit dem Koppeldreieck ABK.

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

Die zugrundeliegende kinematische Kette ist umlauffähig, da für die Gliedlängen $l_{min} + l_{max} < l' + l''$ gilt. Das im Gestell 4;0 drehbar gelagerte kürzeste Getriebeglied 1 kann als Kurbel sowohl gegenüber dem Gestell als auch der Koppel 2 ganz umlaufen, während das Getriebeglied 3 gegenüber seinen beiden Nachbargliedern nur schwingende Drehbewegungen ausführt.

Die Kurbelschwinge als umlauffähiges Gelenkviereck hat bekanntlich zwei Bewegungsbereiche. Liegt das Teildreieck B_0A_0A durch Vorgabe des Kurbelwinkels φ fest, so liefern der Kreis um A mit der Koppellänge l_2 als Radius und der Kreis um B_0 mit der Schwingenlänge l_3 als Radius die Schnittpunkte B_I und B_{II}, von denen man einen als Gelenkpunkt B wählen kann. Es ist eine konstruktive Entscheidung, ob man das Getriebe in der Konfiguration $B_0A_0AB_I$ (Bild 1a,b), d.h. für den ersten Bewegungsbereich, oder in der Konfiguration $B_0A_0AB_{II}$ (Bild 1c,d), d.h. für den zweiten Bewegungsbereich, zusammenbaut. Unter Beibehaltung des Umlaufsinnes der Punkte A, B, K des Koppeldreieckes, d.h. auch unter Ausschluss der Spiegelung an der Gestellgeraden A_0B_0, ist die Überführung des Drehgelenkgetriebes von einem Bewegungsbereich in den anderen nur durch Lösen eines Gelenkes möglich. Beim Modellgetriebe lässt sich das Drehgelenk A durch eine Schraubverbindung lösen.

Übertragungsfunktion und -winkel

Durch Einteilen des Gelenkvierecks in die beiden Teildreiecke B_0A_0A und B_0AB_I bzw. B_0AB_{II} lässt sich für den Abtriebswinkel

$$\psi(\varphi) = \pi - \psi_s - \psi_t \qquad (1)$$

schreiben (s.a. Getriebebeschreibung Nr. 239). Mit der Länge der Diagonalen

$$\overline{B_0A} = f = \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2 l_1 l_4 \cos\varphi} \qquad (2)$$

lässt sich zunächst der (Schleifen-)Winkel $\psi_s = \sphericalangle A_0B_0A$ aus

$$\cos\psi_s = \left(l_4^2 + f^2 - l_1^2\right)/\left(2 l_4 f\right) \quad , \qquad (3)$$

$$\sin\psi_s = \left(l_1 \sin\varphi\right)/f \qquad (4)$$

nach Betrag und Vorzeichen eindeutig in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel φ berechnen. Für den Teilwinkel $\psi_t = \sphericalangle AB_0B$ gilt

$$\cos\psi_t = \left(l_3^2 + f^2 - l_2^2\right)/\left(2 l_3 f\right) \quad . \qquad (5)$$

Der Betrag des Winkels ψ_t ergibt sich aus dem Kosinus-Hauptwert, während das Vorzeichen durch die Wahl des ersten oder zweiten Bewegungsbereiches ($\psi_t > 0$ bzw. $\psi_t < 0$) festgelegt wird. Der Übertragungswinkel μ, mit $\mu \le 90°$, als Maß für die Übertragungsgüte lässt sich aus

$$\cos\mu = \frac{1}{2 l_2 l_3}\left[l_2^2 + l_3^2 - \left(l_1^2 + l_4^2 - 2 l_1 l_4 \cos\varphi\right)\right] \quad (6)$$

berechnen.

Koppelbewegung

Die Koppel des viergliedrigen Drehgelenkgetriebes führt eine allgemeine Bewegung aus; jede ihrer Lagen ist durch die Position eines beliebig gewählten Koppelpunktes K und durch die Orientierung der Koppelebene bestimmt, die sich z.B. durch den Orientierungswinkel

$$\sigma = \varphi + \overline{\psi}_s + \overline{\psi}_t - \pi \qquad (7)$$

der Koppelgeraden AB gegenüber der Gestellgeraden A_0B_0 angeben lässt. Zur Berechnung der Teilwinkel $\overline{\psi}_s = \sphericalangle A_0AB_0$ und $\overline{\psi}_t = \sphericalangle B_0AB$ gilt:

$$\cos\overline{\psi}_s = \left(l_1^2 + f^2 - l_4^2\right)/\left(2 l_1 f\right) \quad , \qquad (8)$$

$$\sin\overline{\psi}_s = \left(l_4 \sin\varphi\right)/f \quad , \qquad (9)$$

$$\cos\overline{\psi}_t = \left(l_2^2 + f^2 - l_3^2\right)/\left(2 l_2 f\right) \quad . \qquad (10)$$

Wie aus Bild 1a,c zu ersehen ist, sind in den Gln. (8) und (9) gegenüber den Gln. (3) und (4) die Gliedlängen l_1 und l_4 und in der Gl.(10) gegenüber der Gl.(5) die Gliedlängen l_2 und l_3 vertauscht. Die Hinweise zu den Beträgen und Vorzeichen der Teilwinkel $\overline{\psi}_s$ und $\overline{\psi}_t$ entsprechen denen zu den Teilwinkeln ψ_s und ψ_t.

Wegen der beiden Bewegungsbereiche ist die Koppelkurve eines Koppelpunktes K des Drehgelenkgetriebes zweiteilig (Bild 1a,c). In einem rechtwinkligen x,y-Koordinatensystem, dessen Ursprung mit A_0 und dessen x-Achse mit der Gestellgeraden A_0B_0 zusammenfällt, lassen sich die Koordinaten der Koppelkurve k_K in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel φ wie folgt angeben, wenn man den Koppelpunkt K durch die Polarkoordinaten $k = \overline{AK}$ und $\kappa = \sphericalangle BAK$ festlegt:

$$x_K(\varphi) = l_1 \cos\varphi + k \cos(\sigma + \kappa) \quad , \qquad (11)$$

$$y_K(\varphi) = l_1 \sin\varphi + k \sin(\sigma + \kappa) \quad . \qquad (12)$$

Die Koppelkurve des viergliedrigen Drehgelenkgetriebes ist eine algebraische Kurve 6. Ordnung, d.h. sie hat mit einer beliebigen Geraden (algebraische Kurve 1. Ordnung) im allgemeinen sechs Schnittpunkte.

Die Umrechnung der Koordinaten $x_K(\varphi)$, $y_K(\varphi)$ der Koppelkurve bezüglich des x,y-Koordinatensystems in die Koordinaten $p_K(\varphi)$, $q_K(\varphi)$ eines p,q-Koordinatensystems, gegenüber dem das x,y-System gemäß **Bild 2** um p_0 bzw. q_0 verschoben und um den Winkel η gedreht ist, läßt sich nach den Gleichungen

$$p_K(\varphi) = p_0 + x_K \cos\eta - y_K \sin\eta \quad , \qquad (13)$$

$$q_K(\varphi) = q_0 + x_K \sin\eta + y_K \cos\eta \quad . \qquad (14)$$

durchführen.

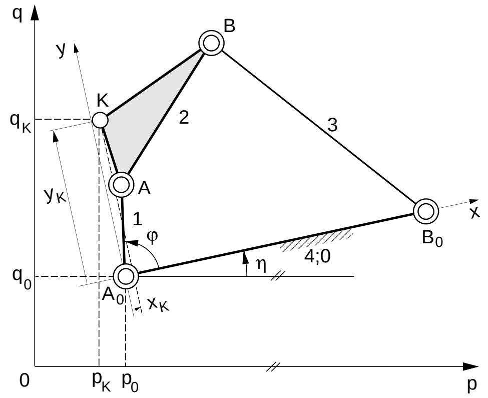


Bild 2. Koppelkurvenkoordinaten in einem beliebigen p,q-Koordinatensystem

Literatur:

[1] Dittrich, G.; Müller, J.: Umlauffähiges viergliedriges Drehgelenkgetriebe. Der Konstrukteur 23 (1992) Nr. 4, S. 37/38.

[2] Dittrich, G.; Braune, R.: Getriebetechnik in Beispielen. 2.Aufl. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1987.

[3] Beyer, R.: Kinematische Getriebesynthese. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag, 1953.