

Zykloidenrastgetriebe

230

- Übertragungsgetriebe zur Umwandlung einer umlaufenden Drehung in eine schwingende Schiebung mit je einer Rast in den beiden Umkehrlage

- Ebenes fünfgliedriges Räderkurbelgetriebe

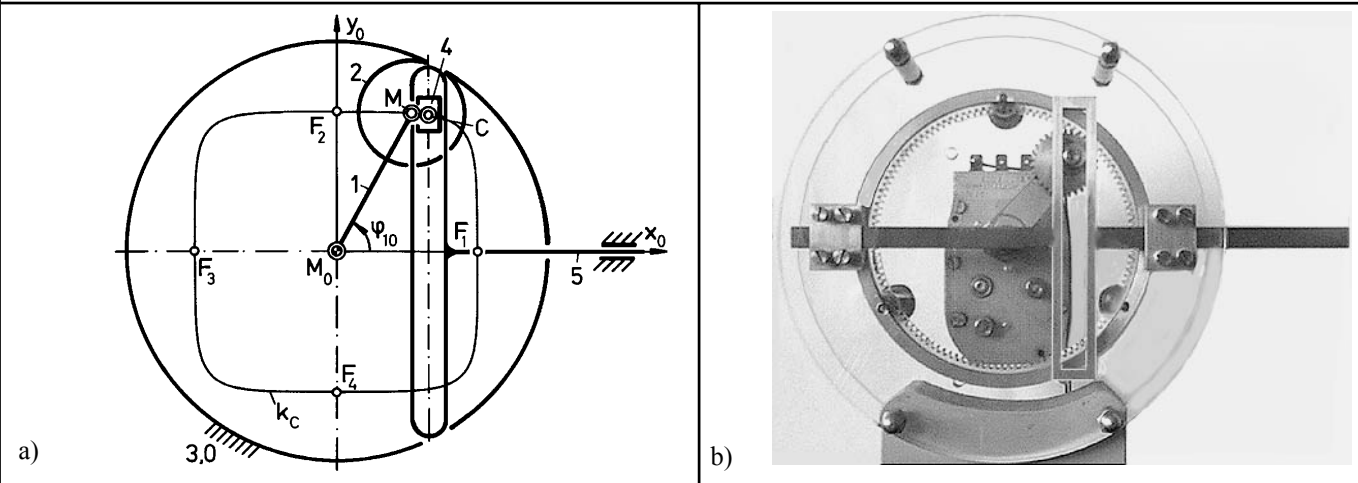


Bild 1. Zykloidenrastgetriebe

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

Symbole im Strukturbild:

D für Drehung **S** für Schiebung **W** für Schraubung (Windung) \curvearrowright Antriebsgelenk; \longleftrightarrow 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 1 am Gestell
Anzahl der Glieder : 5, davon 3 binär, 2 ternär
Anzahl der Gelenke : 6, davon 3 Drehgelenke (D),
2 Schubgelenke (S),
1 Gleitwäzlgelenk (DS)

Abmessungen (in Längeneinheiten):

$$r_2 = 1 \quad r_1 = \overline{M_0M} = r_3 - r_2 = 3$$

$$r_3 = 4 \quad c = \overline{MC} = \frac{1}{3} r_2 = \frac{1}{3}$$

Die Schubrichtung des rechtwinkligen Kreuzschiebers 5 im Gestell 3;0 fällt mit der Richtung einer Strecklage von M_0M und MC zusammen.

Erläuterung:

Das fünfgliedrige Getriebe (**Bild 1**) setzt sich aus dem dreigliedrigen Rädergetriebe der Bauform AI, bestehend aus dem angetriebenen Steg 1, dem außenverzahnten Umlauf- rad 2 (A) und dem feststehenden, innenverzahnten Mittel- rad 3;0 (I), sowie dem nachgeschalteten Zweischlag mit den Gliedern 4 und 5 zusammen. Der Gleitstein 4 ist im Punkt C des Umlaufrades 2 drehbar gelagert und treibt über ein

Schubgelenk den rechtwinkligen Kreuzschieber 5 als Abtriebsglied an. Bei runder Ausführung des Gleitsteins 4, der eventuell auch mit dem Zapfen des Drehgelenks zu Glied 2 verschmelzen kann, entsteht konstruktiv im Punkt C ein Drehschubgelenk, wie im Modell ausgeführt (Bild 1b). Die kinematischen Abmessungen des Rädergetriebe ($r_2/r_3 = 1/4$) sind so gewählt, dass der ausgesuchte, innerhalb des Wälz- kreises des Umlaufrades 2 liegende Punkt C ($\overline{MC} = r_2/3$) in der Gestellebene 3;0 eine viereckige Hypozykloide mit abge- rundeten Ecken durchläuft (siehe Getriebebeschreibung Nr. 708). Die viereckige Hypozykloide weist an ihren Seiten je einen Flachpunkt mit einer vierpunktig berührenden Tan- gente auf. Die y_0 -Achse eines rechtwinkligen x_0, y_0 -Koordinatensystems mit dem Ursprung im Stegdreh- punkt M_0 sei parallel zu zwei dieser Tangenten, und zwar zu denen durch die Punkte F_1 und F_3 . Die Schubbewegung des Kreuzschiebers 5 hat die Richtung der x_0 -Achse. Der Hub beträgt $s_H = (16/9)r_1$. In den Umkehrbereichen um die Steg- winkel von $\varphi_{10} = 0^\circ$ und $\varphi_{10} = 180^\circ$, wenn der Punkt C sich näherungsweise auf einer Geraden in y_0 -Richtung bewegt, weist die Schubbewegung $s = s(\varphi_{10})$ eine Rast auf (**Bild 2**).

Autor: Prof. Dr.-Ing. G. Dittrich

Vorveröffentlichung in [1] und Erstveröffentlichung im Internet am 30.05.2000

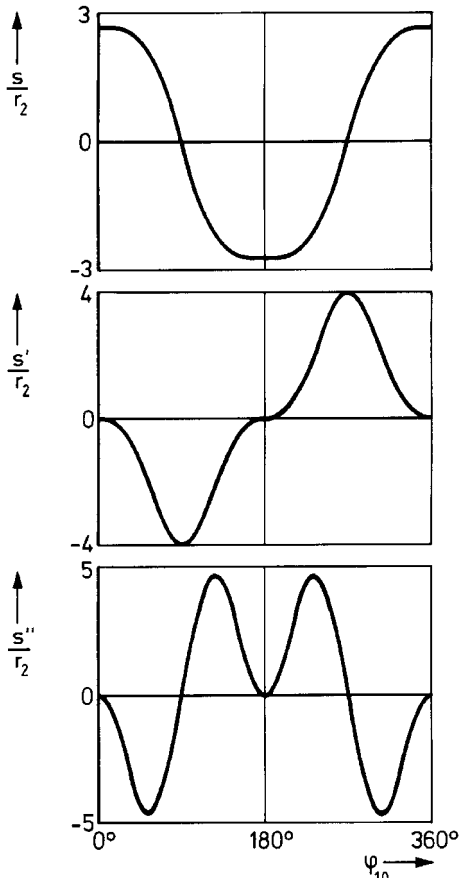


Bild 2. Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung

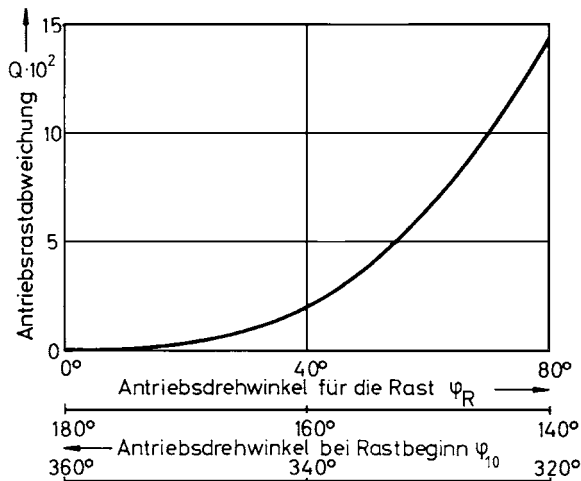


Bild 3. Antriebsrastabweichung für die Rasten des Kreuzschiebers in der rechten Umkehrlage bei $\varphi_{10} = 0^\circ$ und der linken Umkehrlage bei $\varphi_{10} = 180^\circ$

Übertragungsfunktionen:

Zählt man den Weg s des Kreuzschiebers von M_0 in positiver x_0 -Richtung, so ist er gleich der x_0 -Koordinate der Hypozykloide des Punktes C, also $s = x_C$, so dass aus der Getriebebeschreibung Nr. 708 die Formel

$$\frac{s}{r_2} = 3 \cos \varphi_{10} - \frac{1}{3} \cos(3 \varphi_{10})$$

übernommen werden kann. Die Übertragungsfunktionen 1. bis 3. Ordnung lauten mit $s' = ds/d\varphi_{10}$, $s'' = d^2s/d\varphi_{10}^2$, $s''' = d^3s/d\varphi_{10}^3$

$$\frac{s'}{r_2} = -3 \sin \varphi_{10} + \sin(3 \varphi_{10}) ,$$

$$\frac{s''}{r_2} = -3 \cos \varphi_{10} + 3 \cos(3 \varphi_{10}) ,$$

$$\frac{s'''}{r_2} = 3 \sin \varphi_{10} - 9 \sin(3 \varphi_{10}) .$$

In den Stegstellungen $\varphi_{10} = 0^\circ$ und $\varphi_{10} = 180^\circ$ liegt eine vierpunktige Rast vor, da für diese Antriebswinkel die Ableitungen $s' = s'' = s''' = 0$ sind, aber $s^{IV} \neq 0$ ist. Für die Güte der Rast kann die Wegdifferenz $\Delta s = s(0^\circ) - s(\varphi_{10})$ herangezogen werden und damit, wie unten erklärt, in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2725 [6] die Antriebsrastabweichung bei der hier vorliegenden Abtriebsschubbewegung ermittelt werden. Wegen der Symmetrie der Zykloide ist die Antriebsrastabweichung für beide Rasten gleich groß (**Bild 3**).

Ablesebeispiel zu Bild 3:

Eine Rast, die bei einem Antriebswinkel $\varphi_{10} = 160^\circ$ (bzw. $\varphi_{10} = 340^\circ$) beginnt und bei $\varphi_{10} = 200^\circ$ (bzw. $\varphi_{10} = 20^\circ$) endet, erstreckt sich über einen Bereich von $\varphi_R = 40^\circ$; sie weist eine Antriebsrastabweichung von $Q = 2 \cdot 10^{-2}$ bzw. eine Rastabweichung von $\Delta s = 0,014$ Längeneinheiten auf. Bezogen auf den Gesamthub von $5,3$ Längeneinheiten, ist das eine Abweichung von 0,26 %.

Literatur:

- [1] Dittrich, G., Wehn, V.: Zykloidenrastgetriebe. Der Konstrukteur 21 (1990) Nr. 4, S. 29/30.
- [2] Meyer zur Capellen, W.: Über gleichwertige periodische Getriebe: Fette-Seifen-Anstrichmittel 59 (1957) Nr. 4, S. 257/266.
- [3] Meyer zur Capellen, W.: Zur Theorie der Bahnkurvenrastgetriebe. Konstruktion 15 (1963) Nr. 10, S. 389/392.
- [4] Meyer zur Capellen, W.: Rasten hoher Güte durch Kopplung von Rastgetrieben. Ind.-Anz. 86 (1964) Nr. 78, S. 1619/1625.
- [5] Samuel, R.: Die Erzeugung zyklischer Kurven und ihre Anwendung zur Ableitung periodischer Bewegungen. Diss. RWTH Aachen 1960.
- [6] VDI-GKE (Hrsg.): Richtlinie VDI 2725, Blatt 1, Entwurf: Getriebe-kennwerte für den Entwurf und die Entwicklung von Getrieben. Düsseldorf: VDI-Verlag 1983.

Antriebsrastabweichung

bei einer Abtriebsschubbewegung:

$$Q = \frac{\Delta s / l}{\varphi_R}$$

mit Δs Rastabweichung;

l Bezugslänge, hier $l = r_2$;

φ_R Antriebsdrehwinkel für die Rast, im Bogenmaß gemessen.

