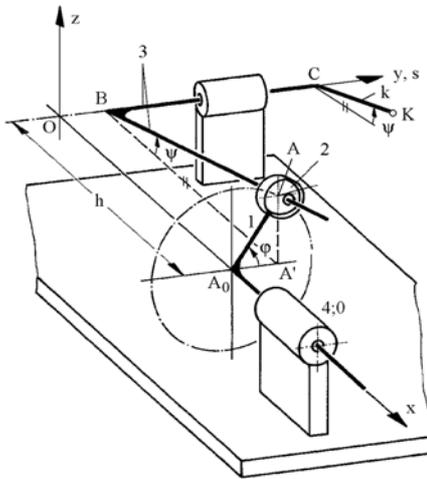


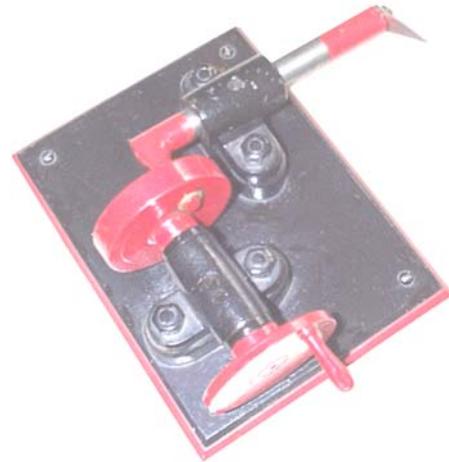
Räumliches Drehschub-Kurbelgetriebe

670

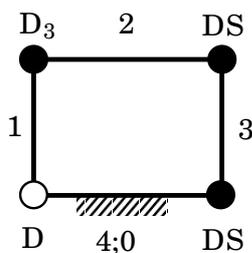
- Führungsgetriebe zur Führung eines Gliedpunktes auf einer schraubenförmigen Bahnkurve
- Übertragungsgetriebe zur Umwandlung einer umlaufenden Drehung in eine schwingende Drehschubbewegung
- Räumliches viergliedriges Kurbelgetriebe einer Knetmaschine



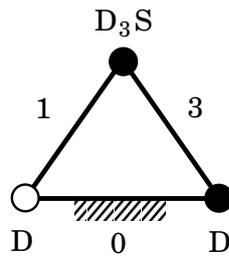
a)



b)



c)



d)

Bild 1. Räumliches Drehschub-Kurbelgetriebe

- a) Kinematisches Schema
- b) Modellgetriebe
- c) Strukturbild zum viergliedrigen Getriebe
- d) Strukturbild zum dreigliedrigen Getriebe

Symbole im Strukturbild:

D für Drehung **S** für Schiebung **W** für Schraubung (Windung) \curvearrowright Antriebsgelenk; \leftrightarrow 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 : 4, davon 4 binär
Anzahl der Gelenke : 4, davon 1 Drehgelenk (D),
2 Drehschubgelenke (DS)
und 1 Kugelgelenk (D₃)

Abmessungen (in Längeneinheiten):

$$\overline{A_0A} \equiv l_1 = 1; \quad \overline{A_0O} \equiv h = 2;$$

$$\overline{BC} \equiv l_3 = 8; \quad \overline{CK} \equiv k = 2,5; \quad \text{CK parallel zu BA}$$

Erläuterung:

Das räumliche Kurbelgetriebe nach **Bild 1** besteht aus der im Gestell drehbar gelagerten Antriebskurbel 1, dem kugelförmigen Glied 2 und dem im Gestell 4;0 durch ein Drehschubgelenk (DS) geführten Abtriebsglied 3. Das Glied 2 ist mit der Antriebskurbel über ein Kugelgelenk (D₃) und mit dem Abtriebsglied 3 über ein Drehschubgelenk (DS) verbunden. Das Glied 2 besitzt einen identischen Freiheitsgrad, das heißt, die Kugel 2 kann um ihre Drehschubachse gedreht werden ohne Einfluss auf die Abtriebsbewegung des Getriebes. Die Verbindung zwischen den Gliedern 1 und 3 kann auch als ein kombiniertes Gelenk D₃S mit vier Beweglichkeiten aufgefasst werden, so dass dann ein dreigliedriges Kurbelgetriebe vorliegt. Das Getriebe ist bei einem Antrieb zwangläufig. Das räumliche Getriebe wandelt eine umlaufende Drehung in eine

schwingende Drehschubbewegung um, wobei ein Punkt K des Abtriebsgliedes 3 eine Schraubenlinie mit nicht konstanter Steigung beschreibt.

Die Drehachse der Antriebskurbel 1 als x-Achse und die Drehschubachse des Abtriebsgliedes 3 als y-Achse schneiden sich im Ursprung O eines rechtwinkligen, rechtshändigen x,y,z-Koordinatensystems. Die Länge des Lotes vom Mittelpunkt A des kugelförmigen Gliedes 2 bis zum Fußpunkt A₀ auf der x-Achse ist die Kurbellänge $\overline{A_0A} = l_1$. Der Fußpunkt A₀ hat vom Koordinatenursprung O den Abstand $\overline{A_0O} = h$. Der Fußpunkt des Lotes vom Kurbelendpunkt A auf die Drehschubachse des Gliedes 3 sei B, der entsprechende Fußpunkt des Gliedpunktes K sei C. Die Strecken KC und AB liegen parallel zueinander.

Übertragungsfunktionen

In Abhängigkeit vom Drehwinkel φ der Antriebskurbel 1 wird die Drehschubbewegung des Abtriebsgliedes 3 durch den Weg $\overline{OB} \equiv s = s(\varphi)$ und den Abtriebswinkel $\sphericalangle A'BA \equiv \psi = \psi(\varphi)$ gekennzeichnet. Für diese Übertragungsfunktionen 0. Ordnung und ihre Ableitungen nach dem Antriebswinkel φ (Übertragungsfunktionen 1. und 2. Ordnung) gelten die folgenden Beziehungen.

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

Vorveröffentlichung in [1] und Erstveröffentlichung im Internet am 30.05.2000

Schubbewegung:

$$s = l_1 \cos \varphi ,$$

$$s' = \frac{ds}{d\varphi} = -l_1 \sin \varphi ,$$

$$s'' = \frac{d^2s}{d\varphi^2} = -l_1 \cos \varphi .$$

Drehbewegung:

$$\tan \psi = \frac{l_1}{h} \sin \varphi = \lambda \sin \varphi \quad \text{mit } \lambda = \frac{l_1}{h} ,$$

$$\psi' = \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{\lambda \cos \varphi}{1 + \lambda^2 - \lambda^2 \cos^2 \varphi} ,$$

$$\psi'' = \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = -\lambda \sin \varphi \frac{1 + \lambda^2 + \lambda^2 \cos^2 \varphi}{(1 + \lambda^2 - \lambda^2 \cos^2 \varphi)^2} .$$

Die Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung für die Schub- und Drehbewegung des Abtriebsgliedes 3 sind in **Bild 2** bzw. **Bild 3** dargestellt.

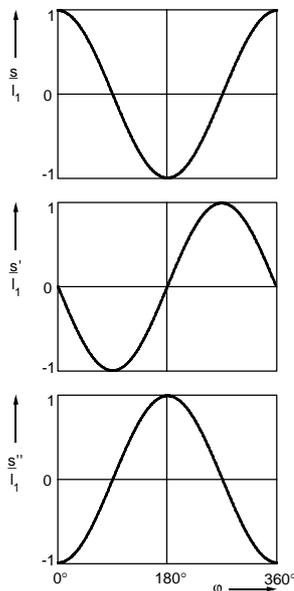


Bild 2. Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung der Abtriebsschiebung

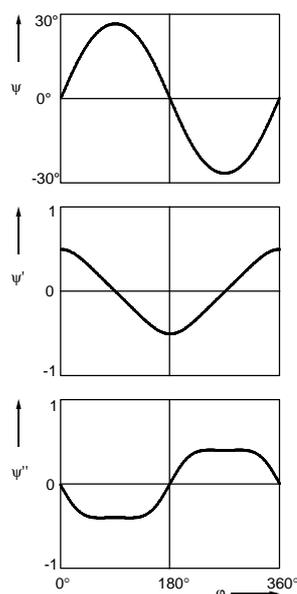


Bild 3. Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung der Abtriebsdrehung

Bahnkurve

Für die räumliche Bahnkurve eines Punktes K des Abtriebsgliedes 3 im Abstand $\overline{KC} = k$ von der Drehschubachse lassen sich mit $\overline{BC} = l_3$ im x,y,z-Koordinatensystem folgende Koordinatengleichungen anschreiben:

$$x_K(\varphi) = k \cos \psi = \frac{kh}{\sqrt{h^2 + l_1^2 \sin^2 \varphi}} ,$$

$$y_K(\varphi) = l_3 + l_1 \cos \varphi ,$$

$$z_K(\varphi) = k \sin \psi = \frac{kl_1 \sin \varphi}{\sqrt{h^2 + l_1^2 \sin^2 \varphi}} .$$

Anwendungen

Anwendung fand das räumliche Getriebe z.B. als Grundgetriebe einer Knetmaschine der Firma Dierks und Söhne, Osnabrück (**Bild 4**). Dabei ist die Kurbel Teil eines Schneckenrades 1, das über eine Schnecke angetrieben wird. Das Abtriebsglied 3 trägt einen speziell ausgeführten Knetarm, der gegenüber dem Gestell 4;0 eine periodische Drehschubbewegung ausführt.

Um Drehschubbewegungen mit anderen Gesetzmäßigkeiten zu erzeugen, könnte der Gelenkpunkt A statt auf einem Kreis auch auf einer anderen Bahnkurve geführt werden, die z.B. durch den Koppelpunkt eines Kurbelgetriebes durchlaufen wird.

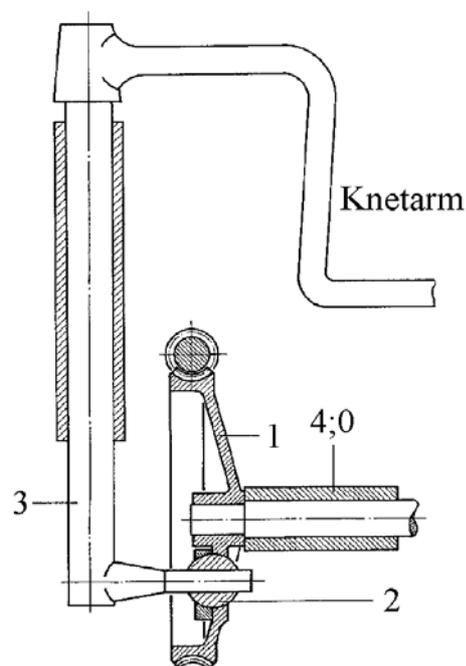


Bild 4. Grundgetriebe einer Knetmaschine

Literatur:

- [1] Dittrich, G., Müller, J.: Räumliches Drehschub-Kurbelgetriebe. Der Konstrukteur 25 (1994) Nr. 4, S. 71/72.
- [2] Altmann, F. G.: Sonderformen räumlicher Koppelgetriebe und Grenzen ihrer Verwendbarkeit. Konstruktion 4 (1952) Nr. 4, S. 97/106.
- [3] Meyer zur Capellen, W.: Das Kreuzgelenk als periodisches Getriebe. Werkstatt und Betrieb 91 (1958) Nr. 7, S. 435/444.
- [4] Bayer, R.: Technische Raumkinematik. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag 1963.
- [5] Dittrich, G.: Raumgetriebe und ihre Anwendungen. VDI-Bildungswerk 895, S. 1/11 im Lehrgangshandbuch des VDI-Bildungswerkes vom September 1967.