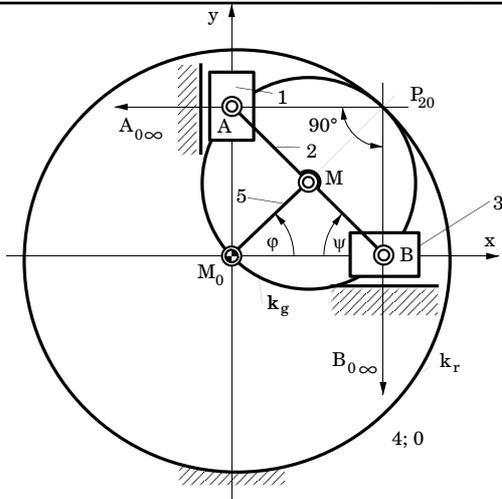


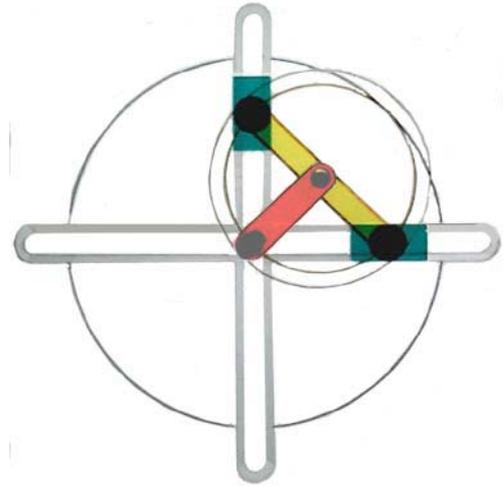
Rechtwinkliger Doppelschieber mit Ersatzgetrieben

303

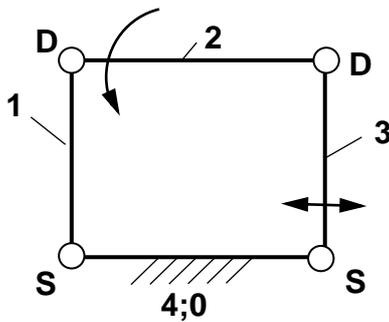
- Übertragungsgetriebe zur Umwandlung einer umlaufenden Drehung in eine Schubbewegung
- Führungsgetriebe zur exakten Geradföhrung von Koppelpunkten
- Ebenes viergliedriges Getriebe mit zwei Dreh- und zwei Schubgelenken



a)



b)



c)

Bild 1. Rechtwinkliger Doppelschieber mit Ersatzgetrieben

- a) Kinematisches Schema
- b) Modellgetriebe
- c) Strukturbild zum Doppelschieber

Symbole im Strukturbild:

D für Drehung **S** für Schiebung **W** für Schraubung (Wandung) ↻ Antriebsglied; ↔ Abtriebsglied
 Beispiel **D₂S**: Gelenk mit dem Freiheitsgrad 3; 2 Drehungen, 1 Schiebung

Zugriffsmerkmale:

Anzahl der Antriebsglieder : 1
 Anzahl der Abtriebsglieder : 1, davon 1 am Gestell
 Anzahl der Glieder : 4, davon 4 binär
 Anzahl der Gelenke : 4, davon 2 Drehgelenke (D), 2 Schubgelenke (S)

Abmessungen (in Längeneinheiten):

$$\overline{AB} \equiv l_2 = 1; \quad \sphericalangle AM_0B = 90^\circ;$$

Erläuterung:

Der in **Bild 1** dargestellte rechtwinklige Doppelschieber ist ein ebenes viergliedriges Getriebe, das aus der Koppel 2 und den beiden Schiebern 1 und 3 besteht, die in zwei zueinander senkrecht stehenden Führungen des Gestells 4;0 geführt werden. Dabei bewegen sich die beiden Gelenkpunkte A und B zwischen der Koppel und den beiden Schiebern auf Geraden, die als x- bzw. y-Achse eines rechtwinkligen Koordinatensystems mit dem Ursprung M_0 angesehen werden können. Die Koppellänge ist $\overline{AB} = l_2$. Fasst man die Schubgerade des Punktes A als Bogen eines unendlich großen Kreises auf, dann liegt der Kreismittelpunkt $A_{0\infty}$ auf jeder beliebigen Senkrechten zur y-Achse im Unendlichen. Entsprechendes gilt für die Punkte B und $B_{0\infty}$.

Wird der umlauffähigen Koppel 2 eine durch den Koppelwinkel ψ gekennzeichnete Drehbewegung erteilt, so ist die Stellung der Schieberpunkte A und B durch die Koordinaten

$$x_A = 0, \quad y_A = l_2 \sin \psi; \quad x_B = l_2 \cos \psi, \quad y_B = 0$$

gegeben.

Der Geschwindigkeitspol P_{20} der Koppel ergibt sich für jede Getriebestellung als Schnittpunkt der Bahnnormalen $A_{0\infty}A$ und $B_{0\infty}B$ der Koppelpunkte A bzw. B. Da in dem jeweils entstandenen Rechteck $AP_{20}BM_0$ die Diagonalen die gleiche Länge haben, ist der Polabstand $\overline{M_0P_{20}} = l_2$ und damit konstant. Die Folge der Geschwindigkeitspole P_{20} in der Gestellebene, die Rastpolbahn k_r , ist somit ein Kreis um M_0 mit dem Radius $r_4 = l_2$. Da sich die Diagonalen des jeweiligen Rechtecks halbieren, gilt für den Koppelmittelpunkt M einerseits $\overline{MA} = \overline{MB} = l_2/2$ und andererseits $\overline{M_0M} = \overline{MP_{20}} = l_2/2$. Von der Koppel 2 aus betrachtet, ist das Dreieck $AP_{20}B$ für jede allgemeine Getriebestellung rechtwinklig, d.h. der Winkel $\sphericalangle AP_{20}B = 90^\circ$. Die Folge der Geschwindigkeitspole in der bewegten Koppelenebene, die Gangpolbahn k_g , ist somit der Thaleskreis über AB, der auch durch den Punkt M_0 hindurchgeht. Aus diesen Betrachtungen ergeben sich für den rechtwinkligen Doppelschieber zwei Ersatzgetriebe.

Beim ersten Ersatzgetriebe werden die Polbahnen des Doppelschiebers als Wälzkreise eines Umlaufrädergetriebes ausgeführt (**Bild 2**). Die Gangpolkurve k_g der Koppelenebene entspricht dem Wälzkreis des außenverzahnten Umlaufrades 2 und die Rastpolkurve k_r dem Wälzkreis des feststehenden, innenverzahnten Mittelrades 4;0. Der Steg 5 verbindet den Drehgelenkpunkt M_0 des Gestells mit dem Drehgelenkpunkt M des Umlaufrades. Die beiden Schieber entfallen. Das Rädergetriebe mit den Abmessungen

$$\overline{M_0M} \equiv l_5 = 0,5; \quad r_2 = 0,5; \quad r_4 = 1$$

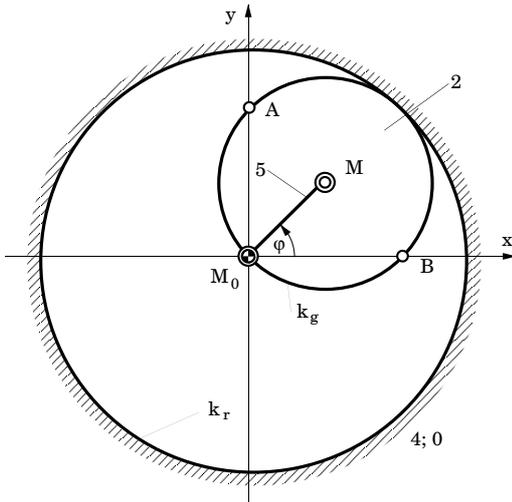


Bild 2. Kardankreispaar als Ersatzgetriebe zu dem rechtwinkligen Doppelschieber

wird auch als Kardankreispaar bezeichnet. Das Umlaufrad führt die gleiche Bewegung wie die Koppel des Doppelschiebers aus. Alle Punkte, die – wie auch A und B – auf dem Wälzkreis des Umlaufrades 2 liegen, bewegen sich gegenüber dem Gestell 4;0 auf doppelt zählenden Geraden durch M_0 .

Beim zweiten Ersatzgetriebe des Doppelschiebers wird der Koppelknotenpunkt M über ein Drehgelenk durch die Kurbel 5 um den Drehgelenkspunkt M_0 auf einem Kreis geführt, so dass der Schieber 1 entfallen kann. Wegen $\overline{M_0M} = \overline{MB} = l_2/2$ entsteht eine gleichschenklige Schubkurbel M_0MB (**Bild 3**), die aus der Kurbel 5, der Koppel 2, dem Schieber 3 und dem Gestell 4;0 besteht. Das Getriebe hat die Abmessungen

$$\overline{M_0M} \equiv l_5 = 0,5; \quad \overline{MB} \equiv l_2^* = 0,5; \quad \overline{MA} = 0,5.$$

Der Koppelknotenpunkt A wird weiterhin auf einer Geraden geführt. Die gleichschenklige Schubkurbel hat als Geradföhrungsgetriebe in der Praxis vielfältige Anwendungen gefunden (siehe z.B. Getriebebeschreibung Nr. 608).

Aber auch als Übertragungsgetriebe ist die gleichschenklige Schubkurbel interessant, da ein vollständiger Massen- und Momentenausgleich möglich ist, worüber in einer anderen Getriebebeschreibung berichtet wird. Mit dem Antriebswinkel $\varphi = \angle BM_0M$, der stets gleich dem Koppelwinkel ψ ist, lauten die Übertragungsfunktionen 0. bis 2. Ordnung

$$s = 2 l_2 \cos \varphi;$$

$$s' = \frac{ds}{d\varphi} = -2 l_2 \sin \varphi;$$

$$s'' = \frac{d^2s}{d\varphi^2} = -2 l_2 \cos \varphi.$$

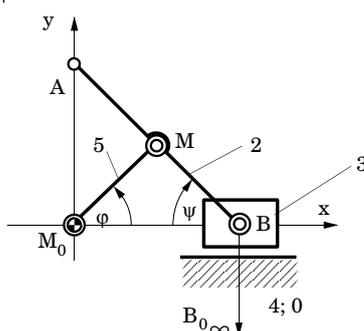


Bild 3. Gleichschenklige Schubkurbel mit Geradföhrung des Koppelknotenpunktes A

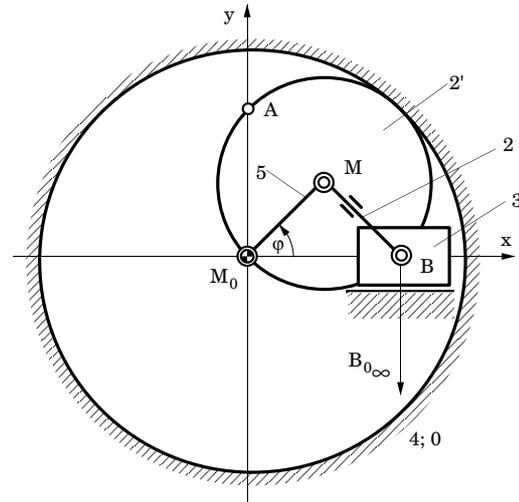


Bild 4. Gleichschenklige Schubkurbel mit dem Kardankreispaar

Die gleichschenklige Schubkurbel hat jedoch den Nachteil, dass sie durchschlagfähig ist. Für die Antriebswinkel $\varphi = 90^\circ$ und $\varphi = 270^\circ$ befinden sich die Kurbel 5 und die Koppel 2 jeweils in einer Decklage, so dass zwei verschiedene Bewegungen des Getriebes möglich sind. Bei einer weiteren Drehung der Kurbel 5 kann das Abtriebsglied 3 weiterbewegt werden, oder es kann stillstehen. Im letzten Fall laufen die Kurbel und die Koppel in Decklage miteinander um. Diese Bewegung ist unerwünscht. Die Durchschlagfähigkeit kann durch die Kombination der gleichschenkligen Schubkurbel mit dem Kardankreispaar beseitigt werden (**Bild 4**). Das Getriebe besitzt die Abmessungen

$$\overline{M_0M} \equiv l_5 = 0,5; \quad \overline{MB} \equiv l_2^* = 0,5;$$

$$r_2' = 0,5; \quad r_4 = 1; \quad \overline{MA} = 0,5.$$

Das Glied 2 besteht nun aus der Koppel und dem Umlaufrad 2'. Befindet sich das Getriebe in einer Durchschlaglage, so gewährleistet das Umlaufrad den Zwanglauf des Getriebes. Das Getriebe in Bild 4 hat den Freiheitsgrad $F = 0$, ist aber aufgrund der besonderen Abmessungen, die durch die Kombination zweier Ersatzgetriebe erreicht werden, dennoch lauffähig. Bei der konstruktiven Umsetzung können aber Probleme auftreten, da Fertigungstoleranzen und Montagefehler ein Klemmen des Getriebes bewirken können. Dieser Umstand kann z.B. durch ein Drehschubgelenk statt eines Drehgelenkes im Punkte B oder einer zusätzlichen Koppel zwischen der Koppel 2 und dem Schieber 3 beseitigt werden. In beiden Fällen kann eine zusätzliche Relativbewegung zwischen der Koppel 2 und dem Schieber 3 stattfinden, die den Getriebefreiheitsgrad $F = 1$ bewirkt.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Modellgetriebe gemäß Bild 1a,b so gestaltet ist, dass die Gleichheit der Bewegungen der Koppel von Doppelschieber und Schubkurbel sowie des Umlaufrades des Kardankreispaars demonstriert wird.

Literatur:

- [1] Dittrich, G., Schmeink, M.: Rechtwinkliger Doppelschieber mit Ersatzgetrieben. Der Konstrukteur 25 (1994) Nr. 7-8, S. 41/42.
- [2] Dittrich, G.; Braune, R.: Getriebetechnik in Beispielen. 2. Auflage. München, Wien: Oldenbourg-Verlag 1987.

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

Vorveröffentlichung in [1] und Erstveröffentlichung im Internet am 30.05.2000