

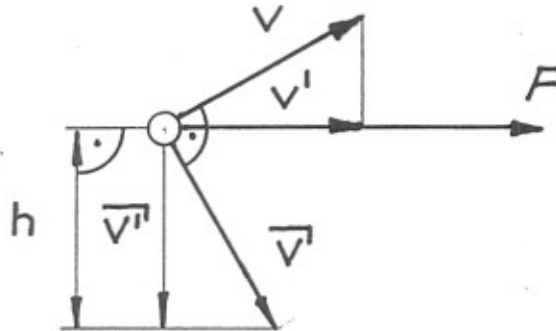
Kräfteermittlung nach dem Leistungssatz (Prinzip der virtuellen Leistung)

Nach dem Prinzip der virtuellen Leistung besteht Gleichgewicht, wenn die Summe der Leistungen der an einem Glied oder Getriebe angreifenden Kräfte gleich Null ist.

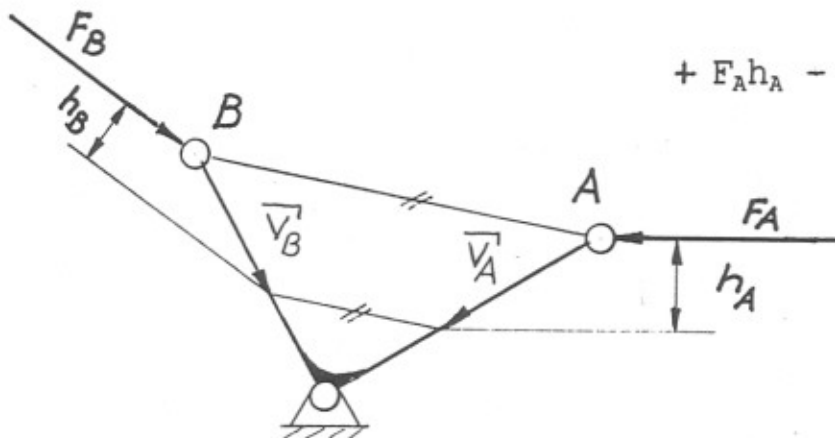
$$\sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n F_i v_i' = \sum_{i=1}^n F_i v_i \cos(F_i v_i) = 0$$

Die Leistung einer Kraft ist gleich dem Produkt aus der Kraft und der Projektion der Geschwindigkeit des Kraftangriffspunktes auf die Kraftwirkungslinie. Unter Einbeziehung der gedrehten Geschwindigkeiten kann wegen $\langle v_i' \rangle = h_i$ geschrieben werden:

$$\sum_{i=1}^n F_i h_i = 0$$



Die Gleichung behält bei der Multiplikation mit einer reellen Zahl $\lambda \neq 0$ ihre Gültigkeit; d.h. bei der Geschwindigkeitsermittlung kann eine Geschwindigkeit beliebig gewählt werden (virtuelle Geschwindigkeit). Das Produkt $F \cdot h$ kann als Moment der Kraft F um die Spitze der gedrehten Geschwindigkeit \vec{v} aufgefasst werden. Die Vorzeichen der Momente $F_i h_i$ ergeben sich aus dem Drehsinn der Momente um die Pfeilspitzen der gedrehten Geschwindigkeitsvektoren.



$$+ F_A h_A - F_B h_B = 0$$

$$F_B = F_A h_A / h_B$$

Momentenbestimmung nach dem Prinzip der virtuellen Leistung

Gleichgewicht besteht, wenn die algebraische Summe der Leistungen aller auf das Getriebe einwirkenden Momente gleich Null ist.

Es gilt:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \omega_{ij} + \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m F_{kl} v_{kl} \cos(F_{kl} v_{kl}) = 0$$

Es wird vereinbart:

- Antriebsmomente wirken im Sinne der Antriebswinkelgeschwindigkeit. Ihre Leistung ist positiv.
- Widerstandsmomente M_{ij} wirken der Winkelgeschwindigkeit ω_{ij} entgegen. Ihre Leistung ist negativ.
- Antriebskräfte wirken im Sinne der Antriebsgeschwindigkeit. Ihre Leistung ist positiv.
- Widerstandskräfte F_{kl} wirken der Projektion der Geschwindigkeit v_{kl} auf die Kraftwirkungslinie entgegen. Ihre Leistung wird negativ gezählt.

1. Fall: Es wirken am Getriebe nur Momente. $F_{kl} = 0$

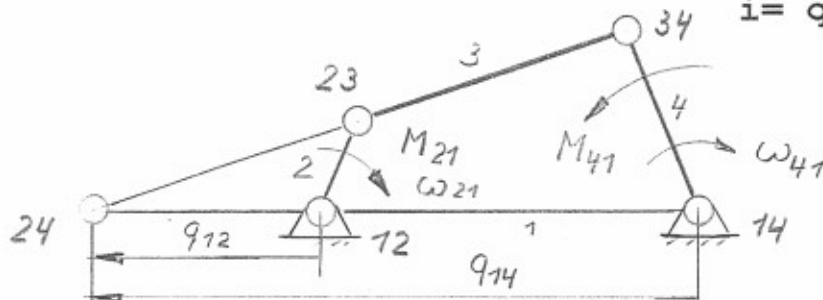
Momentenbestimmung am Viergelenkgetriebe

Gegeben: Widerstandsmoment M_{41}

Gesucht: Antriebsmoment M_{21}

Gleichgewicht: $M_{21} \omega_{21} - M_{41} \omega_{41} = 0$ $M_{21} = M_{41} \omega_{41} / \omega_{21}$

Für das Übersetzungsverhältnis gilt: $i = \omega_{21} / \omega_{41} = \overline{14 \ 24} / \overline{12 \ 24}$
 $i = q_{14} / q_{12}$



Damit ergibt sich für das Antriebsmoment:

$$M_{21} = M_{41} q_{12} / q_{14} = M_{41} \overline{12 \ 24} / \overline{14 \ 24}$$

2. Fall: Es wirken am Getriebe Drehmomente und Kräfte. $F_{k1} \neq 0$

Kraft- und Momentenbestimmung an einer Schubkurbel

Gegeben: Widerstandskraft F_{41}

Gesucht: Antriebsmoment M_{21}

Gewählt: Winkelgeschwindigkeit ω_{21}

Gleichgewicht: $M_{21}\omega_{21} - F_{41}v_{41} = 0$

$$M_{21} = F_{41}v_{41}/\omega_{21} = F_{41} r_{41-21} = F_{41} \overline{12\ 24}$$

Der Abstand der Momentanpole 12 und 24 wird nach Hain als Drehschubstrecke bezeichnet. Die Drehschubstrecke ist das Verhältnis einer Geschwindigkeit zu einer Winkelgeschwindigkeit. Sie ist stets eine positive Größe und vom Zeichenmaßstab des Getriebes abhängig.

