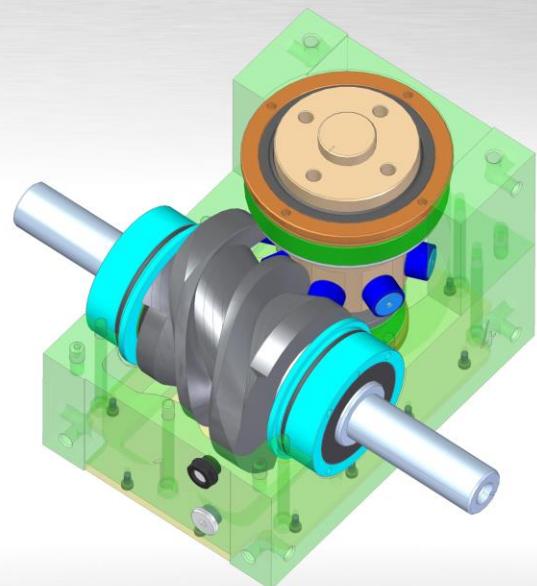
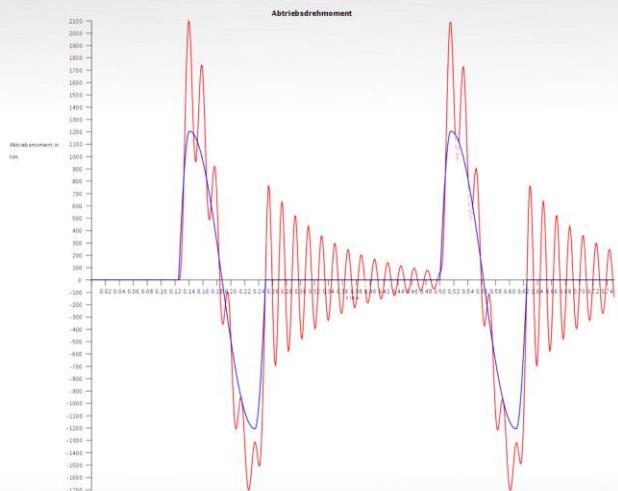


MUNZINGER
KURVENGETRIEBE

Konstruktion und Berechnung



Inhaltsverzeichnis

1 ALLGEMEINES.....	2
1.1 Impressum	3
2 GETRIEBEAUFBAU UND FUNKTION.....	4
2.1 Aufbau der Zylinderkurve mit Rollenstößel.....	4
2.2 Betriebsart	5
2.2.1 Durchlaufbetrieb	5
2.2.2 Aussetzbetrieb	5
2.2.3 Tippbetrieb	5
2.2.4 Not-Stopp	5
3 GLEICHUNGEN.....	6
4 PRAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN.....	7

Die Maßeinheiten entsprechen dem Internationalen System / Severity Index SI. Allgemeintoleranzen der Fertigung entsprechen UNI - ISO 2768-1 UNI EN 22768-1.

Abbildungen und Zeichnungen nach UNI 3970 (ISO 128-82).

Verfahren zur Projektion der Zeichnungen nach DIN ISO 5456-2, Projektionsmethode 1.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Konstruktions- und Berechnungsschrift, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

1 Allgemeines

Inhaltsverzeichnis

Dieser Konstruktions- und Berechnungsschrift ist ein Inhaltsverzeichnis vorangestellt. Hier finden Sie die Kapitel in einer Übersicht.

Überschriften und Seitenzahlen

Die Kapitel sind fortlaufend nummeriert. Jedes Kapitel ist in sich geschlossen fortlaufend nummeriert.

Abbildungen

Alle Abbildungen, Maße und technischen Daten in dieser Konstruktions- und Berechnungsschrift sind unverbindlich.

Querverweise

Querverweise informieren Sie über weitergehende Beschreibungen innerhalb der Konstruktions- und Berechnungsschrift (Kapitelnummer/Seitenzahl).

Technische Informationen

Die in dieser Konstruktions- und Berechnungsschrift enthaltenen technischen Informationen, Abbildungen und Daten entsprechen dem Stand bei Drucklegung.

Unsere Produkte werden ständig weiterentwickelt. Wir behalten uns daher das Recht vor, alle Änderungen und Verbesserungen anzubringen, welche wir für zweckmäßig und erforderlich halten. Eine Verpflichtung diese auf früher gelieferte Geräte auszudehnen ist damit jedoch nicht verbunden.

1.1 Impressum

Munzinger Maschinenbau GmbH & Co. KG
Hofwiesenstraße 15
D-74564 Crailsheim

Telefon: 07951 / 483 25 0
Telefax: 07951 / 483 25 99

E-Mail: info@munzinger-kurvegetriebe.de

Alle Rechte vorbehalten.

Erstellt und gedruckt in Deutschland (Germany).

Crailsheim, im Februar 2023

2 Getriebeaufbau und Funktion

Aufbau und Funktion der Kurvengetriebe werden in diesem Kapitel beschrieben.

2.1 Aufbau der Zylinderkurve mit Rollenstößel

Ein Zylinderkurve mit Nut ist in Abbildung 1 dargestellt:



Abbildung 1: Zylinderkurve mit Rollenstößel

2.2 Betriebsart

Das Kurvengetriebe kann in verschiedenen Betriebsarten betrieben werden.

2.2.1 Durchlaufbetrieb

Im Durchlaufbetrieb wird das Kurvengetriebe mit konstanter Antriebsdrehzahl betrieben. Durch die feststehende Teilung zwischen Rast- und Schaltphase auf der Kurve und dem dazugehörigen Abtriebsschritt werden genau definierte Rast- und Schaltzeiten eingehalten. Diese Zeiten sind nur von der Antriebsdrehzahl abhängig.

2.2.2 Aussetzbetrieb

Die Antriebswelle stoppt in der Rastposition am Ende eines Schaltzyklus und verharrt dort solange bis die Steuerung der Maschine einen erneuten Zyklus auslöst. Diese Betriebsart wird in Anlagen mit wesentlich längeren Rastzeiten als Schrittzeiten eingesetzt. Hier ist die Rastzeit variabel.

2.2.3 Tippbetrieb

Im Tippbetrieb wird die Abtriebswelle in kleinen Schritten bewegt. Der Mechanismus kann die internen und externen Massen und Massenträgheiten nicht weich beschleunigen und abbremsen.

Dies stellt eine erhöhte Belastung für die Mechanik dar, da die beim Tippbetrieb auftretenden Beschleunigungen die des Normalbetriebes um ein Vielfaches übersteigen können. Ohne geeignete Motorsteuerungen, welche ein weiches, getriebeschonendes Anfahren und Abbremsen der Last außerhalb der Rastphase ermöglichen, darf kein Tippbetrieb gefahren werden.

2.2.4 Not-Stopp

Der Not-Stopp ist vergleichbar mit dem Anhalten im Tippbetrieb. Je nach Position im Zyklus können sehr hohe Kräfte und Momente entstehen. Auch hier erfolgt das Anhalten und Wiederanfahren in der Regel außerhalb der Rastphase. Not-Stopp-Situationen sind unbedingt zu vermeiden, da es hier zu vorzeitigem Verschleiß, Schaden oder Bruch der Wellen, Wälzlagern, Kurvenrollen oder Kurvenkörpern kommen kann. Die Anfahrtsdrehzahl aus der Schaltphase sollte mit höchsten 10% der zulässigen Drehzahl erfolgen.

3 Gleichungen

Bezeichnung	Formelzeichen	Einheit	Gl.
Lebensdauer	$L_{10h} = \frac{16666}{n} * \left(\frac{C_{dyn}}{P}\right)^{\left(\frac{10}{3}\right)}$	h	(1)
Äquivalente Drehzahl	$n = \frac{\sum q_i * n_i}{100}$	$\frac{1}{min}$	(2)
Dynamische äquivalente Lagerbelastung	$P = \sqrt{\frac{\sum q_i * n_i * F_i^{\left(\frac{10}{3}\right)}}{\sum q_i * n_i}}$	N	(3)
Kraft auf Kurvenrolle	$F_i = \frac{F_{Res,max}}{\cos(\alpha)}$	N	(4)
Resultierende Kraft infolge der Bewegung	$F_{Res,max} = \sum F_i = m * a_{max}$	N	(5)
Pressungswinkel	α Winkel zwischen Bewegungsrichtung und Kraft auf Rolle	Grad	(6)
Rollendrehzahl	$n_i = \frac{\bar{r}_{Ku}}{r_{Ro}} * n_{Ku} + \frac{60 * v_{max,i}}{2 * \pi * r_{Ro}}$	$\frac{1}{min}$	(7)
Mittlerer Kurvenradius (Bei Rollenmitte)	\bar{r}_{Ku}	m	(8)
Rollenradius	r_{Ro}	m	(9)
Max. Hubgeschwindigkeit	v_{max}	$\frac{m}{s}$	(10)
Relativer Zeitanteil – Abschnitt i	$q_i = \left(\frac{\Delta t_i}{T}\right) * 100 = \left(\frac{\Delta \varphi_i}{360^\circ}\right) * 100$	%	(11)
Max. Antriebsleistung	$P_{max} = F_{Res} * v_{max}$	W	(12)
Max. Antriebsdrehmoment	$M_{An,max} = \frac{60 * P_{max}}{2 * \pi * n_i}$	$\frac{m}{s^2}$	(13)
Max. Beschleunigung	a_{max}	$\frac{m}{s^2}$	(14)
Max. Antriebsleistung	$P_{max} = M_{An,max} * \frac{2 * \pi * n_{Ku}}{60}$		(15)
Hertz'sche Pressung (Näherung)	$\sigma_{max} = \sqrt{\frac{F_i * E}{\pi * l * (1 - \mu^2)} * \left(\frac{1}{d_r} + \frac{1}{d_{Ku}}\right)}$		(16)
Maximale Kraft auf Rolle	$F_{i,max} = \frac{C_{stat}}{S}$		(17)
Sicherheit	$S = 2..5$		(18)

4 Praktische Überlegungen

Ausgehend von der Lebensdauer von Wälzlagern - Gleichung (1)

$$L_{10h} = \frac{16666}{n} * \left(\frac{C_{dyn}}{P} \right)^{\left(\frac{10}{3}\right)}$$

ergibt sich folgender Zusammenhang:

- Bei doppelter äquivalenter Drehzahl ist die Lebensdauer 50%
- Bei doppelter äquivalenter Lagerbelastung ist die Lebensdauer 10%

Hinweis: Die kurzzeitig maximale Kraft welche auf die Rolle ausgeübt werden darf, kann über die Statische Tragzahl und / oder über die Festigkeit des Bolzens berechnet werden. (Abscherung + Biegung)

Die Kraft kann nachfolgenden Gesichtspunkten optimiert werden:

- Massenreduktion (Konstruktion)
- Reduktion der Beschleunigung
- Verbesserung des Pressungswinkel, siehe Abbildung 2 (Konstruktion)

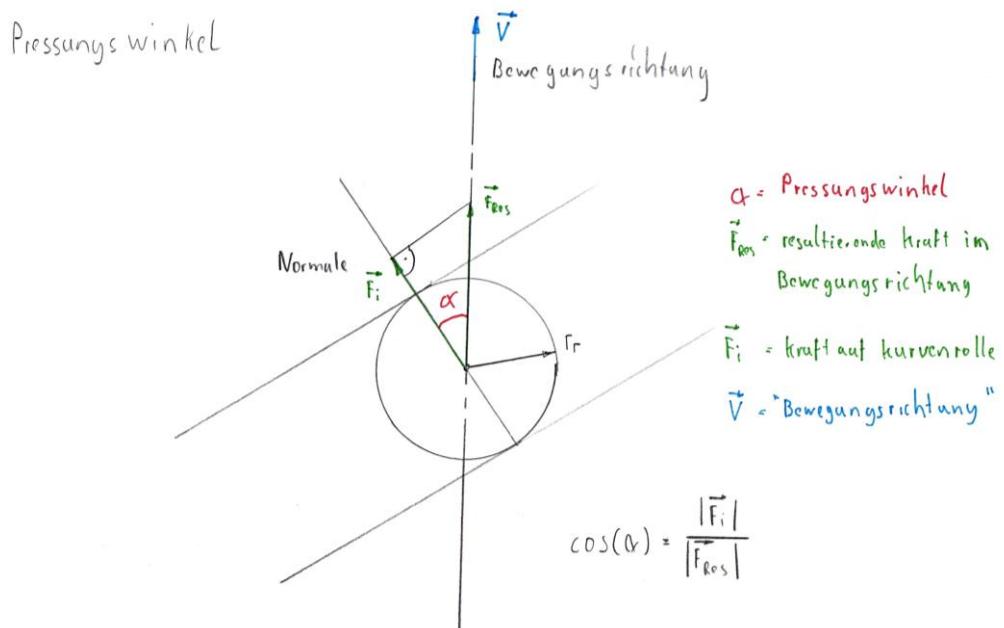


Abbildung 2: Pressungswinkel

Der Übertragungswinkel wird beeinflusst durch

- Den mittleren Kurvenradius, je größer dieser ist, desto mehr „Weg“ ist auf der Kurve verfügbar – desto besser der Übertragungswinkel - (Konstruktion)
- Je größer der „Weg“ - desto schneller dreht die Rolle.

Die Rollendrehzahl wird beeinflusst durch:

- „Übersetzungsverhältnis“ von mittleren Kurvenradius zu Kurvenrollenradius
- Geschwindigkeit des Stößels

Bei Federrückstellung muss die Federkraft immer das Anliegen der Rolle an die Kurve gewährleisten.

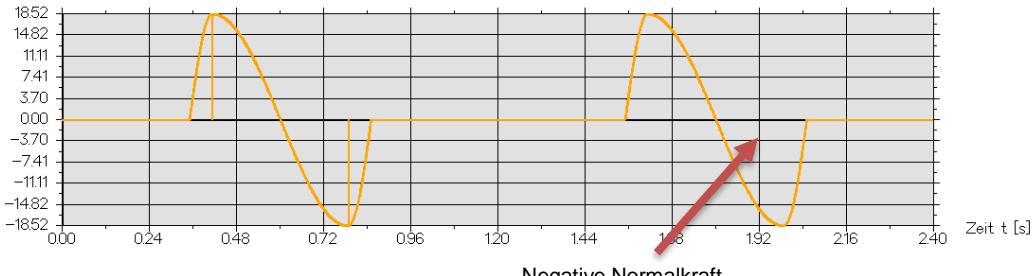


Abbildung 3: Ungefederetes System

Negative Normalkraft –
Abheben der Rolle

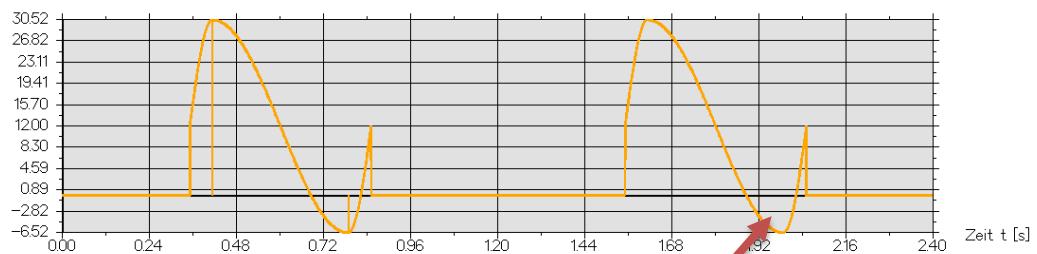


Abbildung 4: „Schwache“ Feder

Negative Normalkraft –
Abheben der Rolle

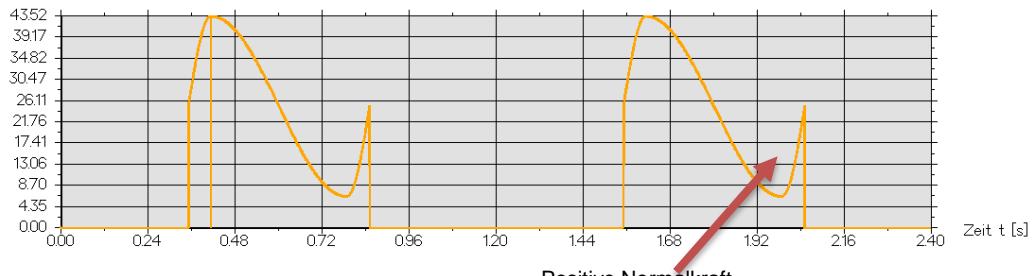


Abbildung 5: „Gute“ Feder

Positive Normalkraft –
Kein abheben der Rolle

Bei Federrückstellung ist die Kraft auf die Kurve mindestens doppelt so hoch, d.h. die Rollenlebensdauer ist im Vergleich zu einer Nutkurve 10% und zu einer Form und Kraftschlüssigen Wulstkurve 1%.

Aus Gleichung (5) folgt:

$$F_{Res} = \sum F_i = m * a = c(x_0 + x) = m * \ddot{x}$$

Mit der Federsteifigkeit c und Vorspannung x_0 folgt das ein abheben bei der Bedingung

$$c * x_0 \geq m * \ddot{x}_{min}$$

verhindert wird, mit \ddot{x}_{min} „größte“ negative Beschleunigung die zum Abheben führen würde.

MUNZINGER
KURVENGETRIEBE

www.munzinger-kurvengetriebe.de
info@munzinger-kurvengetriebe.de

Tel: 07951/483 25 0
Fax: 07951/483 25 99