

Analyse der wirkenden Kräfte während des Ringspinnprozesses

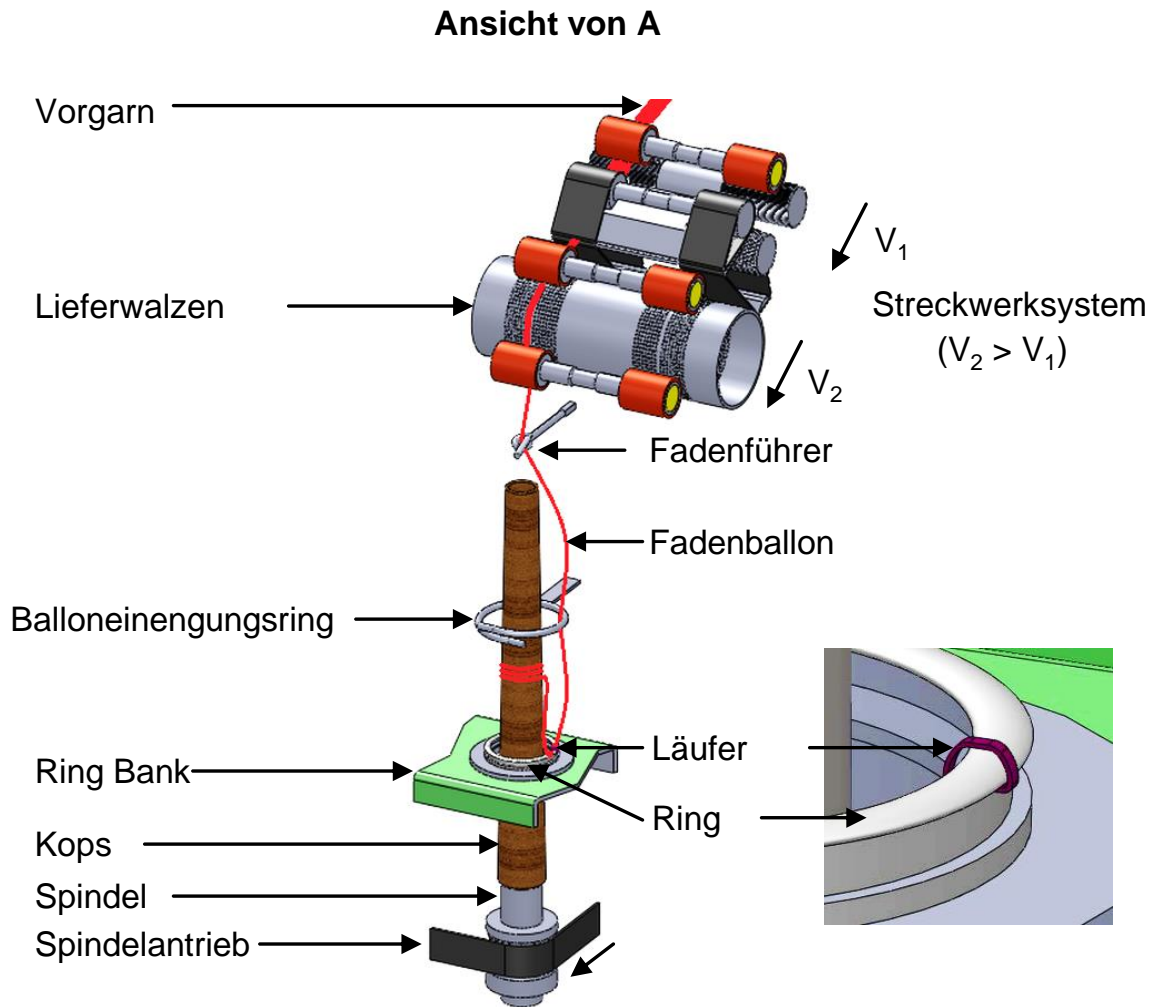
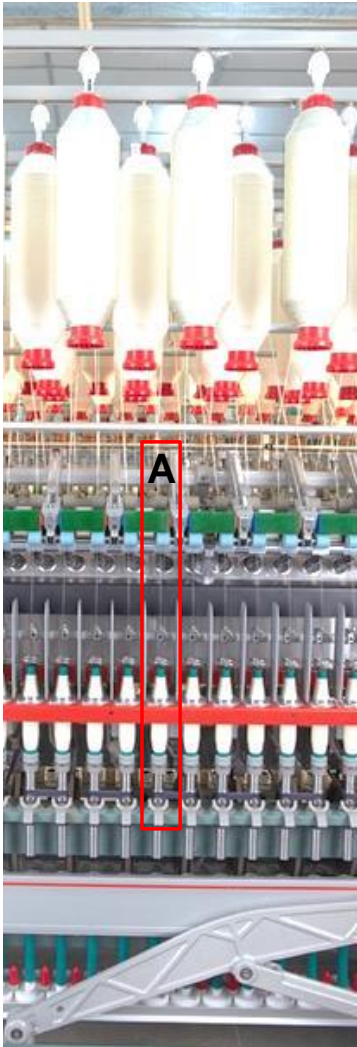
Mahmud Hossain

Rechenübung

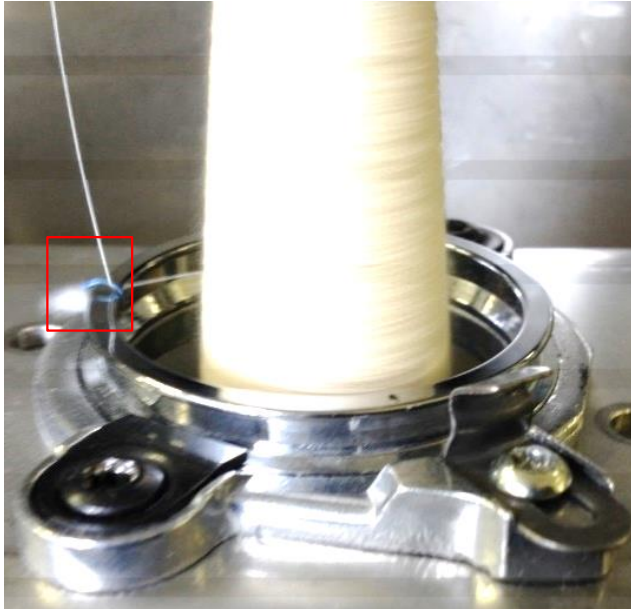
Agenda

- Einleitung
- Aufgabenstellung
- Lösung der Aufgabe

Einleitung - Ringspinnen



Einleitung - Ringspinnen



Ring-Läufer-System

$$T = \frac{n_L}{V}$$

$$n_L = n_{spi} - \frac{V}{d * \pi}$$

$$T = \frac{n_{spi}}{V} - \frac{1}{d * \pi}$$

mit :

T...Garndrehung

V...Liefergeschwindigkeit

d...aktueller Spindeldurchmesser

n_L...Läuferdrehzahl

n_{spi}...Spindeldrehzahl

Je nach Garnfeinheit und Fasermaterial werden unterschiedliche Läuferprofile eingesetzt. Die Läuferdrehzahlen erreichen Werte bis 25.000 U/min.

Zwischen Läufer und Ring entsteht die Reibungshitze, die bei Chemiefasergarnen problematisch werden kann (Schmelzpunkt!).

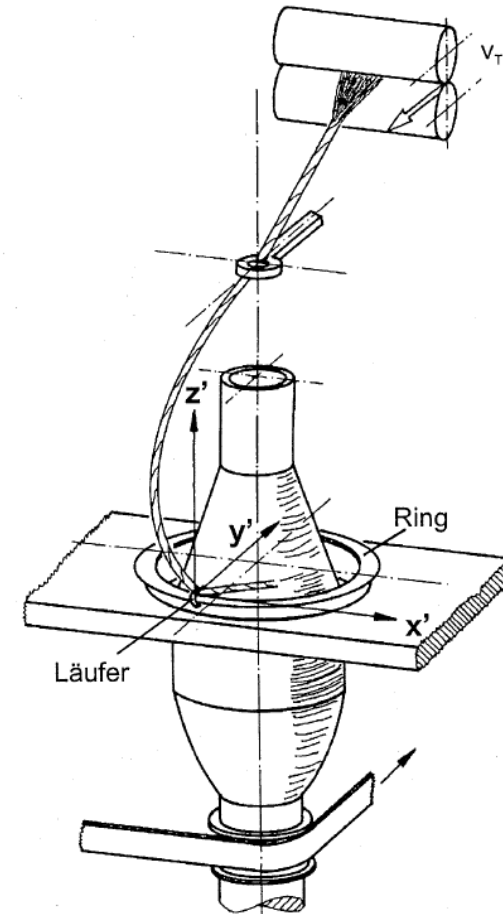
Aufgabenstellung

b) Leiten Sie die Gleichung der Fadenzugkraft in Abhängigkeit von m_L , r_L , α , μ und ω_L her !

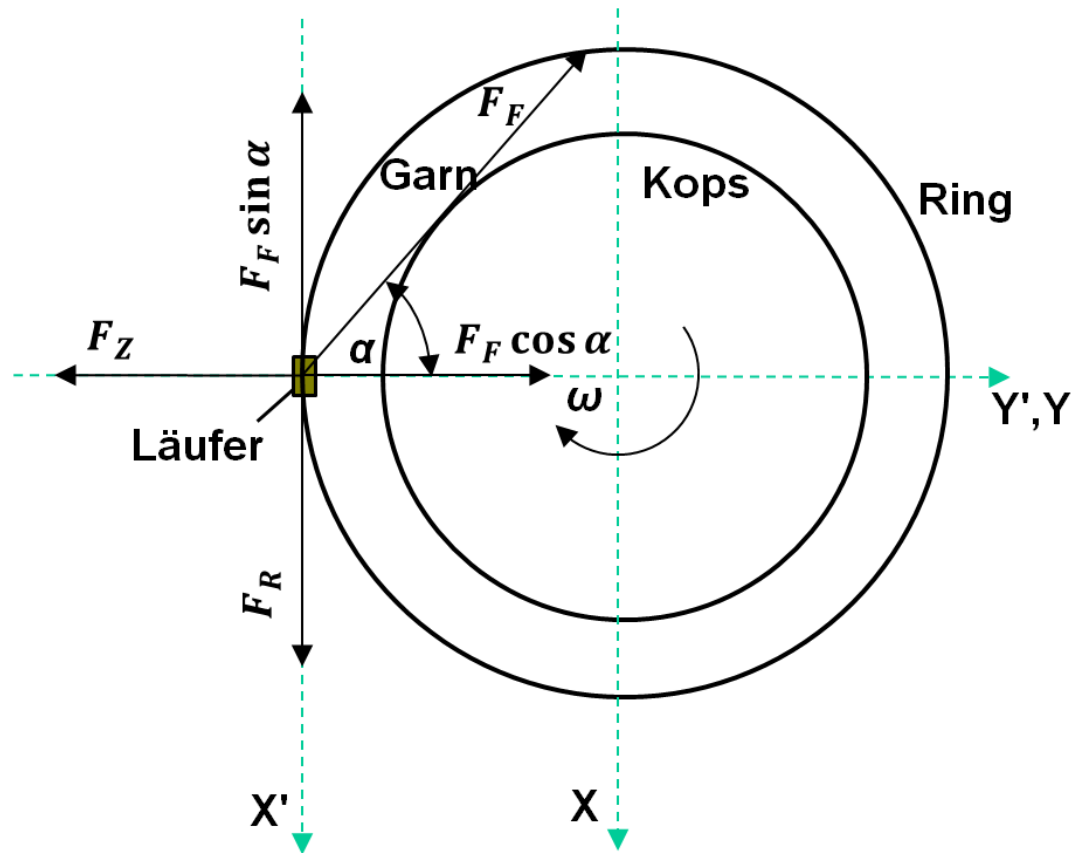
Dabei soll angenommen werden, dass

- Fadenballonkomponenten, Luftwiderstand und Fliehkraft des Fadenballons zu vernachlässigen sind
- Der Läufer eine konstante Geschwindigkeit hat und
- die Normalkraft (Ring/Läufer) in Y' -Richtung wirkt

c) Ermitteln Sie die maximale Läuferdrehzahl, bei der Faden nicht reißt! Dabei soll von einer Garnfeinheit von Nm 50 ausgegangen werden.



Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System - Lösung (a)



Kräfte in der X' - Y'

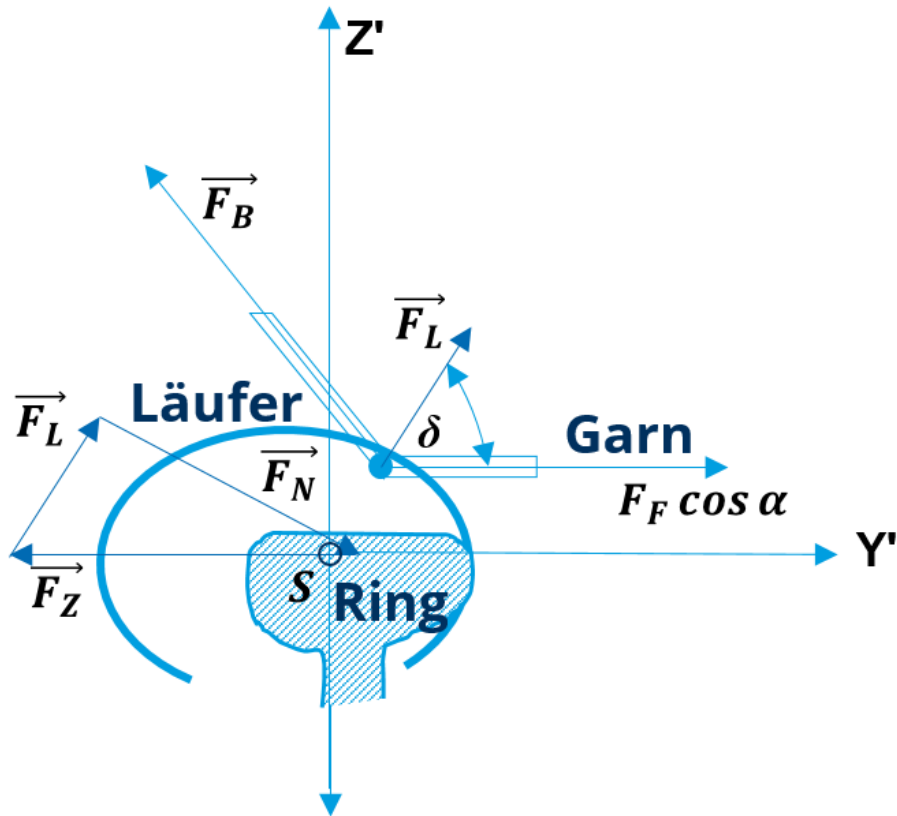
F_Z : Zentrifugalkraft des Läufers (Größte am Läufer angreifende Kraft)

F_F : Die Fadenabzugskraft F_F geht von der Aufwindezugkraft des Garnes am Kops aus und wirkt immer tangential zum Kops mit dem Winkel α

F_R : Reibkraft am Ring-Läufer-System

ω : Winkelgeschwindigkeit des Läufers

Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System - Lösung (a)



Kräfte in der Y'-Z'

F_Z : Zentrifugalkraft des Läufers (Größte am Läufer angreifende Kraft)

F_F : Fadenabzugskraft, die von der Aufwindezugkraft des Garnes am Kops ausgeht und immer tangential zum Kops auswirkt

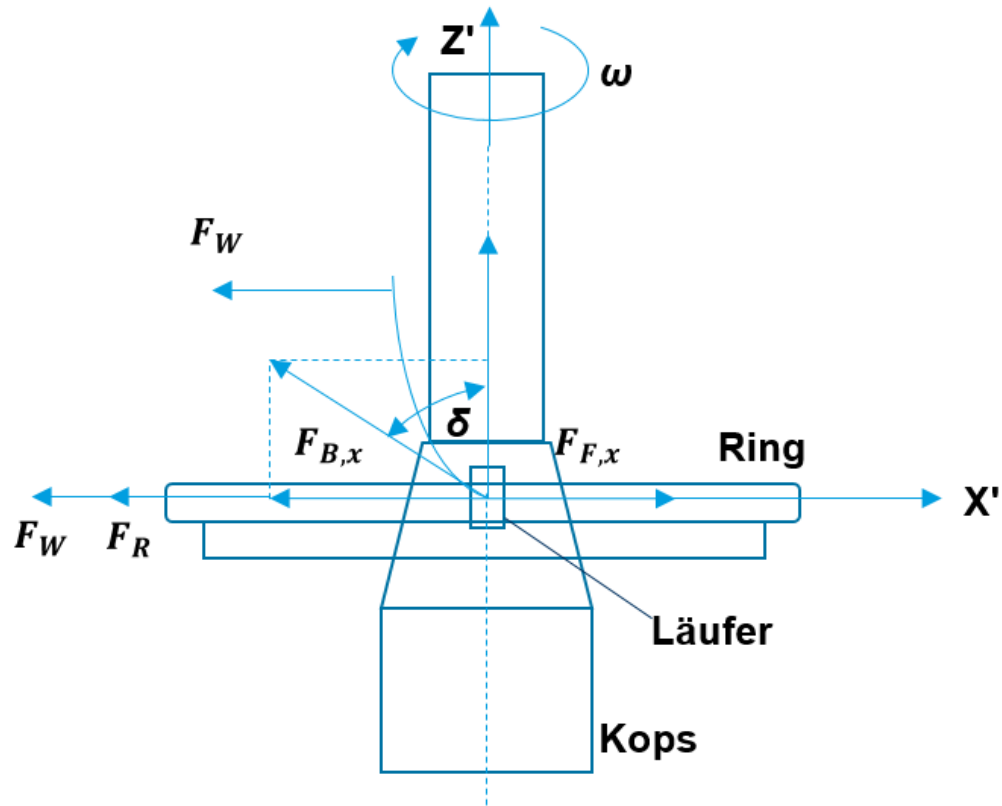
F_N : Normalkraft von Ring auf Läufer (Anpresskraft zwischen Ring und Läufer)

F_L : Kraft von Faden auf den Läufer

F_B : Fadenballonkraft

ω : Winkelgeschwindigkeit des Läufers

Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System - Lösung (a)



Kräfte in der X' - Z'

F_Z : Zentrifugalkraft des Läufers (Größe am Läufer angreifende Kraft)

F_F : Fadenabzugskraft, die von der Aufwindezugkraft des Garnes am Kops ausgeht und immer tangential zum Kops auswirkt

F_N : Normalkraft von Ring auf Läufer (Anpresskraft zwischen Ring und Läufer)

F_R : Reibkraft am Ring-Läufer-System

F_W : Luftwiderstand

F_B : Fadenballonkraft

ω : Winkelgeschwindigkeit des Läufers

Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System (b)

Gleichung der wirkenden Kräfte am Ring-Läufer-System

$$\begin{pmatrix} F_{F,x} \\ F_{F,y} \end{pmatrix} = F_F \begin{pmatrix} \sin \alpha \\ \cos \alpha \end{pmatrix} \quad \text{-----} \quad (1)$$

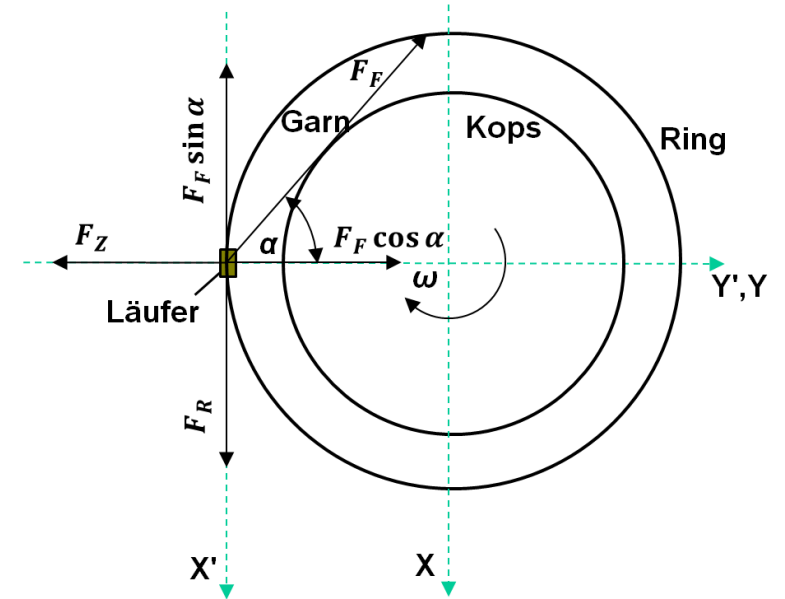
Die Fadenabzugskraft F_F hat zwei Komponente $F_F \sin \alpha$ und $F_F \cos \alpha$. Der Winkel α ist während des Spinnprozesses nicht konstant, daher ändern sich die Kraftverhältnisse am Läufer.

$$F_Z = m_L \cdot r_L \cdot \omega^2 \quad \text{-----} \quad (2)$$

Die Zentrifugalkraft F_Z ist die größte am Läufer angreifende Kraft.

$$F_N = F_Z - F_F \cos \alpha \quad \text{-----} \quad (3)$$

Aus der Flächenpressung von der Zentrifugalkraft des rotierenden Läufers auf den Ring ergibt sich die Normalkraft von Ring auf Läufer F_N , die Normalkraft (Ring/Läufer) in Y'-Richtung wirkt (angenommen !)



Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System (b)

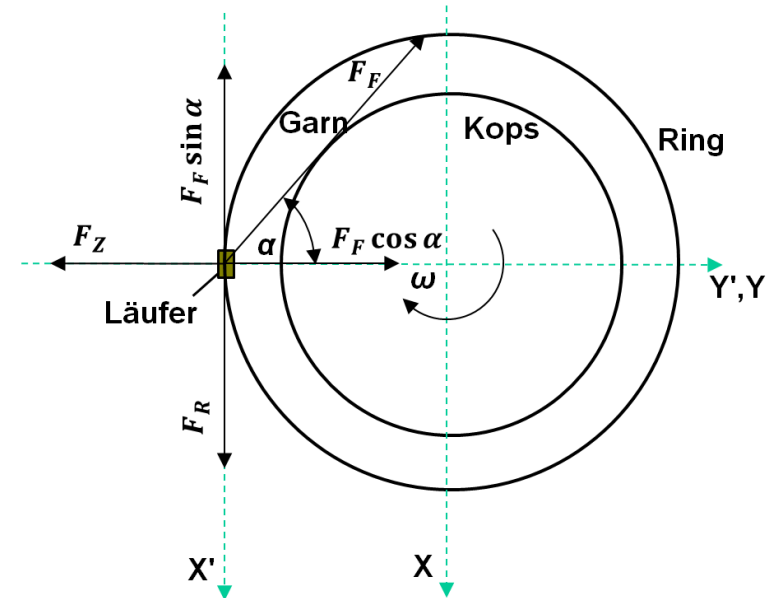
Gleichung der wirkenden Kräfte am Ring-Läufer-System

$$F_R = \mu \cdot F_N \quad \text{-----} \quad (4)$$

Durch diese Normalkraft entsteht die Reibungskraft F_R , mit der der Läufer an den Ring gepresst wird. Sie ergibt sich aus den am Läufer angreifenden Kräften.

$$F_F \cdot \sin \alpha = F_R \quad \text{-----} \quad (5)$$

Die Reibungskraft wird zwischen Ring und Läufer F_R durch die Fadenabzugskomponente $F_F \sin \alpha$ kompensiert.



Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System (b)

Gleichung der wirkenden Kräfte am Ring-Läufer-System

$$F_F = \frac{F_R}{\sin \alpha} = \frac{\mu}{\sin \alpha} \cdot (F_Z - F_F \cdot \cos \alpha)$$

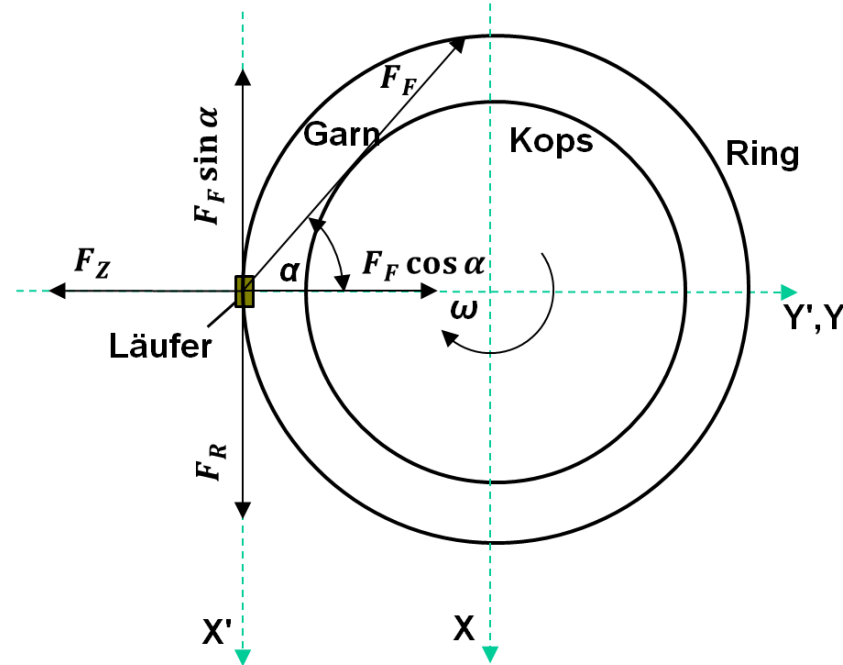
$$F_F = \frac{\mu F_Z}{\sin \alpha} - \frac{\mu \cdot F_F \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$F_F + \frac{\mu \cdot F_F \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\mu F_Z}{\sin \alpha}$$

$$F_F \left(1 + \frac{\mu \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}\right) = \frac{\mu F_Z}{\sin \alpha}$$

$$F_F = \frac{\mu F_Z}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}$$

$$F_F = \frac{\mu \cdot m_L \cdot r_L \cdot \omega^2}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}$$



Die Fadenabzugskraft F_F ist proportional zu der Spindeldrehzahl ω , der Läufermasse m_L und dem Reibungskoeffizienten μ .

Kräfteverhältnisse am Ring-Läufer-System (c)

Gleichung der wirkenden Kräfte am Ring-Läufer-System

$$F_F = \frac{\mu \cdot m_L \cdot r_L \cdot \omega^2}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}$$

$$T_{tex} = \frac{1000}{50} = 20 \text{ tex}$$

$$F_{F,max} = 50 \frac{cN}{tex} \times 20 \text{ tex} = 1000 \text{ cN} = 10 \text{ N}$$

$$\frac{\mu \cdot m_L \cdot r_L \cdot \omega^2}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha} \leq F_{F,max}$$

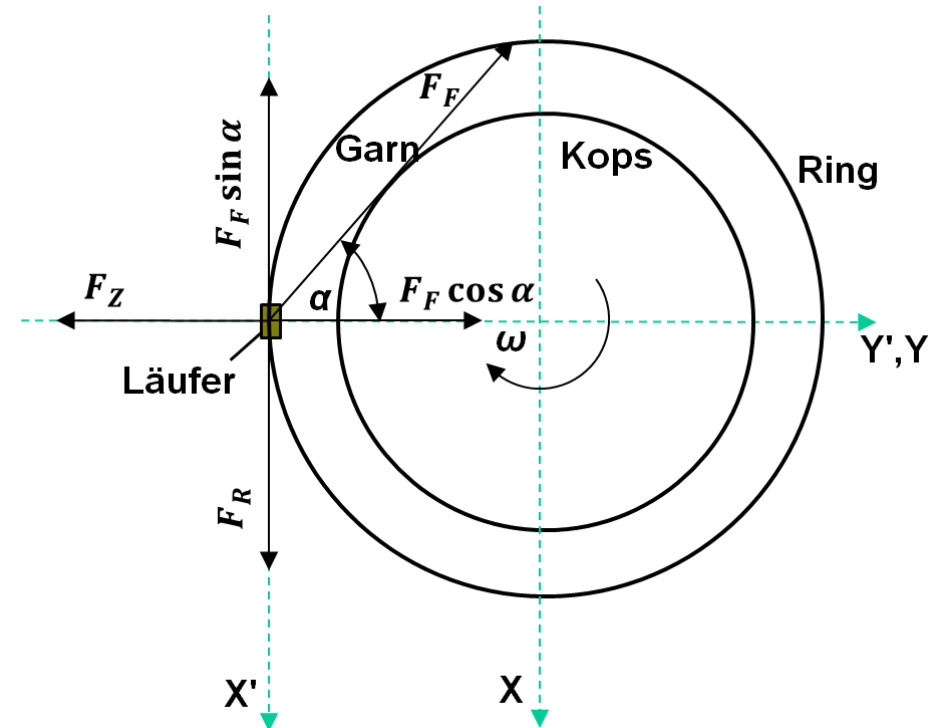
$$\omega^2 \leq \frac{(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \times F_F}{\mu \cdot m_L \cdot r_L}$$

$$\text{mit } \omega = 2\pi \cdot n$$

$$\omega \leq \sqrt{\frac{(\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \times F_F}{\mu \cdot m_L \cdot r_L}}$$

$$n \leq \frac{2515 \text{ s}^{-1}}{2\pi} \approx 400 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega \leq 2515,98 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$



**Herzlichen Dank für Ihr Interesse.
Ihre Fragen sind willkommen.**