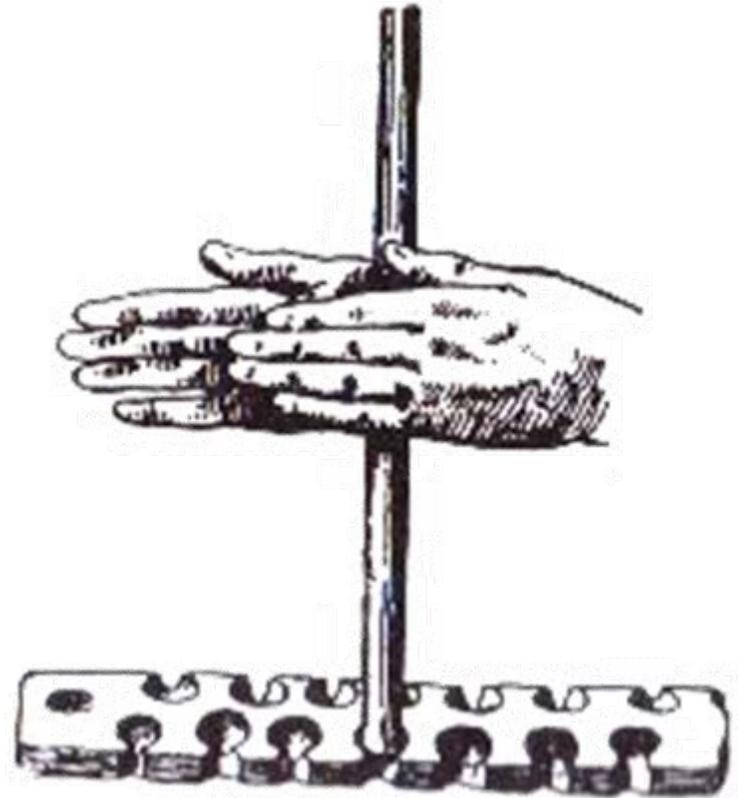


P-V-Wert

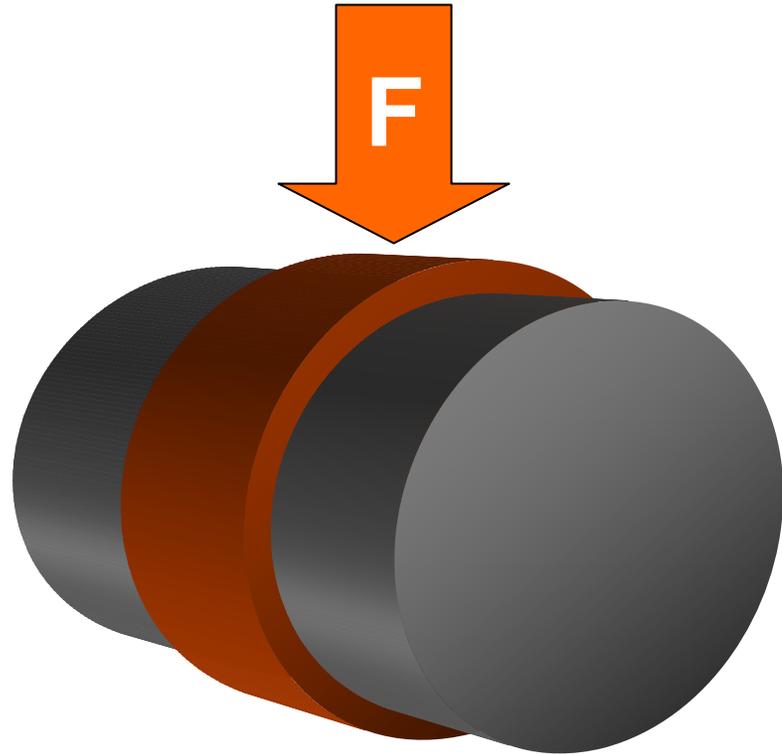
Wenn zwei Flächen aneinander reiben, entsteht Wärme.

Diese Wärme kann so groß sein, dass sie in der Steinzeit zum Feuermachen benutzt wurde!



Die mittlere Flächenpressung berechnet sich wie folgt:

$$P = \frac{F}{d_1 \cdot b_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



F = Gewichtskraft (N)

d_1 = Innendurchmesser des Lagers (mm)

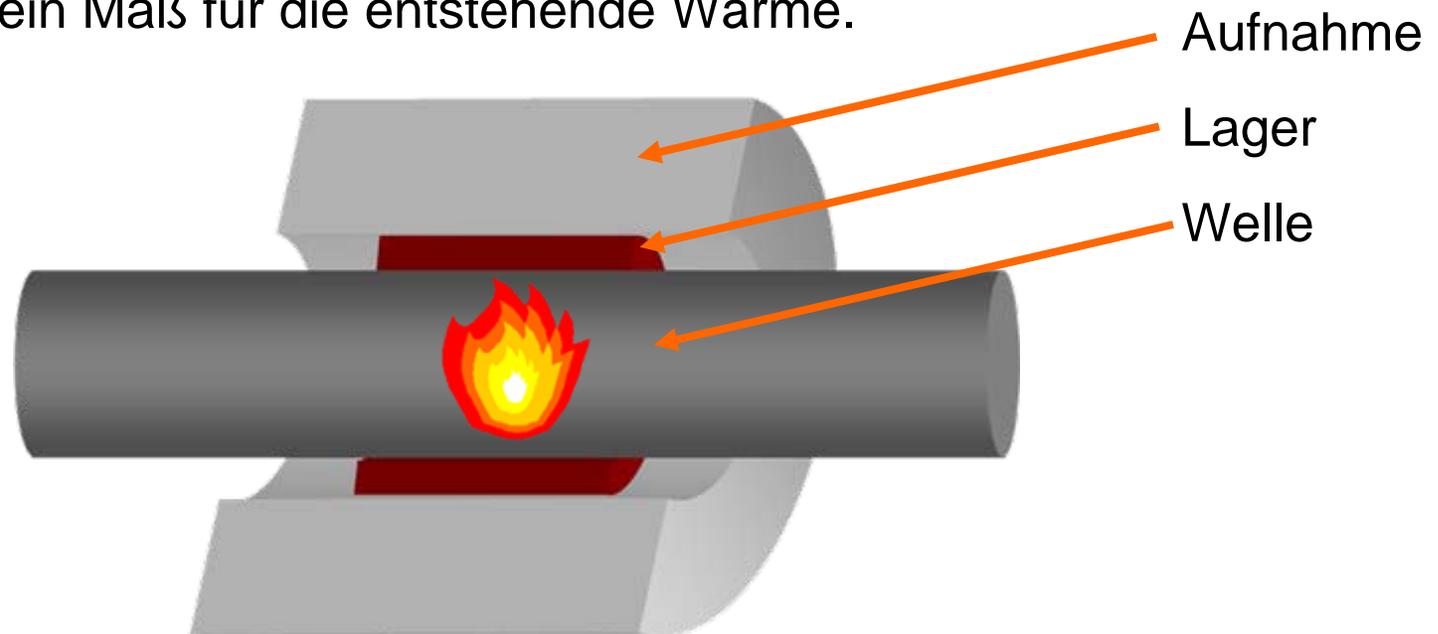
b_1 = Lagerlänge - b2 - Fasen (mm)

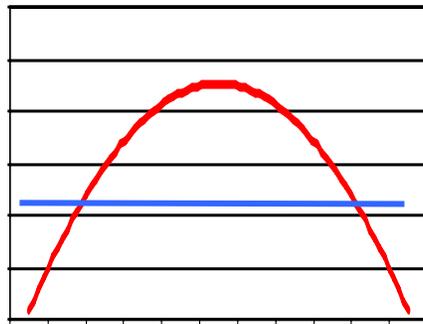
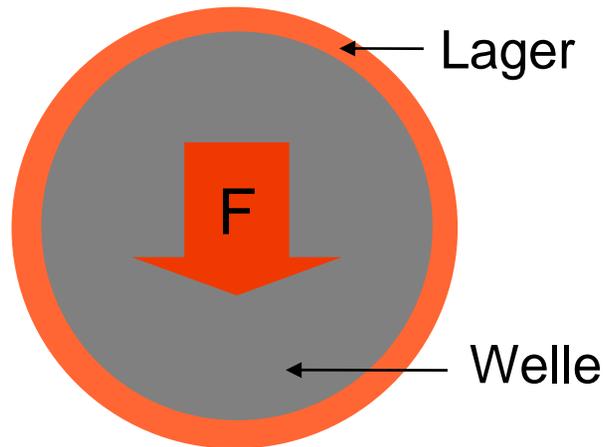
In einem Gleitlager entsteht ebenfalls Reibungswärme, wenn die Welle bewegt wird.

Wieviel Wärme entsteht, wird durch die **mittlere Flächenpressung P in N/mm^2** und die **Gleitgeschwindigkeit V in m/s** bestimmt.

Diese Parameter bilden den **realen P·V-Wert** (in der Anwendung).

$P \cdot V_{\text{real}}$ ist ein Maß für die entstehende Wärme.





reale Flächenpressung

mittlere Flächenpressung

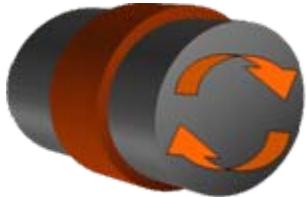
Genau genommen berühren sich zwei Zylinder wie das System Welle-Lager nur an einer Linie.

Hier kalkulieren wir mit der mittleren Flächenpressung (= dem durchschnittlichen Druck).

Die hier gezeigten Betrachtungen ziehen diese Tatsache jedoch von vorneherein in Betracht und sind auf die mittlere Flächenpressung ausgelegt.

Berechnung der Gleitgeschwindigkeit:

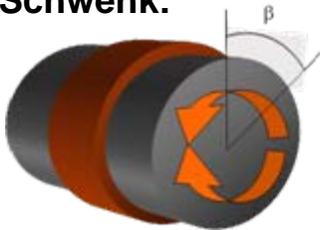
Rotation:



$$V[\text{m / s}] = \frac{n \cdot d1 \cdot \pi}{60 \cdot 1000}$$

n = Rotationsgeschwindigkeit U/min
d1 = Innendurchmesser Lager
 π = 3,14 (Mathemat. Konstante)

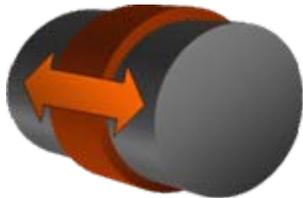
Schwenk:



$$V[\text{m / s}] = \frac{n \cdot 4\beta \cdot d1 \cdot \pi}{60 \cdot 1000 \cdot 360}$$

n = Schwenkgeschw. Zyklen/min.
 β = Schwenkwinkel β („Aus Schlag des Pendels“)
d1 = Innendurchmesser Lager
 π = 3,14 (Mathemat. Konstante)

Linear:



$$V[\text{m / s}] = \frac{2 \cdot n \cdot m1}{60 \cdot 1000}$$

n = Zyklen / min. (1 Zyklus = 2 Hübe)
m = Hublänge (eine Richtung)

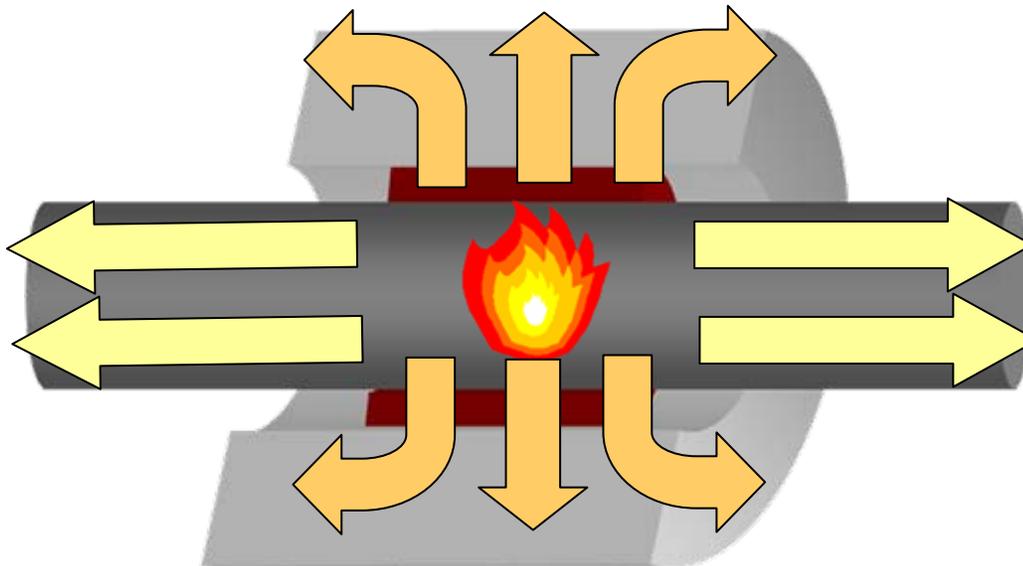
Max. zulässiger P-V-Wert

Die Entstehung von Wärme führt zu einem Anstieg der Temperatur im Lager. Wenn die Temperatur zu hoch wird, kann ein (Kunststoff-) Lager geschädigt werden.

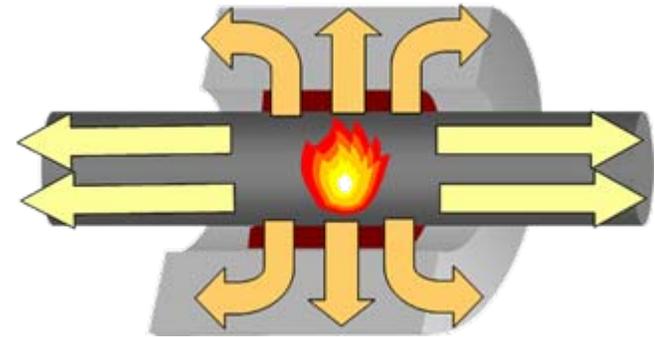
Der Wärmeableitung kommt somit eine zentrale Bedeutung zu. Es gibt in Gleitlagern grundsätzlich zwei Wege der Wärmeableitung:

Über das Lager in das umgebende Material

Über die Welle nach außerhalb des Lagers



Die Wärme, die abgeleitet werden kann, wird beschrieben durch den maximal zulässigen P·V-Wert.



Dieser $P \cdot V_{\text{max. zul.}}$ hängt ab von:

- » **der Wärmeleitfähigkeit** des Lagers, der Aufnahme und des Wellenmaterials
- » **dem Reibwert μ**
- » **der max. zulässigen Anwendungstemperatur** des Lagermaterials und der **Umgebungstemperatur**
- » **der Lagerwanddicke** und der **Lagerlänge** (bei gegebenem Durchmesser)

Max. zulässiger P·V-Wert

Berechnung des P·V_{max. zul.}

$$P \cdot V_{\text{perm.}} = \left(\frac{K_1 \cdot \pi \cdot \lambda_k \cdot \Delta T}{\mu \cdot s} + \frac{K_2 \cdot \pi \cdot \lambda_s \cdot \Delta T}{\mu \cdot 2 \cdot b_1} \right) \cdot 10^{-3} \text{ (N/mm}^2 \cdot \text{m/s)}$$

K1, K2 = Konstante für Wärmeableitung: K1=0,5 und K2 = 0,042

s = Wandstärke in mm

b1 = Lagerlänge in mm

μ = COF (Reibwert / Reibungskoeffizient)

λk = Wärmeleitfähigkeit des **Polymer**-Lagers

λs = Wärmeleitfähigkeit der **Stahl**-Welle

ΔT = Unterschied zw. Lagertemperatur und Umgebungstemperatur

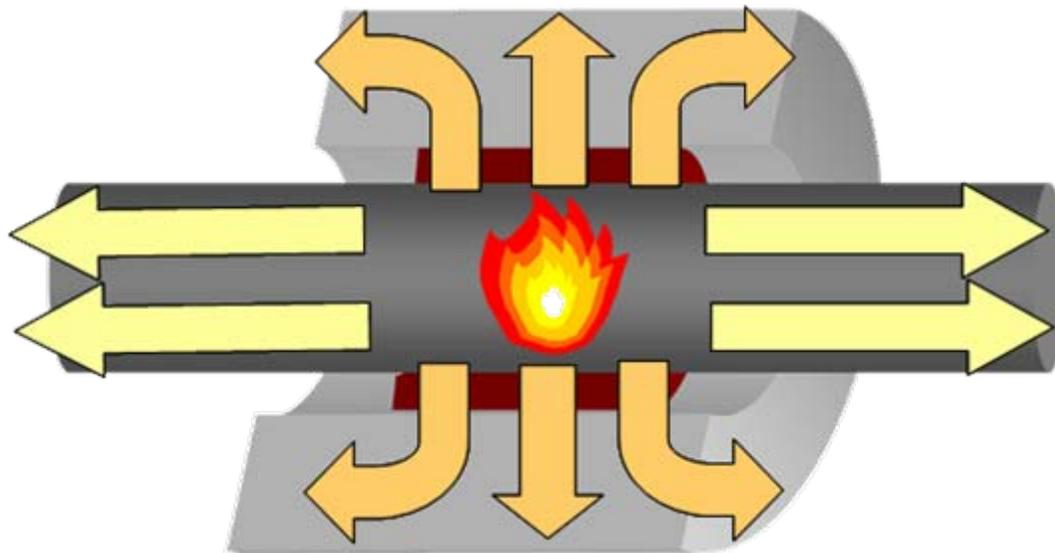
für rotierende Bewegung,

nach G. Erhard, Konstruieren mit Kunststoffen, Hanser-Verlag, München, Wien, 1993, S. 274 ff.

Max. zulässiger P·V-Wert

Höhere Wärmeleitfähigkeit

von Welle, Lagermaterial und Lageraufnahme



→ Höherer $P \cdot V$ _{max. zul.}

Max. zulässiger P-V-Wert

Niedrigerer Reibwert μ



→ Höherer P-V_{max. zul.}

Max. zulässiger P-V-Wert

Höhere max. Anwendungstemperatur
des Lagermaterials:



→ Höherer P-V_{max. zul.}

Max. zulässiger P-V-Wert

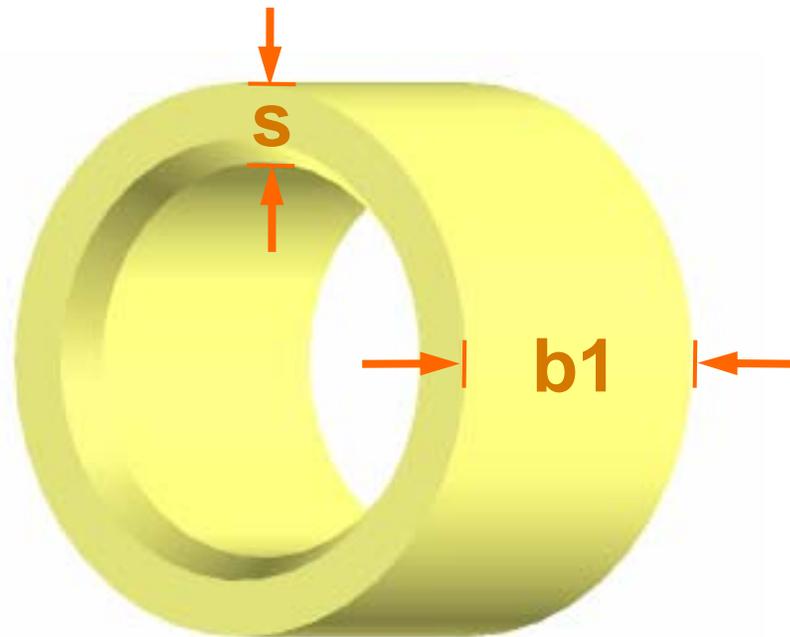
Niedrigere Umgebungstemperatur:



→ Höherer P-V_{max. zul.}

Max. zulässiger P·V-Wert

Kleinere Wandstärke und Lagerlänge:

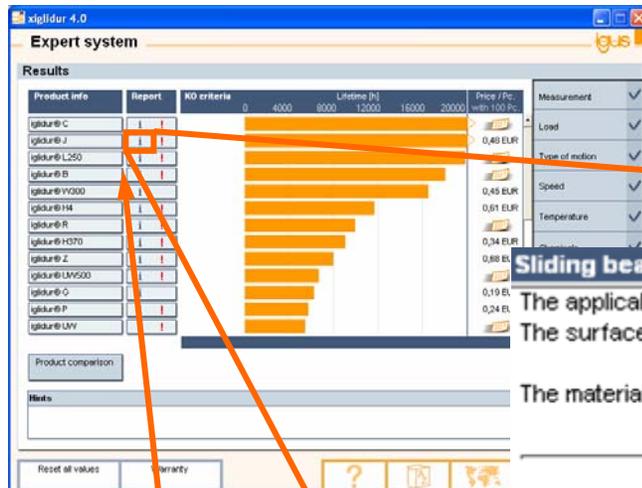


→ Höherer $P \cdot V$ max. zul.

Max. zulässiger P·V-Wert

Wie bestimmen wir den $P \cdot V_{\text{zulässig}}$?

Wir berechnen ihn mit dem Expertensystem?



Sliding bearing analysis iglidur® J

The applicable surface pressure is $0,417 \text{ N/mm}^2$.
The surface pressure permissible for the material at the specified temperature is 35 N/mm^2 .
The material is suitable for use at the specified surface pressure.

Test of the maximum permissible PV value
The $P \cdot V$ value of the described application is $0,009 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$.
The maximum permissible $P \cdot V$ value is $0,34 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$.
The $P \cdot V$ value of the arrangement lies within the permissible limits.

Test of the temperatures occurring under real operating conditions
The ambient temperature during operation is $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
The highest permissible temperature for this application is $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
The minimum temperature for this application is $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Klick auf das Information-Symbol

Welche Werte nimmt $P \cdot V_{\text{max. zul.}}$ für Kunststofflager typischerweise an?

In permanent laufenden, nicht mediengeschmierten Einsatzfällen, können Werte über **1 N/mm²·m/s** üblicherweise nicht mit Kunststofflagern realisiert werden. Die meisten Materialien sind sogar bei **0.5 N/mm²·m/s** nicht mehr einsetzbar.

Schmierung kann hier zu einem gewissen Grad Abhilfe schaffen, ist jedoch in vielen Fällen nicht erwünscht (Verschmutzung, Wartung, Verharzung...).

Es mag hier Ausnahmen geben, aber das sind eben Ausnahmen!

Welche Werte sind im Katalog angegeben?
(Auswahlhilfe 2)

Diese Werte wurden im Labor unter optimalen Bedingungen erreicht.
In der Praxis sind höhere Werte nicht erreichbar (in permanent trocken laufenden Anwendungen).

Wenn der P-V zulässig rechnerisch höher ausfällt, gilt dieser Wert als obere Grenze.

Es gibt hierzu keine Ausnahme!

- » Die Wärmeentwicklung in Gleitlagern wird bestimmt durch den realen **P·V-Wert** $P \cdot V_{\text{real}}$
- » Die Wärmeableitung wird beschrieben durch den max. zulässigen P·V-Wert $P \cdot V_{\text{max. zul.}}$
- » Es muss gelten:
$$P \cdot V_{\text{real}} < P \cdot V_{\text{max. zul.}}$$

(Entstehende Wärme < ableitbare Wärme)
- » $P \cdot V_{\text{real}}$ über **1 N/mm²·m/s** kann üblicherweise nicht mit Kunststofflagern realisiert werden.
- » $P \cdot V_{\text{max. zul.}}$ kann aus gegebenen Parametern berechnet werden
- » Der P·V-Wert steht in keinem direkten Zusammenhang zum Verschleiß eines Lagers!

Fragen?

Kommentare?

Anmerkungen...

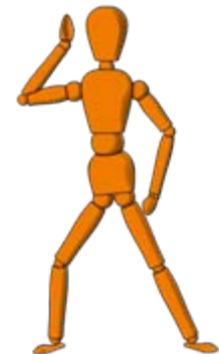
... oder auf der Suche nach ganz bestimmten Themen?

Dann melden Sie sich bei uns:

igus GmbH

Hochschulmarketing

Fon. 02203.9649.633



Weitere Infos zu yes im Internet:

www.igus.de » Service » yes – für Schulen und Hochschulen

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

