

Praktikum Reibung in Gleitlagern

Versuchsanleitung

Der Versuch Reibung in Gleitlagern hat die Ermittlung des Reibkoeffizienten μ und des Temperaturprofils in einem hydrodynamisch geschmierten Radial-Gleitlager zum Inhalt. Dabei kommt ein Versuchsaufbau zur Anwendung, bei dem unter Variation von Drehzahl und Lagerkraft das Reibmoment im Lager erfasst und rechnergestützt ausgewertet wird.

1. Grundlagen des Versuchs

Lager sind maschinentechnische Funktionselemente, die dazu dienen, ein Teil mit einem anderen, als fest angenommenem Teil, mittel- oder unmittelbar derart zu paaren, das nur ein Freiheitsgrad der Rotation verbleibt [1].

Bei Gleitlagern erfolgt dies unmittelbar, d.h. ohne weitere Zwischenelemente. Die Relativbewegung zwischen Wellenzapfen und Lagerbuchse bewirkt aufgrund der vorhandenen Reibung Verschleiß. Ziel muss es somit sein, die beiden Reibpartner durch den tragenden Film einer Schmierflüssigkeit zu trennen. Für hydrodynamische Gleitlager ist diese Relativbewegung, ebenso wie ein Mindestlagerspiel, d.h. eine Differenz der Durchmesser von Lagerzapfen und -buchse, unabdingbare Voraussetzung für verschleißarmen Betrieb. Denn im Unterschied zu hydrostatischen Gleitlagern¹ sorgen bei hydrodynamischen Gleitlagern im wesentlichen diese beiden Faktoren für ein Aufschwimmen des Lagerzapfens. Bei der Drehung des Zapfens wird das an seiner Oberfläche haftende Schmiermittel in den sich ausbildenden keilförmigen Spalt gezogen. Die dadurch entstehende Auftriebskraft bewirkt das Abheben des Zapfens ab einer bestimmten Drehzahl. Mit zunehmender Drehzahl vergrößert sich auch der Schmierpalt. Die Drehzahl, bei der der Zapfen abhebt, wird als Übergangsdrehzahl $n_{\ddot{u}}$ bezeichnet und lässt sich berechnen. Da nun Flüssigkeitsreibung vorherrscht, ist für verschleißminimalen Betrieb gesorgt. Trägt man den Reibungskoeffizienten über der Drehzahl auf, zeigt sich ein charakteristischer Verlauf, wie ihn das Stribeck-Diagramm wiedergibt (Abb. 1) [1, 2].

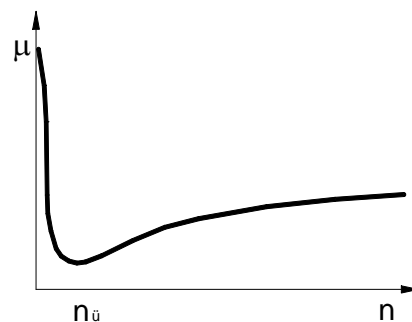


Abb. 1: Stribeck-Diagramm

¹ Hier sorgen Pumpen für den zum Tragen des Lagerzapfens nötigen Öldruck.

2. Der Versuchsaufbau

Am Ende einer zweifach gelagerten Welle ist "fliegend" ein Lagerzapfen montiert. Die Welle wird mittels PID¹-geregeltem Gleichstrommotor angetrieben. Auf den Wellenzapfen ist die Lagerbuchse aufgesteckt.

Die Lagerbuchse ist über Zügelemente (Bowdenzug bzw. Kette) mit zwei Kraftaufnehmern gekoppelt, die nach der DMS²-Technik arbeiten. Der Kraftaufnehmer 1 misst die Lager-Normalkraft (Lagerbelastung). Diese Kraft wird über einen Hebel und eine Spanneinrichtung aufgebracht. Kraftaufnehmer 2 erfasst die wirkende Umfangskraft. Aus ihr lässt sich, über mathematische Beziehungen, die Reibkraft am Lagerzapfen errechnen. Ein auf der Welle befestigter Schmierring, der durch ein Ölbad läuft, fördert bei Drehung der Welle Öl zur Lagerbuchse, die zu diesem Zweck eine Schmierbohrung an der Oberseite besitzt. Eine weitere Bohrung in der Lagerbuchse nimmt einen Temperatursensor auf. Die Drehzahl des Motors wird über einen Computer via PID-Regler vorgegeben und Istdrehzahl, Temperatur, Normal- und Umfangskraft vom PC erfasst und ausgewertet. Der PC ist dazu mit dem Programm *DASYLAB*[®] ausgestattet. Abb. 2 illustriert den prinzipiellen Aufbau.

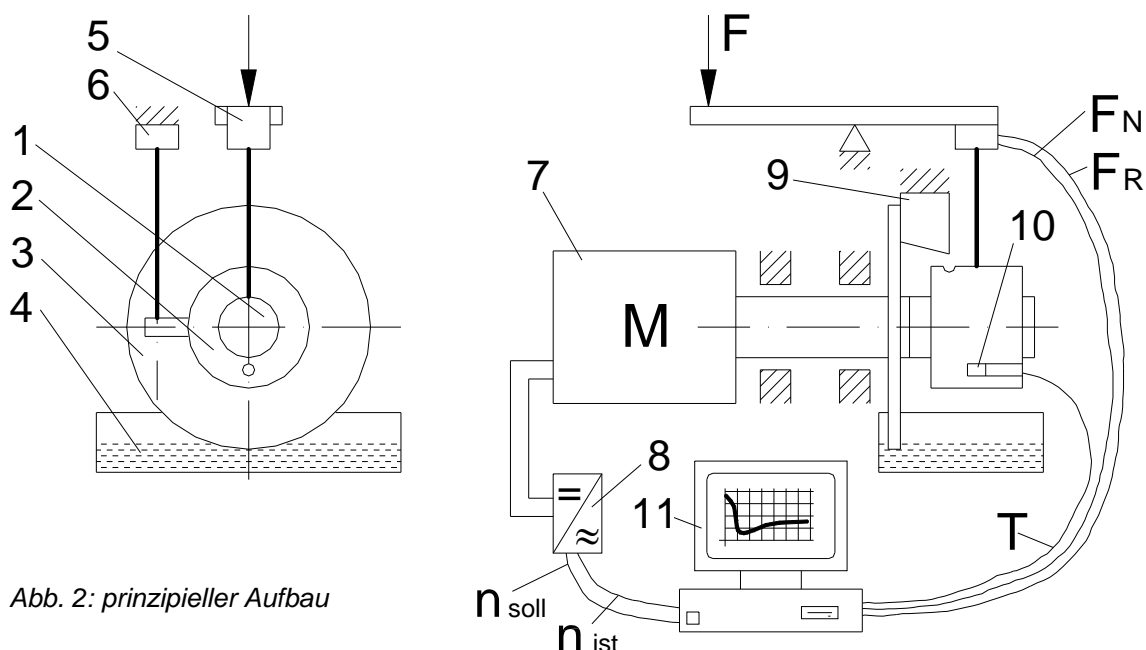


Abb. 2: prinzipieller Aufbau

Versuchsaufbau

1 - Wellenzapfen	5 - Kraftaufnehmer 1	9 - Ölbadstreifer
2 - Lagerbuchse	6 - Kraftaufnehmer 2	10 - Temperatursensor
3 - Schmierring	7 - Motor	11 - Computer
4 - Ölwanne	8 - Steuerteil (PID-Regler)	

Signale

n_{ist} - Istdrehzahl (Eingang)	F_N - Normalkraft (Eingang von KA 1)
n_{soll} - Solldrehzahl (Ausgang)	F_R - Messkraft (Eingang von KA 2)
T - Temperatur (Eingang)	

¹ Proportional-Integral-Differential-Regler

² Dehnmess-Streifen

3. Versuchsdurchführung

Die Ermittlung des Reibungskoeffizienten μ in Abhängigkeit von der Drehzahl erfolgt bei drei unterschiedlichen, während der Messung konstanten Normalkräften. Sie sollen 300N, 600N und 900N betragen. Der Motor folgt einem vorgegebenen rampenförmigen Drehzahlverlauf von 0 bis 2000 U/min. Dabei wird die "Reibkraft" erfasst und ein μ berechnet. Die Temperaturentwicklung wird verfolgt.

4. Versuchsauswertung

Die Versuchsergebnisse sind kritisch zu diskutieren und mit den Vorüberlegungen zu vergleichen. Allgemeine Zusammenhänge am Gleitlager, Parameter und Einflussgrößen auf das Betriebsverhalten sind zu erläutern. Ein Vergleich mit Wälzlagern ist zu erbringen. Die Entstehung und Zusammensetzung der Stribeck-Kurve ist darzustellen.

5. Hinweise zur Vorbereitung

Funktionsgrundlagen sowie Vor- und Nachteile von Gleitlagern, auch im Vergleich zu Wälzlagern, sind zu erarbeiten. Es sollte sich Überblick über die möglichen Werkstoffe und deren Unterschiede verschafft werden. Begriffe wie Übergangsdrehzahl, Sommerfeldzahl oder Tragzahl sollten ebenso bekannt sein, wie die eingehenden Größen und Parameter.

6. Literaturempfehlung

[1] Krause, Werner: *Konstruktionselemente der Feinmechanik*
Verlag Technik, Berlin, 1989

[2] Niemann, G. / Winter, H. / Höhn, B.-R.: *Maschinenelemente Bd. I - Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen*
Springer Verlag, Berlin, 2001

[3] Vorlesungsmitschriften: *Maschinenelemente III*