

TECHNICAL INSIGHT

EINE VERÖFFENTLICHUNG VON NSK EUROPE

Sichern Sie Ihre Investitionen:

Mit dem richtigen Einlaufverfahren maximieren Sie die Lebensdauer von Spindellagern

Ein angemessenes Einlaufverfahren erhöht die Lebensdauer von Lager und Schmierstoff, wodurch Sie langfristig Zeit und Geld sparen können. Wird dieser entscheidende erste Schritt übersprungen, kann es zu Frühausfällen ohne jegliche Vorwarnung kommen, oder die Lager und der Schmierstoff werden geschädigt, welches zu einer verkürzten Lebensdauer führt.

Wann ist ein Einlaufverfahren sinnvoll?
Falls Ihre maximal Drehzahl einen Drehzahlkennwert von $n \times d_m = 500.000$ überschreitet oder die Lager vorgespannt werden, sollten Sie eine der nachfolgenden Einlaufmethoden durchführen. Sollten Sie sich nicht sicher sein, wenden Sie sich bitte an uns, bevor Sie fortfahren. Sie können den Drehzahlkennwert $n \times d_m$ mit folgender Näherungsformel berechnen:

$$n \times d_m = \text{Drehzahl} \times (\text{AD} + \text{ID})/2$$

Wobei: Drehzahl = Maximale Drehzahl (U/min)
AD = Außendurchmesser des Lagers (in mm)
ID = Innendurchmesser des Lagers (in mm)

Bsp. 7020 (100 mm ID x 150 mm AD) Lager
Max. Drehzahl von 7.000 U/min
 $n \times d_m = 7.000 \text{ U/min} \times (150 \text{ mm} + 100 \text{ mm})/2 = 875.000$

Es gibt zwei gängige Methoden, um Lager einzulaufen. Bei der **ersten Methode** (Einlaufverfahren durch Dauerlauf) wird die Drehzahl schrittweise erhöht, bis die maximale Arbeitsdrehzahl erreicht ist. Dieses Verfahren, das bis zu 10 Stunden in Anspruch nehmen kann, ermöglicht der Bedienperson, mögliche Probleme rechtzeitig zu erkennen, bevor Schäden entstehen. Diese Methode ist vor allem für neue Konstruktionen zu empfehlen.

Die **zweite Methode** wird meist für bereits bestehende Konstruktionen verwendet, bei denen bereits Erfahrungen mit dem Einlauf vorliegen. Diese Methode im Start-Stopp-Betrieb erfordert im Vergleich zum Einlaufen im Dauerlauf für gewöhnlich weniger Zeit.

Einlaufverfahren durch Dauerlauf (mit Drehzahlsteigerung)

Dieses Verfahren wird typischerweise in 10 Stufen durchgeführt, wobei jede Stufe bis zu eine Stunde in Anspruch nimmt. Teilen Sie zunächst die maximale Drehzahl durch 10. Der erzielte Wert ist die Drehzahl für die erste Stufe und zugleich der Steigerungswert für jede weitere Stufe. In der **Tabelle 1** finden Sie ein Beispiel hierfür. Die Lagertemperatur muss Beharrung erreicht haben, bevor die Drehzahl auf die nächste Stufe erhöht wird. Lesen Sie bitte den Abschnitt „Überwachen der Lagertemperatur“, bevor Sie mit dem Einlaufverfahren beginnen.

Tabelle 1: Einlaufverfahren durch Dauerlauf (mit Drehzahlsteigerung)

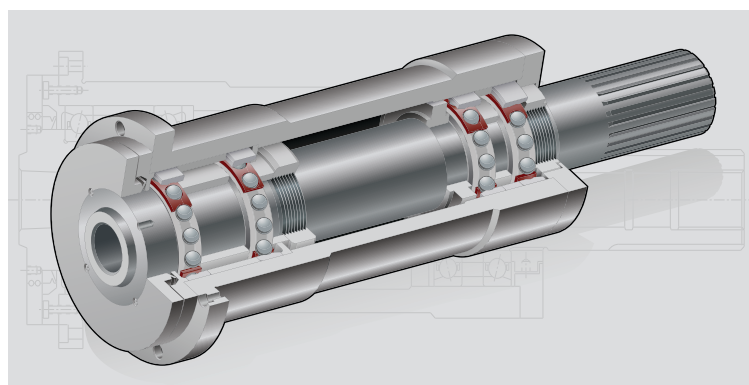
Beispiel: Maximale Drehzahl: 8.000 U/min
Startdrehzahl und Steigerungswert: $8.000 / 10 = 800 \text{ U/min}$

Drehzahl U/min	800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.100	7.200	8.000
Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabelle 2: Einlauf im Start-Stopp-Betrieb (mit Drehzahlsteigerung)

Beispiel: Maximale Drehzahl: 12.000 U/min
Startdrehzahl und Steigerungswert: $12.000 / 8 = 1.500 \text{ U/min}$

Drehzahl U/min	1.500	3.000	4.500	5.000	7.500	9.000	10.500	12.000
Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl der Zyklen	1	10	10	10	10	10	10	10
Zyklusdauer (in Minuten)	10	1	1	1	1	1	1	1



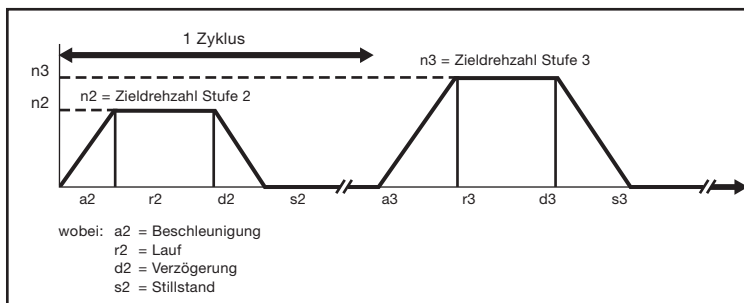


Lassen Sie die Spindel nach Ende der letzten Stufe etwa eine Stunde lang auf Maximaldrehzahl laufen, um sicherzugehen, dass keine Probleme vorliegen. Lesen Sie bitte den Abschnitt „Überwachen der Lagertemperatur“, bevor Sie mit dem Einlaufverfahren beginnen.

Bei Öl-Luft-Schmierung

Auch bei der Ölschmierung sollte nicht auf Einlaufverfahren verzichtet werden. Spindeln, die neu sind oder über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wurden, sollten 2 bis 3 Minuten lang auf 1/3 der maximalen Drehzahl laufen, bevor Sie auf volle Drehzahl hochgefahren werden. Dieses vereinfachte Einlaufverfahren verteilt überschüssiges Öl, das sich um das Lager herum angesammelt hat. Lesen Sie bitte den Abschnitt „Überwachen der Lagertemperatur“, bevor Sie mit dem Einlaufverfahren beginnen.

Abbildung 1



Einlauf im Start-Stopp-Betrieb (mit Drehzahlsteigerung)

Bei diesem Verfahren werden üblicherweise 8 bis 10 Stufen durchlaufen. Sollten Sie 8 Stufen verwenden, beginnen Sie dieses Verfahren bitte, indem Sie die Spindel über 10 Minuten auf $\frac{1}{8}$ der maximalen Drehzahl laufen lassen (siehe **Tabelle 2**, Stufe 1). In der ersten Stufe wird überschüssiges Fett an den Funktionsflächen verdrängt, zudem können Sie mögliche Probleme mit der Spindellagerung erkennen, bevor diese zu Schäden führen. Beginnen Sie anschließend damit, die verschiedenen Zyklen zu durchfahren, bis die volle Drehzahl erreicht ist und die Temperatur die Beharrung erreicht hat.

Die Stufen zwei bis acht sind in 10 Zyklen zu jeweils einer Minute aufgeteilt. Lassen Sie die Spindel bis zur Zieldrehzahl hochlaufen und halten Sie diese 15 Sekunden lang bei. Stoppen Sie die Spindel über die restlichen 40 Sekunden und wiederholen Sie den Zyklus. In der **Tabelle 2** finden Sie ein Beispiel zur Berechnung der Zieldrehzahl für jede Stufe.

Gehen Sie nach 10 durchlaufenen Zyklen zur nächsten Stufe über und beginnen Sie von vorn. Die **Abbildung 1** zeigt die Beschleunigung, den Lauf, die Verzögerung und den Stillstand des einminütigen Zyklus.

Überwachen der Lagertemperatur

Das Erreichen der Beharrungstemperatur auf einem akzeptablen Level ist ausschlaggebend für ein erfolgreiches Einlaufverfahren. Die Temperatur sollte konstant sein oder fallen, bevor Sie zum nächsten Zyklus übergehen. Sollte die Lagertemperatur zu einem beliebigen Zeitpunkt einen Wert von 70 °C überschreiten, stoppen Sie bitte das Verfahren und lassen Sie das Lager auf 40 °C abkühlen, bevor Sie fortfahren. Zuletzt sollte die maximale Temperatur bei Messung am Gehäuse konstant 50 °C (nur Lagerwärme) oder weniger betragen. Der Temperaturanstieg bei Zylinderrollenlagern läuft üblicherweise schneller ab als bei Kugellagern. Versuchen Sie keinesfalls, das Verfahren zu beschleunigen, indem Sie Luft über das Gehäuse blasen, da dies zu einer übermäßigen inneren Verspannung der Lager führt, die die Lager beschädigen kann.

Wenn Sie bedenken, wie viele Anstrengungen und Kosten für die Fertigung und Einstellung von Präzisionslagern und Werkzeugmaschinen spindeln aufgewendet werden, ist es nicht verwunderlich, dass ein angemessenes Einlaufverfahren viel Zeit in Anspruch nimmt. Betrachten Sie es einfach als Maximierung Ihrer Erträge.

Weitere Informationen finden Sie unter www.nskeurope.de