

Fachgerechte Montage mit INAtherm[®]-Erwärmungsgeräten

Werner Grasser

INA-Sonderdruck
April 1997



Fachgerechte Montage mit INA^{therm}[®]-Erwärmungsgeräten

Werner Grasser

Die fachgerechte und schonende Montage von Wälzlagern und anderen ringförmigen Maschinenelementen ist eine wesentliche Voraussetzung für deren einwandfreie Funktion und lange Lebensdauer. Um dies zu erreichen, werden seit Jahren mikroprozessorgesteuerte induktive Erwärmungsgeräte angeboten, mit denen nicht nur eine fachgerechte, sondern auch eine rasche und kostengünstige Montage durchgeführt werden kann.

1 Möglichkeiten zur Montage von Maschinenbauteilen

Ein gutes Beispiel dafür ist die Montage eines Wälzlagers, das zu den wichtigsten Bauteilen von Maschinen jeglicher Art gehört. Für eine einwandfreie Funktion dieser Lager muß beim Einbau damit sorgsam umgegangen werden. Dies bedeutet, daß das Wälzlager nicht magnetisch, verkantet, beschädigt oder verunreinigt eingebaut werden darf.

Wie sieht es bei den konventionellen Verfahren aus?

Bei Montage mit Hilfe einer *Presse* muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß das Lager im Gehäuse nicht verkantet, die Kraft ausschließlich über den festgepaßten Ring eingeleitet wird und am Gegenstück keine scharfkantigen Übergänge vorhanden sind. Dies gilt um so mehr auch beim Verwenden eines *Kunststoffhammers*.

Bei *hydraulischen Montageverfahren* wird Öl unter hohem Druck zwischen Lagersitz und festaufzupassenden Innenring gepreßt. Bei dieser Methode werden die Kontaktflächen voneinander getrennt und damit die Reibung wesentlich vermindert. Benötigt wird dafür jedoch ein geeigneter Druckerzeuger und konstruktiv müssen Ölnuten, Zuführkanäle sowie Anschlußgewinde berücksichtigt und richtig dimensioniert werden.

Erwärmt man auf einer *Heizplatte*, muß das Lager oft gewendet werden, um eine örtliche Überhitzung in den Lagerringen zu vermeiden. Eine gleichmäßige Erwärmung ist fast unmöglich. Gleiches gilt im besonderen auch bei Verwendung eines *Schweiß- oder Ringbrenners*, die nur im alleräußersten Notfall verwendet werden sollten.

Das *Ölbad* bietet eine gleichmäßige Erwärmung, die jedoch sehr energieaufwendig ist, da das Öl zuerst aufgeheizt und dann auf Temperatur gehalten

werden muß. Nachteilig für die Lagerqualität ist hier das Auswaschen der Lagerbefettung und eine mögliche Verschmutzung, besonders bei Verwendung von gealtertem Öl. Weiterhin ist das Handling nicht nur unpraktisch und zeitraubend durch das Abtropfen des heißen Öls bzw. Abwischen des anhaftenden Öls, sondern es besteht auch Brandgefahr durch Überhitzung. Auch das umweltgerechte Entsorgen des Altöls muß berücksichtigt werden.

Eine exakte Temperaturführung ist im *thermostatgesteuerten Heißluftofen* möglich. Nachteile sind das Transportproblem vom Ofen zum Montageort, wenn kein mobiler Ofen zur Verfügung steht, sowie auch die lange Vorgangsdauer.

Ein weiteres Verfahren zur Montage von Wälzlagern ist das *Kaltschrumpfen durch Unterkühlen* in flüssigem Stickstoff oder Trockeneis bzw. Alkohol. Dies bedingt aber einen beträchtlichen Aufwand für die Verfügbarkeit und bei der Anwendung. Weiterhin muß darauf geachtet werden, daß keine maßlichen Änderungen durch Umwandlung des Restaustenits und keine Rostvorgänge durch Kondenswasser auftreten.

Die hier angeführten Verfahren werden natürlich auch bei der Montage von anderen ringförmigen Maschinenteilen wie z.B. Zahnkränzen, Ringen, Riemenscheiben, Wellenkupplungen usw. angewandt.

Auch hier, wie bei den Wälzlagern, können bei nicht fachgerechter Montage Probleme auftreten. Bei den mechanischen Verfahren können unzulässig hohe Spannungen im Werkstück bei nicht zentrischer Krafteinwirkung entstehen. Außerdem können Metallteile abbrechen und z.B. auch ins Lager geraten, was die Lebensdauer erheblich verkürzt. Bei den



Bild 1 INAtherm® E



Bild 2 INAtherm® turbo

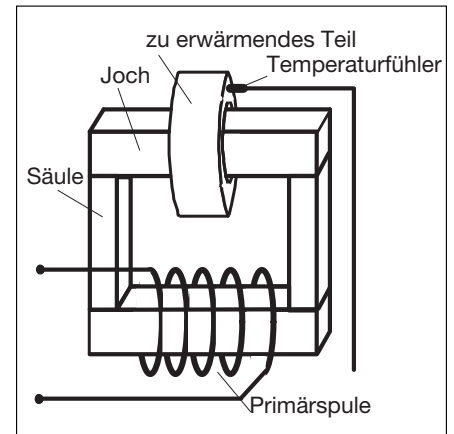


Bild 3 Wirkungsprinzip der INAtherm®-Geräte

aufgeführten thermischen Methoden ist noch zu beachten, daß integrierte Gummi- und Kunststoffteile beschädigt werden können. Damit nun Wälzlager und viele andere Maschinenteile fachgerecht montiert werden können, ohne daß die beschriebenen Nachteile vorkommen, wird eine Montage mittels induktiver Erwärmung für das Aufschumpfen immer mehr bevorzugt. Die Vorteile sind:

- **wälzlagergerecht**

Die Lager – und natürlich auch alle anderen Maschinenteile – werden gleichmäßig erwärmt und können nicht überhitzt werden, da eine vorgewählte Temperatur exakt eingehalten wird. Bei be fetteten Lagern bleibt die Füllung und Qualität des Schmierstoffes erhalten und das Lager wird nicht verunreinigt. Nicht-metallische Teile wie z. B. Gummi- und Kunststoffteile bleiben kalt, wobei aber die Wärmeableitung der metallischen Teile berücksichtigt werden muß.

- **mobil, transportabel**

Die Lager und Maschinenteile können ohne lange Vorbereitung in kürzester Zeit direkt am Montageort erwärmt werden.

- **unfallsicher**

Keine Brandgefahr, das Erwärmungsgerät selbst bleibt kalt und die Handhabung nur mit Arbeitshandschuhen ist problemlos möglich.

- **energiesparend, umweltgerecht**

Die induktiven Erwärmungsgeräte sind wegen ihres hohen Wirkungsgrades kostengünstig, entwickeln keinen Rauch und keine unangenehmen Dämpfe.

- **Entmagnetisierung**

Alle Teile werden automatisch entmagnetisiert, auch wenn der Erwärmungsvorgang vorzeitig abgebrochen wird.

2 Funktionsweise und Aufbau von induktiven Erwärmungsgeräten

Die Funktionsweise von induktiven Erwärmungsgeräten wie zum Beispiel INAtherm® E (Bild 1) oder INAtherm® turbo (Bild 2) zum Aufschumpfen läßt sich am einfachsten durch einen sekundärseitig kurzgeschlossenen Transformator als Modell erklären (Bild 3).

In diesem Modell stellt das zu erwärmende, ringförmige Werkstück die aus einer Windung bestehende Sekundärwicklung dar. Da der Ring geschlossen ist, fließt in ihm ein hoher Kurzschlußstrom, der nur zur Erwärmung des Rings führt. Der elektrische Widerstand des Rings hat einen entscheidenden Einfluß auf die Größe des Kurzschlußstromes und damit auf die Erwärmungszeit. Aus diesem Grund benötigen zwei Ringe aus unterschiedlich leitfähigen Materialien auch verschiedene Erwärmungszeiten. Als Beispiel kann hier die Erwärmung eines Stahlrings aus 100 Cr 6 im Vergleich zu einem Ring aus einer Aluminium-Legierung gleicher Abmessung erwähnt werden. Der Aluminium-Ring benötigt wesentlich mehr Zeit, um die gleiche Solltemperatur zu erreichen.

Die Größen, die die Erwärmungszeit beeinflussen, sind der elektrische Widerstand, die Wärmekapazität und der sogenannte Füllfaktor des Werkstückes als Maß, wie gut der Ring das Joch umschließt. Ein weiterer Faktor ist die Oberflächengeometrie des Werkstückes hinsichtlich Wärmeabstrahlung.

Geräteseitig wird die Erwärmungszeit beeinflusst durch die elektrische Leistung und durch die vom Wirkungsgrad des Gerätes abhängige thermische Leistung. Da die aufgenommene elektrische Leistung stets auf das verfügbare Netz

(220 V bzw. 380 V bei 50 Hz) abgestellt ist, war eine weitere Verbesserung nur über den thermischen Wirkungsgrad möglich. Durch eine optimierte Gestaltung der Kombination Primärspule/ Eisenkern/Joch in Verbindung mit einer mikroprozessorgesteuerten Regелеlektronik – wie z.B. bei den INAtherm®-Geräten – werden deutlich kürzere Heizzeiten sowie eine bessere Entmagnetisierung erreicht.

Durch einen eingebauten Mikrocomputer erhält man einen hohen Bedienungs-komfort, der auch eine hohe Regelgenauigkeit gestattet. Beim Erhitzen im Temperaturmodus registriert das Gerät wie rasch sich das zu erwärmende Werkstück aufheizt und regelt entsprechend bereits vor Erreichen des Sollwertes die Heizleistung zurück. Dadurch wird ein Überschwingen des eingestellten Temperaturwertes vermieden. Der Mikrocomputer registriert also während des Erwärmens den Temperaturanstieg pro Zeiteinheit und paßt die Heizleistung des Gerätes entsprechend an.

Beim induktiven Erwärmungsverfahren werden die Werkstücke starken Wechsel-magnetfeldern ausgesetzt, die beim unkontrollierten Abschalten des Gerätes einen starken Restmagnetismus im Werkstück hinterlassen würden. Da dies unerwünscht ist, erfolgt am Ende eines jeden Erwärmungsvorganges automatisch eine Entmagnetisierung. Dies erfolgt dadurch, daß die bekannte ferromagnetische Hysteresekurve mit immer kleiner werdenden Amplituden rund 500 Mal bis zum Nullpunkt durchlaufen wird. Der verbleibende Restmagnetismus ist danach nur noch $H < 2 \text{ A/cm}$.

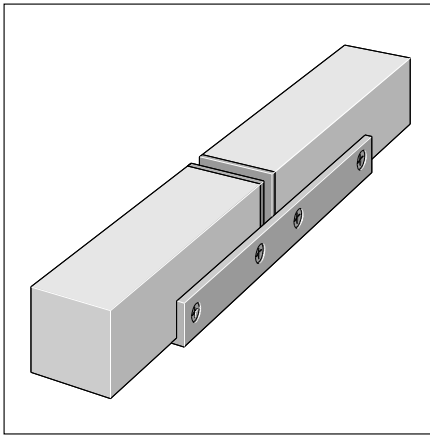


Bild 4 Entmagnetisierungsjoch für längliche Gegenstände (z.B. eine Schere)

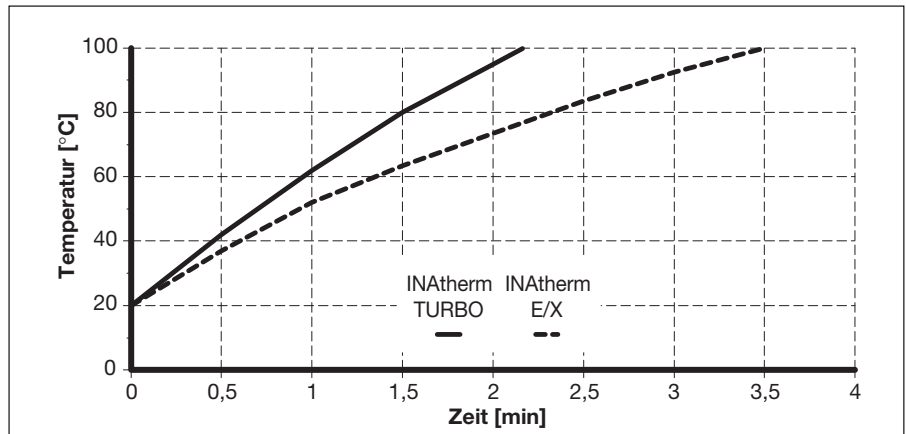


Bild 5 Typische Erwärmungskurve für ein Rillenkugellager 6230 (9,4 kg)

3 Betriebsarten und Bedienung

Ein wichtiges Kriterium für die praktische Handhabung eines induktiven Erwärmungsgeräts im betrieblichen Einsatz, sind neben Wirkungsgrad und Gerätesicherheit, auch die Ausstattungsmerkmale mit deren möglichen Betriebsarten.

Unter dem Markennamen INAtherm® stehen drei Modellvarianten zur Verfügung:

INAtherm® E (Bild 1, Seite 3) ist ein besonders wirtschaftliches Gerät der Standardklasse. Es eignet sich vor allem für die wiederholte Montage von Teilen ähnlicher oder gleicher Größe (bis ca. 15 kg), vorzugsweise wenn Erfahrungswerte für die Anwärmszeit zur Verfügung stehen.

Ausstattungsmerkmale:

- Netzanschluß mit 220 V / 50 Hz und elektrische Leistung von 3,5 kVA
- vollautomatische Entmagnetisierung ($H < 2 \text{ A/cm}$) nach dem Anwärmvorgang
- elektronische Zeitschaltuhr zur Vorwahl der Anwärmszeit (0,5 bis 10 min.)
- Einschaltstrombegrenzung mit Stromregelung
- akustische „Fertig“-Meldung nach Programmende

Die mikroprozessorgesteuerten Modelle

INAtherm® X

(für Bauteile bis ca. 15 kg) und

INAtherm® turbo

(Bild 2, Seite 3) vereinen kompakte Bauweise mit richtungsweisender Technik. Durch seine erheblich höhere elektrische Leistung ist das INAtherm® turbo-Gerät besonders für größere Bauteile bis ca. 40 kg geeignet.

Ausstattungsmerkmale:

- das INAtherm® X-Gerät hat einen Netzanschluß von 220 V / 50 Hz und eine elektrische Leistung von 3,5 kVA; das INAtherm® turbo-Gerät hat 380 V / 50 Hz und 6,0 kVA
- drei Programme wählbar:
 - Temperatur-Abschaltung mit akustischer „Fertig“-Meldung
 - Temperatur-Erhaltung
 - Zeit-Abschaltung mit akustischer „Fertig“-Meldung
- Leistungsreduzierung möglich durch verringerte Stromaufnahme
- automatische und wahlweise manuelle Entmagnetisierung bis $H < 2 \text{ A/cm}$
- digitale Vorwahl der Zeit- bzw. Temperaturwerte
- Temperatur-Erfassung durch Ni-Cr-Ni-Thermofühler, wahlweise als Zangenfühler (bis max. 140 °C) oder als Magnetfühler (bis max. 240 °C)
- rechnergesteuerte Anpassung der Heizleistung an die jeweilige Bauteilgröße
- Folientastatur für den robusten Werkstattbetrieb

a) Temperaturvorwahl mit automatischer Abschaltung

Die gewünschte Solltemperatur läßt sich digital vorwählen. Da das Gerät den angeschlossenen Temperaturfühler erkennt, wird die Temperaturprogrammierung auf den jeweils höchstzulässigen Wert begrenzt. Das Gerät erwärmt das aufgelegte Werkstück bis zur Solltemperatur und entmagnetisiert automatisch (ca. 10 sek. lang). Nach der Entmagnetisierung erfolgt eine akustische

„Fertig“-Meldung und die Kontrollampe erlischt. Während des Erwärmungsvorganges kann dabei ständig die IST-Temperatur auf dem LCD-Display abgelesen werden. Weiterhin kann auch die eingestellte Solltemperatur sowie die bisherige Zeitdauer des Erwärmungsvorganges abgefragt werden. Die benötigte Erwärmungszeit ist z.B. von Interesse, um einzuhaltende Taktzeiten zu überprüfen oder auch um Erfahrungswerte für die Anwärmszeit zu erhalten.

b) Temperaturvorwahl mit Temperaturerhaltung

Auch bei dieser Betriebsart wird das Werkstück auf die digital eingestellte Solltemperatur unter Berücksichtigung des zulässigen Maximalwertes erwärmt und so lange mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \text{ °C}$ auf dieser Temperatur gehalten, bis der Vorgang mit der Stop-Taste beendet wird. Dabei wird auch automatisch der Entmagnetisierungsvorgang eingeleitet und das Bauteil kann nach dem Erlöschen der Kontrollampe entnommen werden. Dieser Modus wird vorzugsweise dann gewählt, wenn sich der Zeitpunkt der Montage evtl. verzögern kann.

c) Zeitvorwahl mit automatischer Abschaltung

Hier wird die Sollzeit ebenfalls digital – beim INAtherm® E-Gerät per Drehknopf – vorgewählt und nach Ablauf der eingestellten Zeit wird das Bauteil automatisch entmagnetisiert. Die „Fertig“-Meldung erfolgt auch hier mit einem akustischen Signal und durch Erlöschen der Kontrollampe. Der große Zeitbereich von zehn Sekunden bis zu einer Stunde – beim INAtherm® E-Gerät von 0,5 bis 10 Minuten – erübrigt einen Mehrfach-Start des Geräts, um längere Erwärmungszeiten zu erreichen.

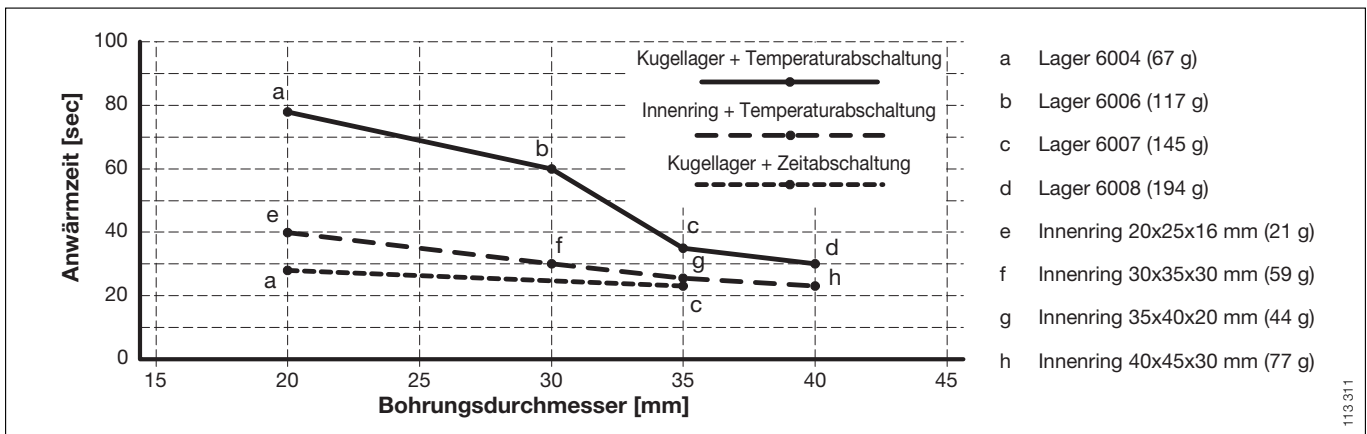


Bild 6 Anwärmzeiten mit INAtherm® X für verschiedene Kugellager und Innenringe auf 80 °C

Diese Betriebsart wird bevorzugt, wenn kein Temperaturfühler benötigt wird oder am Bauteil nicht angeschlossen werden kann. Im ersten Fall liegen z.B. Erfahrungswerte für die Anwärmzeit vor und im anderen Fall wegen der ungünstigen Form des Bauteils oder bei einer benötigten Solltemperatur größer als die zulässige Grenztemperatur des Temperaturfühlers. Empfohlen wird diese Betriebsart auch zum Erwärmen von sehr großen und schweren Bauteilen. Ist der Temperaturfühler angelegt, so läßt sich auch hierbei die IST-Temperatur jederzeit abfragen.

d) Leistungsreduzierung

Für besonders kleine Werkstücke, Wälzlager mit eingeschränkter Lagerluft sowie Lager mit Messingkäfig empfiehlt sich die Erwärmung mit verringerter Stromaufnahme. Näheres unter dem Kapitel „Anwendungsbeispiele und -hinweise“. Diese „Reduzierung“ kann vor jedem Start eines Erwärmungsvorganges in allen drei vorher beschriebenen Betriebsarten durch einfachen Tastendruck hinzugewählt werden.

e) Entmagnetisierung

Diese Programmwahl ermöglicht es – unabhängig von der automatischen Entmagnetisierung nach dem Erwärmungsvorgang – unterschiedliche Gegenstände zu entmagnetisieren. In der Betriebsart „Zeitabschaltung“ wird ein länglicher Gegenstand, wie z.B. eine Schere, ein Schraubenzieher u. dgl. langsam durch den Spalt des aufgelegten Entmagnetisierungsjoches (Bild 4) gezogen und entmagnetisiert. In der Betriebsart „Entmagnetisieren“ wird das magnetische Teil in den Spalt des Jochs gelegt; ringförmige Bauteile werden auf eine möglichst große Auflageleiste gelegt. Nach Betätigen der Entmagnetisierungstaste entmagnetisiert das Gerät automatisch während einer Zeitdauer von ca. 10 Sekunden.

f) Programmunterbrechung

Bei allen Betriebsarten kann der Erwärmungsvorgang jederzeit durch Betätigen der Stop-Taste abgebrochen werden. Dabei wird automatisch der Entmagnetisierungsvorgang ausgelöst.

4 Gerätesicherheit und Bedienungshinweise

Mehrere mikroprozessorgesteuerte Schutzfunktionen stellen sicher, daß eine Fehlbedienung keine ungünstigen Folgen nach sich zieht. Beispielweise führt die Abnahme des Temperaturfühlers bei den zwei temperaturgesteuerten Erwärmungsarten zum selbsttätigen Abschalten des Geräts. Dies geschieht auch dann, wenn der Fühler keinen oder nur einen unzureichenden Kontakt zur Meßfläche aufweist, selbst beschädigt ist, wenn das Anschließen nicht korrekt durchgeführt oder auch einfach nur vergessen wurde. Ein Überhitzen von Bauteil und Gerät ist damit ausgeschlossen. Das INAtherm®-Gerät kontrolliert auch den angeschlossenen Fühler und stellt automatisch dessen maximal zulässige Grenztemperatur ein. Wird das Gerät länger als 5 Minuten nicht bedient, schaltet die Elektronik automatisch ab.

Da Induktionsspule und die Elektronik Verlustwärme verursachen, die bei starker Dauerbelastung zu einer allmählichen Überhitzung des Geräts führen könnte, ist es mit einem internen Thermo-Schutzschalter ausgestattet. Wird die Spule zu heiß, so schaltet das INAtherm®-Gerät selbsttätig ab.

Da bei induktiven Geräten starke Magnetfelder auftreten, die bis zu einem Umkreis von ca. 0,5 m wirken, können Herzschrittmacher oder mechanische Armbanduhren beeinflusst werden.

5 Anwendungsbeispiele und -hinweise

Eine der häufigsten Fragen und Überlegungen seitens der Benutzer und Anwender von solchen induktiven Erwärmungsgeräten ist die benötigte Erwärmungszeit für ein bestimmtes Bauteil. Da aber die jeweils dafür benötigte Erwärmungszeit stark abhängig ist von der gewünschten Endtemperatur, Wärmeabstrahlung, Abmessung, Masse, Oberflächengeometrie und Magnetisierbarkeit der jeweiligen Werkstoffe sowie davon, mit was für einem Gerät und in welchem Modus erwärmt werden soll, ist eine exakte Aussage zu Erwärmungszeiten und -kurven nur durch Erwärmungsversuche mit den Originalteilen möglich.

Für eine grobe Abschätzung, z. B. ob ein sehr großes und schweres Maschinenteil noch mit den INAtherm®-Geräten erwärmt werden kann oder mit welchen Zirka-Zeiten bei verschiedenen Bauteilen gerechnet werden muß, wird auf die Diagramme der Bilder 5 bis 8 verwiesen. Aus Bild 5 kann man eine typische Erwärmungszunahme ersehen, die bei einer immer höher werdenden IST-Temperatur durch Zunahme der Wärmeabstrahlung abflacht.

Bild 6 zeigt verschiedene Anwärmzeiten für kleine Kugellager und Innenringe in Abhängigkeit von Größe und Erwärmungsmodus. Überraschend sind vielleicht die angegebenen Anwärmzeiten im Modus „Temperatur- Abschaltung“ – alle Zeitangaben auf den Bilddiagrammen 6 bis 8 beinhalten nicht die Entmagnetisierungszeit von ca. 10 sec. – z. B. im direkten Vergleich von Lager a) zu d). Für die wesentlich höhere Anwärmzeit bei Lager a) gibt es zwei Begründungen. Zum einen kann hier nur eine sehr kleine Jochleiste verwendet werden und zum

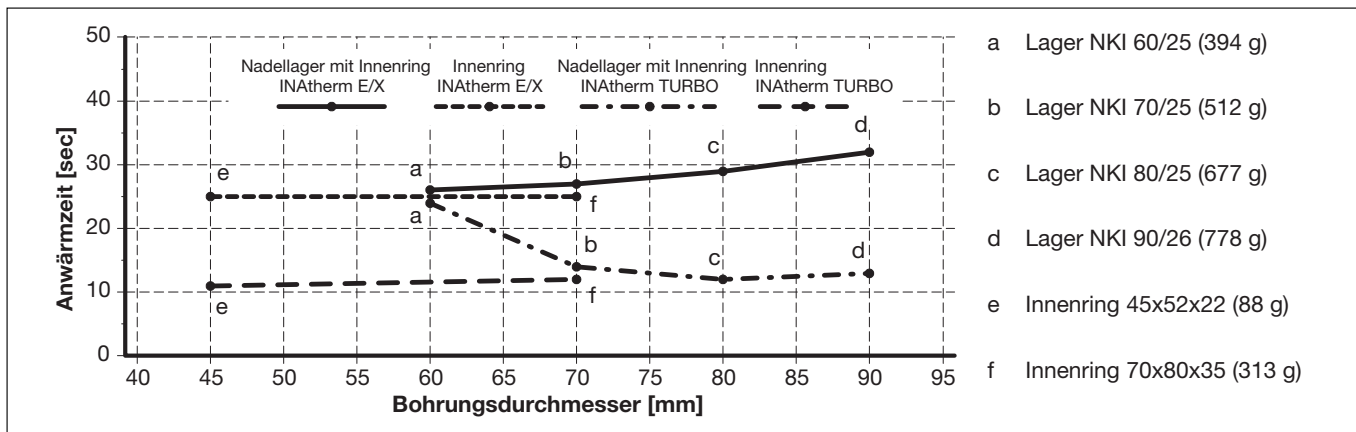


Bild 7 Anwärmzeiten für unterschiedliche Nadellager und Innenringe auf 80 °C im Modus „Zeitschaltung“

anderen, der wichtigste Grund, regelt hier das Gerät seine Heizleistung schon frühzeitig zurück, damit bei der geringen Masse dieses Lagers ein Überschwingen der eingestellten Temperatur vermieden wird.

Ist die Einhaltung einer bestimmten Endtemperatur nur zweitrangig und liegen feste Erfahrungswerte für die benötigte Erwärmungszeit vor, werden im Modus „Zeitabschaltung“ zum Vergleich wesentlich kürzere Zeiten benötigt. Hier heizt das Gerät voll über die eingestellte Zeit, unabhängig vom Temperaturverlauf und der erreichten IST-Temperatur.

Die Kurven von Bild 7 zeigen Anhaltswerte für Lager und Ringe in einem mittleren Durchmesserbereich. Hier ist auch der direkte Vergleich der INAtherm® E/X-Geräte zum INAtherm® turbo interessant. Ab einem Innendurchmesser von 70 mm kommt die größere Leistung vom turbo-Gerät zum Tragen.

Ebenso deutlich zeigt Bild 8 die Leistungsstärke des INAtherm® turbo-Gerätes zum Erwärmen großer und schwerer Lager und Ringe. Dafür wird neben dem Modus „Zeitabschaltung“ auch eine seitliche Lagerung der Bauteile (siehe Bild 9) empfohlen. Diese Anordnung kann eine Verringerung der Anwärmzeit von weit mehr als 10 % bewirken. Wie aus Bild 8 ersichtlich ist, können – wenn die benötigte Anwärmzeit nur sekundär ist – auch mit den INAtherm® E/X-Geräten relativ große Maschinenbauteile erwärmt werden.

Aufgrund der in den Diagrammen angegebenen Gewichte und Abmessungen kann die erforderliche Erwärmungszeit auf 80 °C für andere Teile wie Zahnräder, Riemenscheiben, Flansche, Buchsen u. dgl. abgeschätzt werden. Der Anwender kann so auch eine Entscheidung treffen, welchen Gerätetyp mit welcher Leistung er benötigt.

Können kleine Bauteile wegen zu kleiner oder gar fehlender Durchlaßöffnung nicht auf die kleinste Jochleiste 10 x 10 mm aufgelegt werden, kann für die paarweise Erwärmung von zwei gleichen Teilen (Symmetrie) der Aufbau gemäß Bild 10 gewählt werden. Dabei darf kein Spalt zwischen Bauteil und Jochleiste entstehen, damit genügend Kontaktfläche und ein geschlossener Ring zum Fließen des Kurzschlußstromes vorhanden ist. Mehrere Werkstücke können auch gleichzeitig erwärmt werden (siehe Bild 11), wenn sie baugleich sind, d.h. gleiche Masse und gleiche Abmessungen haben.

Wird auf einen besonders geringen Restmagnetismus Wert gelegt – z. B. im Flugzeugbau erforderlich – soll beim Entmagnetisierungsvorgang der Magnetfühler nicht angelegt sein, da an der Kontaktfläche ein höherer Restwert verbleiben kann.

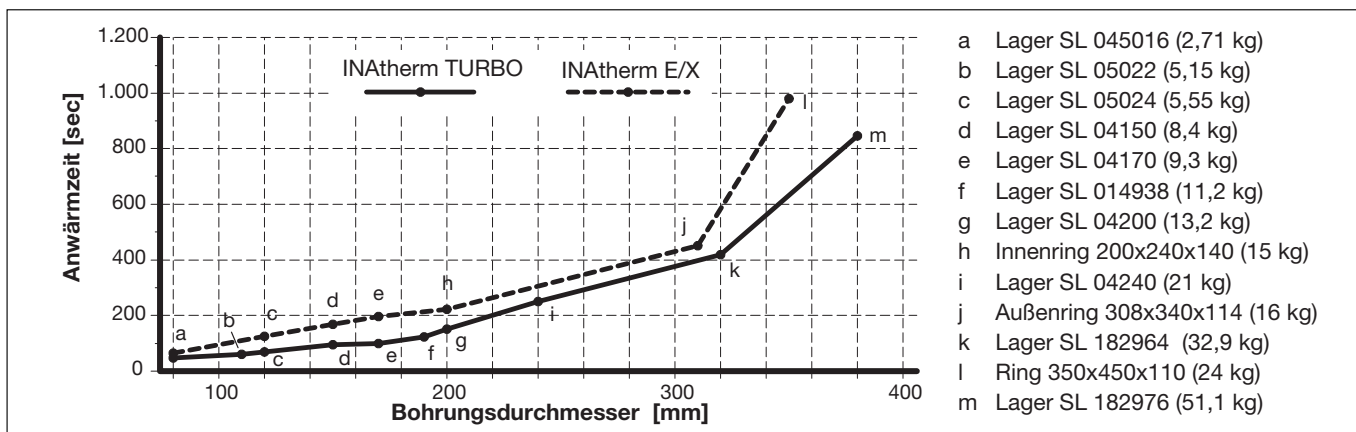


Bild 8 Anwärmzeiten großer und schwerer Zylinderrollenlager und Ringe auf 80 °C im Modus „Zeitschaltung“

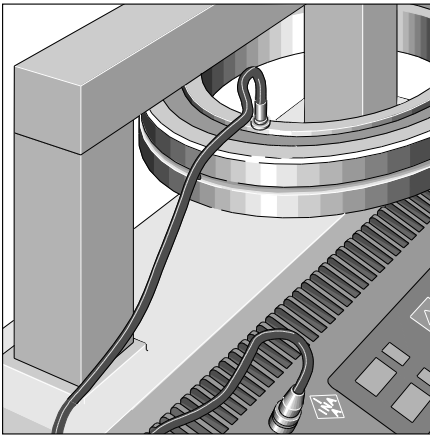


Bild 9 Bei großen Bauteilen empfiehlt sich die seitliche Lagerung

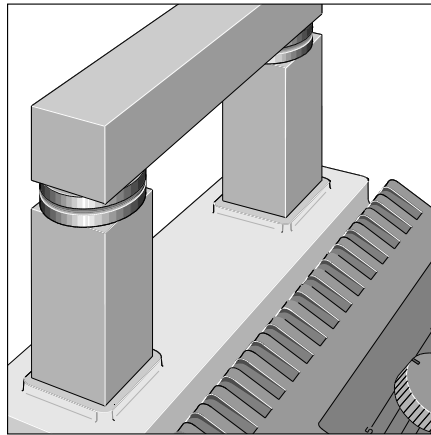


Bild 10 Paarweise Anordnung von sehr kleinen Teilen mit gleicher Symetrie

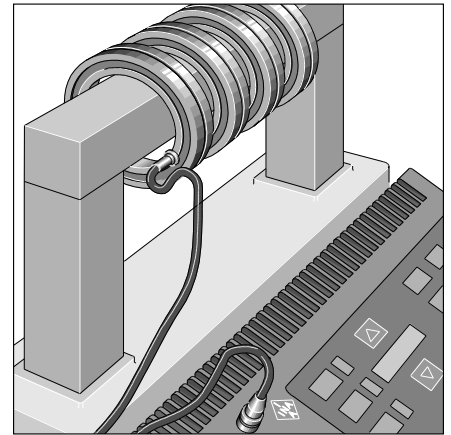


Bild 11 Gleichzeitige Erwärmung von mehreren baugleichen Werkstücken

Bei Wälzlagern mit Bronze-/Messingkäfig wird der Käfig wegen seiner besseren elektrischen Leitfähigkeit schneller erwärmt als das Lager. Damit der Käfig nicht überhitzt wird, sollen an solchen Lagerkäfigen zusätzliche Temperaturkontrollen vorgenommen werden oder die Lager langsam, z. B. mit zusätzlicher Wahl der „Leistungsreduzierung“ erwärmt werden.

Besondere Sorgfalt ist auch bei Lagern mit extrem kleiner Lagerluft angebracht, da sich der Innenring schneller erwärmt als der Außenring. Damit dabei Wälzkörper und Lauffläche keinen Schaden nehmen, muß das Lager hinreichend langsam erwärmt werden, u.a. auch mit Drücken der „Leistungsreduzierungstaste“.

Bei der Erwärmung von Werkstücken sind grundsätzlich die Angaben des jeweiligen Herstellers zu beachten.

6 Zusammenfassung

Von der richtigen Vorgehensweise bei der Montage von Wälzlagern und anderen Maschinenelementen hängen wesentlich Qualität, Wirtschaftlichkeit, Präzision und lange Lebensdauer der Produkte ab. Mit induktiven Erwärmungsgeräten, wie sie z. B. von der Fa. Prüftechnik AG, Ismaning, hergestellt und von der INA Wälzlager Schaeffler KG, Herzogenaurach unter dem Markennamen *INAt^herm[®]* vertrieben werden, ist eine saubere und wirtschaftliche Erwärmung für das einwandfreie Aufschrumpfen gewährleistet. Die kompakten Abmessungen der drei *INAt^herm[®]*-Modelle ermöglichen den Einsatz an jedem beliebigen Ort mit einem entsprechenden Netzanschluß.

Autorenhinweis:

Werner Grasser arbeitet als Anwendungstechniker im Bereich Gleitlager und Systeme bei der INA Wälzlager Schaeffler KG in Herzogenaurach.



INA Wälzlager Schaeffler KG

D-91072 Herzogenaurach
Telefon (0 91 32) 82-0