

Le bon roulement, installé et monté de façon optimale

Le choix du roulement dans la construction de machines et de véhicules dépend de la charge et du domaine d'utilisation. Cependant, si des roulements sont endommagés, le mécanicien doit se demander comment et pourquoi ces dommages sont survenus. Se contenter de les remplacer ne résoudra probablement pas le problème. Une réparation correcte et compétente ne se limite pas à un service optimal pour le client, mais vise également à faire la meilleure publicité possible à moindre coût pour une entreprise.

Pour un montage et un entretien adéquats de roulements à rouleaux, il convient de faire preuve de compétence et de procéder avec soin, dans un environnement de travail propre. Le choix de la méthode de montage adaptée et le recours aux outils et accessoires adéquats sont indispensables pour la manipulation de roulements. En outre, les informations fournies par le fabricant sur les produits, leur entretien et leur lubrification doivent être respectées.

Un montage exigeant

Le montage de roulements est souvent plus difficile qu'il n'y paraît, en particulier pour les roulements de grande taille. La précision dimensionnelle a également son importance pour la bonne assise du roulement. Elle peut affecter la durée de service de la pièce du fait de frottements supplémentaires, responsables d'un échauffement. Des méthodes mécaniques, hydrauliques ou thermiques entrent en jeu selon le type de roulement et sa taille. Il convient d'éviter les chocs directement sur les bagues, les cages ou les corps de roulement, ainsi que sur les joints. Les forces appliquées au montage ne doivent pas affecter le corps de roulement. En cas d'ajustement fixe, il convient au préalable de lubrifier légèrement l'assise du roulement. En cas d'ajustement lâche, il est recommandé d'étaler une pâte de montage sur la surface d'ajustement. Les tailles de roulements se distinguent comme suit :

- petit roulement $d \leq 80$ mm
- roulement moyen $d > 80$ mm < 200 mm
- grand roulement $d \geq 200$ mm

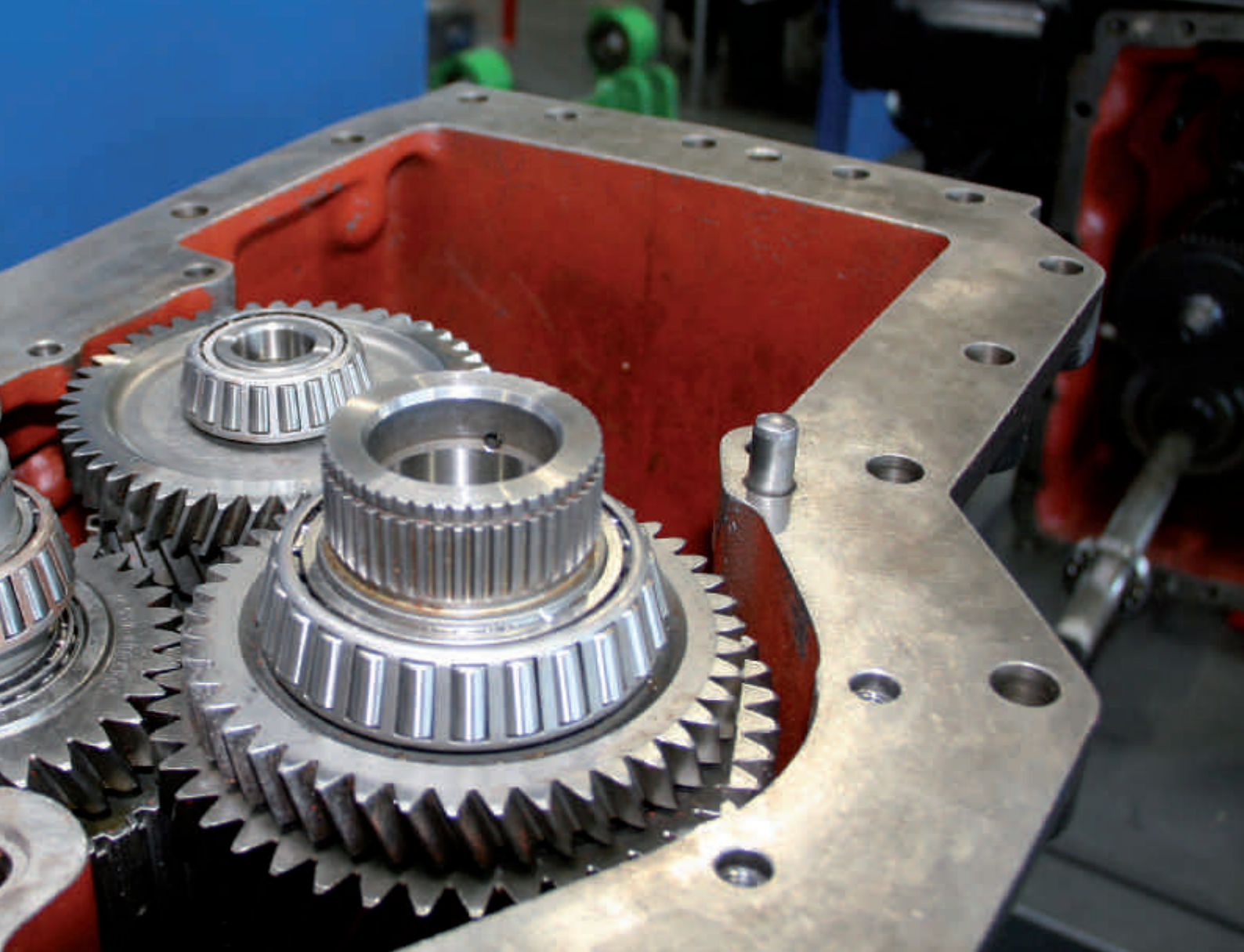
Les petits roulements et les modèles moyens ($d \leq 120$ mm) peuvent être installés sur la portée à l'aide d'un écrou d'arbre ou d'un écrou douille pour le

montage. Le serrage de l'écrou est assuré à l'aide d'une clé. Les outils de montage de roulements simplifient sensiblement le montage et leur nécessité ne doit pas être sous-estimée pour le montage de grands roulements et de modèles moyens ($d > 120$ mm), où des forces importantes doivent être appliquées.

Durée de service et capacité de charge

La durée de service d'un roulement à rouleaux est exprimée par le nombre de rotations ou le nombre d'heures de fonctionnement à vitesse de rotation constante d'un palier, jusqu'à ce que l'une des pistes ou l'un des rouleaux présente les premiers signes de fatigue des matériaux (écaillage). L'expérience pratique montre toutefois que même en conditions de laboratoire, la durée de service de roulements manifestement similaires varie alors même que les conditions de fonctionnement sont exactement les mêmes. Le calcul de la taille de roulement requise conditionne donc la définition statistique du terme de « durée de service ». Toutes les informations sur la capacité de charge dynamique des roulements à rouleaux s'appuient sur la durée de service atteinte ou dépassée par 90 % d'un nombre suffisant de roulements manifestement similaires. La durée de service nominale théorique doit correspondre à la période durant laquelle un roulement donné doit rester fonctionnel dans des conditions données. En l'absence d'expérience propre montrant une durée de service appropriée pour l'application correspondante, les valeurs indicatives fournies par le fabricant peuvent servir de base. Les cas de fatigue des surfaces métalliques au contact des roulements (écaillage) sont relativement rares. Les multiples





Das richtige Lager optimal eingesetzt und eingebaut

Bei der Konstruktion von Maschinen und Fahrzeugen werden die Belastung und das Einsatzgebiet bei der Wahl der Lager miteinbezogen. Dennoch muss sich der Mechaniker bei einem Lagerschaden überlegen, wie und warum es zu einem Schaden kommen konnte. Nur mit einem Ersatz ist das Problem möglicherweise nicht gelöst. Eine fachmännische, korrekte Reparatur ist nicht nur ein optimaler Service für den Kunden, sondern auch die beste und kostengünstigste Werbung für eine Firma.

Ein ordnungsgemässer Einbau und die Wartung von Wälzlagern verlangen Sachkenntnis und Sorgfalt sowie einen sauberen Arbeitsplatz. Die Wahl zweckmässiger Einbauverfahren und der Einsatz geeigneter Werkzeuge und Hilfsmittel sind beim Umgang mit Lagern unumgänglich. Zudem müssen die Informationen des Herstellers über Produkte, Wartung und Schmierung berücksichtigt werden.

Anspruchsvoller Einbau

Der Einbau von Lagern ist oft schwieriger als es scheint, besonders bei

grossen Lagern. Dabei ist auch die Massgenauigkeit für den Lagersitz von Bedeutung. Sie kann die Lebensdauer durch zusätzliche Reibung und somit Wärme beeinflussen. Je nach Lagerart und -grösse kommen für den Einbau mechanische, hydraulische oder thermische Verfahren infrage. Schläge unmittelbar auf Lagerringe, Käfige oder Wälzkörper wie auch Dichtungen müssen vermieden werden. Einbaukräfte dürfen nicht über die Wälzkörper geleitet werden. Bei fester Passung sind vorgängig die Lagersitze leicht einzuölen. Bei loser Passung empfiehlt es

expériences portant sur les roulements à rouleaux ont montré plus largement que les défaillances précoces des roulements étaient généralement à mettre sur le compte d'une usure liée à des impuretés, d'une corrosion, d'un mauvais choix d'ajustement, d'un montage inadéquat, de défauts d'alignement ou de défauts de la cage, de la lubrification ou de l'étanchéité.

Le choix du roulement

La formule de détermination de la durée de service tient non seulement compte des contraintes extérieures, mais aussi de toutes les autres sollicitations tribologiques au contact des roulements. La connaissance de l'impact de ces sollicitations sur la durée de service des roulements permet de prédire de façon plus pertinente les performances effectives d'un roulement dans un cas d'application donné. La contrainte dynamique constitue également une plage représentative du roulement. La plage représentative doit inclure des pics de charge (charges lourdes) susceptibles de survenir occasionnellement. Ces facteurs offrent la possibilité d'exploiter toutes les capacités des roulements, d'optimiser l'appui

selon la taille de roulement et de tenir compte de l'impact de la lubrification et de la présence d'impuretés sur la durée de service. Les charges (charge dynamique C et charge statique C0) et les contraintes adjacentes, ainsi que les exigences en matière de durée de service et de fiabilité permettent de déterminer la taille de roulement à employer pour un usage donné.

Le montage de roulements à contact oblique et à rouleaux coniques

Pour les roulements à contact oblique à une rangée et les roulements à rouleaux coniques, le jeu interne de roulement se forme uniquement si lors du montage, le roulement est placé en épaulement contre un deuxième roulement de structure similaire. Ces roulements sont généralement montés en O ou en X, aux deux extrémités de l'arbre. Une des bagues est décalée en position axiale jusqu'à ce que les paliers présentent un jeu interne donné ou une précontrainte. Les conditions à chaud et en charge font toujours foi pour les valeurs d'ajustement à respecter lors du montage. Dans le cas des roulements à contact oblique et à rouleaux coniques, le rapport entre le jeu radial



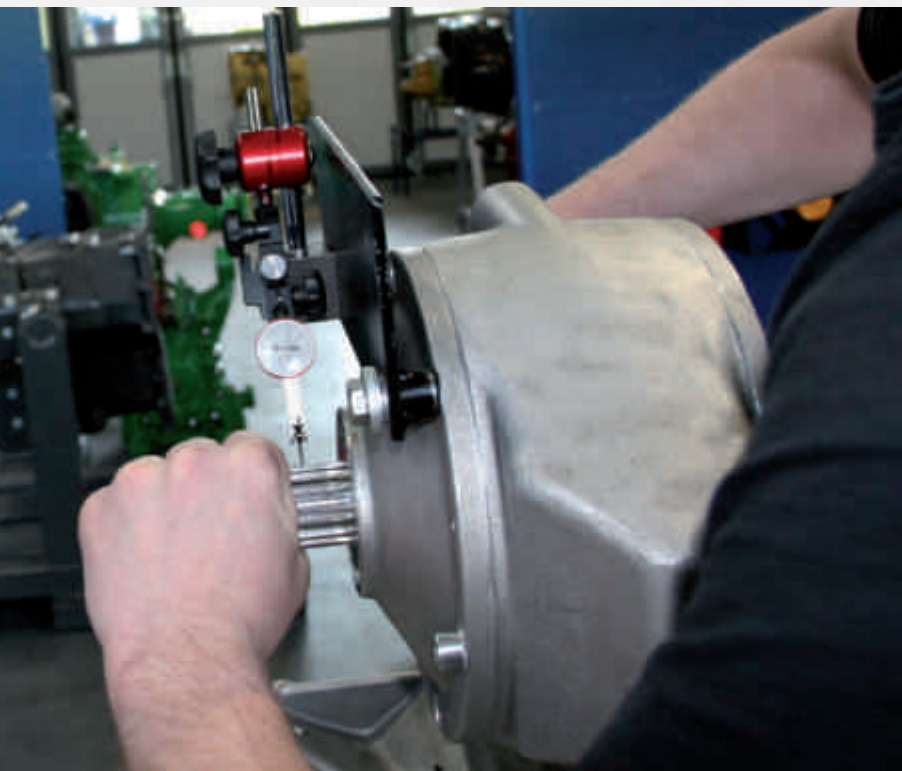
Induktives Vorwärmen der Lager auf die richtige Temperatur für eine fachgerechte Montage.

Préchauffage inductif de roulement à la température idéale pour un assemblage professionnel.



Positionierung der Wellen, damit die Lager beim Zusammenbauen keinen Schaden nehmen.

Positionnement des arbres de manière que les roulements ne subissent pas de dommages lors de l'assemblage.



Bei Einstellarbeiten gemäss Hersteller muss sauber und genau gearbeitet werden.

Lors de travaux de réglage selon constructeur, il faut travailler de manière propre et précise.

sich, die betreffende Passfläche mit einer Montagepaste zu bestreichen. Die Lagergrösse wird folgendermassen unterschieden:

- kleine Lager: $d \leq 80 \text{ mm}$
- mittlere Lager: $d > 80 \text{ mm} < 200 \text{ mm}$
- grosse Lager: $d \geq 200 \text{ mm}$

Kleine und mittlere Lager ($d \leq 120 \text{ mm}$) lassen sich beim Einbau mit Hilfe einer Wellenmutter oder Hülsenmutter auf den Sitz aufschieben. Die Mutter wird dabei mit einem Schlüssel angezogen. Lager-Einbauwerkzeuge erleichtern die Montage erheblich und sind beim Einbau mittelgrosser und grosser Lager ($d > 120 \text{ mm}$), wo erheblich grössere Kräfte aufgebracht werden müssen, eine nicht zu unterschätzende Notwendigkeit.

Lebensdauer und Tragfähigkeit

Als Lebensdauer eines Wälzlagers wird die Anzahl der Umdrehungen oder die Anzahl der Betriebsstunden bei unveränderlicher Drehzahl bezeichnet, die das Lager erreicht, bis sich erste Anzeichen von Werkstoffermüdung (Abblätterungen) an einer der Laufbahnen oder an einem Wälzkörpern bemerkbar machen. Die praktische Erfahrung zeigt allerdings, dass selbst unter Labor-

bedingungen die Lebensdauer von offensichtlich gleichen Lagern unter völlig gleichen Betriebsbedingungen unterschiedlich ist. Die Berechnung der erforderlichen Lagergrösse bedingt deshalb die statistische Festlegung des Begriffs «Lebensdauer». Alle Angaben über die dynamische Tragfähigkeit von Wälzlagern beruhen auf einer Lebensdauer, die von 90 Prozent einer hinreichend grossen Menge offensichtlich gleicher Lager erreicht oder überschritten werden. Die ermittelte nominelle Lebensdauer muss dem Zeitraum entsprechen, in dem ein bestimmtes Lager in einem bestimmten Anwendungsfall funktionsfähig bleiben muss. Wenn keine eigenen Erfahrungen vorliegen, welche Lebensdauer im jeweiligen Anwendungsfall angemessen ist, können die vom Hersteller angegebenen Richtwerte zugrunde gelegt werden. Ermüdung der metallischen Oberflächen im Wälzkontakt (Abblätterungen) tritt relativ selten auf. Vielmehr haben die vielfältigen Erfahrungen mit Wälzlagern gezeigt, dass vorzeitige Lagerausfälle meistens von Verschleiss durch Verunreinigungen, von Korrosion, falscher Passungswahl, unsachgemäsem Einbau, Schiefstellungen oder vom

Versagen von Käfig, Schmierung oder Abdichtung herrühren.

Die Lagerauswahl

In der Lebensdauer Gleichung werden nicht nur die äusseren Belastungen erfasst, sondern auch alle übrigen tribologischen Beanspruchungen im Wälzkontakt. Das Wissen um die Einflüsse, die diese Beanspruchungen auf die Lagerlebensdauer haben, erlaubt eine zutreffendere Vorhersage der tatsächlichen Leistungsfähigkeit eines Lagers in einem bestimmten Anwendungsfall. Dabei ist auch die dynamische Belastung ein repräsentatives Spektrum des Lagers. Das Belastungsspektrum sollte Spitzenlasten (schwere Lasten) einschliessen, die gelegentlich auftreten können. Diese Faktoren eröffnen Möglichkeiten, das Leistungsvermögen der Lager voll auszunutzen, die Lagerung im Hinblick auf die Lagergrösse zu optimieren sowie den Einfluss von Schmierung und Verunreinigungen auf die Lebensdauer zu berücksichtigen. Welche Lagergrösse für eine Anwendung verwendet werden soll, kann anhand der Tragzahlen (dynamische Tragzahl C und die statische Tragzahl C₀) und der anliegenden Belastungen sowie aus den Forderungen

et le jeu axial est fixe; il suffit donc de déterminer la valeur de jeu axial. Il est impératif de déterminer le jeu axial pendant la rotation des roulements. La valeur ainsi obtenue peut être atteinte avec un écrou de serrage sur l'arbre ou une bague fileté dans l'alésage du logement. On procède également souvent à des ajustements à l'aide de rondelles intermédiaires calibrées. Le mode d'installation d'un roulement donné est également conditionné en premier lieu par le fait qu'il s'agit d'un roulement neuf ou recyclé. Par ailleurs, la dilatation thermique de la structure caractérise également la valeur donnée par le fabricant. C'est pourquoi la méthode de montage correct présentée dans le manuel d'atelier doit être respectée.

Fatigue et défaillance d'un roulement à rouleaux

La fatigue des surfaces métalliques au contact des rouleaux est un critère de défaillance suffisamment connu dans le cas des roulements à rouleaux. Une multitude de facteurs peuvent expliquer cette fatigue, par exemple une température de fonctionnement élevée, une lubrification insuffisante, la présence d'impuretés dans les lubrifiants et des contraintes complémentaires importantes, de tous types et de toutes directions.

C'est pourquoi en temps normal, le critère de « fatigue » est suffisant pour un projet de roulement et pour déterminer la taille de roulement requise. Les normes internationales telles qu'ISO 281:2007 reposent sur la fatigue métallique des surfaces de contact des rouleaux. Il convient cependant de garder à l'esprit que chaque roulement à rouleaux représente un système. Tous les composants, tels que les pistes sur la bague intérieure et la bague extérieure, le corps de roulement, la cage, le lubrifiant et un joint éventuel apportent une contribution aux performances globales de la pièce.

Conclusion

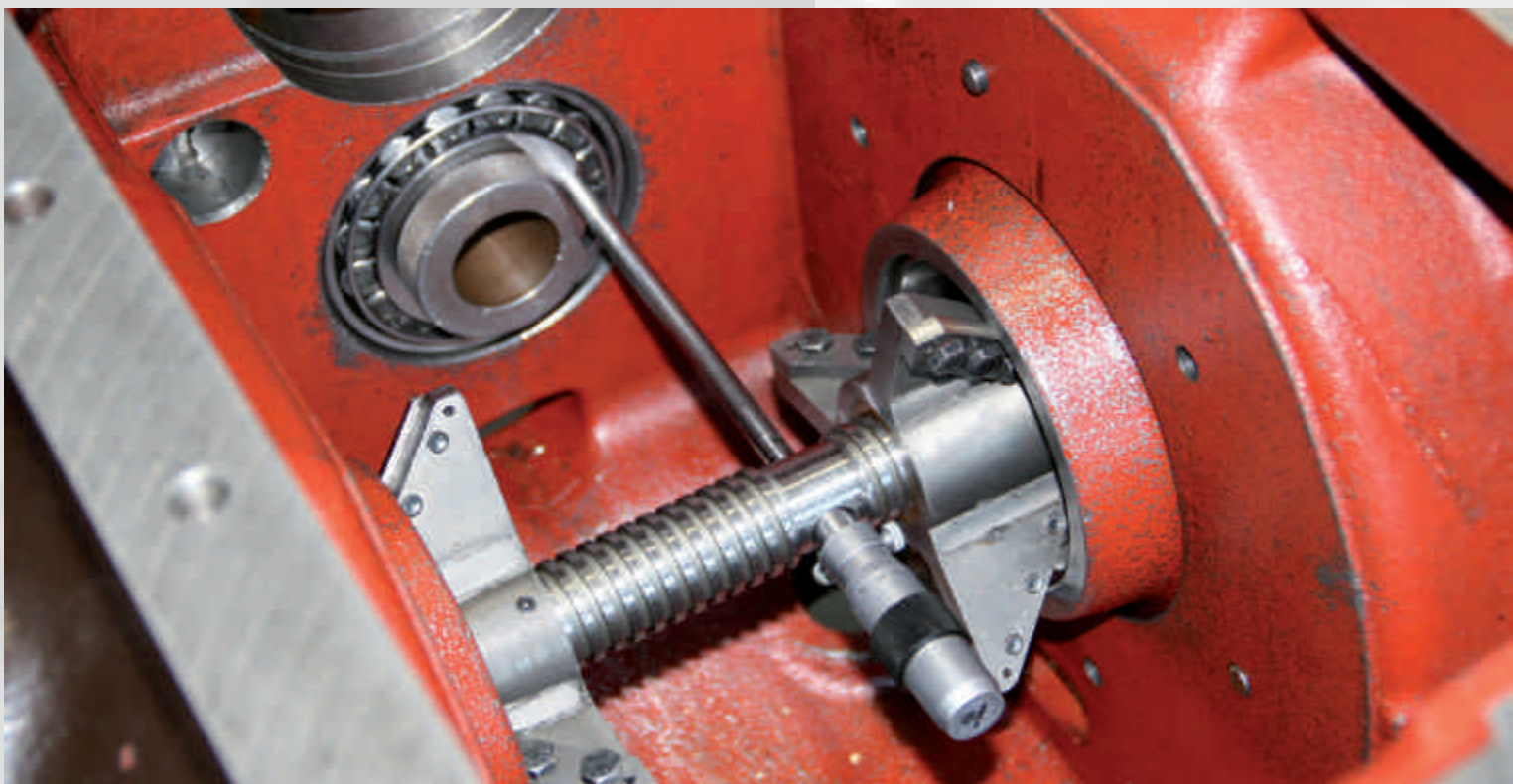
Le montage de roulements impose au mécanicien de procéder avec soin et de disposer de connaissances techniques en matière de montage et d'ajustement, permettant ainsi d'atteindre la durée de service prévue par le fabricant de roulements. Les fabricants et les fournisseurs de roulements fournissent les informations nécessaires pour y parvenir. L'emploi d'un lubrifiant adapté n'est pas non plus insignifiant. En cas de défaillance d'un roulement, il est impératif d'en rechercher la cause afin de servir le client de façon optimale, car seul un client satisfait est un bon client.

Stefan Marti



Das Lagerspiel muss vorgängig ermittelt werden, um die vom Hersteller vorgegebene Einstellung vorzunehmen.

Il faut au préalable déterminer le jeu du roulement, pour effectuer le réglage prescrit par le constructeur.





Auch Kugel- oder Rollenlager erfordern oft Einstellarbeiten.

Les roulements à billes et à rouleaux cylindriques nécessitent souvent des travaux de réglages.

gen an die Lebensdauer und an die Zuverlässigkeit bestimmt werden.

Der Einbau von Schrägkugel- und Kegelrollenlagern

Bei einreihigen Schrägkugellagern und Kegelrollenlagern ergibt sich die Lagerluft erst dann, wenn das Lager beim Einbau gegen ein zweites Lager gleicher Bauart angestellt wird. Meist werden diese Lager an den beiden Wellenenden in O- oder X-Anordnung eingebaut. Ein Lagering wird axial soweit verschoben, bis die Lager eine bestimmte Lagerluft beziehungsweise Vorspannung aufweisen. Massgebend für die Einstellwerte, die beim Einbau eingehalten werden müssen, sind stets die Verhältnisse im betriebswarmen und belasteten Zustand. Da bei Schrägkugellagern und Kegelrollenlagern ein fester Zusammenhang zwischen Radial- und Axialspiel gegeben ist, reicht es aus, nur einen Wert der Axial-

luft festzulegen. Der Wert der Axialluft ist dabei zwingend unter Rotation der Lager zu ermitteln. Der damit festgelegte Wert kann mit einer Spannmutter auf der Welle oder einem Gewinding in der Gehäusebohrung erreicht werden. Oft werden aber auch Einstellungen über kalibrierte Zwischenscheiben vorgenommen. Wie im Einzelfall die Lager angestellt werden, hängt in erster Linie auch davon ab, ob es sich um neue oder wiederverwendete Lager handelt. Im Weiteren bestimmt auch die Wärmeausdehnung der Konstruktion den vom Hersteller vorgegebenen Wert. Daher muss der im Werkstatthandbuch vorgezeigte Weg für eine korrekte Einstellung eingehalten werden.

Ermüdung und Ausfall eines Wälzlagers

Die Ermüdung der metallischen Oberflächen im Wälzkontakt ist ein hinreichend bekanntes Ausfallkrite-

rium bei Wälzlagern. Für die Ermüdung kann eine Vielzahl von Einflussfaktoren verantwortlich sein, zum Beispiel hohe Betriebstemperaturen, unzureichende Schmierung, verunreinigte Schmierstoffe und hohe Zusatzbelastungen unterschiedlicher Art und Richtung.

Deshalb ist die ausschliessliche Berücksichtigung des Kriteriums «Ermüdung» bei der Auslegung einer Lagerung und der Bestimmung der erforderlichen Lagergrösse im Normalfall auch ausreichend. Internationale Normen wie ISO 281:2007 basieren auf der Metallermüdung der Wälzkontaktflächen. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass Wälzlager jeweils ein System darstellen. Alle Komponenten, wie Laufbahnen auf Innen- und Aussenring, Wälzkörper, der Käfig, der Schmierstoff und eine eventuelle Dichtung, tragen ihren Teil zur Gesamtleistung bei.

Fazit

Der Einbau von Lagern erfordert vom Mechaniker Sorgfalt sowie technisches Wissen in Bezug auf das korrekte Einbauen und Einstellen. Nur so kann die vom Lagerhersteller vorgesehene Lebensdauer erreicht werden. Dazu bieten die Lagerhersteller und Lagerlieferanten die notwendigen Informationen. Nicht unwesentlich ist dabei auch der Einsatz von geeignetem Schmiermittel. Im Schadenfall ist die Ursache bei einem Ausfall von Lagern zwingend zu ermitteln. Nur so werden die Kunden optimal bedient, und nur zufriedene Kunden sind gute Kunden. ■

Stefan Marti