

SCHAEFFLER



Messbar besser

Entwicklungstrends bei Industrie-Wälzlagern



Gliederung

1. Allgemeine Trends in der Antriebstechnik und im Maschinen- und Anlagenbau	Seite 4
2. Allgemeine Trends in der Wälzlagertechnik	Seite 5
3. Die Zeit ist reif für einen Entwicklungssprung	Seite 6
4. Ein neuer Standard	Seite 6
5. Der Anwendernutzen	Seite 9
6. Der neue Standard in der Praxis	Seite 9
7. Fazit	Seite 10

1. Allgemeine Trends in der Antriebstechnik und im Maschinen- und Anlagenbau

Im gesamten Maschinen- und Anlagenbau werden Wälzlager universell eingesetzt. Sie unterliegen somit den „Mega-Trends“ in diesem Anwendungsbereich und prägen gleichzeitig diese Trends auch mit.

„Total Cost of Ownership“ statt Kaufpreis entscheidet

Den Anwendern von Wälzlagern wird zunehmend bewusst, dass der Kaufpreis keine hinreichende Bewertung für die tatsächlichen Kosten eines Lagers darstellt. Vielmehr müssen die Lebensdauer und der Serviceaufwand sowie der Ausfall eines Lagers in die Kalkulation einbezogen werden. Für die Praxis bedeutet das: Die Anwender entscheiden sich häufiger für ein höherwertiges Wälzlager mit längerer Lebens- und Gebrauchsdauer sowie längeren Wartungszyklen und höherer Zuverlässigkeit. Maschinen, die mit langlebigen Wälzlagern ausgerüstet sind, bieten diesbezüglich Vorteile im Wettbewerb.

Höhere Leistungsdichte – kompakte Bauweise

Auf der technischen Ebene berücksichtigen viele Anwender von Maschinen heute bei ihren Investitionsentscheidungen stärker den Faktor Platzbedarf. Eine kompakte Bauweise verbessert also aus Herstellersicht die Wettbewerbsfähigkeit einer Maschine. Da die Leistungsanforderungen dieselben bleiben bzw. ebenfalls steigen, weisen neue Maschinengenerationen eine höhere Leistungsdichte auf. Daraus ergibt sich eine höhere Beanspruchung der (Antriebs-)Komponenten und somit auch der Wälzlager. Gleichzeitig werden diese Maschinenelemente z. B. aus Platz- und Kostengründen immer exakter ausgelegt. Es bestehen also weniger Reserven in Bezug auf die Leistungsfähigkeit, so dass es umso wichtiger ist, ausgereifte und hochleistungsfähige Antriebskomponenten einzusetzen.

Höhere Präzision und höhere Drehzahlen

In einigen Anwendungsbereichen – etwa im Werkzeugmaschinen- und im Kunststoffmaschinenbau – erreichen die Maschinen mit jeder neuen Generation einen höheren Grad an Präzision. Die spanende Bearbeitung setzt hier Maßstäbe. Diese Entwicklung hat auch Auswirkungen auf die Auswahl der Wälzlager. Sie sollen sehr hohe Anforderungen an die Laufgenauigkeit erfüllen. In einigen Einsatzbereichen, z. B. bei Dreh- und Fräsmaschinen, geht diese Anforderung einher mit stetig steigenden Drehzahlen.

Energieeffizienz

Zu den vorherrschenden Entwicklungstrends gehört der Wunsch der Anwender nach höherer Energieeffizienz. Das Thema „Energieverbrauch von Maschinen“ steht in vielen Unternehmen auf der Agenda.

In vielen Anwendungsbereichen von Maschinen und Anlagen (z. B. bei Kunststoff-Spritzgießmaschinen) gibt es zudem Wettbewerb zwischen verschiedenen Antriebstechnologien, der in hohem Maße durch den Energieverbrauch vorangetrieben wird, aber auch durch den Wunsch nach höherer Präzision. In vielen produzierenden Unternehmen gibt es Zielmarken für die Senkung des Energieverbrauchs in der Produktion. Auch die zunehmende Berücksichtigung von Effizienzklassen für Elektromotoren („IE“) und anderen Einteilungen/Labels für die Energieeffizienz tragen dazu bei, dass diesem Faktor größere Bedeutung beigemessen wird.

Wälzlager beeinflussen über die Reibung den Energieverbrauch bzw. den Wirkungsgrad von Antrieben. Deshalb ist der Wunsch der Anwender erkennbar, reibungsarme Wälzlager einzusetzen.

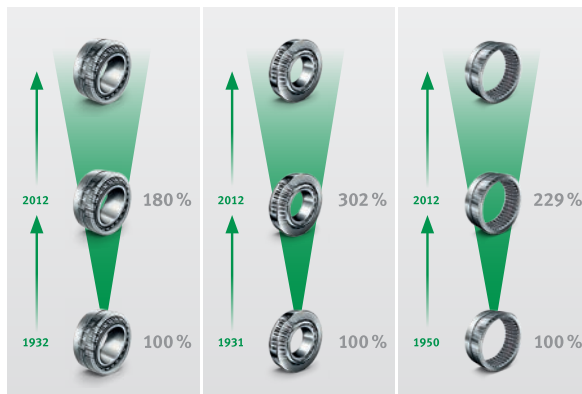
2. Allgemeine Trends in der Wälzlagertechnik

In der Wälzlagertechnik gibt es kontinuierliche Weiterentwicklungen, die maßgeblich (aber – das muss man fairerweise sagen – nicht ausschließlich) von Schaeffler vorangetrieben werden.

Erhöhte Tragzahlen

Ein zentraler langfristiger Trend in der Entwicklung der Wälzlager von einer Generation zur nächsten besteht in der stetigen Erhöhung der dynamischen Tragzahl. Diese Messgröße gibt die zu erwartende Lebensdauer eines Wälzlagers bei einer gegebenen Belastung an. Genauer gesagt: Bei Radiallagern ist die dynamische Tragzahl diejenige Radiallast unveränderlicher Größe und Richtung, bei der eine genügend große Menge gleicher Lager eine nominelle Lebensdauer von einer Million Umdrehungen erreicht. Bei Axiallagern verwendet man die zentrisch wirkende Axiallast als Bezugsgröße.

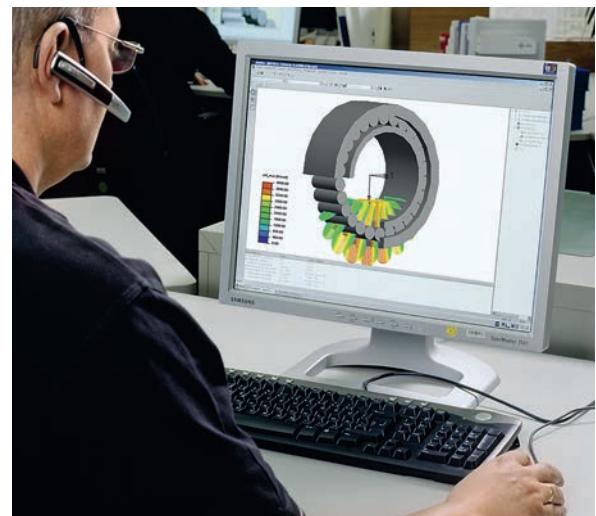
Wenn man die Tragzahl eines Kugellagers von 1931 mit 100 % ansetzt, erreicht ein Schaeffler-Kugellager Baujahr 2012 einen um 49% höheren Wert. Bei den Kegelrollenlagern konnte die Tragzahl im gleichen Zeitraum auf 302 % verdreifacht werden, bei den Nadelrollagern seit 1950 mehr als verdoppelt (auf 229%).



Entwicklung der Tragzahl

Neue Werkstoffe, verbesserte Fertigungsmöglichkeiten

Möglich wurde diese Entwicklung unter anderem durch die Entwicklung neuer, auf bestimmte Einsatzbedingungen hin optimierter Stahlsorten, die zum Beispiel geringere Anteile von nichtmetallischen Einschlüssen aufweisen. Aber auch die Bearbeitungsmöglichkeiten der Wälzlager haben sich verbessert, so dass sich heute deutlich – um nur ein Beispiel zu nennen – glattere und reibungsärmere Oberflächen erzielen lassen. Zudem versteht man die komplexen Abläufe im Wälzlager wesentlich besser und kann daher die Lagereigenschaften gezielter optimieren.



Eine weitere Optimierung der Leistung von Wälzlager resultiert aus den anspruchsvollen Berechnungs- und Auslegungstools, die Schaeffler bei der (Weiter-)Entwicklung der einzelnen Lagerbauarten und -baureihen verwendet.

3. Die Zeit ist reif für einen Entwicklungssprung

Führt man diese beiden Entwicklungslinien zusammen – die allgemeinen Trends in der Antriebstechnik des Maschinen- und Anlagenbaus und die Trends der Wälzlagertechnik – entsteht folgendes Bild: Wälzlager müssen bzw. sollen immer höheren Anforderungen genügen. Sie können das deswegen, weil die Weiterentwicklung genau diejenigen Eigenschaften verbessert, die aufgrund der Anforderungen verbessert werden müssen: Lebensdauer, Belastbarkeit, Effizienz.

Da dieser Trend für nahezu alle Bereiche des Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbaus gilt und nicht nur für „High-End“-Anwendungen, liegt es nahe, die grundlegenden Baureihen von Katalogwälzlagern an die neuen Anforderungen anzupassen und einen neuen Standard zu definieren. Das hat Schaeffler mit dem X-life-Programm getan.

4. Ein neuer Standard

X-life ist das Gütesiegel für Wälzlager von Schaeffler, die sich bei gleicher Belastung und unverändertem Bauraum durch eine deutlich höhere Lebens- und Gebrauchsdauer, d. h. durch höhere dynamische Tragzahlen, auszeichnen. Kommt der Anwender mit den bisherigen Tragzahlen zurecht, kann er mit X-life-Lagern dennoch seine Konstruktion optimieren, indem er eine kleinere Type einsetzt und damit Bauraum spart und Gewicht reduziert.

Standardlager mit Top-Leistungswerten

Von ganz entscheidender Bedeutung ist die Positionierung der X-life-Lager im Gesamtportfolio. Bei X-life handelt es sich nicht um eine zusätzliche Premiumserie, sondern tatsächlich um den jeweiligen Standard, wobei Standard aus Sicht des Herstellers bedeutet: Die jeweiligen Lagerbaureihen sind mit ihren Leistungs- und Lebensdauerwerten im Wettbewerbsvergleich immer ganz oben angesiedelt.



Die ersten X-life-Lager wurden im Jahr 2003 vorgestellt. Dabei handelte es sich um kleinere FAG-Pendelrollenlager und INA-Zylinderrollenlager. Wenig später, 2004, folgten die ersten Baugrößen von INA-Nadellagern, FAG-Zylinderrollenlagern und einreihigen FAG-Schräglagern.

Seitdem wurden sukzessive nahezu alle Lagerbauarten derart weiterentwickelt, dass sie dank deutlich erhöhter dynamischer Tragzahlen ins X-life-Portfolio aufgenommen werden konnten. Dabei kommen jeweils unterschiedliche konstruktive Maßnahmen wie z. B. veränderte Wärmebehandlungsverfahren und / oder eine Optimierung der Laufbahngeometrie zur Anwendung, die jedoch alle zu ähnlichen Ergebnissen – d. h. zu einer Erhöhung der dynamischen Tragzahl – führen.

Bewährte Baureihen



Vielfach bewährt im X-life-Programm sind die Pendelrollenlager. Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo hohe Beanspruchungen auftreten und wo Wellenbiegungen oder Fluchtfehler der Lagersitze auszugleichen sind.



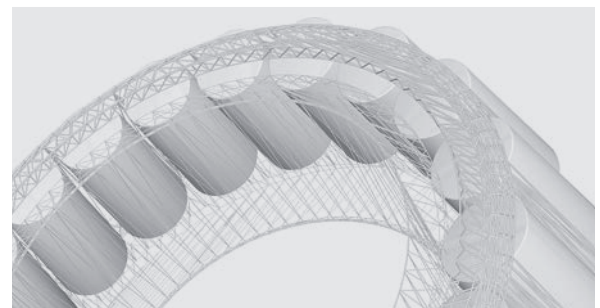
Die INA-Axial-Schräggugellager in der X-life-Ausführung haben sich ebenfalls als hochwertige Standardlösungen in der Praxis bewährt. Sie kommen in erster Linie bei der Lagerung von Kugelgewindetrieben zur Anwendung und ermöglichen neben einer längeren Gebrauchsdauer auch gesteigerte Grenzdrehzahlen.

Neu im X-life-Portfolio: Kegelrollenlager



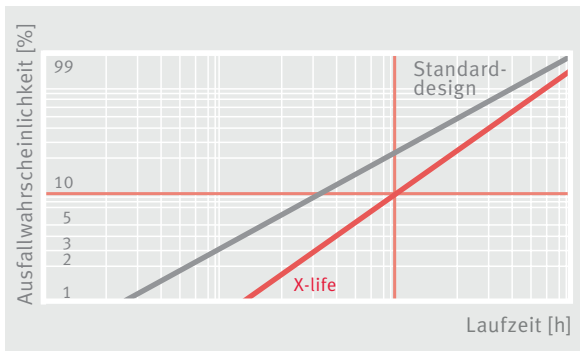
Als aktuelle Erweiterung im X-life-Portfolio stehen jetzt Kegelrollenlager mit erhöhten dynamischen Tragzahlen zur Verfügung. Sie zeichnen sich außerdem durch eine deutlich höhere Laufruhe und eine geringere Geräuschentwicklung aus.

Merklich reduzierte Maß- und Lauf toleranzen gegenüber DIN 620 bzw. ISO 492 (Toleranzklasse PN) gewährleisten eine optimale Lastverteilung.

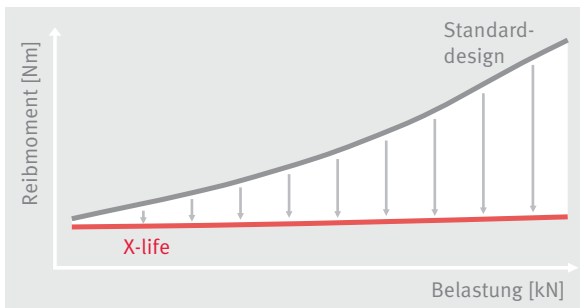


Erreicht wurden diese Verbesserungen u. a. durch die Verwendung eines Premiumwerkstoffs in Kombination mit einem optimierten Wärmebehandlungsverfahren. Dies macht die Oberfläche der Innen- und Außenringe widerstandsfähiger – nicht nur gegen Feststoffpartikel, sondern auch unter Mischreibungsbedingungen.

Kegelrollenlager in X-life-Qualität zeichnen sich außerdem durch eine glattere und harmonischere Oberfläche von Ringen und Rollen aus. Dadurch werden die Laufbahn und der Bord des Innenrings sowie der Rollenmantel und die Rollenstirn geschont. Die gleichmäßigeren Oberflächen und Kontaktflächen führen zu einer optimierten Lastverteilung im Lager. Dies hat zur Folge, dass sich bereits bei sehr kleinen Drehzahlen ein elastohydrodynamischer Schmierfilm bilden kann – mit dem Ergebnis, dass die Lager direkt nach der Inbetriebnahme schon hoch belastet werden können.

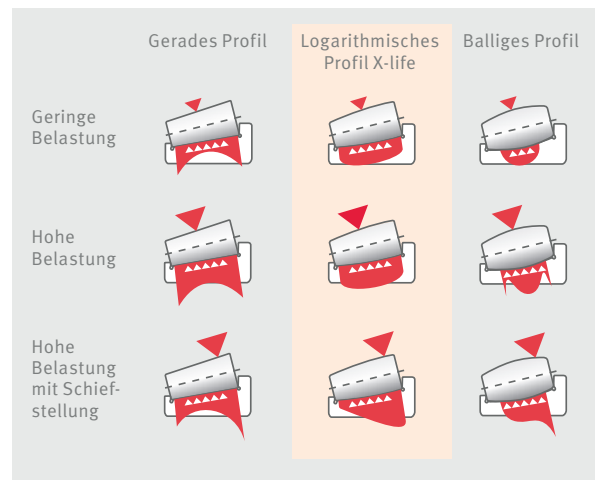


Gemeinsam mit der höheren Maß- und Laufgenauigkeit der X-life-Ausführung reduziert die verbesserte Oberflächentopographie auch die Entwicklung von Reibung und Wärme.



Außerdem wurde das logarithmische Profil der Laufbahnen und der Rollenmantelflächen weiter optimiert. Das Lager gleicht jetzt Spannungsspitzen besser aus, die bei sehr hoher Belastung und bei Schiefstellung

auftreten können. Darüber hinaus wurde die Kontaktgeometrie von Innenringbord und Rollenstirnseite nochmals besser abgestimmt. Diese konstruktive Maßnahme minimiert außerdem die Reibung und damit die Wärmeentwicklung.



Das Ergebnis dieser Verbesserungen: Die neuen X-life-Kegelrollenlager erreichen eine bis zu 20% höhere dynamische Tragzahl als die bisherige Ausführung sowie eine bis zu 70% längere nominelle Lebensdauer unter gleichen Betriebsbedingungen.

Leistungssteigerung als laufender Prozess

Die Umstellung der Standard-Wälzlagerbaureihen ist ein laufender Prozess. Der Markteinführung jeder X-life-Lagerbauart gehen nicht nur umfangreiche Entwicklungsarbeiten voraus, sondern auch Langzeittests in den Schaeffler-Testlabors.

Diese Aufgabe ist auch deshalb so zeitintensiv, weil die Lager im Heavy-Duty-Bereich eingesetzt werden. Hier handelt es sich somit um anspruchsvolle Anforderungen und hohe Standards, die nochmals verbessert werden sollen. Auch die Umsetzung der konstruktiven Besonderheiten von X-life-Wälzlager in der Fertigung setzt umfangreiche Vorarbeiten voraus.

5. Der Anwendernutzen

Der Konstrukteur kann die Vorteile, die X-life-Lager mit erhöhten dynamischen Tragzahlen bieten, auf unterschiedliche Weise nutzen. Wenn er ein bisheriges Standardlager durch ein X-life-Wälzlager ersetzt, profitiert der Anwender des Antriebs zunächst von einer höheren Lebensdauer des Lagers und von einer Verlängerung der Wartungsintervalle. Das verbessert die „Total Cost of Ownership“ und die Ausfallsicherheit des jeweiligen Antriebs bzw. der Maschine.

Die erhöhte Tragzahl kann aber auch genutzt werden, um die Lager bei gleichbleibender Lebensdauer höher zu belasten. Oder der Anwender behält Lebensdauer und Belastung bei und setzt ein kleineres Wälzlager ein („Downsizing“). So kann er kompakter bauen und Gewicht sparen. Darüber hinaus sind die verringerte Reibung sowie die geringere Geräusentwicklung ebenfalls wichtige Argumente für den Einsatz der X-life-Produkte.

6. Der neue Standard in der Praxis

X-life-Lager werden in ganz unterschiedlichen Anwendungen und Branchen eingesetzt, wobei die „Heavy Duty“-Applikationen eindeutig dominieren. So hat ein namhafter Hersteller von Hydraulikantrieben für Baumaschinen seine Axialkolbenpumpen und -motoren mit X-life-Wälzlager ausgestattet und auch andere Lagerstellen durch Wälzlager aus dem X-life-Programm substituiert. Dadurch konnte der Wirkungsgrad der Antriebskomponenten um 2% erhöht werden, was sich unmittelbar auf die Leistung der Baumaschinen auswirkt: Ein Radlader mit 140 kW Gesamtleistung spart dadurch 9 kW ein bzw. ihm steht diese zusätzliche Leistung zur Verfügung. Hochgerechnet auf 1.000 Radlader bei acht Stunden Betriebszeit pro Tag ergibt sich so ein jährliches Einsparpotenzial von rund 26.000 MWh. Das entspricht einer Reduzierung der CO₂-Emission um rund 16.000 Tonnen und einer Energiekosteneinsparung von etwa fünf Millionen Euro im Jahr.

In einer anderen Anwendung – bei Vibrationsmaschinen – sorgen X-life-Zylinderrollenlager für einen reibungsarmen, ruhigen Lauf der Antriebe trotz der widrigen Umgebungsbedingungen und höchsten Belastungen von z. B. Zentrifugalbeschleunigungen bis zu 550 m/s². Und die neuen X-life-Kegelrollenlager finden bereits in den Getrieben von Landmaschinen Verwendung und tragen dort zur Verbrauchsreduzierung der Maschinen bei.



7. Fazit

Mit dem beschriebenen Eigenschaftsprofil – höhere dynamische Tragzahlen, geringe Reibung, kompakte Bauform – gibt das X-life-Programm Antworten auf zentrale Trends der Antriebstechnik bzw. des Maschinen- und Anlagenbaus.

Der neue Standard unterstützt den Konstrukteur in seinem Bemühen um effiziente, langlebige Antriebe. Gerade bei Wälzlagern ist der Faktor der Lebensdauer von großer Bedeutung, weil die Lager als hochbelastete, permanent bewegliche Antriebselemente in einigen Anwendungsfällen regelmäßig ausgetauscht werden müssen.

Somit tragen X-life-Lager dazu bei, die Produktivität und Verfügbarkeit von Maschinen und Fahrzeugen zu erhöhen, indem Serviceintervalle verlängert werden. Auch der Faktor der Wirkungsgradverbesserung darf nicht unterschätzt werden: Die Energieeffizienz ist für immer mehr Anwender von Maschinen ein zentrales Argument bei der Investitionsentscheidung. Der Einsatz von X-life-Wälzlagern kann hier messbare Verbesserungen zur Folge haben.

► [schaeffler.de/X-life](https://www.schaeffler.de/X-life)

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industriestraße 1 – 3
91074 Herzogenaurach
Internet www.schaeffler.de
E-Mail info@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9132 82-0
Telefax +49 9132 82-4950

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Technische Änderungen behalten wir uns vor.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Ausgabe: 2015, August

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.