

# antriebstechnik

WISSEN SCHAFFT IDEEN

06

JUNI 2021

Organ der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

## WÄLZLAGER

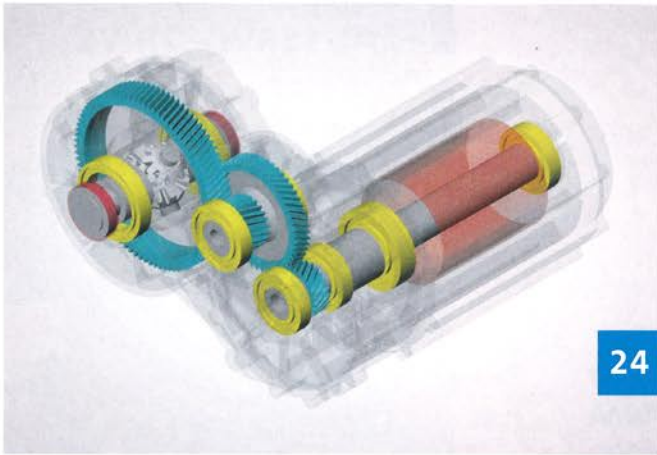
Mit vier Leistungsklassen  
zur optimalen Lagerauslegung



Premium Supra

Eco

EasyRoll



24

# INHALT

## EDITORIAL

03 Nachhaltig aufwärts

## SOFTSTARTER

06 Menschen, Märkte, Unternehmen

08 Mobiles Lernen in der Smart Factory

## MECHANISCHE ANTRIEBSTECHNIK

### WÄLZ- UND GLEITLAGER

10 **TITEL** Einteilen, vergleichen und auswählen

14 Referenz-Lagerlebensdauer als Grundlage zur Getriebeoptimierung

### KUPPLUNGEN UND BREMSEN

18 Standardlösungen aus einer Hand

## ELEKTRISCHE ANTRIEBSTECHNIK

### ELEKTROMOTOREN

22 Mit ölfreien Trommelmotoren sauber produzieren

## KOMPONENTEN UND SOFTWARE

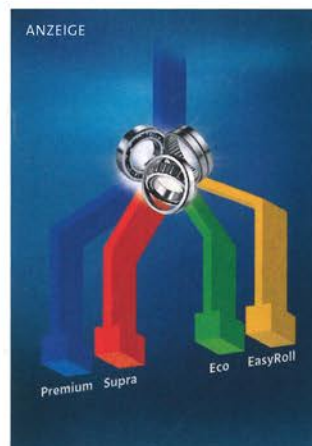
24 Schwingungen per Software analysieren



28



34



**TITELBILD**  
Findling, Karlsruhe





FINDLING  
WÄLZLAGER

WÄLZLAGERTECHNIK

## EINTEILEN, VERGLEICHEN UND AUSWÄHLEN

Für die optimale Auslegung von Wälzlagern sollte der technische und wirtschaftliche Nutzen übereinstimmen. Entscheidungshilfe für Konstrukteure bietet die ABEG-Methode von Findling Wälzlager. Anhand eigener Qualitätsstandards hat das Unternehmen sein Lager-Sortiment in vier Leistungsklassen eingeteilt.

Mit ABEG (Advanced Bearing Expert Group) hat Findling Wälzlager eine transparente und berechenbare Entscheidungsgrundlage zur Vermeidung von Über- und Unterdimensionierung von Wälzlagern geschaffen. Anwender sollen genau das Lager finden, das die Anforderungen der Anwendung am effizientesten erfüllt. So ermöglicht die Einteilung in Leistungsklassen Einsparpotenziale von 25 bis 30 % zu realisieren. „Die Beratung unserer Kunden nach der ABEG-Methode ist unser Alleinstellungsmerkmal und eröffnet den Kunden Zugang zu einem einzigartigen Angebot von Wälzlagertechnik aus aller Welt“, so Klaus Findling, Geschäftsführer von Findling Wälzlager.

### EINTEILUNG IN LEISTUNGSKLASSEN NACH VERSCHIEDENEN KRITERIEN

Die Besonderheit bei der von den Karlsruhern angewendeten ABEG-Methode ist die Verfügbarkeit des Produktsortiments in bis zu vier Leistungsklassen: Premium, Supra, Eco und EasyRoll. So wird das vielfältige und bezüglich der Leistungsfähigkeit extrem unterschiedliche Angebot der Wälzlagertechnik abgebildet. Statt sich mit der Frage der schwer ermittelbaren tatsächlichen Lebensdauer eines Produktes zu beschäftigen, nutzt man die

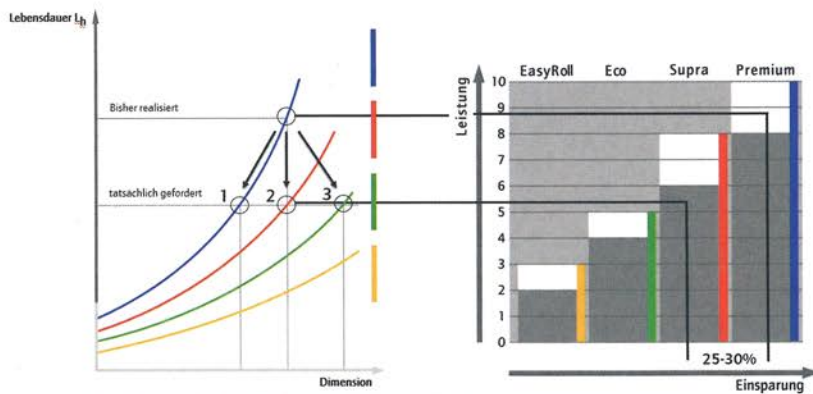
Vorklassifizierung nach der ABEG-Methode. Dadurch kann der Anwender die komplexe Auswahl aus zahlreichen Wälzlagern erheblich einschränken.

Dabei werden sowohl designtechnische Tragzahlunterschiede berücksichtigt als auch die Rohmaterialien und Komponenten wie der Wälzlagerstahl und Fette. Nicht zuletzt spielen die Fertigungsverfahren eine Rolle. Damit kommt der Konstrukteur deutlich schneller zu einer technisch wie wirtschaftlich optimalen Lagerauswahl und vermeidet Über- und Unterdimensionierung.

Die Liste der Kriterien, die Wälzlager in den unterschiedlichen Leistungsklassen einzuhalten haben, ist lang. Relevant sind unter anderem Werkstoff, Tragzahlen, Toleranzen, Wärmebehandlung, Schmierstoffe und Geräuschprüfung. Nicht zuletzt spielt die Qualitätssicherung eine Rolle – und zwar sowohl die Maßnahmen des Lieferanten als auch die eigene Prüfung in den Labors des Unternehmens. „Unser Qualitätsmanagement ist streng“, betont Findling. „Wir verlassen uns nicht auf die Angaben der Lieferanten, sondern prüfen die Wälzlager selbst.“

### PRÄZISE PRÜFUNG DER KUGEL-GÜTEKLASSE

Unter anderem gibt es bei den Wälzkörpern in jeder Leistungsklasse klare Vorgaben, die der Hersteller erfüllen muss. Dabei

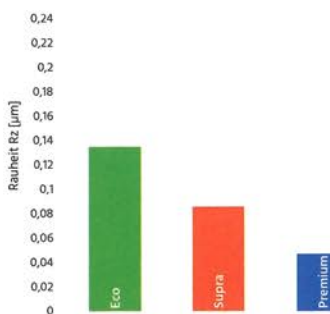


Zwischen den einzelnen Leistungsklassen lassen sich Einsparpotenziale zwischen 25% und 30% realisieren.

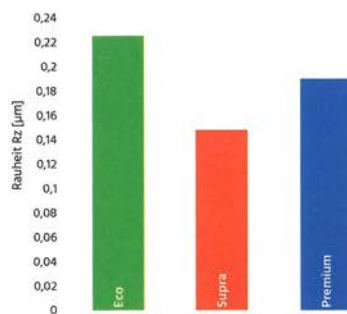
01

02

Rauheitswerte von Wälzkörpern (am Beispiel 6304)



Rauheitswerte von Laufbahnen (am Beispiel 6304)



### DIE IDEE



„Bei der Wahl des richtigen Wälzlagers hilft in jeder Branche die Kategorisierung des Angebots nach der ABEG-Methode. Wir teilen die Produkte in vier verschiedene Leistungsklassen ein, für die wir festgelegte Kriterien definiert haben. Unsere Methode eröffnet den Kunden neben signifikanten Kosteneinsparungen übrigens auch Flexibilität: Wenn ein Lager einmal nicht lieferbar sein sollte oder zu teuer ist, lässt sich schnell und gezielt eine geeignete Alternative finden.“



Klaus Findling, Geschäftsführer, Findling Wälzlager GmbH

spielt z. B. die Güteklasse der Kugeln nach DIN 5401 eine Rolle. Auf der einen Seite legt diese Norm fest, wie groß die Durchmesserschwankung einer Sorte von Wälzkörpern sein darf. So werden größere Schwankungen vermieden, die sich negativ auf die Lastverteilung im Wälzlager ausüben würden. Auf der anderen Seite legt die Güteklasse zusätzlich einen Grenzwert für die Rauigkeit der Wälzkörperoberfläche fest. Eine Güteklasse von G10 beschränkt unter anderem die maximale Durchmesserschwankung  $V_{Dws}$  einer Kugel auf  $0,25 \mu\text{m}$ . Die Durchmesserschwankung  $V_{DwL}$  einer gesamten Sorte, von der nur eine zur Fertigung eines Wälzlagers eingesetzt werden darf, liegt hier bei  $0,5 \mu\text{m}$ . Die zulässige Oberflächenrauheit  $R_a$  der Kugel beträgt in diesem Fall max.  $0,02 \mu\text{m}$  (entspricht ca.  $R_z = 0,14 \mu\text{m}$ ).

Die Zuordnung der Hersteller zu Leistungsklassen berücksichtigt aber auch fertigungsunabhängige Parameter wie die Prozesssicherheit. Ein Beispiel hierfür wäre die Abweichung der Fettfüllmenge von der vorgegebenen mittleren Füllmenge, die im Standardfall 30 % des freien Innenvolumens des Wälzlagers beträgt. Je genauer der Prozess des Herstellers, desto höher auch die Wiederholgenauigkeit dieser Ergebnisse.

## LAGER SCHNEIDEN BEI RAUTIEFE POSITIV AB

Bei den Versuchsreihen, die Findling Wälzlager regelmäßig durchführt, ergeben sich durchaus auch einmal positive Überraschungen – z. B. bezüglich der Oberflächenrauheit. Untersucht wurden die Rauheiten sowohl von Wälzkörpern als auch von Laufbahnen. Erwartungsgemäß sinken die Messwerte der Wälzkörper bei besserer Leistungsklasse. Die Rautiefe der Laufbahnen zeigt in diesem Fall jedoch in der Leistungsklasse Supra bessere Werte als nötig und sogar besser als bei Premium. Dies kann mehrere Gründe haben: Zum einen den sowieso schon sehr niedrigen Rauheitsbereich der Wälzlagerertechnik, in Kombination mit der statistischen Normalverteilung verschiedener Wälzlager. Zum anderen untersuchte Findling in diesem Fall einen Supra-Hersteller, der einen höheren internen Werksstandard definiert hat. Derartige Maßnahmen dienen in der Regel zur Generierung von Wettbewerbsvorteilen, um sich gegen die vorwiegend deutschen und japanischen Marken-Hersteller behaupten zu können.

Die Rautiefe ist ein wichtiges Kriterium, weil sie die Verschleißfestigkeit beschreibt. „Glatte Kontaktflächen führen neben einer

harten und verschleißfesten Oberfläche dazu, dass das Wälzlager trotz der im Betrieb vorherrschenden hochdynamischen Belastungssituation eine lange Lebensdauer erreichen kann“, erläutert Findling. „Die auftretende Oberflächenreibung wird direkt von den Rauheiten der Wälzkörper und natürlich auch der Laufbahnen beeinflusst.“ Unabhängig von den unterschiedlichen Leistungsklassen bewegt sich die Wälzlagerertechnik im Vergleich zum allgemeinen Maschinenbau in einem Feld von geringen Rautiefen – je nach Bauteil und Type werden Werte im Bereich von  $R_z < 1$  erreicht. Ein Punkt, der generell zu beachten ist, ist der sogenannte Einlaufverschleiß. Die dargelegten Messungen basieren auf neuwertigen Wälzlagern. Wenn ein Wälzlager jedoch für einige Zeit in Betrieb genommen wurde, entwickelt sich ein gewollter und sogenannter Einlaufverschleiß. Er trägt die mikroskopischen Spitzen der Oberflächenrauheit ab, wodurch die Rautiefe im Betrieb noch weiter absinkt.

„Die Beispiele belegen, wie komplex die ABEG-Kriterien sind“, so der Unternehmenschef Findling abschließend. „Anders gesagt: Wir nehmen unseren Kunden mit der Einteilung in Leistungsklassen durchaus eine Menge Arbeit ab.“ Nicht umsonst versteht sich Findling Wälzlager nicht nur als Lieferant, sondern in zunehmenden Maß auch als Dienstleistungsunternehmen.

Fotos: Findling Wälzlager GmbH

---

[www.findling.com](http://www.findling.com)