

SPITZENTECHNOLOGIE FÜR DIE WINDINDUSTRIE





+ Wir sind in Bewegung.
Um jeden Tag besser zu werden.

Das Unternehmen NSK

Bereits 1916 startete NSK seine Geschäfte als erster japanischer Hersteller von Wälzlagern. Seitdem haben wir nicht nur unsere Produktpalette, sondern auch unsere Serviceleistungen für verschiedene Industriebereiche kontinuierlich ausgebaut und verbessert. So entwickeln wir Technologien in den Bereichen Wälzlager, Linearsysteme, Komponenten für die Automobilindustrie und mechatronische Systeme. Wälzlager für Windenergie-Anlagen liefern wir seit den späten 1980er Jahren. Unsere Produkte rotieren heute rund um die Welt und bewegen sich auf unser Ziel zu: Null Energieverlust durch Reibung.

Unsere Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa, Amerika und Asien sind innerhalb unseres globalen Technologienetzwerkes verbunden. Dabei konzentrieren wir uns nicht nur auf die Entwicklung neuer Technologien, sondern auf die kontinuierliche Optimierung der Qualität – auf jeder Prozessstufe.

Zu den Aktivitäten gehören u. a. Produktdesign, Simulationsanwendungen auf verschiedenen Analysesystemen oder die Entwicklung verschiedener Wälzlager-Stähle und Schmierstoffe.

So individuell die Lösungen, so konstant unser Anspruch an Spitzenqualität.

Windenergie-Anlagen erzeugen Strom unter schwierigen und sich stetig ändernden Arbeitsbedingungen sowohl on- als auch offshore. Hieraus resultieren höchste Anforderungen an jede Komponente der Anlage – insbesondere an die Wälzlager. NSK Wälzlager haben eine weltweit herausragende Reputation bezüglich langer Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Widerstandsfähigkeit sowie ein durchdachtes Design.

Serviceorientierte Organisation – das Wind Energy Team

Im Wind Energy Team sind Vertrieb und Anwendungstechnik gebündelt, um eine ganzheitliche Betreuung unserer Kunden aus dem Windenergie-Sektor zu gewährleisten. Forschungsergebnisse aus unseren Technologiezentren werden hier integriert. Darüber hinaus stellen wir mit unserem weltweiten Netzwerk an Niederlassungen die globale Betreuung unserer Kunden sicher. Die Produktion ist mit schnell umrüstbarer Fertigungstechnologie äußerst flexibel – genauso wie unsere Prüfstände: Hier können wir auch Großlager für die Rotorwellen von Windkraftanlagen unter verschiedenen Bedingungen testen.

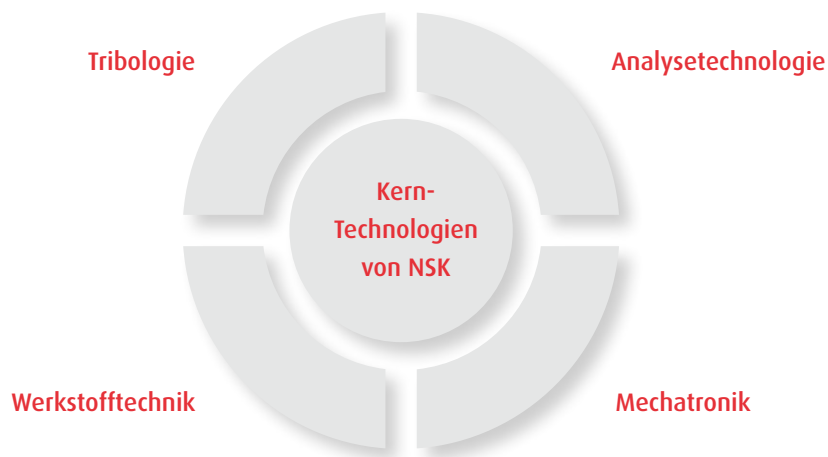
Erweiterte Produktionskapazitäten

Im Sommer 2008 wurde in Fujisawa / Japan ein weiteres Werk eröffnet, um auf den steigenden Bedarf bei Großlagern unserer Kunden optimal vorbereitet zu sein. In diesem hoch modernen, umweltfreundlichen Werk wird ein Großteil der NSK Wälzlager für die Windindustrie hergestellt. Herausragende Qualität in allen Prozessen und hohe Flexibilität sind dabei unsere Leitlinien.



Spitzentechnologie für die Windindustrie.

NSK ist ganz vorne mit dabei, wenn es um die Entwicklung von Wälzlagern geht, die auch bei hohen Drehzahlen noch zuverlässiger, langlebiger und widerstandsfähiger sind. In unseren Forschungszentren in Europa, Amerika und in Asien forschen und entwickeln wir in vier Kerntechnologie-Bereichen:



› Tribologie

Schmierung ist von entscheidender Bedeutung für Wälzlager, deren Aufgabe es ist, Linear- und Rotationsbewegungen zu unterstützen. Mit verbesserten Schmiermittel-Formeln und Verfahren zur Oberflächenbearbeitung sind wir in der Lage, noch schnellere, leisere und langlebigere Wälzlager zu entwickeln, die auch größten Belastungen standhalten.

› Werkstofftechnik

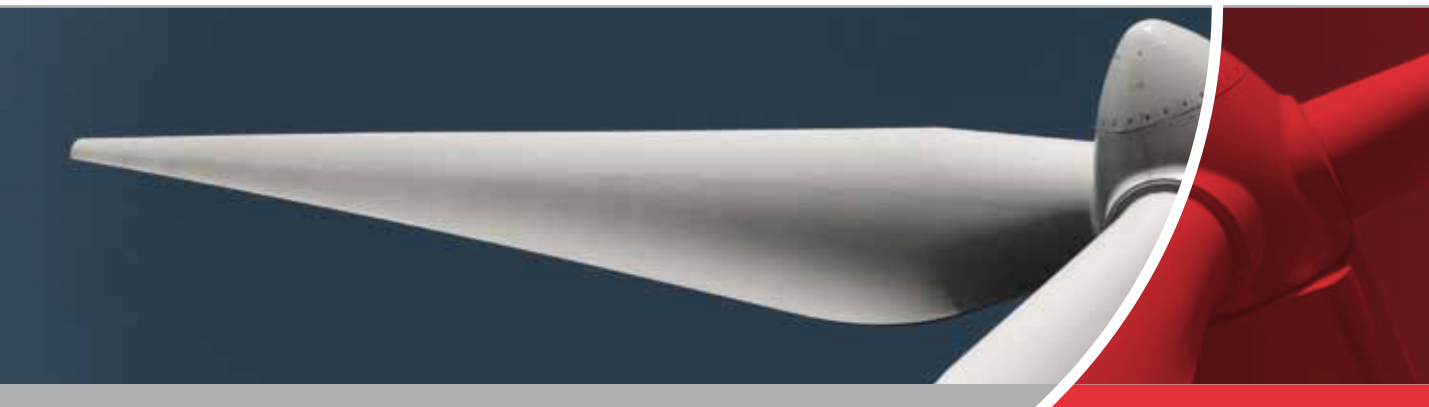
Werkstofftechnologien werden kontinuierlich weiterentwickelt, um die Funktionalität und Beständigkeit von Wälzlagern zu verbessern. Und NSK ist ganz vorne mit dabei. Unsere Forschungsarbeit konzentriert sich auf die Bereiche Werkstoffauslegung, Wärmebehandlung, Leistungsbewertung und analytische Beurteilung. Die Ergebnisse aus diesen Forschungen fließen in neue Produkte ein.

› Analysetechnologie

Bei der Produktentwicklung sind Analysen – meist Computersimulationen – unerlässlich. Damit simulieren wir das Verhalten von Produkten unter extremen Umgebungsbedingungen und gewinnen wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf Produktdesign und Fertigungsverfahren.

› Mechatronik

Durch die Verbindung von Mechanik und Elektronik entstehen neue, bahnbrechende Lösungen für Hochleistungsmotoren, Steuerungstechnik, präzise Sensorik und biomedizinische mikroelektromechanische Systeme. Mechatronik spielt auch bei der Montage-technologie für Anwendungen eine Rolle, die hohe Temperaturen, Leistungsdichte und Verlässlichkeit erfordern.



Die Investitionen in diese vier Kerntechnologien machen sich für die Windindustrie bezahlt:

Werkstofftechnik

Die Ermüdungsdauer von legiertem Kohlenstoff-Chrom-Wälzlagerstahl hängt im Wesentlichen vom Gehalt an nichtmetallischen Einschlüssen ab. Dauertests haben gezeigt, dass sich insbesondere nichtmetallische Einschlüsse negativ auf die Ermüdungslebensdauer auswirken. **Z-Stahl**, den wir gemeinsam mit einem Stahlhersteller entwickelt haben, weist deutlich weniger nichtmetallische Einschlüsse, Oxide und sonstige Einschlüsse wie Titan oder Schwefel auf. Wie Tests belegen, ist die Gebrauchsdauer im Vergleich zu Lagern aus herkömmlichen vakuumtgestem Stahl bis zu 1,8-mal höher. **Super Tough** (Super-TF): Aufgrund des höheren Chrom- und Restaustenitgehalts ist die Lebensdauer eines Lagers aus dem **Super-TF**-Material bis zu zehnfach höher im Vergleich zu Standard-Material. Die Super-TF-Technologie kann für einen großen Bereich von Lagerbauarten verwendet werden, z. B. Zylinderrollenlager, Kegelrollenlager, Pendelrollenlager, Rillenkugellager und Schrägkugellager.

Stromisolierte Wälzlager

Sind Standardlager elektrischer Korrosion ausgesetzt, wie z. B. in Generatoren von Windenergie-Anlagen, kommen Wälzlager mit keramischer Beschichtung oder Hybridlager zum Einsatz. Bei keramisch beschichteten Wälzlagern von NSK wird die Keramik für eine sichere Verbindung zum Lagerstahl mittels Plasmaspritzen aufgebracht. Die Keramikbeschichtung wird mit einem Acrylharz überzogen, der den hohen elektrischen Widerstand sicherstellt. Hybridlager, in denen Keramikugeln verwendet werden, zeichnen sich durch herausragende Leistungsmerkmale wie Wärmebeständigkeit, längere Lebensdauer, geringes Gewicht und geringe Wärme-dehnung aus. Darüber hinaus sind die Keramikugeln nicht elektrisch leitfähig. Somit sind diese Hybridlager ebenfalls in besonderem Maße als Generatorlager geeignet. Für die Wälzkörper in Hybridlagern verwenden wir den keramischen Werkstoff Siliziumnitrid (Si_3N_4).

Prüfstände

Bei der stetig steigenden Leistung der heutigen Windenergie-Anlagen sind maßgeschneiderte Lagerausführungen essenziell. Die Eigenschaften dieser Wälzlager werden bei NSK auf anwendungsspezifischen Prüfständen getestet, die reale Einsatzbedingungen abbilden.

Rotorwellenlager-Prüfstand

Wälzlager, die in Turbinen der Multi-Mega-Watt Klasse verbaut werden, können auf diesem Prüfstand umfassend getestet werden. Radial- und Axiallast sowie Biegemomente können aufgebracht werden, wobei die Lasten statisch und dynamisch wirken können.

Prüfstand für Wälzlager der schnellen Welle

Die auf der schnellen Welle eingesetzten Wälzlager lassen sich auf einem entsprechenden Prüfstand testen. Wie auch beim Rotorwellenlager-Prüfstand können statische und dynamische Kräfte sowie Momente in die Wälzlager eingeleitet werden.



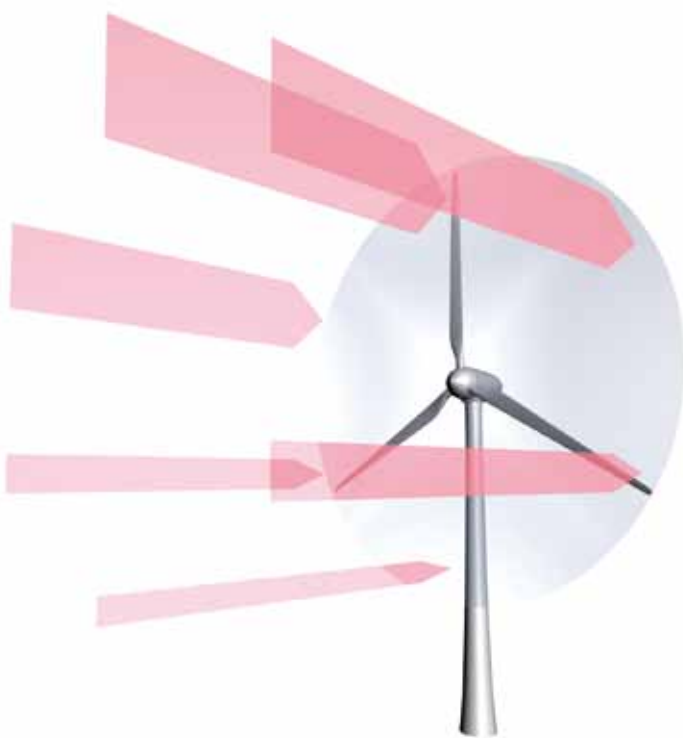
Schadensbildung auf der Oberfläche



Schadensbildung unterhalb der Oberfläche

STIFF kennt die Lebensdauer eines Lagers.

Um zu einer tragfähigen, konstruktiv gelungenen Lösung zu gelangen, müssen die erforderliche Lagergröße und Lagerausführung festgelegt werden, nachdem die Lagerbauart bestimmt worden ist. Hierbei ist vor allem ein Kriterium von überragender Bedeutung: die zu erwartende Lebensdauer eines Lagers.

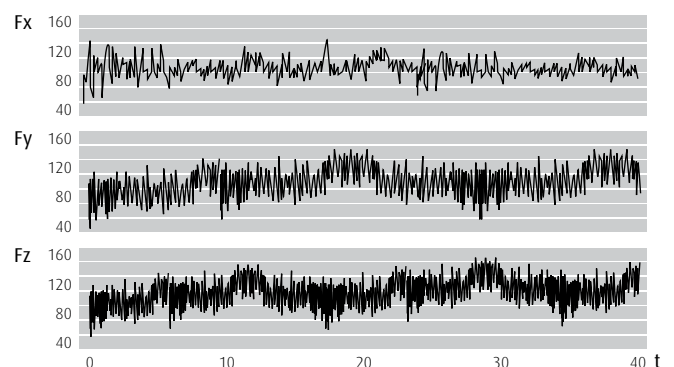
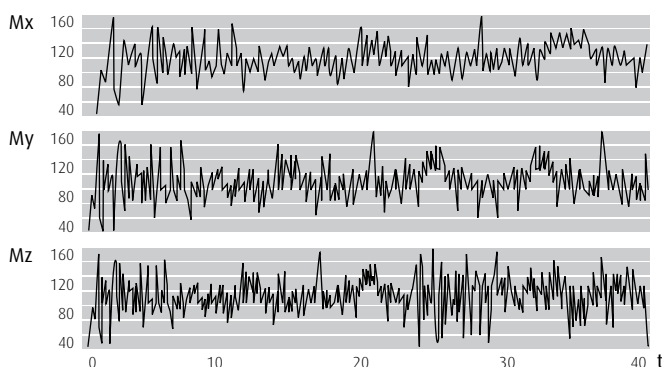


Windenergie-Anlagen sind räumlich und zeitlich stark wechselnden Belastungen ausgesetzt. Für die Wälzlagerberechnung werden diese Lasten unter Berücksichtigung ihrer zeitlichen Verläufe als Eingangsparameter verwendet.

Seit Langem kennen Fachleute die lange Liste der Belastungen und Einflussgrößen, die man berücksichtigen muss, um die Lebensdauer einigermaßen verlässlich prognostizieren zu können. Neu jedoch sind die optimierten Methoden und Verfahren, die NSK entwickelt hat, um diese Prognose-Qualität deutlich zu verbessern.

Klassische Berechnungsmethoden

Zahlreiche Einflussgrößen sind buchstäblich in Rechnung zu stellen, will man die Lebensdauer eines Wälzlagers näher bestimmen: Lagerbelastungen und Drehzahlen im Anwendungszusammenhang, die Konstruktion, die das Wälzlager umgibt, also die Beschaffenheit der Welle und des Gehäuses, ihre Werkstoffe und Toleranzen. Konventionelle Berechnungsverfahren der Lebensdauer eines Lagers sind die so genannten genormten Berechnungen, auch bekannt als Katalogmethode. Sie sind festgelegt in der Norm DIN ISO 281, die Parameter sind Lagerbelastung, Drehzahl, Tragzahl und Lagerart. Als Ergebnis resultiert die Lagerlebensdauer L_{10} bzw. L_{10h} .





Planetenräder sind oft dünnwandige, hoch beanspruchte Maschinenelemente. Durch eine Auswertung der Planetenradverformung kann die innere Geometrie der Lagerung so angepasst werden, dass eine gleichmäßige Lastverteilung und damit eine Steigerung der Lagerlebensdauer erzielt wird.

Neuheit: STIFF

In der ISO 281, Anhang 4, basiert die Berechnung der modifizierten Referenzlebensdauer auf einer vereinfachten Geometrie der Wälzlager. Um die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse zu erhöhen, hat NSK die STIFF Software entwickelt. STIFF ist ein Programm, das neben den o. g. Parametern auch die exakte innere Geometrie, das Betriebsspiel bzw. die Vorspannung, die Verformung des Welle-Wälzlagersystems, die Lastzone und die Lastverteilung zwischen Wälzkörpern und Laufbahn berücksichtigt.

In diesem Modell sind die Wälzkörper in Scheiben unterteilt. Für jede Scheibe wird eine modifizierte Referenzlebensdauer ermittelt. Diese Angaben werden unter Zuhilfenahme der Zeitanteile jedes Lastfalls aufsummiert.

Für Lagerungen in Getrieben von Windenergie-Anlagen muss die modifizierte Referenzlebensdauer 175.000 h Stunden, d. h. 20 Jahre, betragen.

Die Software besticht durch ihren Berechnungsumfang und liefert Ergebnisse, die eine kurzfristige Variantenanalyse ermöglichen. Zudem können spezielle Anpassungen des Wälzlagers zeitsparend geprüft werden.

Praktische Tools

NSK stehen noch weitere Verfahren zur Verfügung. Zum Beispiel die FEM-Analyse, mit der die Spannungsverteilungen in Wälzlagerbauteilen untersucht werden können, etwa zur Optimierung einer Lagerung für eine spezielle Anwendung.

Die Frequenzanalyse untersucht die Geräuschentwicklung eines Wälzlagers innerhalb einer Anwendung, woraus man auf das Laufverhalten des Wälzlagers schließen kann.

Das TCOS (Technical Online Calculation System) ist eine Sammlung von Berechnungsprogrammen zur Online-Analyse und Berechnung von Wälzlagern unter einer Vielzahl von Gesichtspunkten.

Jede Lösung braucht die richtigen Produkte.

Ob Hauptantriebsstrang oder Nebenaggregate – mit unserer Vielzahl an Produkten liefern wir präzise Lösungen für unterschiedliche Anwendungsfälle.

Rotorwellen-Hauptlagerung

Der Rotor induziert hohe axiale und radiale Lasten in die Hauptlager, welche sowohl statisch wie auch dynamisch auftreten. Bei diesen Lasten ist eine hohe Lagersteifigkeit unablässig. Besonders geeignet sind Pendel-, Zylinder- sowie Kegelrollenlager, die entweder in klassischer Fest- und Loslager-Anordnung oder in einer schwimmenden Lager-Anordnung montiert werden.

Hauptgetriebe-Lagerung

Für Windenergie-Anlagen sind in den letzten Jahren verschiedene Getriebebauformen realisiert worden. In der Mega-Watt Klasse wird häufig eine Planetenstufe mit mehreren Stirnradstufen kombiniert. In der Multi-Mega-Watt Klasse, die sich heute etabliert hat, werden Planetenstufen mit Stirnradstufen verbunden. Dieses Konzept ermöglicht auch Differentialgetriebe. In Abhängigkeit der Lagerstelle werden Rillenkugel-, Pendelrollen-, Zylinderrollen-, Kegelrollen- sowie Vierpunktlager verwendet.

Ölpumpen-Lagerung

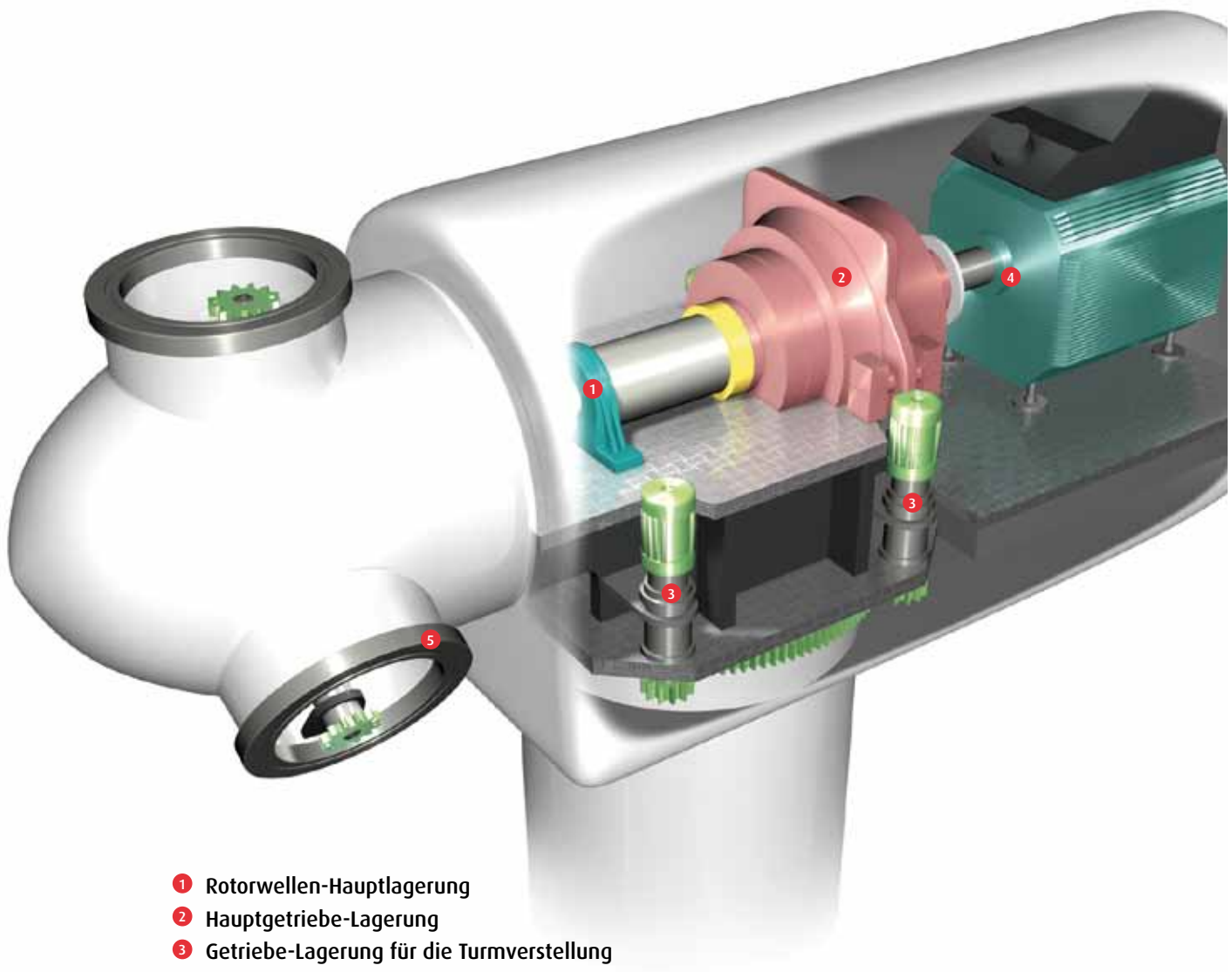
Auf die hier verwendeten Rillenkugel-, Zylinderrollen- oder Kegelrollenlager wirken radiale und axiale Kräfte aus der Verzahnung, welche die Pumpe antreibt.

Generator-Lagerung

In Generatoren werden hauptsächlich Rillenkugel- und Zylinderrollenlager verwendet. Stromdurchgänge können die Wälzlager schädigen und deren Lebensdauer verringern. Zur Vermeidung dieser Schäden kommen isolierte Wälzlager infrage. Wir bieten sowohl Hybridlager, bei denen die Wälzkörper aus Keramik bestehen, als auch beschichtete Wälzlager an, bei denen eine isolierende Beschichtung auf die Außenringe aufgebracht wird.

Pitch- und Yaw-Getriebe-Lagerung

Yaw-Getriebe drehen die Gondel in oder aus dem Wind. Pitch-Getriebe sind für die Rotorblattverstellung erforderlich. Verbaut werden in diesen Getrieben Rillenkugel-, Zylinderrollen-, Pendelrollen- sowie Kegelrollenlager.



- ① Rotorwellen-Hauptlagerung
- ② Hauptgetriebe-Lagerung
- ③ Getriebe-Lagerung für die Turmverstellung
- ④ Generator-Lagerung
- ⑤ Pitchgetriebe-Lagerung



Rillenkugellager

Eignung

- › Kleine bis mittlere Radialbelastungen
- › Kleinere Axialbelastungen in beiden Richtungen
- › Sehr hohe Drehzahlen

Einsatz

- › Getriebelager
- › Generatorlager

Ausführung

- › Stahlblech-, Messingmassiv- oder Kunststoffkäfig
- › Stromisoliertes Wälzlager
- › Außendurchmesser bis 2500 mm



Pendelrollenlager

Eignung

- › Sehr hohe Radialbelastungen
- › Axialbelastungen in beiden Richtungen
- › Mittlere Drehzahlen

Einsatz

- › Getriebelager
- › Rotorwellenlager

Ausführung

- › Stahlblech- oder Messingmassivkäfig
- › HPS™ (High Performance Series) mit erhöhten Tragzahlen und erweitertem Drehzahlbereich
- › Optimiertes NSK Design von Rollen und Käfig für große Rotorwellenlagerungen
- › Außendurchmesser bis 2500 mm



Zylinderrollenlager

Eignung

- › Hohe Radialbelastungen
- › Für kleinere bis mittlere Axialbelastungen in einer Richtung oder beiden Richtungen, abhängig von der Bauform
- › Hohe Drehzahlen

Einsatz

- › Getriebelager
- › Generatorlager
- › Rotorwellenlager

Ausführung

- › Vollrollig
- › Mehrreihig
- › EM (Messingmassivkäfig) und EW (Stahlblechkäfig) Serie mit erhöhten Tragzahlen
- › Neuentwickeltes High Capacity Wälzlager mit Tragzahlen, die gegenüber der EM und EW Serie gesteigert wurden
- › Außendurchmesser bis 2500 mm



Vierpunktlager

Eignung

- › Hohe axiale Lasten in beiden Richtungen
- › Mittlere Drehzahlen

Einsatz

- › Getriebelager

Ausführung

- › Messingkäfig
- › Verschiedene Druckwinkel



Kegelrollenlager

Eignung

- › Hohe Radial- und Axialbelastungen in einer Richtung
- › Axialbelastungen in beiden Richtungen bei paarweiser Anordnung
- › Mittlere Drehzahlen

Einsatz

- › Getriebelager
- › Rotorwellenlager

Ausführung

- › Metrische und zöllige Abmessungen
- › Patentierte NSK HR Kegelrollenlager mit erhöhter Tragzahl
- › Optimiertes NSK Käfigdesign für große, in Planetenträger eingesetzte, Kegelrollenlager
- › Stahlblechkäfig
- › Kunststoffsegmentkäfig für Innendurchmesser größer als 1000 mm
- › Außendurchmesser bis 2500 mm



Antriebstechnik GmbH

Kösliner Weg 19, 22850 Norderstedt

Tel.: +49 (0) 40-52 88 85-0

Fax: +49 (0) 40-52 88 85-33

E-mail: verkauf@tmh-at.de

