



# Main Bearing Solutions

## Windenergie

ThyssenKrupp Rothe Erde



ThyssenKrupp

# Globale Stärke

## Lokale Präsenz

ThyssenKrupp Rothe Erde bietet Ihnen schnelle und flexible Entscheidungen mit der Verlässlichkeit und Sicherheit eines globalen Konzerns. Mit Produktionsstätten in 10 Staaten und dazugehörigen Ringwalzwerken überzeugt ThyssenKrupp Rothe Erde samt seiner Tochtergesellschaften als globale Marke mit lokaler Präsenz.

Als Teil eines international aufgestellten Konzerns sind wir ein starker und zuverlässiger Partner der Ihnen Stabilität und Planungssicherheit für Ihre Projekte bietet. Unser umfangreiches Wissen aus den breit gefächerten Anwendungsgebieten macht uns zu einem weltweit renommierten Anbieter.





**Wir sind dort, wo Sie uns brauchen.**

Mit unseren Marken Rothe Erde® und PSL® legen wir durch ein breitgefächertes Produktportfolio für Ringe und Großwälzlager in Verbindung mit kundenindividuellen Lösungen den Grundstein für langanhaltende Kundenbeziehungen.

Dabei bieten wir Ihnen eine beeindruckende Produktionstiefe. Sämtliche nationalen und internationalen Werke sind dem Qualitätsgedanken kompromisslos verpflichtet. Erfahrene und hochspezialisierte Mitarbeiter mit ihrem ausgewiesenen Know-how stehen für stetige Innovationen und höchste Qualitätsansprüche in aller Welt.

Durch unsere herausragende Position sind wir in der Lage interdisziplinär zu denken und einen Technologietransfer von anderen Branchen abzuleiten. Unser Unternehmen engagiert sich seit den Anfängen der Nutzung von Windenergie als zuverlässiger Partner aller Windenergieanlagenhersteller.



# Windenergieanlagen

## On- und Offshore

Eine zunehmend große Rolle spielt die kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-freie Energieumwandlung der Windkraft. Deutschland ist in diesem Bereich nicht nur Technologieführer, sondern nutzt den Wind auch als alternative Energiequelle Nummer eins. Das Engagement des Unternehmens im Bereich erneuerbarer Energien macht es seit den Anfängen der Branche zum zuverlässigen Partner aller wichtigen Windenergieanlagenhersteller.

Neben innovativen Lösungen für Blatt- und Turmlager steht die Entwicklung von Rotorlagern im Mittelpunkt. ThyssenKrupp Rothe Erde ist als Weltmarktführer für Großwälzlager von Anfang an daran entscheidend beteiligt. Dank intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit kommen Produkte von ThyssenKrupp Rothe Erde in Windenergieanlagen (On- und Offshore) auf der ganzen Welt erfolgreich zum Einsatz.



### Die treibende Kraft

Begrenzte Ressourcen und steigende Energiepreise sind globale Herausforderungen, denen wir uns als ThyssenKrupp Rothe Erde durch zukunftsweisende Lösungen stellen. Mit dem Ziel vor Augen umweltfreundliche Energien entscheidend voranzutreiben, sorgen wir für immer effizientere Windenergieanlagen rund um den Globus und machen sie so konkurrenzfähig gegenüber fossilen Energiequellen.

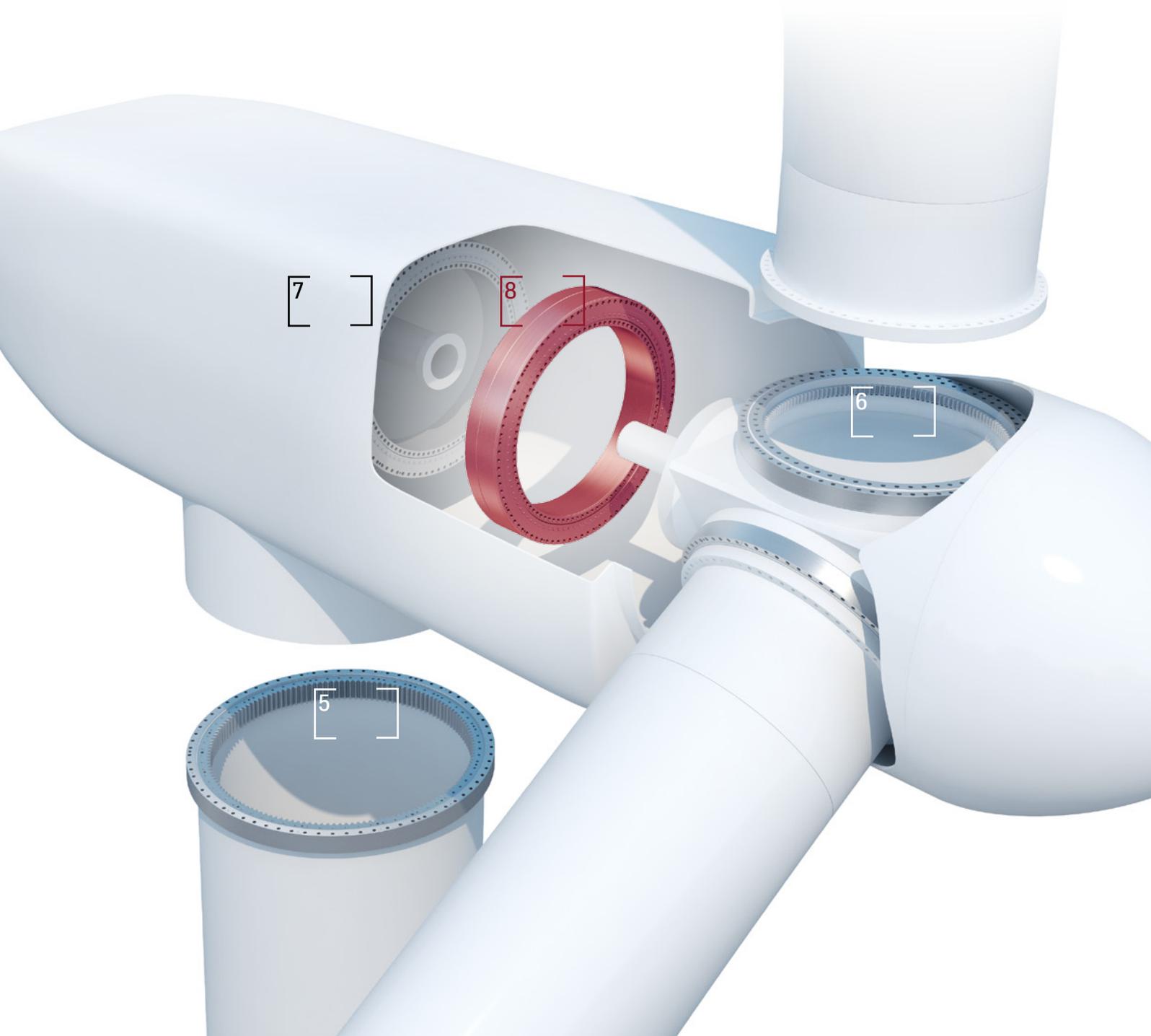
Dabei sind wir von der ThyssenKrupp Rothe Erde im Bereich der Onshore- und Offshore-Anlagen ein starker und fortschrittlicher Partner. Durch unsere stetige Suche nach innovativen Ideen sind unsere Kunden in der Lage nicht nur ein Teil der Energiewende zu sein, sondern voranzuschreiten und so bei der Gestaltung einer umweltfreundlicheren Zukunft einen entscheidenden Beitrag zu leisten.



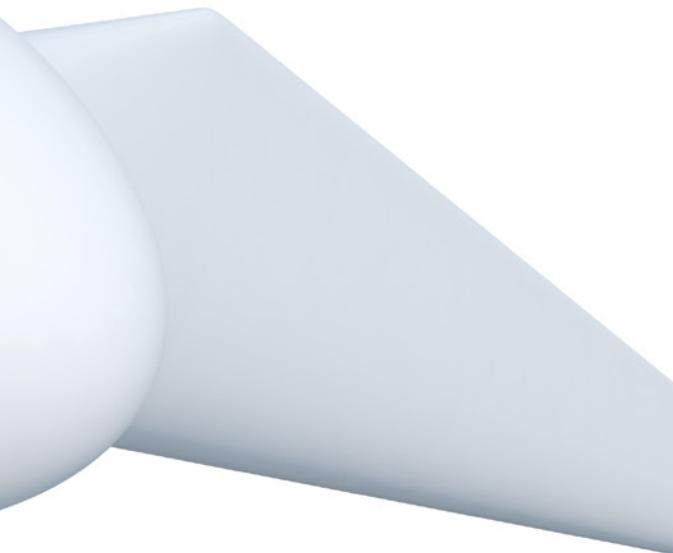
# Know-how für Windenergieanlagen

## Von Kopf bis Fuß

Die Anforderungen an die verschiedenen Lager und Ringe in Windenergieanlagen erfordern eine individuelle Auslegung. Neben den Ringen als sicheres Verbindungselement für den Turm bieten wir Ihnen das passende Großwälzlager für jede Lagerstelle – individuell – genauso wie Sie es brauchen und das bis zu einem Durchmesser von 8.000 mm. Durch jahrzehntelange Erfahrung und Kompetenz in der Dimensionierung von Kugel- und Rollendrehverbindungen sichern wir Ihnen die optimale Auslegung für gegebene Last- und Einsatzbedingungen.



- [ 1 ] Fundamentring
- [ 2 ] Turmflansch
- [ 3 ] Kopfflansch und Großwälzlager
- [ 4 ] Kopfflansch und Zahnring
- [ 5 ] Turmlager
- [ 6 ] Blattlager
- [ 7 ] Getriebelager, Scheiben, Stirn- und Hohlräder
- [ 8 ] Rotorlager



# Das Rotorlager

## Die zentrale Verbindung

Die Aufgabe des Rotorlagers ist die möglichst verlustfreie Weiterleitung der Drehmomente aus der aeromechanischen Energiewandlung an den stromerzeugenden Generator bei gleichzeitiger Abstützung der auftretenden Kräfte und Momente. In dieser Funktion bildet das Rotorlager das zentrale Element eines jeden Triebstrangkonzepes.

Ob ein- oder mehrreihige Bauform, ob geklemmter oder verschraubter Einbau, ob einsatz- oder schlupflos induktivgehärtete Laufbahnen – in enger Zusammenarbeit mit Ihnen entwickeln und fertigen wir die passenden Lösungen bis zu einem Durchmesser von 6.500 mm.

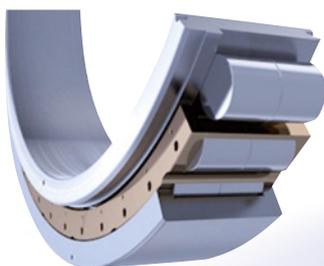
### Pendelrollenlager

- Bis zu 1.700 mm Außendurchmesser
- Einteiliger Messing- oder Stahlkäfig
- Ringe einsatzgehärtet oder durchgehärtet (bainitisch oder martensitisch)
- Montage durch Aufschrumpfen



### Zylinderrollenlager

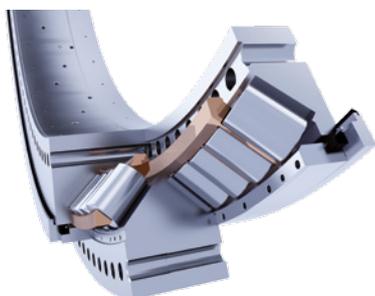
- Bis zu 2.200 mm Außendurchmesser
- Verschraubter Messingkäfig
- Ringe einsatzgehärtet oder durchgehärtet (bainitisch oder martensitisch)
- Montage durch Aufschrumpfen



### Toroidal Rollenlager

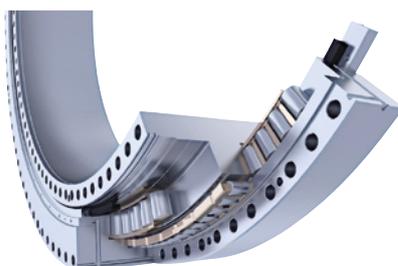
- Bis zu 2.100 mm Außendurchmesser
- Verschraubter Messingkäfig
- Ringe einsatzgehärtet oder durchgehärtet (bainitisch oder martensitisch)
- Montage durch Aufschrumpfen





### 2-reihiges Kegelrollenlager in O-Anordnung

- Bis zu 6.500 mm Außendurchmesser
- Bronzekäfig oder verschleißarm beschichteter Stahlkäfig (WPC – Wear Protection Cage) **WPC**○○○
- Ringe einsatzgehärtet bzw. induktiv gehärtet
- Verschraubte und unverschraubte Montage möglich



### 3-reihiges Zylinderrollenlager

- Bis zu 6.500 mm Außendurchmesser
- Bronzekäfig oder verschleißarm beschichteter Stahlkäfig (WPC – Wear Protection Cage) **WPC**○○○
- Ringe einsatzgehärtet bzw. induktiv gehärtet
- Verschraubte und unverschraubte Montage möglich



### 2-reihiges Kegelrollenlager in X-Anordnung

- Bis zu 1.300 mm Außendurchmesser
- Stahlkäfig bzw. geschweißter Bolzenkäfig
- Ringe einsatzgehärtet oder durchgehärtet (bainitisch oder martensitisch)
- Montage durch Aufschrupfen



### Einreihiges Kegelrollenlager

- Bis zu 1.300 mm Außendurchmesser
- Stahlkäfig bzw. geschweißter Bolzenkäfig
- Ringe einsatzgehärtet oder durchgehärtet (bainitisch oder martensitisch)
- Montage durch Aufschrupfen

# Tailor-Made Design

## Individuell – statt von der Stange

Spezielle Anwendungen erfordern individuelle Lösungen. Daher werden unsere Rotorlager exakt nach Ihren Kundenanforderungen entwickelt und konstruiert. In enger Zusammenarbeit mit Ihnen finden wir Lösungen, die einzigartig sind im Hinblick auf Bauweise, Materialbeschaffenheit und Performance.

Dafür können wir auf unterschiedliche Bauformen, Härteverfahren und Konfigurationen zurückgreifen – praxisorientiert und weltweit erprobt.



Wir leben kundenorientierte Lösungen – von der Planung bis zur Fertigung und darüber hinaus. Als globales Unternehmen mit 12 Gesellschaften und 21 Werken in 10 Ländern sind wir in der Lage Kundennähe durch lokale Präsenz zu schaffen. Mit unserem jahrzehntelangen Know-how aus dem Bereich Windkraft sind wir in der Lage, effiziente und innovative Lösungen mit Ihnen zu finden.

Als erstes definieren wir gemeinsam die speziellen Anforderungen und setzen diese anschließend in enger Kooperation ganzheitlich um. Begleitet wird dies durch umfangreiche Test- und Dokumentationsverfahren um Ihnen größtmögliche Transparenz zu bieten. Mit unserem Kontrollsystem PPAP (Production Part Approval Process) geben wir Ihnen auch in Teilschritten unserer Produktion die absolute Sicherheit höchster Qualität.



# Fertigungskette

## Alles aus einer Hand

Mit uns wählen Sie einen Partner, der die gesamte Produktionstiefe abdeckt. Vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt werden alle Hauptkomponenten der Rotorlager in-house gefertigt.

Am Anfang steht der Rohstoff Stahl. Dabei ist Stahl nicht gleich Stahl. Nur wer über das Material-Know-how verfügt kann alle technischen Möglichkeiten ausschöpfen und beherrschen.



Für die Herstellung unserer Rotorlager nutzen wir ausschließlich Stähle, deren Tauglichkeit für das jeweilige Einsatzgebiet unwider-  
rücklich belegt ist. Während der gesamten Produktionskette werden sie kontinuierlich kontrolliert. Stähle mit höchster Reinheit und mit minimierten Sauerstoff- und Schwefelanteil sind die Grundlage, um langfristiger Materialermüdung vorzubeugen. Insbesondere bei groß dimensionierten Lagern und Ringen wird so die optimale Kombination aus Härte und Rissfestigkeit erzielt. Nachdem wir das richtige Material für Sie ausgewählt und hergestellt haben, walzen wir in unseren Walzwerken die Ringe aus. Diese sind die Basis für jeden weiteren Produktionsschritt, von der mechanischen Bearbeitung über die Veredelung bis hin zur Montage.

Neben den Ringen fertigen wir auch alle weiteren Komponenten wie Kugeln, Rollen oder Käfige in unseren Werken. Dies gewährleistet eine durchgängig strenge Qualitätskontrolle und Rückverfolgbarkeit

im gesamten Produktionsprozess. Zudem werden durch die große Produktionstiefe Vorlaufzeiten erheblich verkürzt und eine bessere Planung ermöglicht. Auch das Wissen um alle Materialien und Komponenten, deren Eigenschaften und Beschaffenheit, sorgt für innovative Ergebnisse, die in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden entwickelt werden. So erhalten Sie ganzheitliche Lösungen aus einer Hand, in denen alle Anforderungen bis in kleinste Detail berücksichtigt werden.

Nur wer die ganze Produktionskette detailliert überblickt, kann Sie auch effektiv auf Ihre Bedürfnisse hin beraten. Mit diesem Wissen stehen wir unseren Kunden mit Rat und Tat zur Seite - in allen Projektphasen von der Erstberatung über die Anlagenplanung bis hin zur Konstruktion und Montage. Auch nach der Auslieferung endet unser Service nicht. Geschulte und erfahrene Serviceinspektoren unterstützen Sie bei allen Fragen.



# Harte Schale, zäher Kern





#### Induktionsverfahren

Patentierte Fertigungsprozesse erlauben uns eine schlupflose, induktive Vorschubhärtung von Rotorlagern – sowohl bei zweireihigen Kegelrollen als auch bei dreireihigen Zylinderrollenlagern – bis zu einem Durchmesser von 6.500 mm.



#### Einsatzhärten

Durch gezielte Aufkohlung, Bainitisierung und kontrolliertem Kühlprozess härten wir komplette Lager bis zu einem Durchmesser von 2.500 mm.

Durch speziell-entwickelte Härteverfahren geben unsere Techniker den Rotorlagern neben einer langen Lebensdauer durch eine sehr hohe Oberflächenhärte, auch die Eigenschaft extremen Lasten durch eine große Einhärttiefe standzuhalten. Somit schaffen wir optimale Bedingungen für alle gegebenen Einsatzbereiche.

Unsere Werke verfügen über die komplette Bandbreite an thermochemischen und induktiven Verfahren, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Gezielte Aufkohlung und Bainitisierung führen zu optimalen Materialeigenschaften von der gewünschten Härte bis zur richtigen Zähigkeit. Kühlprozesse wiederum sorgen für eine deutliche Reduzierung von Restaustenit und eliminieren

mögliche Schwachstellen, was für die gesamte Laufbahngeometrie gilt.

Über das Induktionshärten ohne Schlupf können insbesondere Teilbereiche bestimmter Werkstücke mit unterschiedlichen und damit den genau passenden Härteverläufen ausgestattet werden, und das bis zu einem Durchmesser von 6.500 mm.

# Qualitätsanspruch

## Alles kommt auf den Prüfstand

Da bedingt durch das Größenwachstum der Anlagen etablierte Verfahren und Technologien an ihre Grenzen stoßen, wurden die Lagerkonzepte bei Thyssen-Krupp Rothe Erde kontinuierlich weiterentwickelt. Beispielsweise kann sowohl der Innen- als auch der Außenring eines Rotorlagers mit der Anschlusskonstruktion verschraubt werden. Diese Verschraubung ermöglicht nicht nur eine einfachere Montage der Rotorlager im Vergleich zum Aufschrumpfen, sondern schließt auch Relativbewegungen dieser auf der Antriebswelle aus.



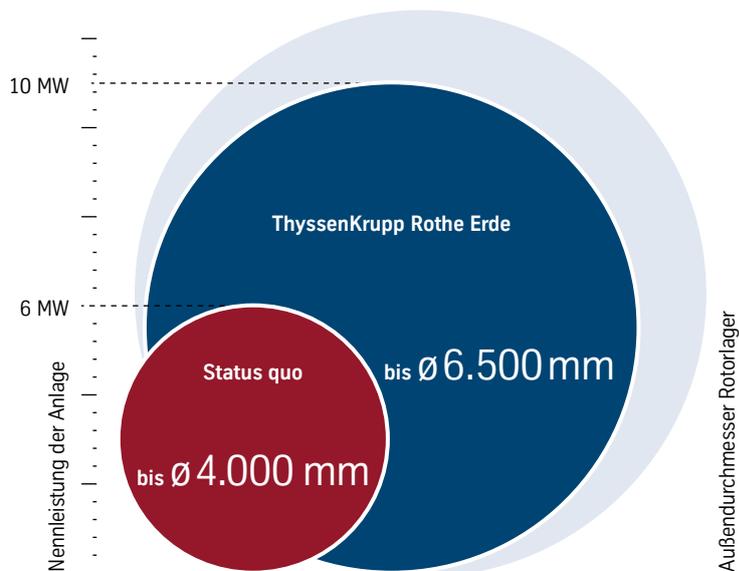
Unsere Rotorlager werden vor der Auslieferung in jeder erdenkbaren Hinsicht auf Herz und Nieren geprüft. Modernste Testmethoden und effiziente Analyse-Tools geben wertvolle Hinweise auf Belastbarkeit, Lebensdauer, Leistungsvermögen und Auslastungsgrenzen. Die Testreihen erfolgen in voller Anlagengröße unter realistischen Bedingungen, wobei alle Einzelkomponenten genauestens unter die Lupe genommen werden. Auch Umweltfaktoren wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit fließen in die Prüfverfahren mit ein. Auf mehreren hauseigenen Blatt- und Rotorlagerprüfständen können wir unter

realitätsnahen Bedingungen die Großwälzlager im Maßstab 1:1 überprüfen. Um auch Neuentwicklungen für Anlagen der Multi-Megawatt-Klasse zu begleiten, hat ThyssenKrupp Rothe Erde seine Fertigungsmöglichkeiten frühzeitig erweitert.

Mit dem aktuellen Maschinenpark ist es möglich, Rotorlager mit einem Außendurchmesser von bis zu 6.500 mm zu fertigen. Damit liegt die heutige Fertigungsmöglichkeit deutlich über dem aktuellen Status quo des Marktes von ca. 4.000 mm für ein 6 Megawatt Rotorlager.



**Fertigungsmöglichkeiten von Rotorlagern**

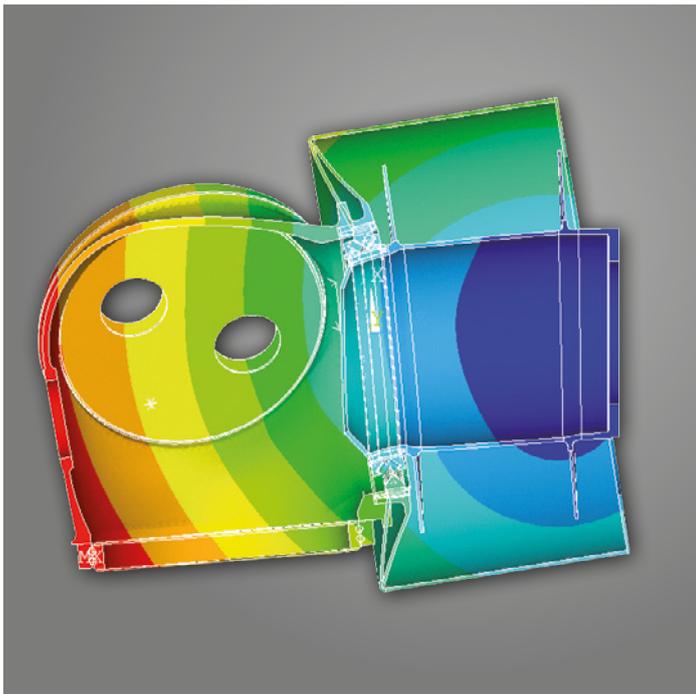


**F&E-Zentrum**  
 Der steigenden Bedeutung dieser Tests trägt ThyssenKrupp Rothe Erde durch die Errichtung eines neuen F&E-Zentrums Rechnung.

# Kompletter Service

## Ein starker Partner von A-Z

Die ganzheitliche Umsetzung besteht nicht nur aus der Produktion, sondern auch aus dem umfangreichen Know-how, das unser global vernetztes Unternehmen Ihnen für Ihre Windenergieanlagen bietet. Damit sind wir in der Lage Sie von Anfang bis Ende zu begleiten und in jeder Situation an Ihrer Seite zu stehen.



### Am Anfang steht ein guter Plan

Die Finite-Elemente-Berechnung (FEM) stellt eine effiziente Methode dar, um gemeinsam mit Ihnen die optimale Rotorlager-Lösung für jede Windenergieanlage zu entwickeln. Die Analyse erfolgt auf Basis von Steifigkeiten der Anschlusskonstruktionen und einer anschließenden umfassenden Berechnung des Gesamtsystems. Die Ergebnisse geben nicht nur Aufschluss über Sicherheit und Lebensdauer der Lagerung, sondern zeigen auch Möglichkeiten zur Optimierung der Anschlusskonstruktion auf. Mittels FEM können mögliche Schwachstellen bereits frühzeitig in der Planungsphase erkannt und eliminiert werden.



### Zuverlässiger Begleiter auch nach der Montage

Mit der Auslieferung des passenden Rotorlagers ist unsere Arbeit längst nicht getan. Profitieren Sie auch während des laufenden Betriebs von unserem Know-how und unserer Expertise. Nutzen Sie unseren Beratungs- und Schulungsservice zum Beispiel erfolgreich bei Service- und Wartungsarbeiten durch ihr eigenes Team.

Profitieren Sie weltweit vom Know-how unserer Ingenieure, die vor Ort für Sie aktiv sind. Kurzum: Halten Sie Ihre Anlage mit uns dauerhaft in Schwung!

### Top-Qualität auf allen Ebenen

Neben sämtlichen ISO-Standards decken wir auch die DNV-Zertifizierung ab. Unser Qualitätsmanagement im Überblick:

- Systematische und detaillierte Vertrags- und Spezifikationsprüfung
- Berücksichtigung der Kundenwünsche im gesamten Entwicklungs- und Konstruktionsprozess
- Kontinuierliche Überwachung des Rohmaterials sowie aller Fertigungsschritte und Lagerkomponenten bis zur Auslieferung
- Sicherstellung höchster Sauberkeit der Hauptlager durch Montage in abgeschirmten Räumlichkeiten
- Interne und externe Auditierung sämtlicher Prozesse bis hin zu den Lieferketten
- Qualitätsnachweis durch offen und partnerschaftlich durchgeführte Kunden-Audits
- Weiterentwicklung und stetige Optimierung von Prüfverfahren wie beispielsweise Ultraschalltests, Schmierstoffüberwachung, Geometrieprüfung u.v.m.





**ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH**

Tremoniastraße 5-11 · 44137 Dortmund

Telefon: +49 231 186-0 · Telefax: +49 231 186-2500

[www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com) · [main.bearings@thyssenkrupp.com](mailto:main.bearings@thyssenkrupp.com)