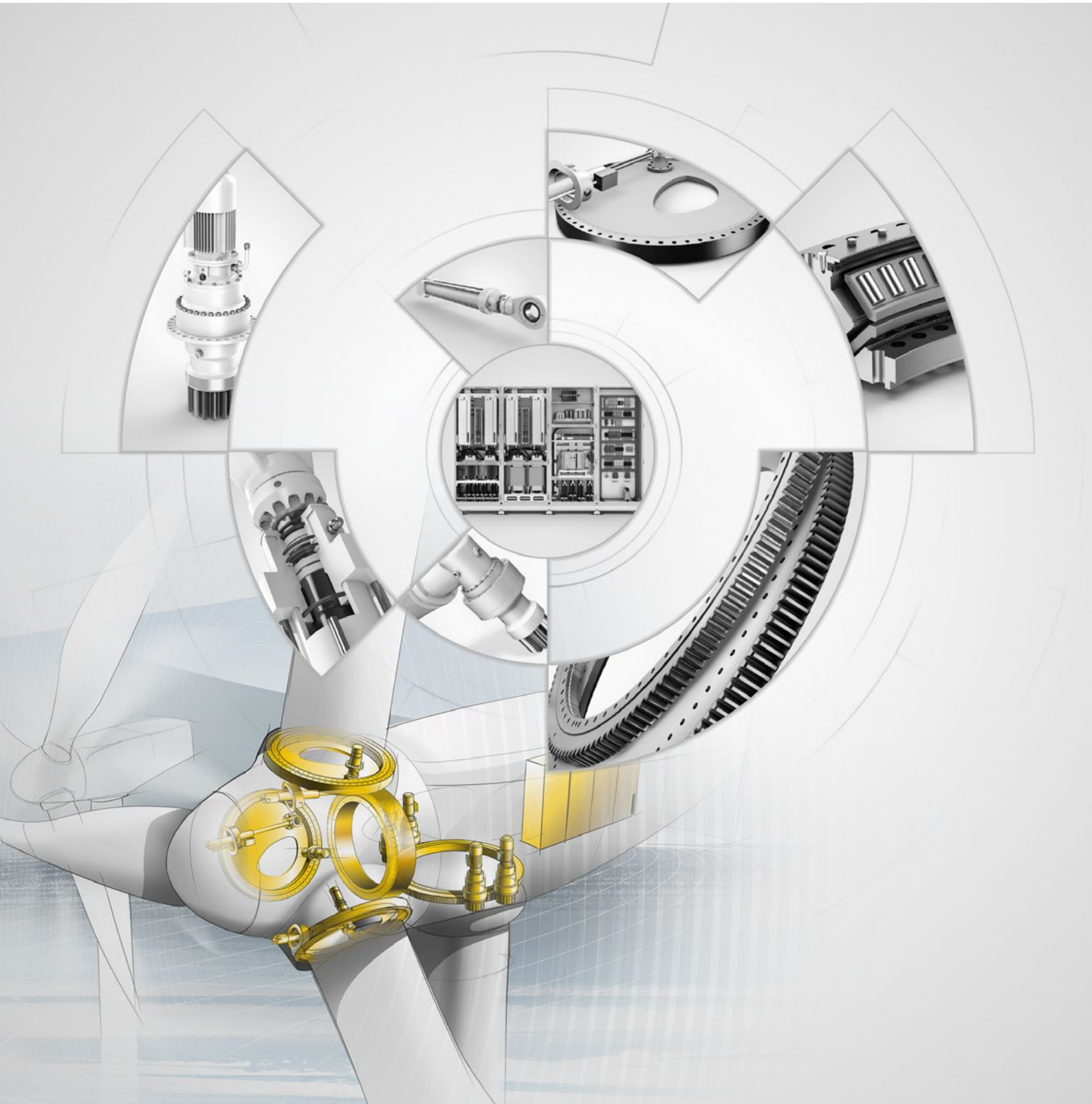


System- und Technologiekompetenz

# Lösungen für die Windenergie



**LIEBHERR**

# Ein starker Partner für die Windindustrie







Als starker Partner der Windindustrie bietet Liebherr für unterschiedlichste Anforderungen die passende Lösung: Einerseits kommen Komponenten aus der Liebherr-Produktion direkt in Windkraftanlagen zum Einsatz, andererseits werden beispielsweise Mobil-, Raupen-, Offshore- und Turmdrehkrane von Liebherr zum Aufstellen einzelner Windenergieanlagen bis zur Errichtung ganzer Windparks eingesetzt.

In der Windindustrie arbeitet Liebherr mit nahezu allen namhaften Anlagenherstellern zusammen und hat bis heute tausende von Windkraftanlagen mit Komponenten ausgerüstet. Das Produktspektrum reicht dabei von Komponenten für 800-kW-Anlagen bis hin zu Lösungen für Multi-Megawatt-Turbinen im Offshore-Einsatz.

## Vorteile

Liebherr ist der einzige Hersteller weltweit, der nicht nur einzelne Komponenten, sondern mit Großwälzlager, Drehantrieben, Elektromotoren, Hydraulikzylindern und Frequenzumrichter-Systemen das gesamte Produktspektrum für die elektromechanische und hydraulische Rotorblatt- und auch die Azimutverstellung in Windkraftanlagen liefern kann. Mit seiner globalen Prä-

senz ist Liebherr zudem in der Lage, den Aufbau von Montagelinien zu unterstützen, bei denen Local Content-Anforderungen spezifiziert sind oder einfach um wirtschaftliche Vorteile zu erzielen. Wesentlicher Bestandteil der Zusammenarbeit mit Kunden aus aller Welt ist das anwendungsspezifische Engineering zur Abstimmung der Einzelkomponenten.

### **Breites Produktspektrum**

Großwälzlager, Antriebe, Elektromotoren, Hydraulikzylinder und Frequenzumrichter-Systeme – alles aus einer Hand

### **Systemdenken und Know-how**

Ein System – ein Ansprechpartner

# Breites Produktspektrum

## Pitchsysteme

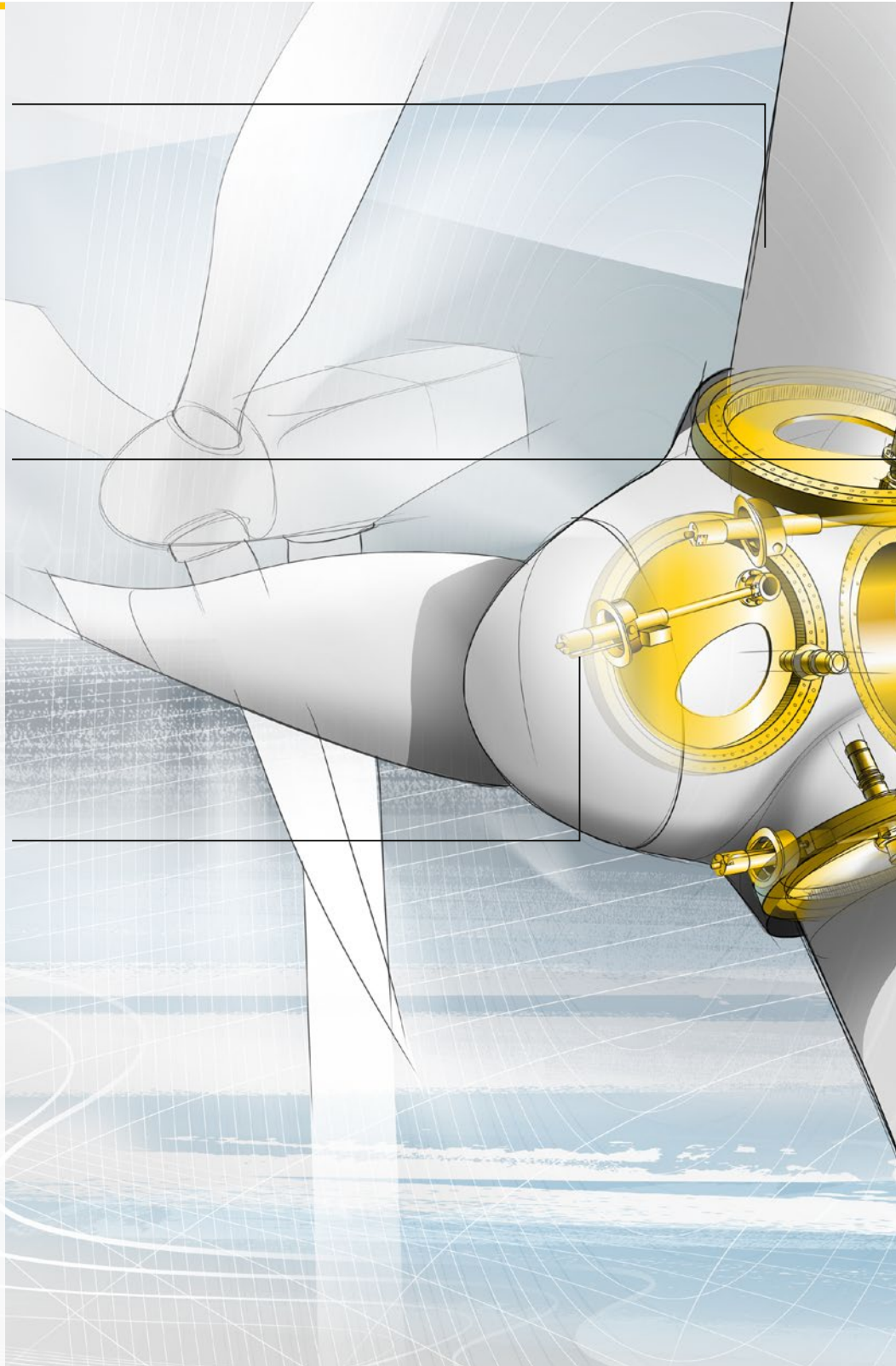
- Ausgereifte, von Liebherr produzierte Gesamtsysteme zur Rotorblattverstellung
- Präzise Positionierung der Rotorblätter für maximalen Energieertrag

## Elektrische Pitchsysteme

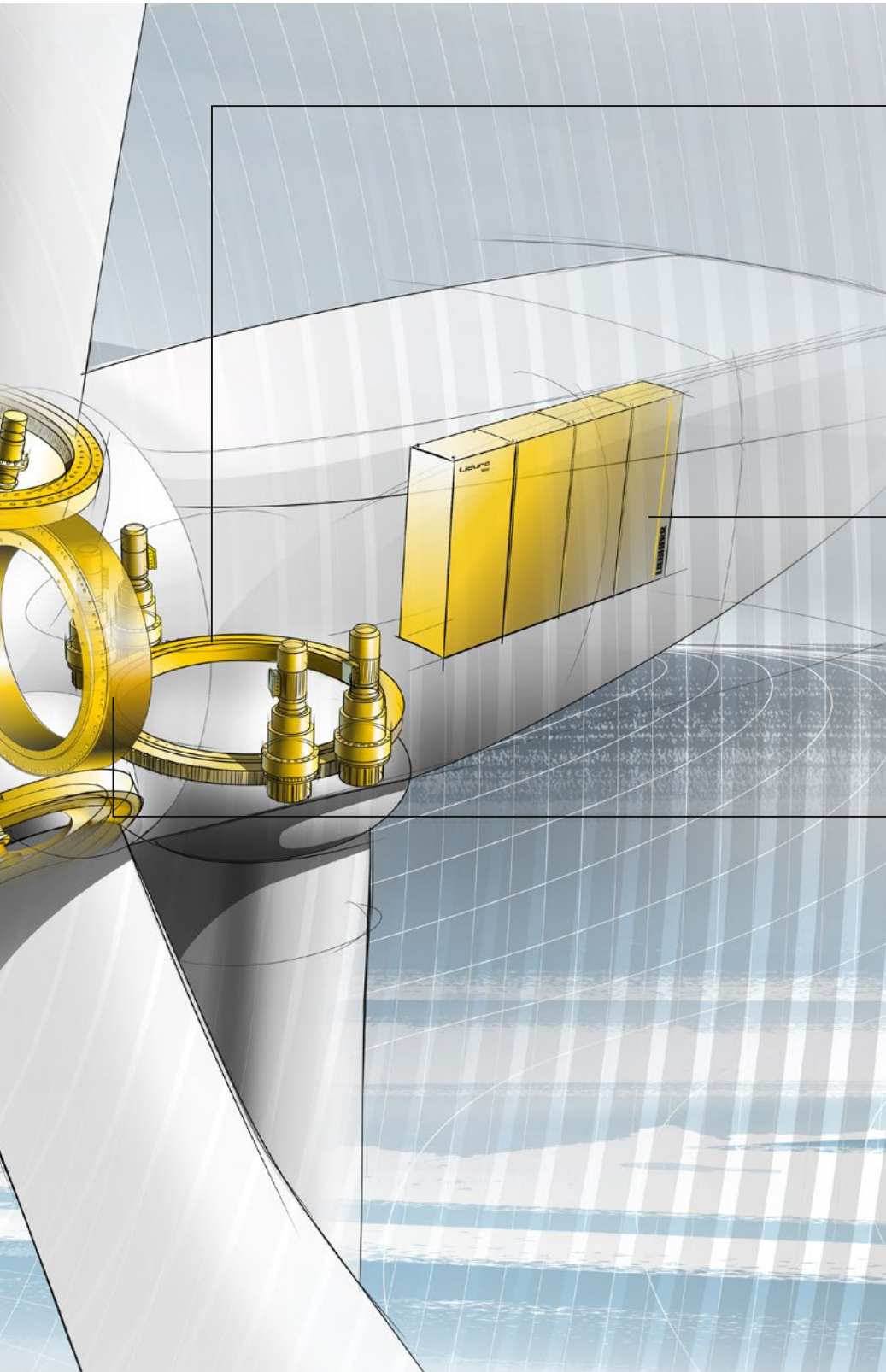
Blattverstellungssystem mit 3-4 stufigen Planetengetriebeeinheiten mit Elektromotor, welche ein verzahntes Großwälzlager antreibt

## Hydraulische Pitchsysteme

Komplettlösung, bestehend aus Hydraulikzylinder, Hydraulikaggregat, Steuerung sowie Speicher und unverzahntem Großwälzlager zur Einstellung der Rotorblattposition







### **Azimutsysteme**

- Je nach Anlagenausführung bestehend aus bis zu zwölf oder mehr leistungsfähigen Planetengetrieben, die ein Großwälzlager antreiben
- Abstimmung und Lieferung des gesamten Systems, inklusive Elektromotoren, durch Liebherr
- Verschiedenste Lager- und Ringbauformen

### **Frequenzumrichter**

- Flüssigkeitsgekühlte Vollumrichter
- Ultrahohe Leistungsdichte
- Komplett geschlossene Umrichter-schränke
- Maximale Sicherheit, Lebensdauer und Effizienz

### **Hauptlager**

- Momentenlager für 2MW Turbinen und mehr
- Getestet auf hauseigenen Prüfständen
- Bauformen: Zweireihige Kegelrollenlager oder dreireihige Rollendrehverbindungen

# Großwälzlager

- Durchmesser bis zu 9,5 m
- Blatt-, Azimut- und Hauptlager für 2 MW-Turbinen und mehr
- Zahnkränze für die Azimutverstellung
- Langlebige Dichtungen
- Anwendungsoptimiertes Laufbahn-Design

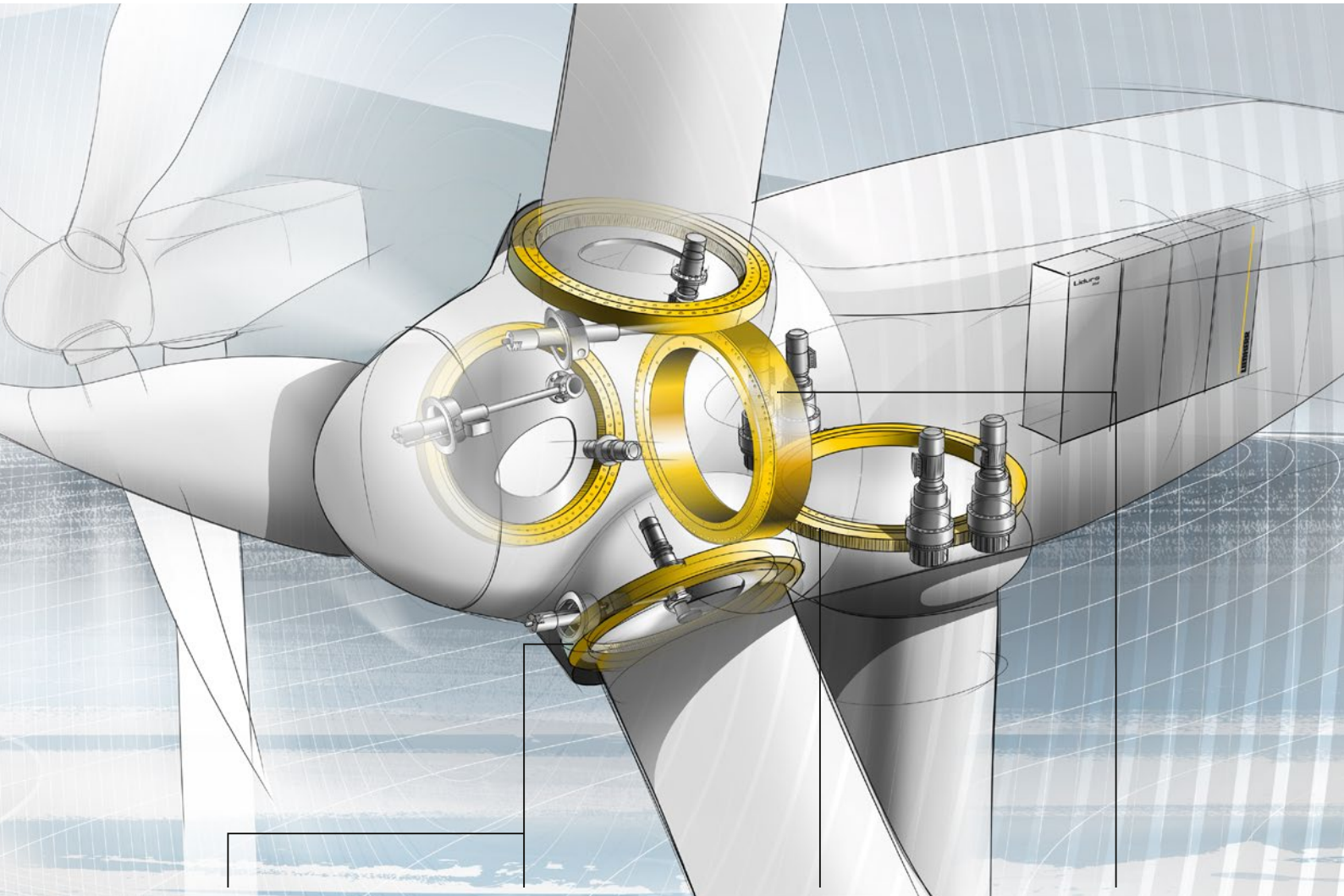


Liebherr-Großwälzlager für Windkraftanlagen kommen in der Rotorblatt- und Azimutverstellung sowie als Hauptlagerung des Rotors zum Einsatz. Unsere Lösungen für diese Anwendungsfälle sind vielfältig: **Zweireihige Vierpunktlager, dreireihige Rollendrehverbindungen, Kegelrollenlager und Zahnkränze.**

Liebherr ist Ihr Entwicklungspartner für alle Lager. Durch stetige Weiterentwicklung und Ausbau unseres Portfolios sind wir der führende Hersteller für die neueste Blattlager-Generation in Bezug auf Rollenlager. Um unseren hohen Qualitätsstandards zu entsprechen, werden Lager von Liebherr durch Lebensdauertests auf internen und externen Prüfständen sowie durch Feldtests validiert.



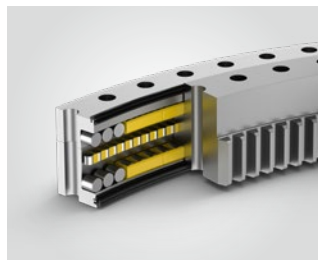
# Anwendungskompetenz und Vielseitigkeit



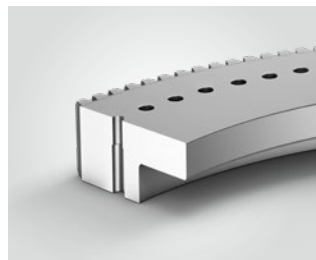
## Lagerbauformen für Windkraftanlagen:



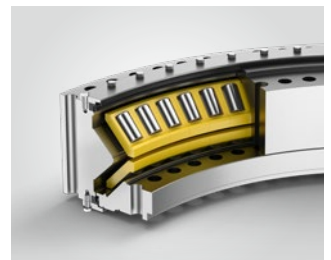
**Einreihige und  
Zweireihige Vierpunktlager**  
für Blatt- und Azimutlager



**Dreireihige  
Rollendrehverbindungen**  
für Blatt-, Azimut- und  
Hauptlager



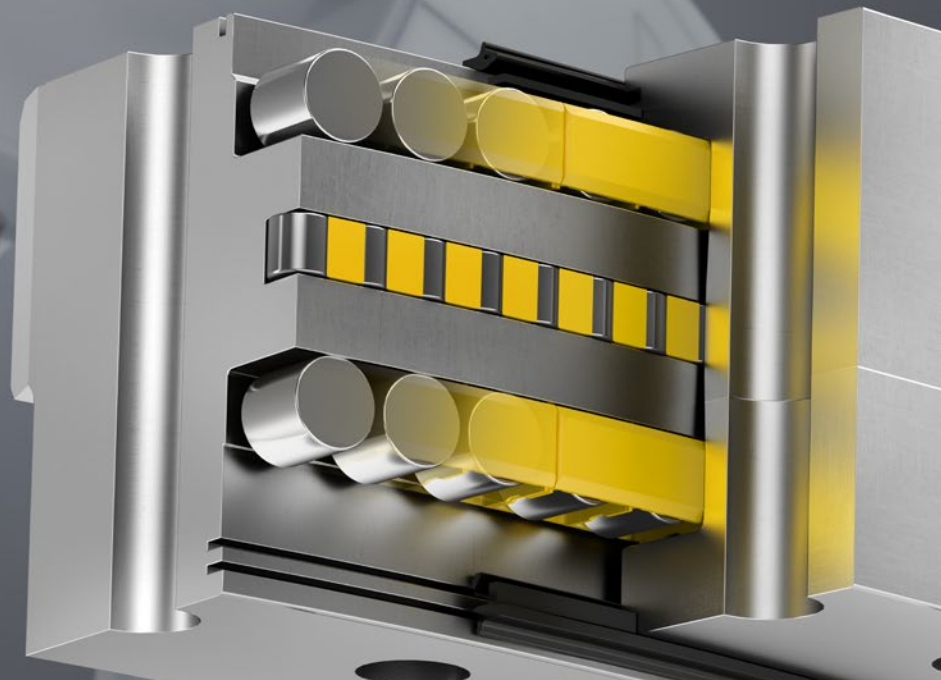
**Zahnkränze**  
für die Azimutverstellung



**Zweireihige  
Kegelrollenlager**  
für Hauptlager

# Pitchlager

- Höhere Last-Kapazität pro Durchmesser (zunehmende Ca,iso)
- Geringerer Drehwiderstand
- Höhere Lagersteifigkeit
- Gewichts- und Kostenreduzierung



## Die Zukunft des Blattlagers

Windkraftanlagen werden stetig größer, um höhere Energieerträge zu erzielen. Die Auslegung bestehender Komponenten an wachsende Dimensionen und anspruchsvollere Lastprofile anzupassen, hat jedoch Grenzen – vor allem bei der Rotorblattlagerung. Liebherr bietet deshalb zusätzlich zu den aktuellen ein- und zweireihigen Vierpunktlagern auch dreireihige Rollenlager für Pitchsysteme an. Dadurch ergeben sich große Potenziale in Sachen Dimensionierung und Lastaufnahme bzw. Kapazität.

### Variante 1

Reduzierter Blatt-Durchmesser bei konstanter Blattlänge

### Variante 2

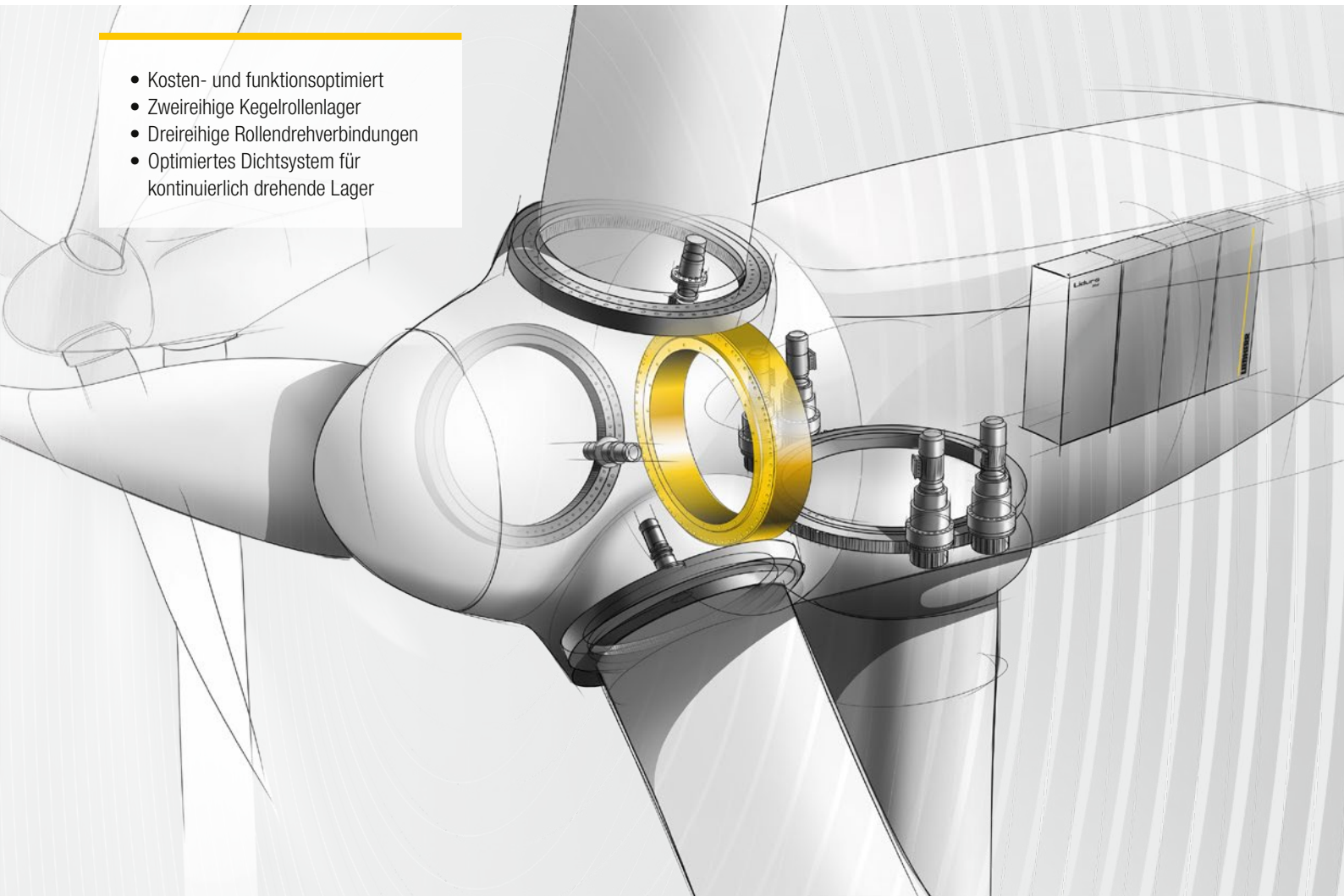
Längere Blätter bei gleichem Bolzenkreisdurchmesser





# Hauptlager

- Kosten- und funktionsoptimiert
- Zweireihige Kegelrollenlager
- Dreireihige Rollendrehverbindungen
- Optimiertes Dichtsystem für kontinuierlich drehende Lager



## Hauptlager von Liebherr

Dank 30-jähriger Erfahrung im Windbereich bietet Liebherr nun auch Hauptlager für Windkraftanlagen für den Bereich von 2 MW-Klassen und mehr.

- Optimierte Dichtungssysteme
- Öl- und fettgeschmierte Ausführung

## In-house Hauptlager-Prüfstand

- Max. Biegemoment: 8.000 kNm
- Max. Radialkraft: 2.000 kNm



# Planetengetriebe

- Verlängerte Ölwechselintervalle
- Zertifizierter HALT
- Kompletter Entwicklungs-Support
- Umfangreiches Anwendungs-Know-how



Bei den Antrieben zur Rotorblatt- und Azimutverstellung sind Zuverlässigkeit und präzise Positionierung die ausschlaggebenden Faktoren. Liebherr bietet für die Rotorblattverstellung mehrstufige Planetengetriebe an. Bei Bedarf können sie auch mit einer Winkelausführung ausgestattet werden. Für die Azimutverstellung kommen meist drei- bis vierstufige Planetengetriebe zum Einsatz. Zur Übertragung der hohen Drehmomente bei Windkraftanlagen der Multi-Megawatt-Klasse werden bis zu zwölf Azimutantriebe oder mehr pro Anlage eingesetzt.



# Hohe Leistungsdichte unter hochdynamischen Belastungen

## Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit

Azimit- und Blattverstellantriebe basieren auf bewährter Technik. Ihre hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit resultieren aus einer Vielzahl intelligenter konstruktiver Lösungen, wie speziellen Dichtungskonzepten, Korrosionsschutzsystemen sowie optimierter Wälzlagerung und Verzahnung.

## Optimale Ausnutzung des Einbauraumes

Die integrale Bauweise der Liebherr-Getriebe sorgt für kompakte Bauformen und ein optimales Gewicht-Leistungsverhältnis.

### Blattverstellgetriebe

Es wird zwischen drei Haupt-Bauformen unterschieden: Mit kurzem Abtriebsstock, mit langem Abtriebsstock oder alternativ als Winkelgetriebe.



## Hochwertige Ausführung

Liebherr Planetengetriebe sind sehr hochwertig konzipiert. So sind die Planetenträger durchweg geschmiedet und die einsatzgehärteten Abtriebsritzel mit geschliffener Evolventenverzahnung ausgeführt. Zahneingriffsstörungen werden zudem über eine sehr steife Lagerung der einteiligen Abtriebswelle vermieden.

## Passende Elektromotoren

Als Systemlieferant bietet Liebherr für die Getriebe passende Elektromotoren mit einer Leistung zwischen 1,1 und 11 kW an. Die größeren Motoren ab 11 kW werden von Liebherr selbst entwickelt und auch produziert.

### Azimitgetriebe

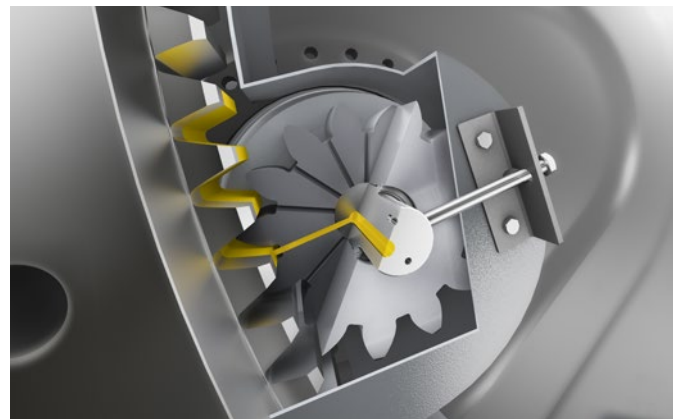
Die leistungsfähigen Azimitgetriebe werden ebenfalls mit kurzem oder langem Abtriebsstock gebaut.



# Schmierung ohne Umwege

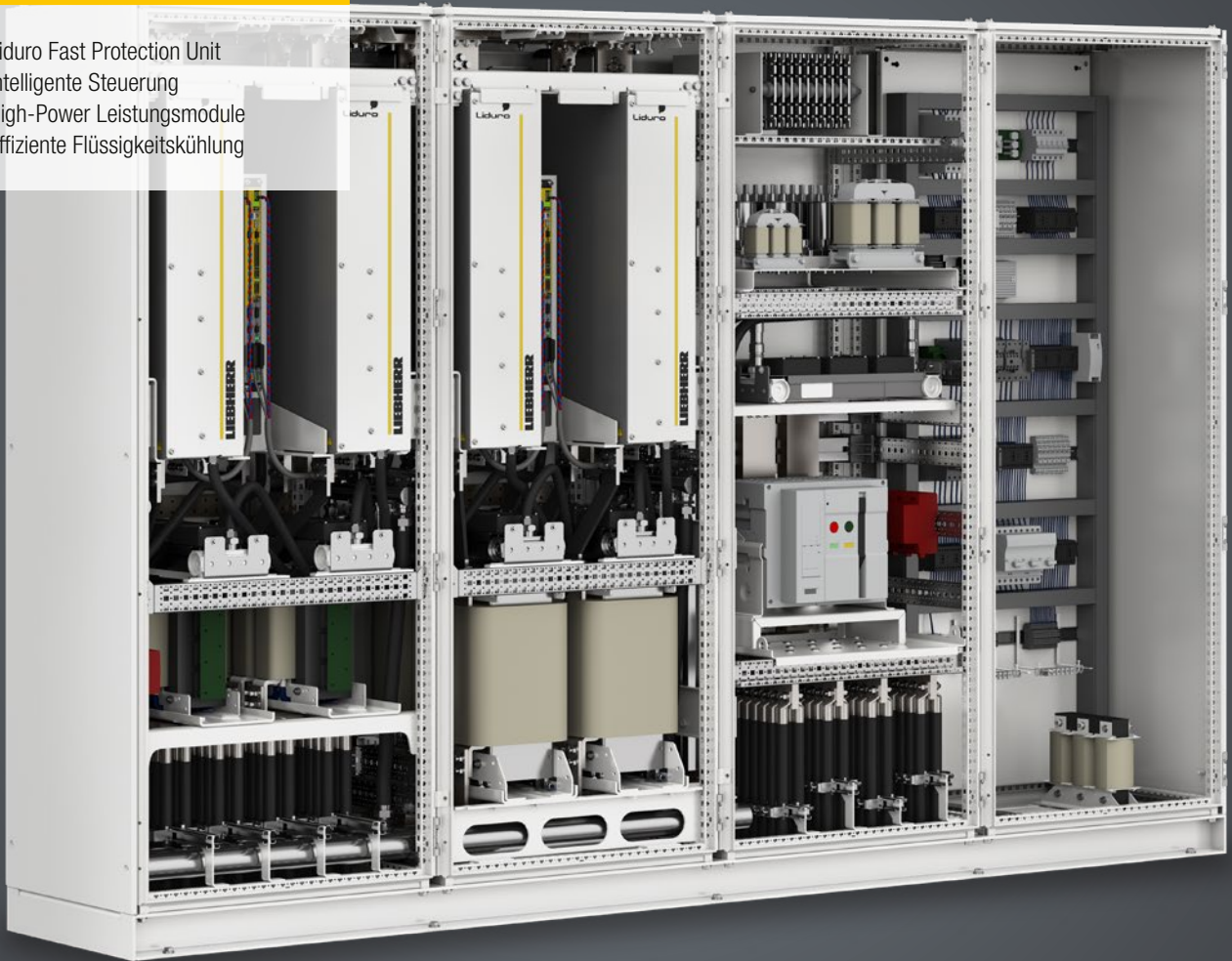
## Das integrierte Schmiersystem

Durch eine begrenzte Verstellung des Rotorblattwinkels und eine daraus resultierende Verschiebung der Schmierung beim Zahneingriff kann es zu hohem Verschleiß von 0°-Zahnpaaren kommen. Mit Hilfe einer integrierten Lösung wird der 0°-Zahneingriff jedoch optimal mit Schmierung versorgt ohne Schmierungslauf.



# Frequenzumrichtersysteme

- Liduro Fast Protection Unit
- Intelligente Steuerung
- High-Power Leistungsmodule
- Effiziente Flüssigkeitskühlung



Die flüssigkeitsgekühlten Liduro Leistungselektronikmodule von Liebherr wurden speziell für den zuverlässigen Betrieb bei rauen Umgebungsbedingungen in Onshore- und Offshore-Windanlagen entwickelt. Die Leistungselektronikmodule werden in komplett geschlossene Schrankeinheiten eingebaut. Zusammen mit den abgestimmten Zusatzkomponenten bilden sie ein äußerst zuverlässiges Umrichter-System und decken auf kleinstem Bauraum einen sehr großen Leistungsbereich ab. Dabei sorgt das neu entwickelte und einzigartige Liduro Fast Protection System nicht nur für Bedienungssicherheit, sondern erhöht die Verfügbarkeit der Anlage insgesamt. Zudem ermöglicht ein hocheffizientes integriertes Kühlsystem höchste Energieumformung bei maximaler Lebensdauer aller Komponenten. Das System ist dabei nahezu wartungsfrei. Aufgestellt werden kann es sowohl in der Gondel als auch im Turmsegment - jeweils in einer Linie oder Rücken an Rücken.



# Höchste Leistungsdichte bei geringem Bauvolumen

## Wirkungsgrad und Lebensdauer

Ausgewählte und für den Betrieb optimierte Einzelkomponenten des Umrichtersystems erzielen einen sehr hohen Wirkungsgrad bei maximaler Leistung. Die Flüssigkeitskühlung erlaubt sehr hohe Leistungen bei gleichzeitig geringem Einbauvolumen. Da keine Ventilatoren zur Kühlung des Umrichterschranks verbaut werden müssen, sind die Umrichtersysteme in sich geschlossen und damit geräuscharm und nahezu wartungsfrei. Türventilatoren und Filtermatten müssen nicht gewechselt werden, wie es üblicherweise bei luftgekühlten Systemen notwendig ist. Dadurch ist ein Betrieb sowohl bei sehr hohen als auch tiefen Umgebungstemperaturen möglich. Auch Staub, ölhaltige Luft oder Feuchtigkeit können nicht in die Schränke eindringen. Korrosion und hohe Temperaturlastwechsel werden vermieden. Somit erhöht sich die Lebensdauer der Umrichter. Leistungserweiterungen bei gleicher Baugröße sind durch einen einfachen Austausch der internen Komponenten möglich. Dies verringert den Entwicklungsaufwand für die verschiedenen Windanlagentypen.

## Sicherheit und Qualität

Das Regelungs-, Steuerungs- und Schutzsystem überwacht alle Vorgänge innerhalb und außerhalb des Frequenzumrichters mit hoher Präzision und reagiert auf unvorhergesehene Fehler innerhalb weniger Millisekunden. Damit werden mögliche Fehlerquellen schnellstens isoliert und Schäden an Anlagenteilen oder Personen wirkungsvoll vermieden. Das integrierte Condition Monitoring bietet zudem eine zuverlässige Komponentenanalyse und informiert Windanlagenbetreiber rechtzeitig vor Auslösung der Schutzsysteme. Die robusten Komponenten ermöglichen für Windanlagen somit eine lange Lebensdauer bei geringem Wartungsaufwand. Selektive Netzfilter lassen den Betrieb auch an schwachen Netzen zu. Der Betriebszustand des Systems lässt sich dabei über Ferndiagnose regelmäßig prüfen und analysieren.

### Hocheffizient

Das Flüssigkeitskühlsystem wurde speziell entwickelt und optimiert, um eine größtmögliche Lebensdauer zu erzielen.



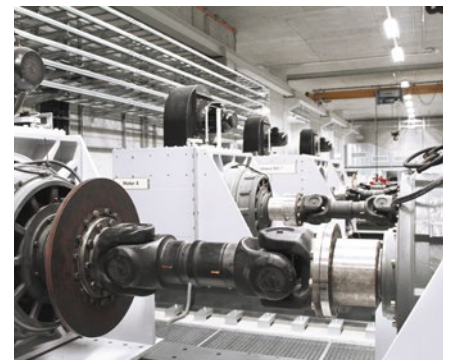
### Intelligente Steuerung

Das eigens entwickelte Steuerungssystem ermöglicht schnelle, präzise Regelungsvorgänge und zuverlässige Schutzfunktionen.



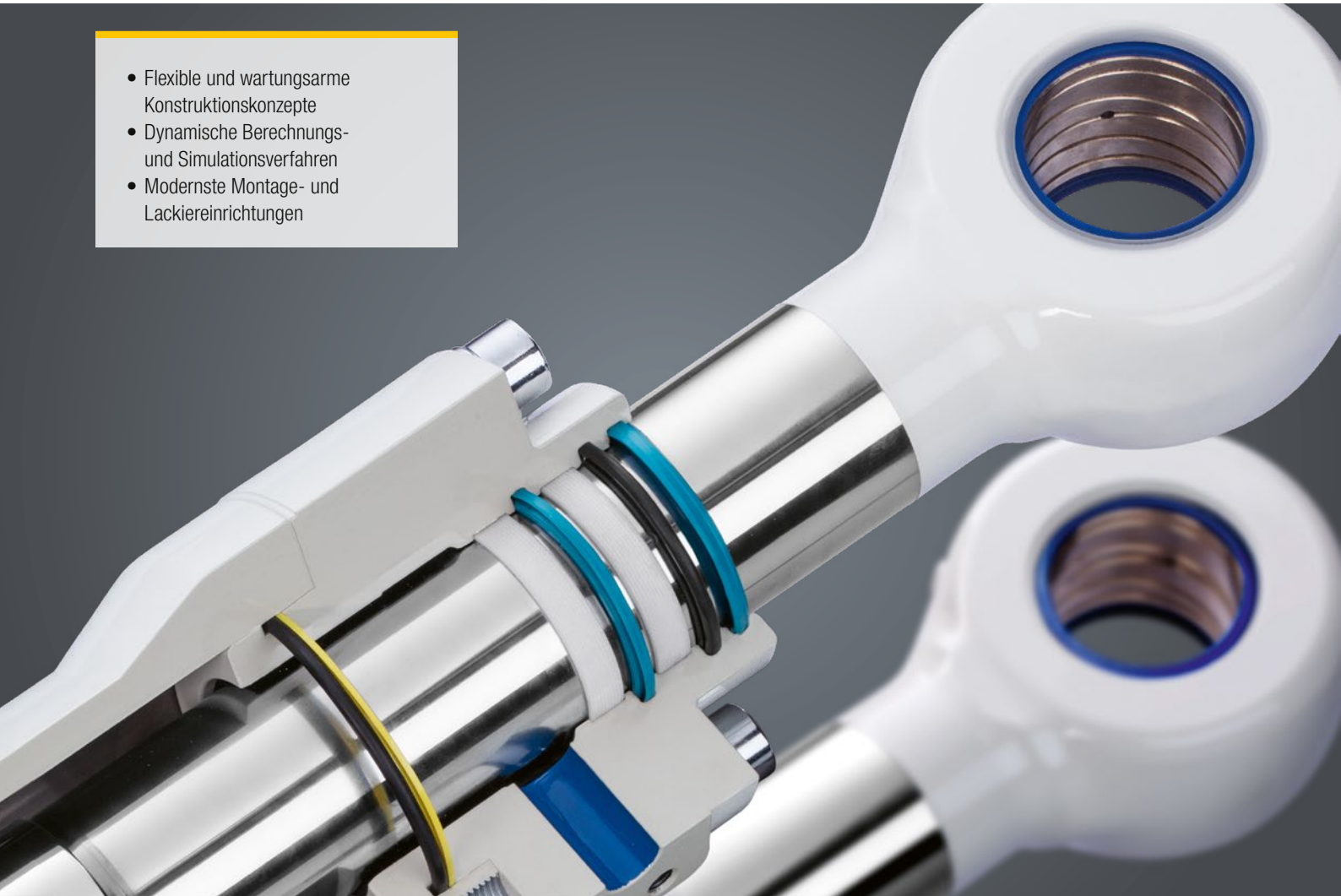
### Hohe Lebensdauer

Alle Systemkomponenten werden ausführlichen Prüfungen und Qualitätstests unterzogen.



# Hydraulikzylinder

- Flexible und wartungsarme Konstruktionskonzepte
- Dynamische Berechnungs- und Simulationsverfahren
- Modernste Montage- und Lackiereinrichtungen



Am Liebherr Gründungsstandort Kirchdorf an der Iller entwickelt und produziert die Firmengruppe seit 1958 Hydraulikzylinder. Die Produktpalette reicht von höchstbeanspruchbaren Serienzylindern für dynamische Anwendungen über dauerfeste Großzylinder und Dämpfer bis hin zu Leichtbau- und Sonderzylindern. Die langjährige Erfahrung in einer Vielzahl von Anwendungen kommt Liebherr bei der Entwicklung von Zylindern für Windkraftanlagen zugute.



# Präzises und zuverlässiges Arbeiten unter höchsten Anforderungen

## Langlebigkeit und hohe Verfügbarkeit

Durch eine flexible, auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasste, Konstruktion, wie beispielsweise durch geschraubte Zylinderausführungen oder in Form eines Zugankerprinzips, erreicht Liebherr maximale Effizienz im Dauerbetrieb. Die auf Vibrationseinflüsse und hochfrequentes Arbeiten mit kurzen Hübten ausgelegten Dichtsysteme arbeiten reibungsarm und Leckage-frei.

Liebherr-Zylinder sind sowohl für den On- als auch für den Offshore-Einsatz geeignet. Für einen optimalen Korrosionsschutz steht eine breite Palette an speziellen Kolbenstangenbeschichtungen und Zylinderlackierungen zur Verfügung.

## Entwicklung und Qualität

Bei der Entwicklung kommen modernste statische und dynamische Berechnungs- und Simulationsverfahren zum Einsatz. Diese geben u. a. Aufschluss über das Materialverhalten und die Vibrationsbeständigkeit und erlauben so eine optimale Material- und Dichtungsauswahl unter Berücksichtigung der zyklischen Belastung über die Lebenszeit des Hydraulikzylinders. Die wartungsarme Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten verifiziert Liebherr unter anderem durch hochzyklische Dauertests auf speziellen Puls-Prüfständen unter realistischen Einsatzbedingungen. Modernste Montage- und Lackiereinrichtungen mit einem hohen Automatisierungsgrad gewährleisten zudem jederzeit Prozessstabilität und die Möglichkeit, flexibel auf Bedarfsveränderungen des Kunden zu reagieren.

Darüber hinaus trägt Liebherr den hohen eigenen Qualitätsanforderungen durch fortlaufende Materialprüfungen sowie durch eine kontinuierliche Prozessüberwachung Rechnung. Die Abnahme der Hydraulikzylinder ist durch verschiedene Klassifizierungsgesellschaften möglich. Dazu gehört beispielsweise das DNV Type Approval.

## Vom Einzelprodukt zum Komplettsystem

Neben dem einzelnen Hydraulikzylinder bietet Liebherr seinen Kunden auch komplette Hydrauliksysteme an. Hierzu werden kundenspezifische Hydraulikaggregate und Kolbenspeichersysteme im eigenen Haus entwickelt und produziert. Passende Steuer- und Ventileinheiten runden das Angebot als Systemlieferant ab.

### Anforderungsgerechte Auslegung

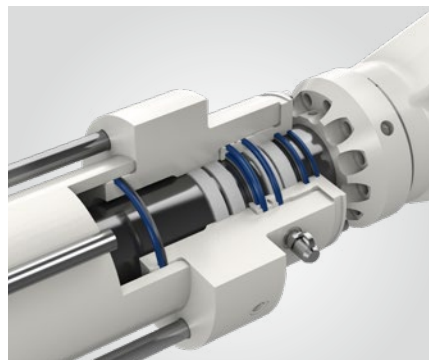
Kundenspezifische und flexible Konstruktionskonzepte erlauben weltweite Verfügbarkeit und Service.

### Wartungsarme Konstruktion

Bereits in der Entwicklung werden die Komponenten auf minimale Wartung sowie einfachste Service-Bedingungen im Einsatz ausgelegt.

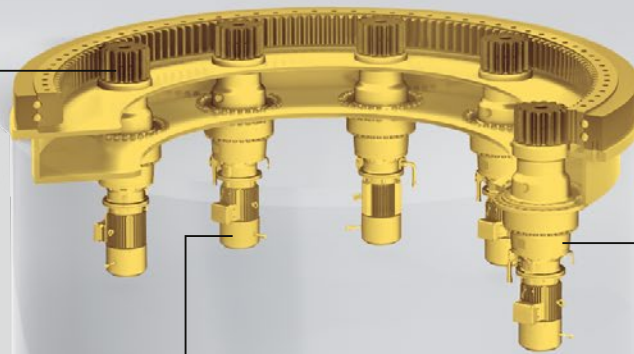
### Vielfache Ausstattungsoptionen

Optional können die Zylinder mit verschiedenen Sensoren, Dämpfungen sowie spezifischen Schnittstellen und Hydraulikanschlüssen ausgestattet werden.

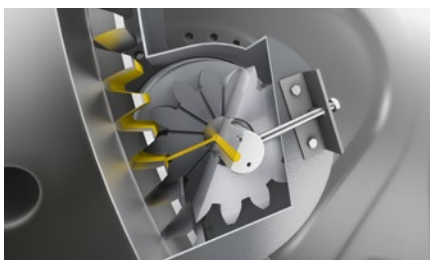


# Systemdenken und Know-how

- Modularisierung auf Basis von Standardkomponenten
- Vielfältige Konfigurationsmöglichkeiten
- Optimierte Wertschöpfungskette – mehr Flexibilität



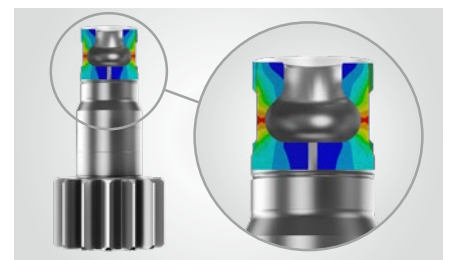
## Integriertes Schmiersystem



## Elektrisches Bremssystem



## Überlastschutz

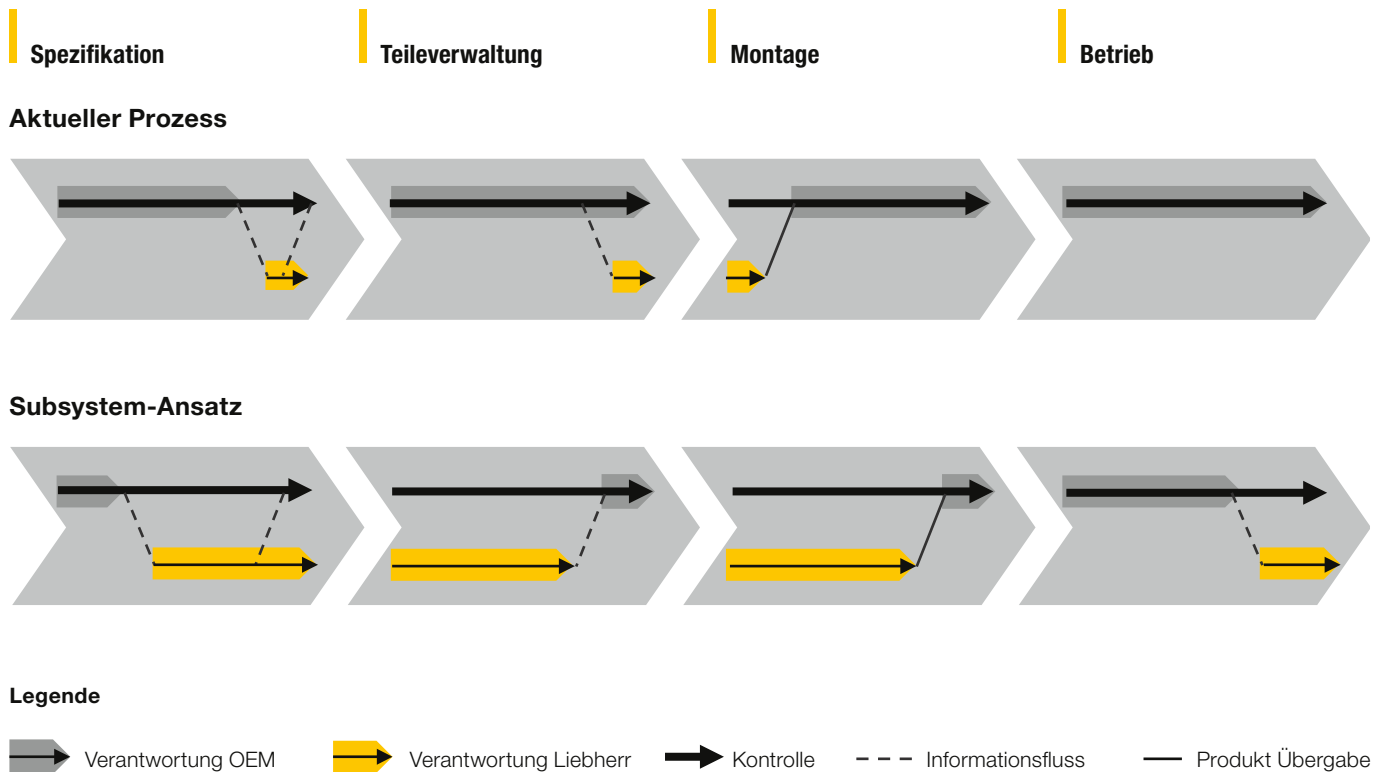


Flexibilität auf einem neuen Level: Das Azimutmodul-Konzept ermöglicht eine anwendungsspezifische, kostenoptimierte Modularisierung auf Basis von Standardprodukten ohne geometrische Einschränkungen. Auch die Naben- und Gondelbaugruppen könnten auf der Grundlage eines Subsystemansatzes optimiert werden. Wie kann auch Ihr Unternehmen von einem Subsystem-Ansatz von Liebherr profitieren?



# Der Subsystem-Ansatz

Die Implementierung eines Subsystems als einbaufertiges Modul ermöglicht es, Prozesse zu vereinfachen und die Ressourcenallokation entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu reduzieren.



- Spezifikation**  
 Eine allgemeine Teilsystem-Spezifikation anstelle von vielen Einzelnen für jede Komponente
- Teilverwaltung**  
 Modul-Management anstelle von individuellem Management für jede integrierte Komponente
- Montage**
  - Keine spezifische Produktionslinie nötig
  - Funktionstest wird von Liebherr durchgeführt
  - Das Modul wird an den Aufbauort der Anlage geliefert, bereit zur Installation
- Betrieb**
  - Leichter Zugang für Service-Tätigkeiten
  - Ein System – ein Ansprechpartner

# Ein starker Partner für die Windindustrie

Liebherr bietet eines der vielfältigsten Portfolios von allen Zulieferern für die Windindustrie. Von der Verzahnmaschine, mit welcher die anspruchsvollen Blatt- und Azimutlager bearbeitet werden bis hin zu On- und Offshore Kranen, Baggern und Betonmischern, die bei der Errichtung von Windparks zum Einsatz kommen. Liebherr ist jederzeit ein verlässlicher Partner für die Windindustrie.

## **Beton-Mischanlagen**

Beton-Mischanlagen von Liebherr sorgen dafür, dass der benötigte Beton für Turmelemente und die Fundamente moderner Windkraftanlagen in hoher Qualität zur Verfügung steht.

## **Turmdrehkrane**

Für die Errichtung von Windkraftanlagen mit Nabhöhen ab 110 m in Schwachwindgebieten wurden von Liebherr spezielle Turmdrehkrane entwickelt.

## **Mobilkrane**

Für immer leistungsstärkere Anlagen und zunehmend höhere Türme entwickelt Liebherr leistungsoptimierte Mobilkrane und Auslegersysteme mit besonders hohen Traglasten.







### **Hafenmobil- und Schiffskrane**

Hafenmobil- und Schiffskrane von Liebherr transportieren und verladen schwere Windkraftkomponenten z.B. auf Schiffe, Jack-up Vessels, Tieflader oder Güterwagons.

### **Verzahnungs- und Automatisierungslösungen**

Großwälzlager für die Rotorblatt- und Azimutverstellung werden auf hochpräzisen Liebherr-Verzahnmaschinen gefertigt. Mit Automatisierungssystemen von Liebherr können Rotorblätter wirtschaftlich bearbeitet werden.

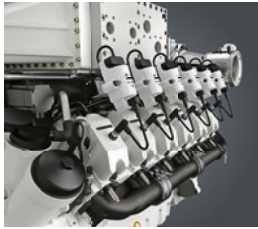
### **Raupenkrane**

Liebherr bietet Raupenkrane in verschiedenen Leistungsklassen an, die beim Aufbau von Windkraftanlagen zum Einsatz kommen.

### **Schlüsselkomponenten für Windkraftanlagen**

Liebherr liefert mit Großwälzlagern, Drehantrieben, Elektromotoren, Hydraulikzylindern und Umrichterlösungen das gesamte Produktspektrum für die elektromechanische und hydraulische Rotorblatt- und auch die Azimutverstellung in Windkraftanlagen. Zusätzlich liefert Liebherr nun Hauptlager und Voll-Frequenzumrichtersysteme für 2MW-Turbinen und größer.

# Liebherr Components



Gasmotoren



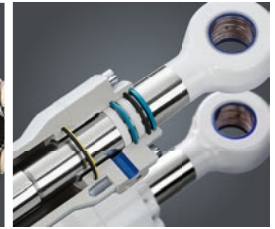
Dieselmotoren



Einspritzsysteme



Axialkolbenhydraulik



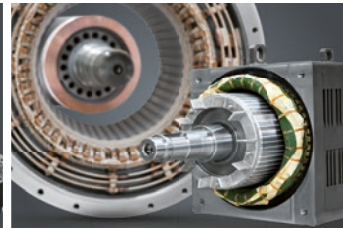
Hydraulikzylinder



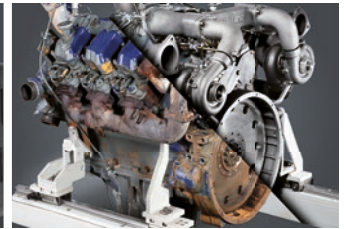
Großwälzlager



Getriebe und Seilwinden



Elektrische Maschinen



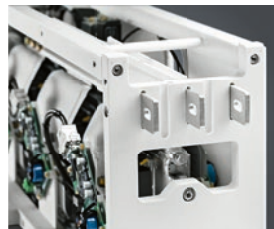
Aufarbeitung von Komponenten



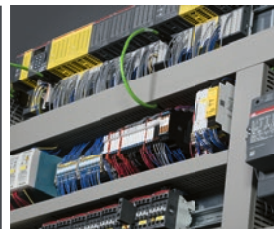
Mensch-Maschine-  
Interfaces und Gateways



Steuerelektronik und  
Sensorik



Leistungselektronik



Schaltanlagen



Software

Von A wie Antriebsgruppe bis Z wie Zahnkranz – die Sparte Komponenten der Firmengruppe Liebherr bietet ein breites Spektrum an Lösungen im Bereich der mechanischen, hydraulischen, elektrischen und elektronischen Antriebs- und Steuerungstechnik. Die leistungsfähigen Komponenten und Systeme werden an insgesamt zehn Fertigungsstandorten weltweit nach höchsten Qualitätsstandards produziert. Mit der Liebherr-Components AG und den regionalen

Vertriebsniederlassungen haben unsere Kunden zentrale Ansprechpartner für alle Produktlinien.

Liebherr ist Ihr Partner für den gemeinsamen Erfolg: von der Produktidee über die Entwicklung, Fertigung und Inbetriebnahme bis hin zu Customer-Service-Lösungen wie die Aufarbeitung von Komponenten.

[components.liebherr.com](http://components.liebherr.com)