


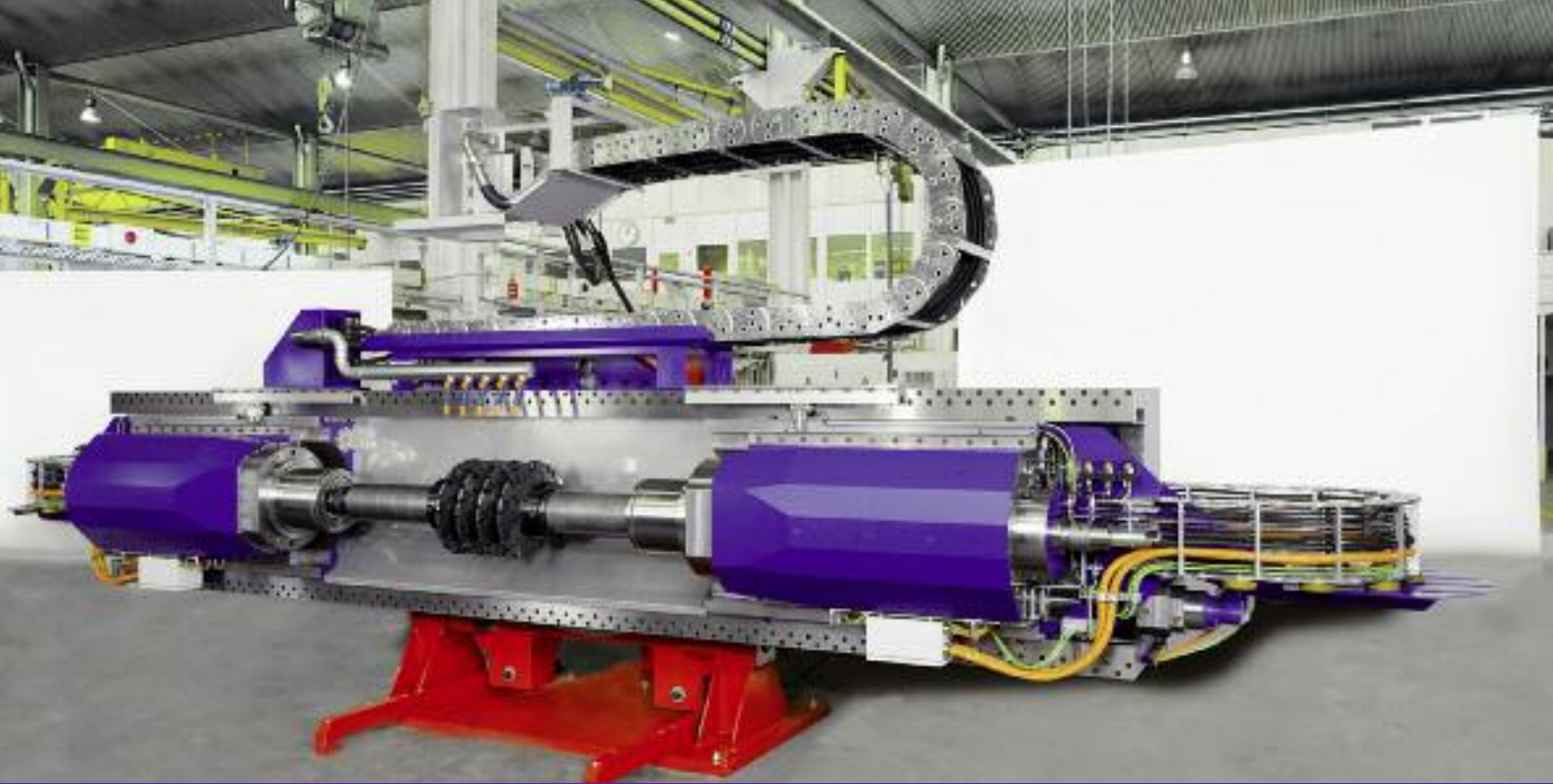
WIND-KRAFT

Journal & **NATÜRLICHE ENERGIE**

Ausgabe 4/2010
30. Jahrgang
Preis : 4 Euro



**Produktion eines Liebherr-
Großwälzlers auf einer
Verzahnungsmaschine
von Liebherr**



Lösungen von Liebherr für die Windindustrie

Seit mehr als 60 Jahren steht Liebherr für ein anspruchsvolles, nutzenorientiertes Produkt- und Leistungsangebot auf vielen Gebieten der Technik. Dazu gehören nicht nur Krane und Baumaschinen, Geräte für den Güterumschlag, Luftfahrtausrüstungen oder Kühl- und Gefriergeräte, sondern auch Komponenten der mechanischen, hydraulischen sowie elektrischen Antriebs- und Steuerungstechnik.

Liebherr ist ein starker Partner für die Windindustrie.

Ob Fahrzeugkrane, Erdbewegungsgeräte, maritime Krane, Komponenten oder Werkzeugmaschinen – je nach Anforderung kommen unterschiedliche Produkte der Firmen- gruppe zum Einsatz. Erdbewegungs- geräte und Krane von Liebherr haben sich beim Bau von Windparks seit Jahrzehnten bewährt. Neben Teleskop-Mobilkränen bietet Liebherr zur Aufstellung von Windkraft- anlagen sowohl Gittermast-Mobilkran- ne als auch Raupenkrane in ver- schiedenen Leistungsklassen an. Der Entwicklung immer leistungs- stärkerer Anlagen und immer höhe- rer Türme begegnet Liebherr mit lei- stungsoptimierten Kranen und neuen Auslegersystemen, die auf die Be-

dürfnisse der Windindustrie abge- stimmt sind.

Auch für die Aufstellung von Windkraftanlagen auf See bietet Liebherr überzeugende Lösungen.

Sämtliche Anforderungen können dabei realisiert werden: dieselbetrie- bene oder elektrische Antriebsein- heiten, explosionsgeschützte Krane oder Schutzzonen-Krane sowie Krane für Umgebungstemperaturen bis 50°C und spezielle Hübe bis 2.000 m unter dem Meeresspiegel. Liebherr-

Drehantriebe für Pitch- und Azimutverstellung



Krane sind nicht nur bei der Aufstel- lung von Offshore-Windkraftanlagen sondern auch auf Öl- und Gasplatt- formen sowie bei Offshore- und Un- terseer-Arbeiten erfolgreich im Ein- satz.

Die Krane von Liebherr sind aus- nahmslos mit Schwenksystemen ausgerüstet, die aus Großwälzlagern und Antrieben aus eigener Entwick- lung und Produktion bestehen.

Das in Jahrzehnten erworbene Know-How von Liebherr im Bereich Komponenten unter anderem für Baumaschinen wird längst auch von der Windindustrie nachgefragt. Liebherr ist der einzige Hersteller welt- weit, der nicht nur einzelne Kompo- nenten für Windkraftanlagen, son- dern mit Großwälzlagern, Drehan- trieben, Elektromotoren und Zylindern das gesamte Verstellsystem für die Rotorblatt- und Azimutverstellung liefern kann.

Für die Blatt- und Azimut-Verstellung werden einreihige und zweireihige Vierpunktlager in einem Durchmes- ser-Bereich von 400 bis 6.000 mm mit oder ohne Verzahnung angebo- ten. In Spezialfällen kommen auch Rollendrehverbindungen zum Ein- satz. Als Rohteile werden nahtlos ge-



Neben der Fertigung von Großwälzlagern und Antrieben für Pitch- und Azimutverstellung produziert Liebherr auch Verzahnungsmaschinen, mit denen Großwälzlager und Getriebeteile bearbeitet werden. Derzeit wird eine der größten Wälzfräsmaschinen der Welt in Betrieb genommen, die Großwälzlager mit bis zu 10 m Durchmesser bearbeiten kann.

Oben : Auf der Liebherr-Wälzfräsmaschine LC 6000 können z.B. außenverzahnte Azimutlager bis 6 m gefertigt werden. Linke Seite : Schon die Werkzeugaufnahme der neuen Wälzfräsmaschine LC 10000 hat beeindruckende Dimensionen.

walzte Ringe aus hochwertigem Vergütungsstahl von namhaften Walzwerken bezogen. Alle weiteren Bearbeitungs- und Montageschritte bis zum einbaufertigen Lager finden im Liebherr-Werk in Biberach an der Riss, Deutschland, statt. Ein durchgängiges, computergestütztes Qualitätsmanagementsystem sorgt für

höchste Qualität und Lebensdauer. Die von Liebherr gefertigten Drehantriebe zur elektromechanischen Verstellung der Rotorblatt- und Turmlager können mit Fremdmotoren oder mit Liebherr-Eigenentwicklungen ausgerüstet werden. Für die Windkraft wurden bisher Getriebe mit einem maximalen statischen Abtriebs-

moment von über 200.000 Nm und einer Verzahnung von Modul 30 am Abtriebsritzel realisiert. Die beengten Platzverhältnisse in den Maschinenhäusern von Windkraftanlagen erfordern kompakte Konstruktionen. Deshalb zeichnen sich die integral gebauten Liebherr-Getriebe immer durch ein optimales Gewichts-Lei-



Komponenten für Pitch- und Azimutverstellung. Der kritische Prozess in der Großwälzlagerherstellung ist die Härtung der besonders beanspruchten Flächen, also der Lagerlaufbahnen und der Verzahnungen.

Rechts : Härtung eines innenverzahnten Rings





Mit Wälzstoßmaschinen von Liebherr lassen sich wirtschaftlich Innenverzahnungen herstellen. Im Bild sind Planetenträger von Drehantrieben zu sehen.

stungsverhältnis aus. Die mehrstufigen, koaxialen Planetengetriebe werden flexibel an Kundenanforderungen angepasst und es sind Bauformen mit kurzem oder langem Abtriebsstock erhältlich. Außerdem um-

fasst die Produktpalette Drehantriebe mit Winkelstufe. Zylinder zur hydraulischen Blattverstellung ergänzen den konsequent verfolgten Systemgedanken. Sie werden auf der Messe Husum Win-

dEnergy dieses Jahr das erste Mal dem breiten Fachpublikum vorgestellt. Damit bildet Liebherr auch die hydraulische Rotorblattverstellung in seinem Produktportfolio ab.

In der Windindustrie arbeitet Liebherr mit nahezu allen namhaften Anlagenherstellern zusammen und hat bis heute mehr als 10.000 Windkraftanlagen ausgerüstet. Das Produktspektrum reicht dabei von Komponenten für 800 kW-Anlagen bis hin zu Lösungen für Multi-Megawatt-Turbinen im Offshore-Einsatz. Für jede Kundenanforderung können individuelle Lösungen erstellt werden.

Flexible Fertigungsprozesse und schlanke Organisationsstrukturen erlauben die wirtschaftliche Fertigung von Klein- und Großserien, Standorte in vielen Ländern der Welt ermöglichen eine schnelle Verfügbarkeit aller Teile.

Verzahnungen der Großwälzlager und Getriebe fertigt Liebherr auf Verzahnungsfräs- und Stoßmaschinen aus eigener Produktion. Von den jährlich etwa 300 produzierten Einheiten finden vor allem Maschinen für große Geometrien ihren Weg zu Zulieferern der Windindustrie, die darauf z.B. Teile für Hauptgetriebe fertigen.

Hochpräzise Verzahnmaschinen von Liebherr für die Herstellung von Komponenten

Höher, größer und vor allem wartungsarm – das sind die Anforderungen an moderne Windenergieanlagen für den Onshore- und Offshore-Einsatz. Zum einen werden die Anlagen immer leistungsfähiger, zum anderen sind die Anforderungen an die Lebensdauer und die Servicefreundlichkeit der eingesetzten Bauteile und Komponenten so hoch, dass deren Hersteller große Anstrengungen unternehmen müssen, um diese zu erfüllen. Heutige Anlagen werden für eine Betriebsdauer von mehr als 20 Jahren entwickelt – nur so ist ein wirtschaftlicher Einsatz möglich. Alle Bauteile müssen also höchsten Qualitätsanforderungen entsprechen.

Dazu tragen die Verzahnmaschinen von Liebherr maßgeblich bei, denn diese Maschinen beeinflussen die Fertigungsqualitäten aller verzahnten Teile in einer Windenergieanlage.



Liebherr-Schleifmaschinen sorgen für perfekte Oberflächen, hier am Beispiel einer Außenverzahnung.



Die Liebherr-Schleifmaschine LCS 1000 ist die größte Maschine des Baukastensystems und schleift Verzahnungen in Werkstücken bis 1m Durchmesser. Sie gehört zu einem Baukastensystem mit dem Verzahnungen bis 1,2m geschliffen werden können.

ge, wie beispielsweise Großwälz-
lager für die Rotorblatt- und Azimutver-
stellung.

Die Verzahnungen auf dem Lager
werden auf Verzahnungsfräsmaschi-
nen im Wälz- und Formverfahren in
DIN-Qualität 8 - 10 fertig gefräst und
anschließend gehärtet. Für die Ferti-
gung der Außenverzahnungen, wie
sie z.B. bei Azimutlagern benötigt
werden, wird hauptsächlich das pro-
duktive und qualitativ hohe Wälzfräs-
verfahren eingesetzt. Als Maschinen-
typen kommen die Typen LC 2000 -
LC 6000 in Frage, die einen maxima-
len Durchmesserbereich von 2.000
bis 6.000 mm abdecken. Für innen-
verzahnte Pitchlager mit einem
Durchmesser von mehr als einem
Meter können Liebherr-Fräsmaschi-
nen mit einem Innenfräskopf zum
Profilfräsen ausgerüstet werden.

Die rasante Leistungssteigerung bei
Windkraftanlagen führte neben
größeren Turmhöhen und längeren
Rotorblättern auch zu größeren La-
gern. So hat bei einer typischen 700
bis 800 kW-Anlage das Azimutlager

einen Durchmesser von etwa 1.500
mm. Bei den derzeit größten Wind-
kraftanlagen im Bereich von 5 MW –
6 MW kommen dagegen schon Wälz-
lager mit einem Durchmesser von
über 5.500 mm zum Einsatz.

**Da die Entwicklung weiter so dyna-
misch verlaufen wird und bereits
10 MW-Anlagen für Offshore-Projekte
in Planung sind, ist damit zu rechnen,
dass die Durchmesser der benötigten
Großwälzlager weiter zunehmen.**



**Mit der Entwicklung einer Maschine,
die Durchmesser von bis zu 10 m bear-
beiten kann, ist Liebherr dafür gerü-
stet.**

Der Kundennachfrage folgend hat
Liebherr die CNC-Wälzfräsmaschine
LC 10000 auf den Markt gebracht
und setzt mit einer Serie von Wälz-
fräsmaschinen für Schneidarbeiten
von 8 m bis zu 16 m Durchmesser ei-
nen neuen Standard.

Bei der Fertigung von Bauteilen der
Blattverstell- und Azimutgetriebe so-
wie des Hauptgetriebes, wie z.B.
Planetenräder, Hohlräder und Son-
nenradwellen sind ganz andere An-
forderungen ausschlaggebend. Hier
geht es nicht um Größe, sondern um
die Produktion hoher Stückzahlen.
Daher sind bei der Produktion dieser
Getriebeteile wirtschaftliche Auto-
mationslösungen zum Be- und Entla-
den der Maschine gefragt. Zum Lie-
ferumfang gehören bei Liebherr da-
her Transportbänder, Ringspeicher
und Regalspeichersysteme. Bei den
Getriebebauteilen bestehen sehr ho-
he Anforderungen an die Ober-
flächenqualität, daher werden sie
nach dem Verzahnungsfräsen- oder

Stößen fast immer geschliffen. Ein Beispiel sind die mit hohen Drehzahlen rotierenden Bauteile des Hauptgetriebes, bei denen nach dem Härten auf DIN-Qualität 1-3 geschliffen wird, in Verbindung mit einer sehr hohen Teilungsgenauigkeit im Bereich von Qualität 1. Dazu kommen besondere Profil- und Flankenmodifikationen, sowie Oberflächengüten von $Ra < 0,4$.

Für das Schleifen von Verzahnungen im Modulbereich ab 8 mm wird das Profilschleifverfahren eingesetzt. Für Module bis 14 mm bietet Liebherr auch das produktive Wälzschleifen an, mit dem sich die Bearbeitungszeit um bis zu zwei Drittel reduzieren lässt, was bei steigenden Stückzahlen enorme wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt.

Liebherr-Schleifmaschinen der LCS-Baureihe sind sowohl für das Wälz- als auch für das Profilschleifen konzipiert. Bei Bedarf können beide Verfahren auch in Kombination eingesetzt werden, um die jeweiligen Vorteile auszuspielen.

Bei Innenverzahnungen mit weniger als einem Meter Durchmesser, wie sie in Hauptgetriebe, Azimut- und Blattverstellgetriebe vorkommen, ist das Wälzstoßen das vorherrschende

Weichbearbeitungsverfahren. Liebherr bietet für dieses Verfahren die Wälzstoßmaschinen vom Typ LFS 500 – 1600 an.

Die obenstehende Aufzählung zeigt die große Bandbreite an Fertigungsmöglichkeiten, die mit der Maschinenteknik von Liebherr abgedeckt werden kann: Wälzfräsen, Wälzstoßen sowie Wälz- und Profilschleifen. Jede Maschine wird nach Kundenspezifikation gebaut und ständig werden die Möglichkeiten durch die Umsetzung neuer Kundenanfragen erweitert.

In über 50 Jahren hat Liebherr ein hoch komplexes Baukastenprinzip für Verzahnungsmaschinen entwickelt, welches die Realisierung unterschiedlichster Technologien in einer Baureihe ermöglicht.

Dieser „Baukasten“ besteht aus einer Vielzahl praxiserprobter, meist seriengefertigter Module, einer Datenbank mit ca. 50.000 Verkaufspositionen und einer tiefen Werkzeugkompetenz, welche den konzeptionellen und konstruktiven Grundstock einer jeden Maschine bilden. Konstruktive Sonderleistungen ergeben sich in aller Regel aus Kundenwünschen beziehungsweise -vorschriften in Hinsicht auf Lärmschutz, Verkabelung, Steuerung oder Automatisie-

rung. Mit dem über lange Jahre entwickelten Komponentenbaukasten kann Liebherr seinen Kunden als Entwicklungspartner und kompetenter Berater auf einer gesicherten technischen Basis Verfahrens- und Prozesssicherheit bieten und technologische Fehlentwicklungen von vornherein ausschließen.

Neben notwendigen konstruktiven Anpassungen der Maschinen auf Kundenwunsch betreibt Liebherr auch grundlegende Entwicklungsarbeit, etwa im Bereich Energieeffizienz. Bei hydraulischen Stoßmaschinen konnte im Test über eine bedarfsgerechte Optimierung der Antriebsleistung die ins System eingespeiste Energie bereits um 28 % reduziert werden.

LIEBHERR

Weitere Informationen:

Liebherr-Werk Biberach GmbH

Postfach 16 63, 88396 Biberach

Telefon: +49 7351 41-410

Fax: +49 7351 41-2717

E-Mail:

info.components.lbc@liebherr.com

Internet: www.Liebherr.com



Bild links: Mit dem neuen Liebherr-Raupenkran LR 1600/2-W können 3 MW-Windkraftanlagen auf 100 m-Türmen montiert werden, ohne dass ein Derrick-System aufgebaut werden muss. Mit seinem lediglich 5,8 m breiten Raupenfahrwerk kann der voll ausgerüstete 600-Tonner auf den schmalen Wegen in Windparks von einer Anlage zur nächsten verfahren werden. Zur Hubarbeit wird der Kran abgestützt.

Bild rechts : Der 300-Tonner LR 1300 SX im Bild unten ist einer der erfolgreichsten Liebherr-Raupenkrane. In der neuen Ausstattungsvariante LR 1300 SX verfügt er über eine neu entwickelte Schwerlastspitze für den Einsatz bei Windkraftmontagen und Servicearbeiten. Hierfür ist auch ein schmaler, teleskopierbarer Unterwagen erhältlich, der das wirtschaftliche Versetzen des Krans unter eingeschränkten Platzverhältnissen gewährleistet.

