



Erhebliche Senkung des Zeitbedarfs für den Werkstückwechsel

## Automatisierte Zentrierung verbessert Maschinennutzung beim Fräsen von Großzahnradern

*Die Nutzung von Produktivitätsreserven durch Automatisierung des Teilehandlings ist eine Frage der Stückzahlen. Bei Zahnradern für Großgetriebe waren diese meist zu niedrig. In Partnerschaft mit einem Kunden, der Getriebe für*

*Windenergieanlagen fertigt, gelang der Fa. Gleason-Pfauter jetzt die Automatisierung der Werkstückzentrierung bei einer Anlage für das Fräsen von Großverzahnungen. Dank erheblich verkürzter Nebenzeiten stieg die Produktivität deutlich.*

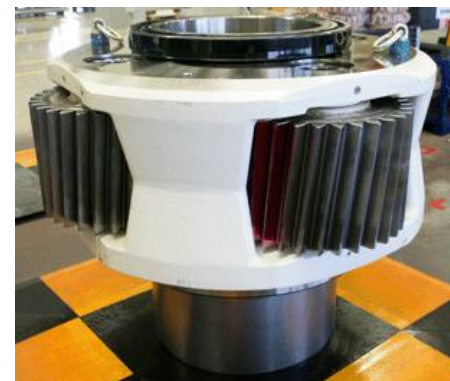
„Die Herstellung von Getrieben für die Windenergie hat ihre ganz eigenen Herausforderungen“, weiß Dipl.-Ing. Jeannot Pinkert, Fertigungsleiter der Fa. Eickhoff Wind Power GmbH in Klipphausen. Das Unternehmen, das zur Sparte Antriebstechnik der Gebr. Eickhoff Unternehmensgruppe in Bochum gehört, hat sich konsequent auf die Fertigung von Getrieben für Windenergieanlagen der 2,5 MW-Klasse spezialisiert. Von diesen Getrieben, welche die langsame Drehzahl des Rotors um einen Faktor von rund 100 auf die wesentlich höheren Werte des Generators umsetzen, wird zu allererst höchste Zuverlässigkeit erwartet. Oben auf dem Turm würden Reparaturen oder gar ein Austausch geradezu astronomische Summen verschlingen: Allein für die Bereitstellung des erforderlichen Krans wären Kosten in einer



Größenordnung von teils deutlich über 100.000,- € zu veranschlagen. Die Kundenforderung von mindestens 20 Jahren störungsfreien Betriebs im rauen Umfeld einer Maschinengondel, wo die Technik stark schwankenden Temperaturen, hoher Feuchtigkeit und ständigen Vibrationen ausgesetzt ist, stellt höchste Anforderungen an die Qualität des Materials und die Präzision der Bearbeitung. Verschärft werden diese Vorgaben noch durch die Forderung nach größtmöglicher Gewichtseinsparung, denn das Gondelgewicht ist ein kritischer Faktor, der so niedrig wie möglich zu halten ist. Hinzu kommt noch der Zwang zu ständiger Senkung der Kosten, denn nur so kann der Anlagenhersteller in einem internationalen Markt zu wettbewerbsfähigen Preisen anbieten.

### Kostensenkung wesentlicher Faktor

„Das ständige Bemühen um Kostensenkungen ist daher eine zentrale Forderung des Marktes“, ergänzt J. Pinkert. Um dem zu entsprechen, muss auch bei der Getriebeproduktion jede Möglichkeit zur rationelleren Fertigung wahrgenommen werden. Das beginnt schon bei der Konstruktion, wo es darauf ankommt, trotz vielfältigster Anforderungen die Zahl der Typen durch Modularisierung und intelligente Variantenbildung soweit wie möglich zu verringern. Dies ist Voraussetzung für die Herstellung größerer Stückzahlen und damit für die Senkung von Kosten. Darüber hinaus muss man natürlich auch den



gesamten Fertigungsprozess in all seinen Stufen auf den Prüfstand stellen und auf mögliche Einsparpotenziale hin abklopfen. Dies gilt auch für die Herstellung der Verzahnungen.



### Von der Einzelstückfertigung...

„Bei Großgetrieben dominiert in der Regel die Einzelstück- bzw. Kleinserienfertigung“, sagt Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Gross, Gebietsverkaufsleiter bei Gleason-Pfauter in Ludwigsburg. Wichtigster Grund hierfür ist die Tatsache, dass es sich bei großen Maschinen bzw. Anlagen oft um Spezialanfertigungen handelt, deren Eigenschaften genau auf den Einsatzbereich hin optimiert werden. Dies gilt natürlich auch für die darin verwendeten Getriebe. So gut wie stets sind dies Sonderausführungen, die einzeln oder nur in sehr kleinen Losgrößen produziert werden. Dementsprechend niedrig ist naturgemäß auch der

Automatisierungsgrad des Werkstückhandlings der für die Verzahnungen verwendeten Fräs- und Schleifmaschinen. Wichtiger Hinderungsgrund für eine Automatisierung sind nicht zuletzt die Dimensionen der Werkstücke. Durchmesser teils weit über 1.000 mm und Gewichte bis in den Tonnenbereich machen die Herstellung geeigneter Vorrichtungen und Aufnahmen oft unwirtschaftlich. Neben der erheblichen Kapitalbindung würde deren Lagerhaltung zudem erhebliche Aufwendungen im Bereich der betrieblichen Logistik verursachen.



### mit manueller Aufspannung....

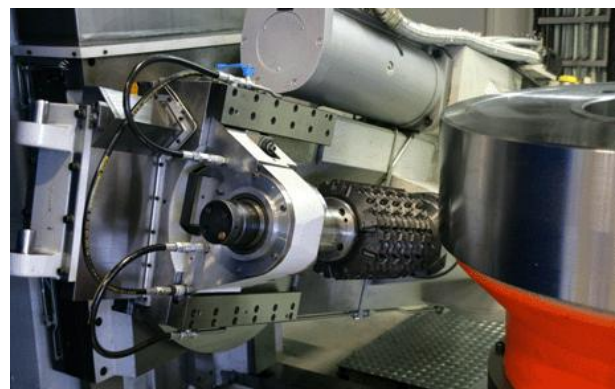
„Entsprechend langwierig war daher bisher der Prozess des Beladens und Ausrichtens von Werkstücken in den Verzahnungs-Fräsmaschinen“, erläutert Christoph Schneider, Leiter Konstruktion Werkstückwechselsysteme und Aufspannungen bei Gleason-Pfauter in Ludwigsburg. So wurden die vorbereiteten Rohlinge für sogenannte Bohrungsteile – Zahnräder mit axialer



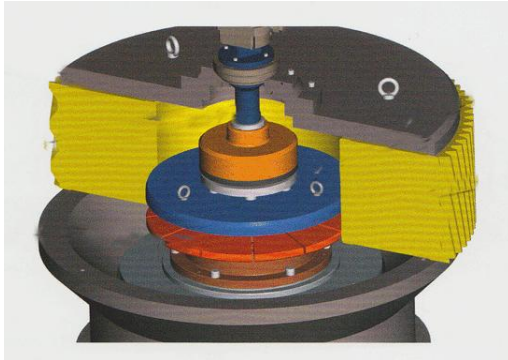
Durchgangsbohrung – bisher manuell mit Hilfe eines Krans auf entsprechende Aufspannvorrichtungen gelegt und dabei mit Hilfe eines Zentrierrings grob vorzentriert. Die Feinausrichtung erfolgte anschließend mit Hilfe eines Aluminiumhammers. Der entsprechende Zeitaufwand dafür betrug ca. 30 min. Dies bedingte eine Einschränkung der Anlagenverfügbarkeit von rund 20-25 %. Mit der konsequenten Ausrichtung des Werks in Klipphausen auf die Herstellung eines eng begrenzten Typenprogramms im Multi-MW-Bereich legte Eickhoff die Grundlagen für den Übergang zur Serienfertigung. Dadurch wurde es möglich, einzelne Maschinen nahezu ausschließlich für die Produktion bestimmter Komponenten vorzusehen.

### Die Automatisierung wurde in Partnerschaft...

„Für uns ergab sich so eine gute Gelegenheit, in Partnerschaft mit Eickhoff Wind Power eine geeignete Lösung zur Einsatzreife zu bringen“, freut sich W. Gross. Dies entspricht der Firmenphilosophie von Gleason, seinen Kunden nicht einfach Anlagen hinzustellen. Man sehe sich vielmehr als Partner mit Verantwortung für komplette Produktionslösungen, die alle Aspekte von der Maschine über das Werkzeug, die Aufspannung bis zu Fragen der Logistik und des Handlings beinhalten. Die entsprechende Abteilung in Ludwigsburg hat bereits zahlreiche Aufspannlösungen für unterschiedlichste Bereiche der Zahnradherstellung entwickelt. Dazu gehört auch das Konzept X-Pandisk. Dahinter steckt die Idee, Bohrungsteile bereits beim Aufsetzen auf dem Auflagering vorab auszurichten und beim anschließenden Spannen automatisch mit der erforderlichen Genauigkeit zu zentrieren. Solche Entwicklungen könne man jedoch nur zusammen mit dem Kunden durchführen. Die Idee nämlich sei eine Sache, ihre Umsetzung in eine Ausführung, die den individuellen Anforderungen der unterschiedlichen Anwender standhält, stehe auf einem anderen Blatt.



## an die Praxis angepasst



„Diese Erfahrung machten wir jetzt auch bei der Installation der X-Pandisk-Lösung“, erinnert sich C. Schneider. Im Prinzip geht es hierbei darum, das Werkstück nach dem Vorzentrieren durch die Expansion einer geschlitzten Tellerfeder mit der geforderten Endgenauigkeit auszurichten. Dies erfolgt mit Hilfe der gleichen Zugstange, die auch den Druckdeckel anzieht, der das Werkstück auf dem Auflagering kraftschlüssig fixiert. Zu den entscheidenden Tricks gehört hierbei eine Entkopplung beider Bewegungen durch ein zusätzliches Federelement im Zugdorn. Dieses sorgt dafür, dass der Druckdeckel erst dann auf Spannung kommt, wenn die Zentrierung abgeschlossen ist.

Erwartungsgemäß, so C. Schneider, habe sich auch bei diesem Projekt gezeigt, dass die ursprünglich konzipierte Ausführung den individuellen Belangen des Kundenbetriebs angepasst werden musste. Optimierungsbedarf gab es insbesondere bei der oberhalb des Expansionselements angeordneten Scheibe, die das Vorzentrieren übernimmt. Hier zeigte sich, dass die Belastungen aufgrund der Pendelbewegung der tonnenschweren Rohlinge beim Einschwenken mit dem Kran auf Dauer zu hoch waren. Dadurch war die geforderte Betriebssicherheit der Ausrichtung auf Dauer nicht ausreichend zu gewährleisten. Unter Beteiligung beider Firmen wurde hierfür eine bessere Lösung gefunden. Diese beinhaltet eine mehrstufige Vorzentrierung mit Hilfe zusätzlich aufgeschraubter Kunststoff-Elemente. Diese wirken jetzt aufgrund ihrer Elastizität beim Kontakt mit dem Werkstück als Stoßdämpfer.



### Deutlicher Produktivitätsgewinn

„Darüber hinaus gab es noch weitere Detailverbesserungen, z. B. bezüglich der optimalen Durchmesserabstufungen zwischen der Vorzentrierung und dem expandierenden Zentrierelement“, erinnert sich J. Pinkert. Mit der von Fa. Gleason gebotenen Unterstützung sei man rundum zufrieden. Insgesamt habe die Einführungs- und Optimierungsphase nach der Erstinbetriebnahme rund neun Monate in Anspruch genommen, mit Unterbrechungen für die Überarbeitung der Vorrichtung bei Gleason-Pfauter. Inzwischen könne man

die Testphase als nahezu abgeschlossen betrachten. Die bisher noch routinemäßig vorgenommene Überprüfung des Rundlaufs mit Hilfe einer Messuhr wolle man in Kürze aufgeben, da sich gezeigt habe, dass die geforderte Genauigkeit von  $\pm 0,02$  mm prozesssicher eingehalten werde. Mit diesem abschließenden Schritt werden sich die Nebenzeiten für den Werkstückwechsel auf 1/3 der ursprünglichen Zeit reduzieren. Bezogen auf die Maschinenproduktivität entspreche dies einer Steigerung von rund 20 %.

*Klaus Vollrath*

### Vorschläge für Bildunterschriften

Bild 1:

Getriebe für Windenergieanlagen der Multimegawatt-Klasse im Auslieferungslager des Werks Klipphausen der Fa. Eickhoff Wind Power GmbH (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 2:

Mannschaftsleistung: Über den gemeinsamen Erfolg mit dem neuen Aufspannsystem freuen sich Dipl.-Ing. Jeannot Pinkert (Eickhoff Wind Power), Christoph Schneider (Gleason-Pfauter) und Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Gross (Gleason Sales) (v.r.) (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 3:

Das Verzahnungsfräsen erfolgt auf insgesamt drei Gleason-Pfauter-Maschinen des Typs P 1200 (Foto: Fa. Eickhoff Wind Power GmbH- Herr Pinkert)

Bild 4:

Ein bereits bestückter Planetenträger in der Baugruppenmontage (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 5:

Bei Zahnrädern für Großgetriebe machen Durchmesser teils weit über 1.000 mm und Gewichte bis in den Tonnenbereich die Herstellung geeigneter Aufspanvorrichtungen oft unwirtschaftlich (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 6:

Bei Werkstücken dieser Größe erfolgen Be- und Entladung manuell mit Hilfe eines Krans (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 7:

Nach der Vorzentrierung mittels eines Zentrierrings erfolgte die manuelle, zeitraubende Feinausrichtung mit Hilfe eines Aluminiumhammers (Fa. Eickhoff Wind Power GmbH- Herr Pinkert)

Bild 8:

Im Rahmen seiner Gesamtverantwortung für komplette Produktionslösungen berät Gleason auch bezüglich passender Werkzeugkonzepte (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 9:

X-Pandisk-Konzept: Beim Auflegen wird das Werkstück über einen Konus (blaue Scheibe) vorzentriert. Das von der Zugstange komprimierte Zentrierelement richtet es zunächst exakt aus, bevor es vom Druckdeckel fixiert wird Bild (Grafik: Gleason Pfauter)

10:

Blick in eine geöffnete X-Pandisk-Aufspannung. Der Zugdorn mit Druckdeckel und Zugentkopplung wurde bereits über das Werkstück geschwenkt (Foto: Klaus Vollrath)

Bild 11:

Aufgeschraubte Kunststoffelemente bilden die erste Stufe der Vorzentrierung. (Foto: Klaus Vollrath)

## Adressen

Gleason-Pfauter Maschinenfabrik GmbH, Daimlerstr. 14, 71636 Ludwigsburg, T: +49-7141-404-0, F: +49-7141-404-500, [www.gleason.com](http://www.gleason.com)

Eickhoff Wind Power GmbH, Eickhoffstr. 1, D-01665 Klipphausen, T: 035204-271-0, F: 035204-271-300, [www.eickhoff-bochum.de](http://www.eickhoff-bochum.de)