

# Gigantische Teile mit leichter Hand präparieren

Mit der 55 kW-starken Graebener Längsnahtfräse, Typ GLF-O, lassen sich zylindrische und konische Schüsse mit bis zu 15 m Durchmesser und einer Wandstärke von bis zu 150 mm bearbeiten. Gefräst wird überflur in 4-Uhr-Position. (Bilder: Ingersoll)

*Die ersten Fräsanlagen für die Vorbereitung von Schweissnähten hat Graebener bereits in den 1980er-Jahren entwickelt. In Zusammenarbeit mit der Ingersoll Werkzeuge GmbH wurden aus den Maschinen Produkte für den Weltmarkt, die heute besonders für den Bau von Offshore-Windtürmen und deren Gründungsstrukturen sehr gefragt sind.*

Mit dem Bau eigener Nahtfräsen hat die 1921 gegründete Graebener Maschinentechnik GmbH & Co. KG aus DE-Netphen-Werthenbach in der 1980er-Jahre begonnen, weil ihre Rohre immer dickwandiger wurden und für Transportprobleme sorgten. Die bis zu 70 m langen und bis zu 70 t schweren Rohre mussten daher auf den Baustellen zusammenschweißt werden. Eine mobile Fräsmaschine musste her, mit deren Hilfe die Schweissnahtvorbereitung vor Ort erfolgen konnte.

Für die Fräsmaschinen arbeitete Graebener von Beginn an mit Ingersoll zusammen. Zur Bearbeitung der Rohre wurden gemeinsam Fräsköpfe für Rund- und Längsnahtfräsen entwickelt. Erst habe man mit erheblichen Schwierigkeiten gekämpft, wie Dieter Kapp, Geschäftsführer von Graebener, berichtet: «Die ersten Fräsköpfe hielten nur ein paar Tage, und unsere Getriebe waren ebenso schnell beschädigt, da zur neuen Bearbeitungsmethode die Erfahrung fehlte.»

Doch Graebener und Ingersoll hielten am Konzept fest und entwickelten die Maschinen und Fräswerkzeuge weiter.

Nach wenigen Jahre resultierten so langlebige, leistungsfähige und prozesssichere Fräsen. Die Maschinen zur Schweissnahtvorbereitung waren die ersten ihrer Art. Mit über 200 ausgelieferten Fräsmaschinen in den letzten 25 Jahre ist Graebener weltweit Marktführer. Von diesen Maschinen entfallen etwa 150 auf das Fräsen von Schweissnahtvorbereitungen für die Rund- und Längsnahte an zylindrischen und konischen Bauteilen mit Durchmessern von bis zu 15 m und Wandstärken bis zu 200 mm. Über zwei Dutzend Rundnaht- und halb so viele Längsnahtfräsen wurden an die Wind-Offshore-Industrie verkauft. Inzwischen setzen alle namhaften Hersteller von Gründungsstrukturen für Windkraftanlagen im On- und Offshore-Bereich die Fräsen von Graebener ein.

Die Monopiles für Windtürme werden aus mehreren zylindrischen und konischen Stahlringen zusammengesetzt, den sogenannten Rohrschüssen, typischerweise mit Dimensionen für einen solchen Schuss von 13 m Durchmesser und 4 m maximaler Länge. Bei Wandstärken von 120 mm ergibt sich ein Einzelgewicht von bis zu 150 t je Schuss. Die Schüsse



**Die zur Schweissnahtvorbereitung eingesetzten Scheibenfräser von Ingersoll haben Durchmesser zwischen 850 und 1060 mm. Bestückt sind sie mit unterschiedlichen Schneidplatten für Kopf und Flanken des Werkzeugs.**

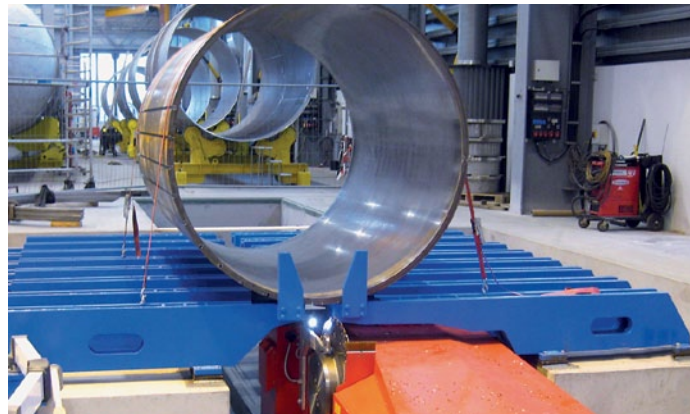
werden nach dem Biegen längs erst von innen und dann von aussen verschweisst. Danach werden bis zu sechs Schüsse zu einer Sektion zusammengesetzt. Drei bis vier Sektionen bilden den Monopile, der etwa 192 m Längs- und 940 m Rundnähte sowie ein Gewicht von bis zu 2500 t aufweist.

Die Fräsen ermöglichen eine schnelle, präzise Vorbereitung der äusseren Schweissnähte. Während die Herausarbeitung der Innenschweissnaht-Wurzel früher manuell mit einem Fugenhobel erstellt wurde, erzeugt nun ein Scheibenfräser von Ingersoll eine Nut. Der Fräsprozess ist im Vergleich zum Fugenhobel zehnmal schneller. Der Winkel der äusseren Schweissnahtvorbereitung, der rund 60° betrug, wird durch den Fräsprozess mittels Scheibenfräser auf 16° reduziert, was die Schweisszeit verringert. In mehreren Durchgängen dringt der Fräser bis zu 150 mm tief bis zur Wurzellage der Innennaht ein. Die saubere Nut, die keine Nachbearbeitung erfordert, ist Voraussetzung für einen automatisierten UP-Schweissprozess. Die Kostenersparnis beträgt gegenüber herkömmlicher Bearbeitung 38 Prozent.

Für die Rund- und Längsnahtfräsen liefert Ingersoll V-förmige Scheibenfräser mit Radius R7/R8 im Kopfbereich und Öffnungswinkeln von 14° bis 16°. Die Durchmesser der Werkzeuge liegen meist zwischen 850 mm und 1060 mm. Bestückt sind die Fräser mit unterschiedlichen Schneidplatten für Kopf und Flanken des Werkzeugs. Meist sind dies Wendeschneidplatten mit negativer Schneidgeometrie. Für die Kopfschneiden wird wegen der erhöhten Zahnbelastung meist ein Körperschutz oder Kassetteneinsatz verwendet.

Je nach Bauteil treten bei der Bearbeitung Schwingungen am Rohrkörper auf. Diese können Ausbrüche an den Schneiden verursachen. Bei der Auslegung der Maschine achtet Graebener deshalb darauf, Fräskopf und Getriebe auf das Schwingungsverhalten abzustimmen.

Grossen Einfluss auf das Schwingungsverhalten der Bauteile hat einerseits die Rohrdrehvorrichtung, andererseits spielen der Durchmesser und die Wandstärke der Rohre eine wesentliche Rolle. Vor allem dünnwandige Schüsse neigen dazu, während der Bearbeitung zu schwingen. Um Schneidkantenausbrüche zu vermeiden, setzt Ingersoll hier



**Die Längsnahtfräse GLF ist unterflur positioniert und erlaubt eine Schweissnahtvorbereitung in 6-Uhr-Position. Für die kranunabhängige Positionierung der konischen und zylindrischen Schüsse kann eine Drehvorrichtung ergänzt werden.**

Wendeschneidplatten mit besonders zähem Grundsubstrat ein, das durch eine entsprechende Beschichtung die notwendige Verschleissfestigkeit erhält.

Die Maschinen von Graebener sind standardisiert und können je nach Kundenanforderungen spezifisch angepasst werden. Als Basis für diese individuellen Lösungen dient eine Auswahl an Grundmaschinen in den Leistungsbereichen zwischen 30 kW und 65 kW, die sich für verschiedene Frästiefen eignen. «Wir haben die Leistung unserer Maschinen so ausgelegt, dass wir für den jeweiligen Anwendungsfall optimale Schnittgeschwindigkeiten fahren können», erläutert Dieter Kapp. «Dabei legen wir viel Wert auf das optimale Drehmoment an der Frässpindel.»

Unterdessen gibt es für Graebener und Ingersoll neue Entwicklungsziele: Maschinen und Werkzeuge, die für die Bearbeitung anspruchsvoller Materialien optimiert sind. Sie werden nicht für Monopiles verwendet, wohl aber in anderen Industriebereichen, in denen Graebener aktiv ist. Im Druckkessel-, Behälter- und speziellen Rohrbau bearbeiten diese Fräsanlagen auch Materialien wie Edelstähle, hochfeste Aluminiumlegierungen und Sonderstahlgüten.

Ein Problem ist hier die Bandbreite an unterschiedlichen Materialzusammensetzungen mit verschiedenen Eigenschaften. «Für die vielen Materialien gibt es keine standardisierte Lösung», sagt Andreas Bulla, Produktmanager Tangentiale Werkzeuge/Gewindefräsen bei Ingersoll, der die Strategie erläutert. «Um je nach Material möglichst wenig Wärme an der Schneidkante zu erzeugen, optimieren wir die Schneidgeometrie. Zusätzliche Hitzerillen im Spanflächenbereich minimieren das materialbedingte Aufkleben der Späne an der Schneidkante und reduzieren die Reibwärme durch Kontaktflächenminimierung.» Je nach Werkstoff setzt Ingersoll hier für die Wendeschneidplatten verschiedene Geometrien und Qualitäten ein.

**Ingersoll Werkzeuge GmbH**  
DE-35708 Haiger, Tel. +49 2773 742 269  
info@ingersoll-imp.de  
**Gräbener Maschinenteknik GmbH & Co. KG**  
DE-57250 Netphen, Tel. +49 2737 989 369  
info@graebener.com

(msc) ■