

Kompetenz bei allen gängigen Gewindeherstellungsverfahren

# Innengewinde in der Schwerzerspannung

Weil beim nahezu vollendeten Bauteil jeder Bearbeitungsfehler teuer und kaum mehr zu korrigieren ist, sind beim Innengewinden im schwer zerspannenden Umfeld Werkzeug- und Prozesstechnologien von Spezialisten wie Reime Noris die erste Wahl.

VON MATTHIAS GLAUBITZ

→ Die Fertigung von Innengewinden in großen Schweißkonstruktionen, Guss- oder Schmiedeteilen für den Energiemaschinenbau, Walzen und Großdieselmotoren sowie Großteile aus dem allgemeinen Maschinenbau oder Transportwesen stellt hohe Anforderungen an Werkzeuge, Maschinen und Prozesstechnologie. Dies begründet sich aus der Bauteilgröße und der damit herzustellenden Gewindegröße.

Die Anzahl von Werkzeugherstellern, die Lösungen zur Bearbeitung dieser Gewindegrößen anbieten, ist überschaubar. Hier sind Spezialisten gefordert, da in vielen Fällen die Innengewindebearbeitung zu den letzten Arbeitsgängen an einem Werkstück gehört und eine ›Wiedergutmachung‹ nur sehr schwer möglich ist.

## Größer als ein Einfamilienhaus und so komplex wie Kraftwerke

Die derzeit größten Schiffsdieselmotoren haben über 100 000 PS, sind etwa 10 m hoch, über 30 m breit und haben ein Gewicht von mehr als 2000 t. Mit 14 Zylindern wird im Zweitaktprinzip die Leistung erzeugt, die heutige Ozeanriesen zur sicheren Navigation benötigen. So wundert es nicht, dass besondere Anforderungen auch an die Gewinde in diesen riesigen Maschinen gestellt werden.

Die Komplexität dieser Großmotoren erfordert unzählige Gewindeverbindungen. So sind sehr viele Anschlussgewinde



1 Noris-Innenspan-Gewindebohrer in massiver und modularer Ausführung

für Wasser- und Ölkreisläufe zu schneiden, aber auch Befestigungsgewinde für Rahmenbauteile oder Abdeckungen und für innenliegende Bewegungsteile wie Nockenwelle, Pleuel, Kolben, Schubstange und Kurbelwelle. Nachfolgende Beispiele zeigen die Einsatzbedingungen und die Werkzeugtechnologie an ausgewählten Bauteilen.

## Höchstmaß an Sicherheit und Qualität

Im Bauteil ›Bed Plate‹ für Stehbolzengewinde (Verbindung eines zweiteiligen Kurbelgehäuses) aus Konstruktionsstahl werden Gewinde M90×6-6H gefertigt. Dies erfolgt mit einem Spezialwerkzeug, dem Noris-Innenspan-Gewindebohrer (Bild 1).

Diese Gewindebohrer sind zum Schneiden von Innengewinden mit besonders hohen Anforderungen an die Maß- und Steigungsgenauigkeit sowie Oberflächenqualität konzipiert. Typische Einsatzgebiete sind große Gewinde im Maschinen-, Motoren-, Turbinen-, Generatoren- und Reaktorbau. Der Wert solcher Werkstücke beziehungsweise der verwendeten Bearbeitungsmaschinen einerseits und die Sicherheitsbestimmungen für das Endprodukt andererseits, verlangt ein Höchstmaß an Sicherheit bei allen Arbeitsgängen. Nachbesserungen sind entweder sehr teuer oder aus Sicherheitsgründen unzulässig. Dies gilt besonders für die herzustellenden Gewinde.

Die Sicherheit, die Noris-Innenspan-Gewindebohrer dem Anwender bieten, liegt in ihrer Konstruktion und sorgfältig überwachten Fertigung begründet. Zwei wesentliche Merkmale sind die Schneidkrone und das Führungsgewinde. Die Schneidkrone übernimmt die eigentliche Schneidarbeit. Sie ist in den Gewindeflanken hinterschleift und genutet. Die beim Schneiden entstehenden Späne werden in Schneidrichtung abgeführt. Da-

durch werden Spanverklümmungen, insbesondere im Rücklauf, verhindert. Das anschließende Führungsgewinde ist ungenutzt. Es dient ausschließlich der Eigenführung des Gewindebohrers und soll das Verschneiden durch seitliche oder axiale Kräfte verhindern.

Die Oberflächenqualität der mit Noris-Innenspan-Gewindebohrern geschnittenen Gewinde ist in der Regel besser als die von konventionellen Gewindebohrern mit gleicher Anschnittlänge. Bei extremen Forderungen, die teilweise aus sicherheitstechnischen Gründen nötig sind, werden auch Sätze genutzt, wobei der Fertigschneider als Egalisier-Gewindebohrer für das Herstellen von Gewinden mit besonderen Oberflächengüten ausgelegt ist.

Aufgrund der beschriebenen Technologie eignet sich dieser Maschinengewindebohrer sehr gut für die Bearbeitung der Verbindungsgewinde im Kurbelgehäuse. Die Lochform (Bild 2) der zu bearbeitenden Gewinde führt beim Einsatz von konventionellen Gewindebohrern zu Problemen bei der Spanabfuhr dieser tiefliegenden



**2** Lochform des Verbindungsgewindes eines zweiteiligen Kurbelgehäuses

Gewinde. Mit dem Noris-Innenspan-Gewindebohrer werden die Späne prozesssicher in Schneidrichtung abgeführt und am Bohrungsgrund zum Teil in der dafür vorgesehenen stirnseitigen Ausnehmung aufgenommen. Für den Anwender ist der Einsatz dieses Werkzeugs durch kurze Bearbeitungszeiten und die Möglichkeit des

häufigen Nachschärfens der Werkzeuge äußerst wirtschaftlich.

In der Regel handelt es sich um Einzelschneider, die das Gewinde in einem Schnitt, also ohne Vorschneiden, erzeugen. Abhängig vom zu bearbeitenden Material und der Gewindegröße kann im Einzelfall auch eine Bearbeitung mit einem Satz notwendig werden.

### Mindest-Oberflächengüten von $Ra = 3,2 \mu m$

Ein Beispiel für die Notwendigkeit von besonders hohen Gewinde-Oberflächengüten ist beim Schneiden eines M45×3-Gewindes im Bauteil Pleuel zu finden. Hierbei sind Mindest-Oberflächengüten  $Ra$  von  $3,2 \mu m$  zu gewährleisten. Dies ist mit Gewindebohrern oft nur dann erreichbar, wenn das Gewinde mittels Vor- und Fertigschneider erzeugt wird. Dies bedeutet allerdings hohe Grundinvestitionen in zwei Sonderausführungen und auch eine lange Bearbeitungszeit, da die Werkzeuge gewechselt werden müssen. Bei derartigen Anforderungen empfiehlt es sich >>>

» daher, das Gewinde mit einem Gewindefräswerkzeug aus der Noris-NES-Reihe in einem Arbeitsgang herzustellen.

Das Noris-NES-Gewindefrässystem eignet sich zum Gewindefräsen von Innengewinden ab 20 mm Durchmesser. Hohe Standzeiten, außergewöhnliche Bearbeitungsgeschwindigkeiten, hohe Prozesssicherheit und ein breiter Anwendungsbereich zeichnen dieses System aus. Im Standardbereich werden die Gewindearten M, MF, UNC, UNF und G komplett abgedeckt. Zu bemerken ist hierbei, dass es für ein Werkzeug jeweils einen übergreifenden Einsatzbereich bezüglich der herzustellenden Gewindegröße gibt. Dies bedeutet: Ein NES-Werkzeug kann für verschiedene Gewindeabmessungen oder -steigungen verwendet werden. Die beschichteten Hartmetall-Wendeplatten haben bis zu vier Schneiden. Die genannten Merkmale machen das System universell und flexibel und verringern Werkzeug- und Lagerkosten.

Je nach Fertigungsphilosophie dient ein NES-Werkzeug zur schnellen, zeitoptimierten Fertigung für die allgemeine, kostengünstige Bearbeitung oder für das Erzeugen sehr tiefer Gewinde mit ungünstigem L/D-Verhältnis.

Im genannten Pleuel aus 34CrNiMo6 sind zwei Gewinde mit der Abmessung M45×3-6H zu erzeugen. Zum Einsatz kommt ein Noris-NES-Gewindefräshalter mit HSK-A100. Um das eigentliche Gewinde zu fertigen, ist noch die Distanz von 72 mm Vorbohrung zu überbrücken. Der Gewindefräser muss somit eine nutzbare Länge von 155 mm aufweisen. Um eine größtmögliche Stabilität zu gewährleisten, ist der Gewindefräshalter über die Auskraglänge von 220 mm abgesetzt. Das Gewinde wird in zwei Durchgängen hergestellt, wobei Schnittwerte und Zustellung angepasst sind. Dadurch liegt die Bearbeitungszeit für ein Gewinde bei etwas weniger als drei Minuten. Die Herstellung mittels Gewindebohren erfordert erfahrungsgemäß – mit Werkzeugwechselzeit – etwa vier Minuten.

### Sicherheit ohne Späne

Auch die formende Herstellung von Innengewinden im großen Durchmesserbereich hat bereits im Schiffsbau Einzug gehalten, so etwa in Bauteilen des Antriebs



3 Gewindeformer Noris-Spanlos NEO HR

### i HERSTELLER

**Reime Noris GmbH**  
90537 Feucht  
Tel. +49 9128 9116-0  
[www.reime-noris.de](http://www.reime-noris.de)

von Azimuth-Propellern. Der Lagerring aus Konstruktionsstahl misst 4 m im Durchmesser, damit die Propellergondel um 360° drehbar ist. Die Bearbeitung dieses großen Lagerrings erfolgt mit dem Noris-Spanlos NEO HR (Bild 3) in der Abmessung M48-6H. Hierbei sind auf einem Ring 72 Gewinde mit 85 mm Gewindetiefe zu fertigen. Das Werkzeug ist mit axialer Kühlmittelbohrung ausgeführt, um optimale Schmiermittelzufuhr in der horizontalen Anwendung zu gewährleisten. Zudem ist es TINGS-beschichtet (Titanitrid + MoS<sub>2</sub>-Deckschicht), um möglichst gute Gleiteigenschaften zu erreichen. So lassen sich mit einem Werkzeug prozesssicher fünf Ringe bearbeiten, während

mit konventionellen Gewindebohrern infolge von Problemen mit der Spanabfuhr maximal zwei Ringe möglich waren.

Auch beim Gewinden von innenliegenden Motorbauteilen ist diese Bearbeitungstechnologie aufgrund der herstellungsbedingten Vorteile interessant. So liegen die statische und dynamische Festigkeit geformter Gewinde grundsätzlich höher als bei durch spanabhebende Verfahren hergestellten Gewinden. Auch das Erreichen bestimmter Oberflächengüten wäre mittels Gewindeformen problemlos und reproduzierbar möglich.

Es gibt jedoch auch Gründe für eine kritische Betrachtung. So ist der unvollständig ausgeformte Kerndurchmesser oftmals einer der Gründe, warum in anspruchsvollen Anwendungen bisher noch nicht geformt werden darf. Ob und welche Probleme beim Einsatz von Pleueln mit geformten Gewinden entstehen, wird bereits untersucht und getestet. Die Ergebnisse bestimmen über den Einsatz dieser Gewindeformen bei Großpleueln und anderen innenliegenden Motorenbauteilen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass alle drei Fertigungsverfahren, Gewindebohren, Gewindefräsen und Gewindeformen, in der Schwerzerspannung Anwendung finden. So hat das Gewindebohren mit seinen universellen Einsatzmöglichkeiten bezüglich der zu verwendenden Maschinen und der großen Vielfalt an Geometrieauslegungen noch immer einen hohen Stellenwert in der Herstellung von Innengewinden. Das Gewindefräsen zeigt sich insbesondere wirksam bei schwierig zu bearbeitenden Materialien und ermöglicht oftmals eine wirtschaftlichere Herstellung von Innengewinden als andere Verfahren. Vor allem bei der Herstellung sehr vieler Gewinde in einer Aufspannung kann das Gewindeformen von großen Abmessungen eine lohnenswerte Alternative in diesem Bereich darstellen. Für die Zukunft werden sicherlich die genannten Herstellungsmethoden weiter verfeinert und noch effektiver werden, besonders beim Gewindefräsen und -formen werden sich weitere Einsatzmöglichkeiten eröffnen. ■

→ WB111070

**Matthias Glaubitz** ist Leiter Anwendungstechnik bei Reime Noris in Feucht  
[matthias.glaubitz@reime-noris.de](mailto:matthias.glaubitz@reime-noris.de)