

Spezialwerkzeuge und Prozessoptimierung für den Anlagenbau der Energieindustrie

# Innengewinde für den Energieanlagenbau

Die konventionelle Kraftwerkstechnologie trotz dem Trend zu erneuerbaren Energien. Schumacher analysiert in beiden Branchen Zerspanungsprozesse im Anlagenbau und entwickelt Spezialwerkzeuge für die Innengewindeherstellung.



1 Windenergieanlage im Aufbau (links) und solares Turmkraftwerk (rechts)

VON PETER SCHNIERING

→ In den lebhaften Debatten um den bundesweiten Netzausbau, die Anpassung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) und die Konsolidierungswelle in der Solarindustrie wird selten die künftige Rolle konventioneller Kraftwerkstechnologien berücksichtigt. Um die Ziele der Energiewende zu bewältigen, wird es neben Windkraft und Photovoltaik aber eben auch auf klassische thermische Turbinenkonzepte ankommen: Emissionsarme und flexible Gasturbinenkraftwerke gehören ebenso ins Portfolio für eine verlässliche und erschwingliche Strom- und Wärmeerzeugung wie hoch-

effiziente Dampfturbinen aus fossil befeuerten Kraftwerken oder der Solarthermie (Bild 1 rechts).

Bei der Produktion dieser Anlagen ähneln sich viele Herausforderungen rund um die Zerspanung. Insbesondere im Bereich der Innengewindeherstellung zeigen sich immer wieder Parallelen zwischen der über Jahrzehnte gewachsenen, traditionell fossil befeuerten thermischen Kraftwerkstechnologie und den rasant wachsenden Industrien der erneuerbaren Energien. Für Spezialanbieter (wie Schumacher Precision Tools im Bereich der Gewindetechnologie und Prozessbetreuung) bietet sich in diesen Feldern weltweit die Möglichkeit, in technisch anspruchsvollen Anwen-

dungen Lösungen zu erarbeiten. Hierbei steht zunächst die Analyse des Prozesses im Vordergrund. Obwohl beide Segmente mittlerweile viele Ähnlichkeiten aufweisen, bietet sich angesichts der unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Industrien eine separate Betrachtung der Zerspanungsherausforderungen an.

## Erneuerbare Energien

Klammert man die etablierte Großwasserkraft mit ihrem überschaubaren weltweiten Wachstumspotenzial einmal aus, so liegt bei den Erneuerbaren aus Sicht des Maschinen- und Anlagenbaus die wesentliche Herausforderung im Bereich der Windenergie. Dies hängt vor allem mit der

schnellen Entwicklung der Windenergieanlagen zusammen, die in Dimensionierung, Energieausbeute und Wirtschaftlichkeit eine rasante Wachstumsphase hinter sich haben (Bild 2). Doch nicht nur die reinen Ausmaße der Anlagen – und die damit verbundenen Fertigungsprozesse etwa der Gondeln, Naben, Wellen, Getriebe oder Rotorblätter – sind einem radikalen Wandel unterworfen. Auch die Struktur der Anlagen ist mit dem Paradigmenwechsel großer Teile der Industrie hin zu getriebelosen Antriebssträngen (direct drive turbines) seit einiger Zeit im Umbruch.

Bei der Gewindefertigung stellen – ähnlich wie im Bereich der Dreh- und Fräszerspannung – die zunehmenden Ausmaße der Werkstücke sowie die, beispielsweise in der Getriebefertigung, zum Teil extrem zähen Materialien eine Herausforderung dar. Bei der Bearbeitung der dort verwendeten Einsatz- und Vergütungsstähle kommt es seitens des Gewindewerkzeugs zunächst auf die Auswahl des optimalen Substrats sowie auf eine bestmögliche Auslegung der Parameter im Bereich der Schneidengeometrie an. Bei den meisten Gewindewerkzeugen

kommen hier hochlegierte Schnellarbeitsstähle, häufig als pulvermetallurgische Variante, zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch ein verbessertes Verhältnis von Verschleißwiderstand und Zähigkeit aus und bieten außerdem durch ihr seigerungsfreies, homogeneres Gefüge an den Schneidkanten eine höhere Abriebfestigkeit (Bild 3). Zusammen mit einer auf die Anwendung angepassten Hartstoffschicht und Auswahl der Bauform werden in den meisten Fällen nach einer detaillierten Analyse und Testphase höhere Gewindegüten und geringere Kosten pro lehrhaltigem Gewinde erzielt.

Darüber hinaus rückt in einigen Bereichen der Windindustrie die spanlose Fertigung immer mehr in den Vordergrund, es wird also auf das Verfahren des Gewindeformens zurückgegriffen (Bild 4). Die Gründe hierfür liegen – neben dem offensichtlichen Wegfall der Spanabfuhr – in der verbesserten Zugfestigkeit und Oberflächengüte der Gewindeflanken. Bei optimal ausgelegtem Prozess entsteht hier wegen höherer Standzeiten bei vielen Anwendungen ein Kostenvorteil gegenüber



**3** Sondergewindewerkzeug mit Geometrie für Turbinenstähle

dem Gewindeschneiden. Um mit den wachsenden Durchmessern der mittels Kaltverformung zu fertigenden Gewinde standhalten zu können, sind im Lauf der letzten Jahre neue Geometrien für die im Formprozess erforderlichen Polygone der Werkzeugstollen entwickelt worden, welche auch grobe Gewindesteigungen in Durchmessern  $> M24$  verformen können. Einschränkungen gibt es bei diesen Fertigungsprozessen infolge der hohen Drehmomente, die bei groben Gewindeprofilen entstehen. Hier muss beispielsweise eine entsprechende Antriebsleistung der Werkzeugspindel gewährleistet sein. >>>

## i HERSTELLER

Die Schumacher Precision Tools GmbH entwickelt und fertigt seit ihrer Gründung 1918 Präzisionswerkzeuge zur Herstellung von Innengewinden. Zum Produktspektrum gehören neben einem umfassenden Standardprogramm auch Spezialwerkzeuge für Leitindustrien weltweit. Im Bereich F+E unterhält das Unternehmen Forschungsk Kooperationen mit mehreren deutschen und internationalen Universitäten.

### Schumacher Precision Tools GmbH

42857 Remscheid  
Tel. +49 2191 9704-0  
Fax +49 2191 9704-30  
→ [www.schumachertool.de](http://www.schumachertool.de)

» Wenn auch im Vergleich zur Windkraft mit weniger Aufmerksamkeit versehen, bieten andere erneuerbare Industrien ebenfalls ein breites Spektrum von Gewindeanwendungen. Sind dies bei kristallinen und Dünnschicht-basierten Photovoltaiksystemen eher die Aufbauvorrichtungen oder elektrotechnischen Komponenten wie Wechselrichtersysteme, so wächst mit dem Segment der Kleinwasserkraftanlagen (Pelton-, Kaplan- oder Francis-Turbinen) der Bedarf an Werkzeugen mit Bauformen und Geometrien für tiefe Grundloch-anwendungen in einem breiten Spektrum von allgemeinen Baustählen bis hin zu hochlegierten Turbinenstählen.

### Konventioneller Kraftwerksbau

Einige dieser Erneuerbaren-Technologien profitieren von der jahrzehntelangen Er-

fahrung im klassischen Turbinenbau für Großkraftwerke. Dieser Markt – im Turbinensegment etwa von nur wenigen weltweiten Anbietern dominiert – erfordert Zerspanung in schwierigsten Materialien. Oft müssen hier Lösungen für unterschiedliche, hochfeste Turbinenstähle im Rahmen einer einzigen Anwendung gefunden werden. Hinzu kommt die erreichte Fallhöhe aus wirtschaftlicher Sicht bei einem Misslingen der Operation: Häufig hat das Werkstück bei der Einbringung von Innengewinden bereits einen weiten Teil der Wertschöpfungskette durchlaufen, und die Folge-Prozessschritte stellen ein entsprechend hohes Ausfallrisiko für den Anlagenbauer dar. Der Anbieter der Werkzeuge findet also eine Situation vor, in der die Sicherheit des Prozesses und ein positives Ergebnis vor anderen Faktoren wie etwa der Bearbeitungsgeschwindigkeit Vorrang haben und Fehler – vor allem ein möglicher Bruch des Werkzeugs – wegen hoher Folgekosten vermieden werden müssen.

Die Lösungen aus Herstellersicht sind unter diesen Bedingungen immer individuell am Fertigungsprozess des jeweiligen Herstellers orientiert, lassen sich aber zu einigen Kernpunkten zusammenfassen, die in den meisten Fällen zutreffen:

- Gemessen an der Professionalität der Branche und dem Wert der Bauteile sind die Einsatzbedingungen häufig rudimentär und instabil. Während also schwierigste Zerspanung mit hoher Anforderung an die Qualität des Innengewindes stattfindet, muss das Werkzeug



4 Sondergewindeformer mit Variation der Polygeometrie

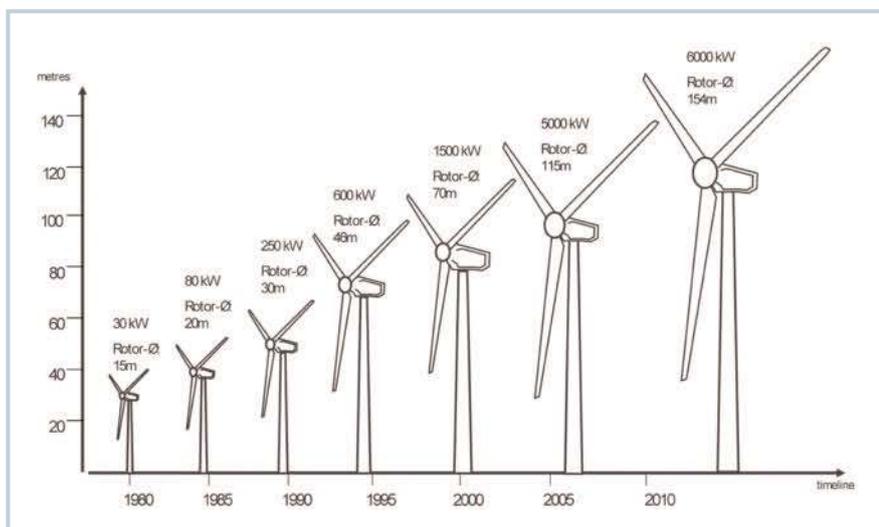
bedingt durch die schwierige Zugänglichkeit der Bohrungen etwa axiale Schläge oder manuell geprägte Maschinensteuerung in puncto Schnittgeschwindigkeit und Vorschub kompensieren können.

- Die meist hochfesten Werkstoffe (ob Welle, Schaufel oder Läufer) erfordern bei aller notwendigen Flexibilität durch den zuvor genannten Punkt hohe Stabilität und Abriebfestigkeit der Schneidkanten, um frühe Ausbrüche oder verschliffene Gewinde zu verhindern.
- Die konstruktive Auslegung des benötigten Werkzeugs bewegt sich folglich auf einem schmalen Grad entlang der Parameter Verschleißfestigkeit, Zähigkeit und Warmfestigkeit.
- Schließlich ist eine Gesamtaufnahme der Anwendung inklusive Kernlocherzeugung, Senken, Reiben, Werkzeugspannung, Kühlung et cetera unverzichtbar wegen des extrem hohen Einflusses dieser Einsatzbedingungen auf das Ergebnis der Gewindeoperation.

In dieses beratungsintensive Segment der Technologie von Großkraftwerken, welches Schumacher Precision Tools bereits seit Jahrzehnten betreut, mischen sich immer mehr Nischentechnologien, die zwischen konventionellem und erneuerbarem Energiesegment entstehen. Hierzu zählen die Kraftwerksanlagen der Solarthermie (unter anderem im sogenannten ›co-firing‹-Betrieb mit fossilen Energieträgern) genauso wie kleine Wasserkraftanlagen oder Biokraftwerke. Es bleibt also ein weites Feld für spezialisierte Werkzeugkonstrukteure und -hersteller, auch im ›konventionellen‹ Turbinenbau. ■

→ **WB110609**

Dr. Peter Schniering leitet den Vertrieb der Schumacher Precision Tools GmbH  
→ [p.schniering@schumachertool.de](mailto:p.schniering@schumachertool.de)



2 Entwicklung Windenergieanlagen 1980 bis 2012