

Verzahnwerkzeuge

Schnecke mit viel Potenzial

Für das Hartfeinbearbeiten von Verzahnungen für kompakte, leistungsdichte E-Getriebe bietet sich das effiziente Wälzschleifen an. Allerdings eignen sich nicht alle Wälzschleifmaschinen dafür. Im Folgenden werden die Anforderungen beschrieben und Lösungen aufgezeigt.



1 Anspruchsvoll, aber machbar: Wälzschleifen einer störkonturbehafteten E-Getriebe-Welle

© Kapp Niles

Man muss die Getriebefertigung für die E-Mobilität nicht neu erfinden, aber neue Herausforderungen gibt es doch, zum Beispiel die hohe Leistungsdichte und ein kompakter Bauraum, in dem der gesamte Antriebsstrang Platz finden muss. Von der steigenden Nachfrage nach solchen Konzepten profitieren auch die Getriebehersteller. Doch ihre Produkte sind technologisch anspruchsvoll. Im Fokus stehen dabei die geforderten Flankentragfähigkeiten und das Geräuschverhalten der Verzahnungen.

Wegen der kompakten Bauweise gibt es im Getriebedesign vermehrt Bauteile mit störkonturbehafteten Verzahnungen. Große Werkzeuge mit den gängigen Schleifschneckendimensionen stoßen hier rasch an ihre Grenzen. Will man nicht auf zeitintensivere und somit kostspieligere Verfahren ausweichen, muss man die Werkzeuge verkleinern.

Bisher wurde das Hartfeinbearbeiten von Zahnrädern mit Störkonturen vorrangig mittels diskontinuierlichem Profilschleifen oder Verzahnungshonen realisiert. Im Vergleich zum kontinuierlichen Wälzschleifen hat das Nachteile in puncto Produktivität, Wirtschaftlichkeit oder Qualitätskonstanz. Das Problem ist, dass die gängigen Wälzschnecken mit Durchmessern von 300 mm zu groß für Teile mit Störkonturen sind. Kleinere Werkzeuge erfordern höhere Drehzahlen, um hohe Schnittgeschwindigkeiten zu realisieren.

Bisherige Maschinenkonzepte waren jedoch nicht auf die hohen dynamischen Anforderungen für Werkzeug- und Werkstückantrieb ausgelegt. Abhilfe schaffen neuartige Hochgeschwindigkeitsspindeln in Kombination mit einem dynamischen Direktantrieb der Werkstückachse. So lassen sich die Vorteile des Wälzschleifens wie kurze Bear-

beitungszeiten, niedrige Werkzeugkosten und hohe Qualitätskonstanz nutzen. Anhand zweier ausgewählter Bauteile 'Car' und 'Bike' lässt sich die Wirtschaftlichkeit des Wälzschleifens im Vergleich zum Profilschleifen aufzeigen.

Der Coburger Verzahnungsspezialist Kapp Niles offeriert dafür zwei Maschinentypen mit hochdynamischem Werkzeug- ($25\,000\text{ min}^{-1}$) und Werkstückantrieb ($5\,000\text{ min}^{-1}$). Die 'KNG 350 flex HS' hat einen konventionellen Aufbau mit einem Werkstückantrieb. Sie ist in

INFORMATION & SERVICE



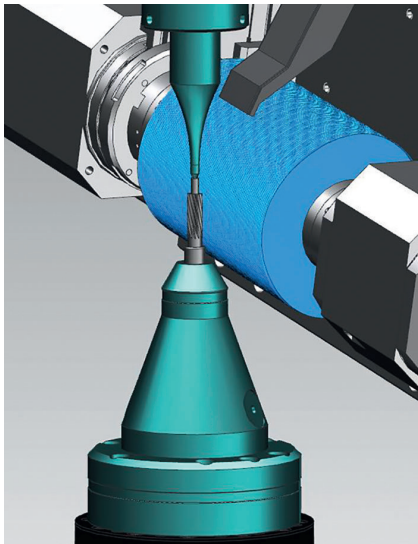
HERSTELLER

KAPP NILES GmbH & Co. KG

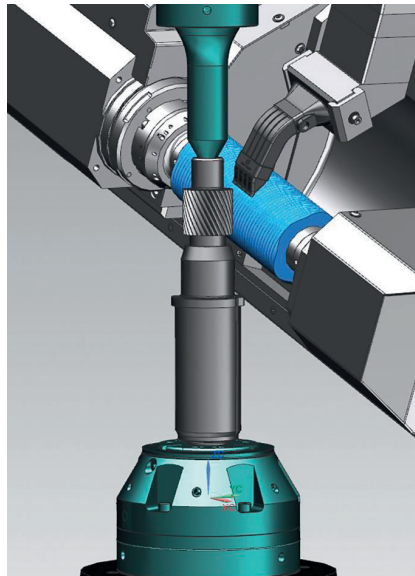
96540 Coburg

Tel. +49 9561 866-0

www.kapp-niles.com



2 20 statt 75 s beträgt die Bodenzeit bei diesem E-Getriebe-Beispielteil 'Bike' (Kopfkreisdurchmesser 11,8 mm, Modul 0,72 mm, Zähnezahl 13, Verzahnungsbreite 12 mm), wenn wälzgeschliffen statt profilgeschliffen wird. Die Werkzeugkosten je Teil sinken von 0,17 auf 0,04 Euro © Kapp Niles



3 Bei diesem Beispielteil mit der Bezeichnung 'Car' (Kopfkreisdurchmesser 49,5 mm, Modul 1,33 mm, Zähnezahl 31, Verzahnungsbreite 44 mm) beträgt das Verhältnis 53 zu 228 s sowie 0,75 zu 0,21 Euro je Werkstück © Kapp Niles

zwei Versionen für kleinste und kleine Losgrößen mit Handbeladung ausgelegt. Für höhere Stückzahlen gibt es eine automatisierte Variante mit schnellem Ringlader für Bauteile bis 350 mm Durchmesser. Sie zeichnet sich durch kurze Rüstzeiten aus, die mithilfe intelligenter Komponenten und einer besonderen Ergonomie erreicht werden.

Das Geräuschverhalten ist wichtig

Für die Großserie lohnt es sich, die konzeptionellen Nebenzeiten der Maschine näher zu betrachten. So bietet die 'KX-

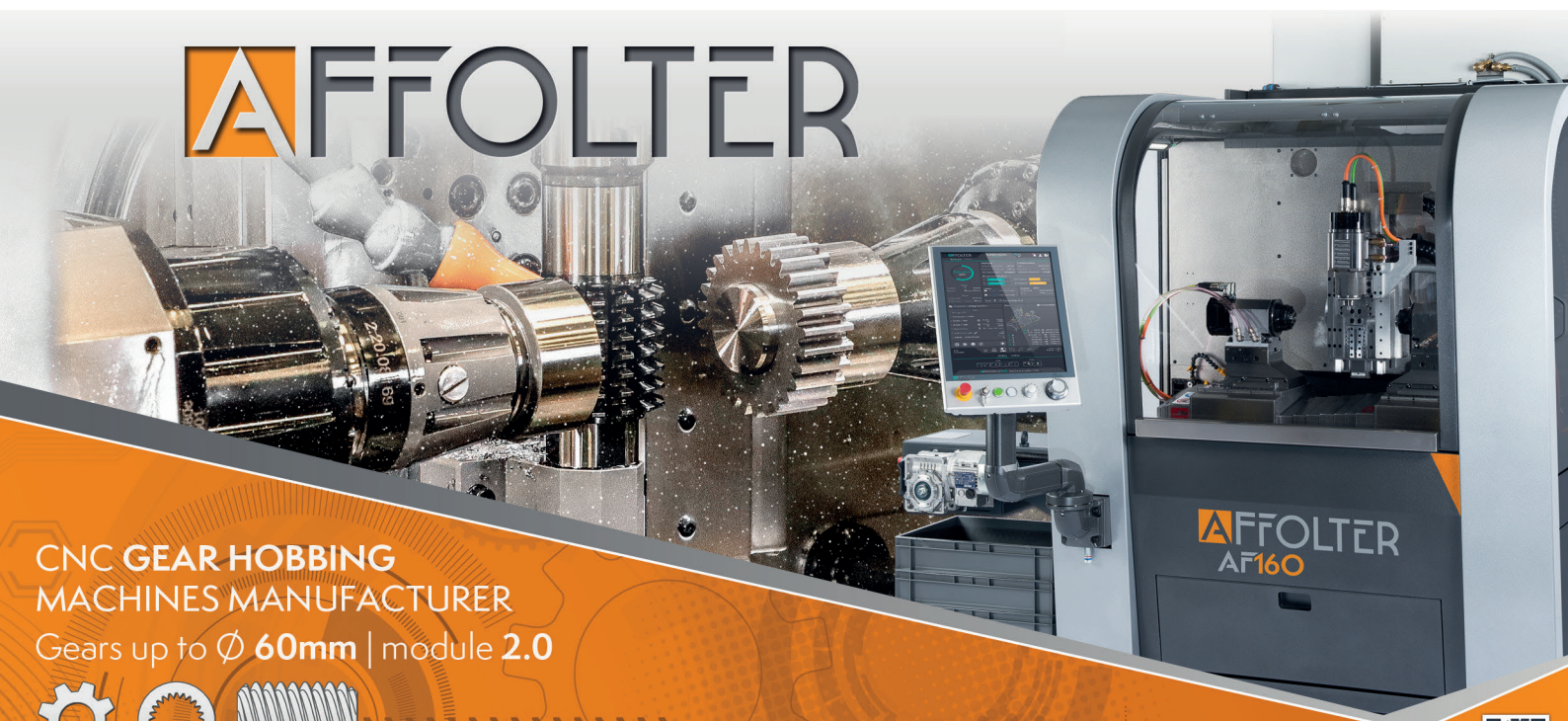
Twin'-Baureihe mit zwei Werkstückantrieben und hauptzeitparallelem Be- und Entladen weiteres Potenzial zur Bodenzeitreduzierung. Das zeitneutrale Schleudern der Teile direkt in der Maschine ermöglicht die Einhaltung von 'Clean-Factory'-Anforderungen mit allen bekannten Automationskonzepten.

Doch E-Getriebe stellen weitere Anforderungen an die Fertigung. So gewinnt das Geräuschverhalten des Getriebes und damit speziell der Verzahnungen stetig an Bedeutung. Mit der Evolution von Verzahnungen hinsicht-

lich Tragfähigkeit rückt hier die Topologie der Zahnflanke in den Fokus. Beim Wälzschleifen entsteht eine natürliche Verschränkung an den bearbeiteten Zahnflanken. Mit der Software 'KN grind' lässt sich dieses Phänomen heute vorab simulieren, komplett eliminieren oder auch gezielt beeinflussen. Ein weiterer Punkt ist die Oberflächenrauheit. Mit einem Standardwerkzeug sind mittels kontinuierlichem Wälzschleifen R_z -Werte von 2,5 bis 3 μm sicher erreichbar. Für höhere Anforderungen bietet Kapp Niles Kombi-Tools mit zwei Bereichen an: einen mit Standardkörnung und einen zum Feinschleifen oder Polieren bis $R_z < 1 \mu\text{m}$. Der so signifikant erhöhte Traganteil der Zahnflanken steigert die Belastbarkeit des Zahnrades. Ein weiterer Vorteil: Das Verfahren ist in automatisierte Prozessketten mit 'One-piece-flow' integrierbar, was mittels Gleitschleifen nicht möglich war.

Die Fertigung von E-Getrieben erfordert also Know-how und Lösungen, die über dem technischen Stand von Verbrenner-Getrieben liegen. Daraus erwachsen Herausforderungen, aber auch Chancen für Hersteller mit neuesten Fertigungsmethoden – wie der des Wälzschleifens mit kleinen Werkzeugen. Kapp Niles bietet ein breites Spektrum von Lösungen an mit Prozessmonitoring, Teilerückverfolgung und Inline-Qualitätssicherung, mit denen man dem Kostendruck begegnen kann. ■

AFFOLTER



CNC GEAR HOBGING
MACHINES MANUFACTURER
Gears up to $\varnothing 60\text{mm}$ | module 2.0

