

1 Bei der Außen-Zykloidbearbeitung wie hier auf einem Verzahnungszentrum KX 300 P kommen die Vorteile abrichtfreier CBN-Scheiben voll zur Geltung

© Kapp Niles

CBN-Schleifscheiben

Verlässliche Präzision

Nach wie vor bewährt sich das Verzahnungs- und Profilschleifen mit abrichtfreien, galvanisch gebundenen CBN-Werkzeugen in Branchen wie dem Roboterbau oder der Luftfahrtindustrie. Mit den Scheiben realisierte Prozesse bleiben über die gesamte Standzeit stabil.

von Klaus Bauer und Ulrich Uebel

In der Feinbearbeitung von Verzahnungen haben abrichtbare Schleifverfahren bekanntlich Vorteile gegenüber Verfahren mit galvanisch gebundenen, abrichtfreien CBN-Schleifscheiben. So können Profilfehler schnell korrigiert, können die Scheiben wieder schnittfreudig konditioniert werden. Die Möglichkeit, spontan eine Profilloptimierung durchzuführen, kommt als weiterer Vorteil hinzu.

Und doch behauptet die CBN-Scheibe nach wie vor ihren Platz in der täglichen Getriebefertigung. Denn dort, wo geometrisch bedingt nur wenig Platz für die Scheibe zur Verfügung steht oder auch spezielle Profilmodifikationen gefragt sind, wo kollisions- oder bauteilspezifisch bedingt eine Veränderung des Werkzeugdurchmessers durch das

Abrichten nicht infrage kommt, wo zugleich eine hohe, konstant bleibende Qualität zwingend erforderlich ist und wo die Vermeidung von Schleifbrand groß geschrieben wird, ist die galvanisch gebundene CBN-Scheibe immer noch der unangefochtene Spitzenreiter.

Der Scheibendurchmesser verändert sich trotz Abnutzung nicht

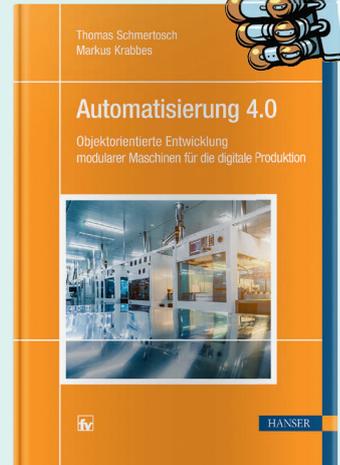
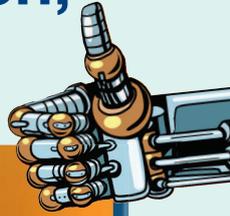
Die Basis abrichtfreier CBN-Scheiben ist ein hochgenauer gehärteter Stahlgrundkörper, in den das aktiv schleifende Profil des Werkzeugs eingearbeitet wird. Das bedeutet, dass neben der Kornäquidistante auch die gewünschten Modifikationen der Verzahnung wie Profilkorrekturen und Zahnfußform im Stahlgrundkörper mit berücksichtigt werden müssen. Der Grundkörper wird

im Verlauf eines galvanischen Prozesses mit einem einschichtigen CBN-Belag versehen, der beim späteren Bearbeiten das geforderte Profil in höchster Genauigkeit (μm -Bereich) abbildet.

Der Belag ist abrichtfrei. Das bedeutet, dass während der gesamten Lebensdauer der Scheibe mit einem konstanten Durchmesser gearbeitet wird, da dieser sich durch Abnutzung nicht reduziert. Ist der Schleifprozess mit einer solchen Scheibe eingerichtet, bleibt er über die gesamte Standzeit stabil. Damit erfüllen die CBN-Schleifscheiben die Forderung der Industrie nach einer konstanten, nachvollziehbaren Bearbeitung hoher Qualität.

Seit nunmehr 40 Jahren entwickeln und fertigen die Werkzeugspezialisten des Unternehmens Kapp Niles CBN-

Automatisch,
praktisch,
gut!



ISBN 978-3-446-45220-6 | € 29,-

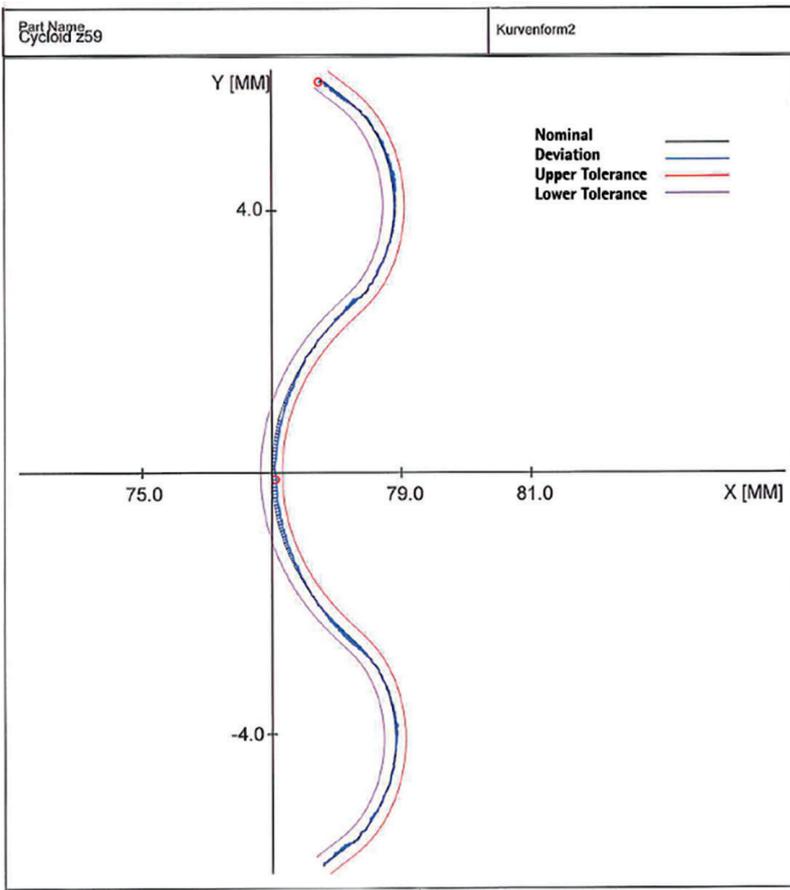


ISBN 978-3-446-44664-9 | € 35,-



ISBN 978-3-446-45293-0 | € 44,-

© fotolia.com | studiostoks



2 Profilverlauf einer zyklodischen Außenverzahnung im Toleranzband von 5 µm

© Kapp Niles

Profilschleifscheiben. Für sie ist es Routine, sich mit den kompliziertesten Bauteilen, den unterschiedlichsten Profilen und den höchsten Qualitätsanforderungen auseinanderzusetzen. Mittlerweile wurden einfachere CBN-Schleifaufgaben – gerade in der Automobilindustrie – durch kostengünstigere abrichtbare Lösungen ersetzt. Dennoch gibt es eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, in denen abrichtfreie CBN-Lösungen nicht wegzudenken sind.

Beispiele dafür finden sich in der Roboter-Industrie und speziell bei den dort zum Einsatz kommenden Zyklod-Getrieben (Bild 1). Hier sind vor allem die hohe Positioniergenauigkeit, die statische und dynamische Robustheit des Antriebs und das geringe Verschleißverhalten bei gleichzeitig hoher Beanspruchung relevante Kriterien.

Industrieroboter-Zyklodgetriebe sind ein typischer Anwendungsfall

Den speziellen Anforderungen an Zyklodgetriebe ist nur dann nachzukommen, wenn die rotierenden Bauteile hochgenau geschliffen sind. Die zugehörigen Geometrien der Innen- und Außenprofile müssen bei der Rotation exakt dem bestimmenden Bolzendurchmesser folgen. Kleinste Abweichungen im Abrollverhalten können dazu führen, dass im Einsatz wichtige Winkelpositionen nicht exakt angefahren werden, dass der Verschleiß im Getriebe steigt und dass dadurch dessen Lebensdauer sinkt.

Entscheidendes Kriterium für die Bauteilqualität ist der exakt geschliffene Profilverlauf der zyklodischen Außen- und der radienförmigen Innenprofile.

INFORMATION & SERVICE

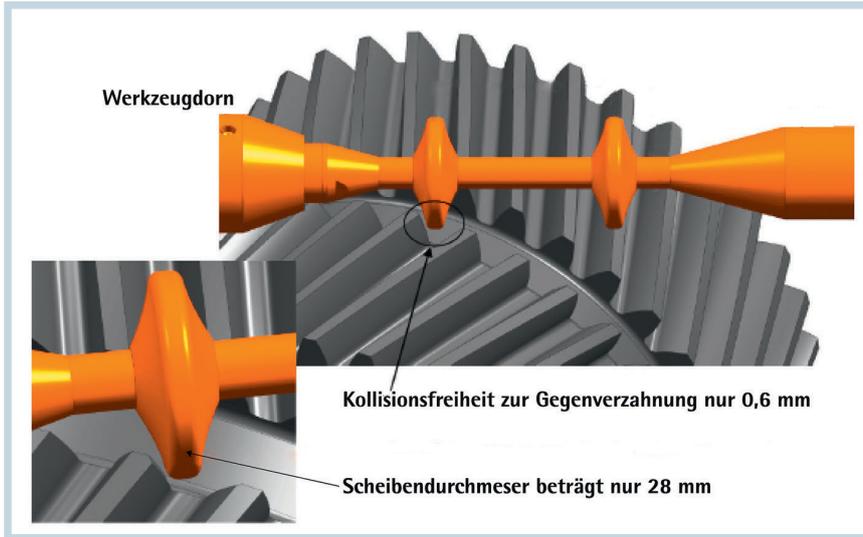


HERSTELLER

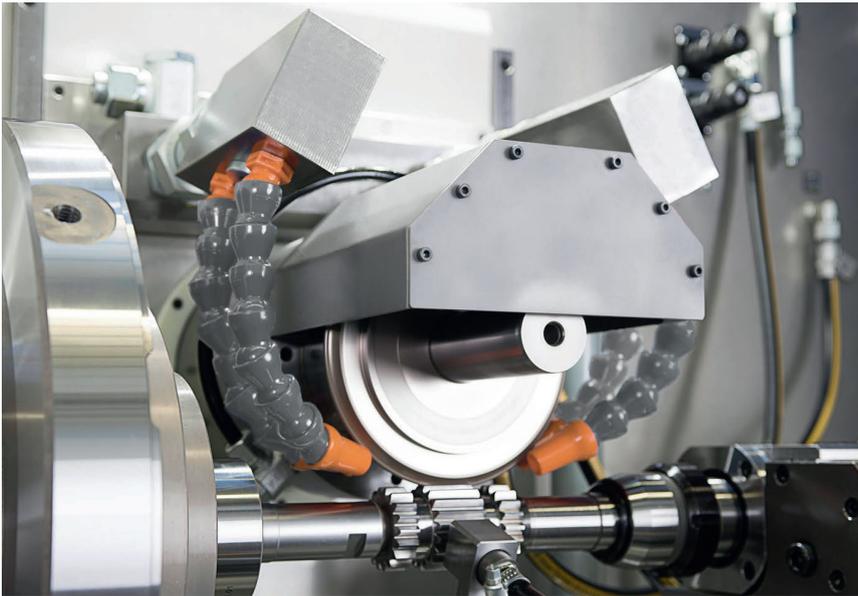
Kapp Niles GmbH & Co. KG
96450 Coburg
Tel. +49 9561 866-0
www.kapp-niles.com

DIE AUTOREN

Dipl.-Ing. (FH) **Klaus Bauer** und Dipl.-Ing. (FH) **Ulrich Uebel** sind bei Kapp Niles in Coburg für die Kundenbetreuung und die Anwendungstechnik der Werkzeuge verantwortlich
Klaus.Bauer@kapp-niles.com
Ulrich.Uebel@kapp-niles.com



3 Bearbeitung eines doppelt schrägverzahnten Planetenrades. Der Abstand zwischen den beiden Verzahnungen beträgt nur wenige Millimeter © Kapp Niles



4 Bei der komplexen Bearbeitung eines Dreifachritzels sind CBN-Schleifscheiben mit kleinem Außendurchmesser im Vorteil © Kapp Niles

Bei hoch qualitativen Endprodukten werden heute Formabweichungen über den gesamten Profilverlauf von deutlich kleiner als $5 \mu\text{m}$ in der Serienproduktion erwartet, wie Bild 2 verdeutlicht; natürlich nicht nur beim ersten geschliffenen Teil, sondern über den gesamten Verlauf der zugesagten Standmenge der Schleifscheibe, die je nach Bauteilgeometrie weit über 1000 Werkstücke reichen kann. Ein zeitintensiver Abrichtvorgang zum Schärfen und Profilieren der Schleifscheibe entfällt. Garantiert wird die Profilqualität durch die hochgenau gefertigte Profilform der galvanisch gebundenen CBN-Scheiben.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von CBN-Werkzeugen sind Schleifaufgaben in der Luftfahrtindustrie. So bearbeitet man mit diesen Scheiben die Zahnräder von doppelschrägverzahnten

Planetenstufen, die zwischen langsam drehendem Hauptrotor und schnell drehender Turbine sitzen und für eine verbesserte Effizienz und damit einen höheren Wirkungsgrad sorgen. Wie in Bild 3 zu sehen ist, beträgt bei der sogenannten Pfeilverzahnung des Planetengetriebes der Abstand zwischen den beiden Verzahnungen nur wenige Millimeter und lässt bei der Bearbeitung wenig Raum für den Überlauf der Schleifscheiben. Das hat zur Folge, dass der maximal mögliche Außendurchmesser der Werkzeuge stark begrenzt ist, um nicht bei den Schleifhüben in die zweite Verzahnung zu schleifen.

Bei Innenverzahnungen wird der maximal mögliche Außendurchmesser der CBN-Scheiben durch den zur Verfügung stehenden Freiraum im Bauteil begrenzt. Dieser kann von ausreichend

groß, wie bei den Hohlrädern der Planetengetriebe, bis zu sehr klein bei Steckverzahnungen ausfallen.

Die Landeklappen an den Tragflächen eines Flugzeugs sind ein weiteres Beispiel. Sie dienen der Vergrößerung des Auftriebs bei Start und Landung. Beim Ein- und Ausfahren werden die Klappen über Aktuatoren gestellt, die über ein gemeinsames Zentralgetriebe von Tandem-Motoren angetrieben werden. Dabei kommen im Getriebe auch sogenannte Dreifachritzel zum Einsatz.

Dreifachritzel für Landeklappen als weiteres Bewährungsfeld

Die Verzahnungen links und rechts am Ritzel sind baugleich. Die Verzahnung in der Mitte unterscheidet sich zu den anderen beiden hinsichtlich der Verzahnungsdaten, zum Beispiel der Zahnzahl. In Bild 4 ist ersichtlich, dass aufgrund der geringen Baugröße und der Störkonturen durch die jeweils benachbarte Verzahnung auch hier nur Schleifscheiben mit sehr kleinem Außendurchmesser verwendet werden können. Durch die hohe Formstabilität der CBN-Scheiben ist trotz des kleinen Werkzeugdurchmessers eine sehr gute Schleifqualität über die gesamte Standmenge gegeben.

Je nach geforderter Genauigkeit und Qualität der vorgelagerten Fertigungskette in Bezug auf Profil-, Linien- und speziell Rundlauffehler kann der CBN-Schleifprozess ein- oder mehrstufig ausgeführt werden. Zweistufige Prozesse mit Schrupp- und Schlichtscheiben ermöglichen im sequenziellen Einsatz eine hohe Abtragleistung und eine hohe Endqualität der geschliffenen Verzahnung.

Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass ein zugleich hoch qualitativer und effizienter Fertigungsprozess nur unter Berücksichtigung aller Parameter möglich ist. Dazu zählt außer den hochwertigen galvanisch gebundenen CBN-Scheiben die entsprechende Schleiftechnologie.

Ein progressiver Werkzeughersteller auf diesem Sektor wird sich stets der Herausforderung der Parameter-Optimierung in vollem Umfang stellen und als Systemlieferant von Maschine, Werkzeug und Technologie die Gesamtverantwortung für Performance und Wirtschaftlichkeit der Bearbeitungsprozesse übernehmen. ■