

Verzahnwerkzeuge

Präzision von der Stange

Ein neues Werkzeugkonzept ermöglicht das effiziente Serien-Verzahn von Differentialkegelrädern auf 5-Achs-Bearbeitungszentren. Das kompakte, stabile Tool hat ein variables Schneidenprofil, das im montierten Zustand nachschleifbar ist und so rundlaufgenau bleibt.

von Rainer Richardt



1 Ein neues Werkzeugkonzept ermöglicht es, auf handelsüblichen 5-Achs-Bearbeitungszentren, wie in diesem Versuchsaufbau, Kegelräder nach dem Revacycle-Prinzip flexibel und effizient zu fertigen © PTR

Bekanntlich befindet sich der Getriebebau, speziell in der Automobilindustrie, in einer tiefgreifenden Umbruchphase. Infolge der Entwicklung in Richtung Elektromobilität werden Veränderungen in der Konzeption und der Fertigung von Fahrzeuggetrieben unvermeidbar sein.

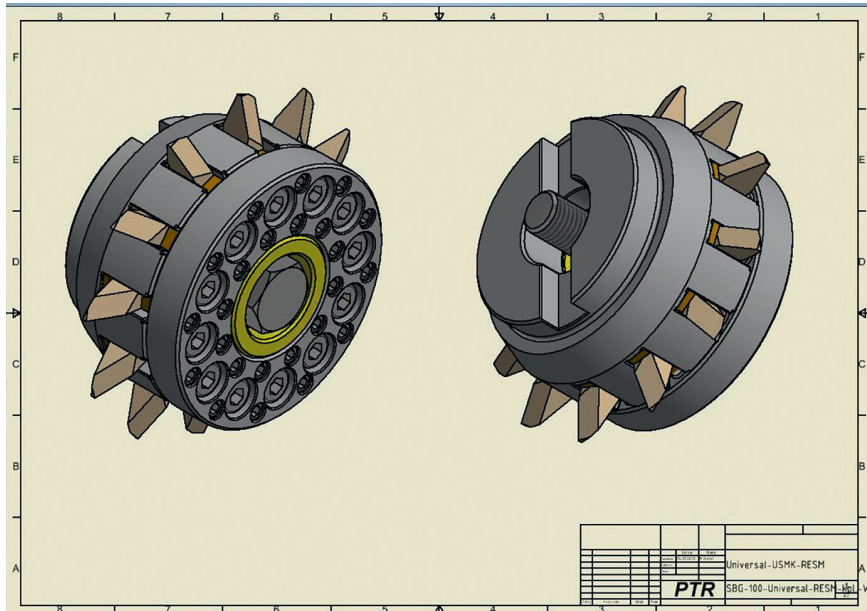
Abseits von völlig neuen Antriebskonzepten gilt es jedoch weiterhin, nach innovativen Lösungen zur Herstellung konventioneller Getriebekom-

ponenten zu suchen und diese wirtschaftlich umzusetzen. Schließlich bewegt sich hier der Bedarf zurzeit und wohl auch in naher Zukunft auf hohem Niveau. Das betrifft speziell geradzahnte Kegelräder und hier besonders die Differentialkegelräder.

Differentialkegelräder sind zentrale Komponenten jedes Fahrzeug-Ausgleichgetriebes. Allradfahrzeuge beispielsweise benötigen für jede angetriebene Achse ein Differentialgetriebe, das

– wie generell üblich – je zwei kleine und zwei große Räder enthält. Selbstredend sind die Getriebe je nach Fahrzeugtyp und Antriebsleistung verschieden groß.

Sollen die Kegelräder spanend hergestellt werden, und dafür gibt es gute energetische und allgemein wirtschaftliche Gründe, so wählte man dafür bislang fast ausschließlich das sogenannte Revacycle-(RC-)Verfahren des Herstellers Gleason mit seinen standardmäßig



2 CAD-Darstellung des Werkzeugkonzepts. Es basiert auf kleinen, hartmetallbestückten Messerköpfen, die automatisch gewechselt werden können und mit universell gestaltbaren, nachschleifbaren Schneidenprofilen ausgestattet sind © PTR

fünf Baugrößen und möglichen Übersetzungen von von 10:14 bis 10:20.

So bewährt das Revacyle-Verfahren auch ist, haben doch der Prozess einer zunehmenden Flexibilisierung in der Zahnradfertigung sowie ein steigender Kostendruck den Ruf lauter werden lassen, dieses Fertigungsprinzip nicht mehr nur auf Sondermaschinen mit sehr großen, speziellen Werkzeugen zu realisieren, sondern auf allgemein verfügbaren Werkzeugmaschinen. Mit einem neuen Werkzeugkonzept wurde dieses Ziel nun erreicht.

Flexibilisierung und Kostendruck erfordern Standardlösungen

Das neue, zum Patent angemeldete Werkzeug zur produktiven Fertigung geradzahnter Kegelräder wie RC-Kegelräder ›läuft‹ auf allen universellen 5-Achs-CNC-Bearbeitungszentren (daher auch seine Bezeichnung Revacyle-CNC-Fertigung – RC-Fertigung). Die einzelnen Werkzeugvarianten sind rela-

tiv kleine und mit weniger als 8 kg Gewicht leichte, mit VHM-Stabmessern bestückte und automatisch wechselbare Umfangsstabmesserköpfe (120 bis 150 mm Außendurchmesser), in deren Konzeption die Erfahrungen beim Bearbeiten bogenverzahnter Kegelräder im Automobilbau eingeflossen sind. Zu ihren Hauptmerkmalen gehören, außer der Bestückung mit beschichteten VHM-Stabmessern, der Einsatz bei Trockenbearbeitung und eine variable Gestaltung der Schneidenprofile. Aufgrund ihrer Baugröße und des Gewichtes waren solche Stabmesserköpfe bislang nur auf Spezial-Werkzeugmaschinen verwendbar.

Die neuen Tools eint ein weiterer Vorteil: Alle im Markt verfügbaren VHM-Halbzeuge sind für ihre Herstellung nutzbar (Rechteck, Prisma oder Pentac und Halbrund). Weil die VHM-Halbzeuge mit Abmessungen von weniger als 50 mm relativ kurz sind, lassen sich aus einem Rohling je zwei Stück herstellen; die Reststücke sind weiterverwertbar.

Das Schneidenprofil schleift man im Umfangsstabmesserkopf nach, sodass ein exzellenter Schneidenrundlauf erreicht wird und das Justieren der Stabmesser entfällt. Für Montage und Justage sind keine Hilfseinrichtungen nötig. Weil die VHM-Stabmesser rückseitig radial an einem im Durchmesser variablen Bund anliegen, sind eine radiale Fixierung,

**IM FOKUS
BENZ LINA 4.0**

- Wirtschaftliches Fertigen unterschiedlichster Formen und Profile
- Komplettbearbeitung von Werkstücken in nur einer Aufspannung



**AGGREGATE UND
KOMPONENTEN IN
ALLEN GRÖSSEN:**

- Winkelköpfe
- Mehrspindelköpfe
- Stoßeinheiten
- Angetriebene Werkzeuge
- Statische Halter
- Sonderlösungen

www.benztooling.com

10% Rabatt
bis zum
30.09.2020
auf eine



▶ VORBEUGENDE WARTUNG

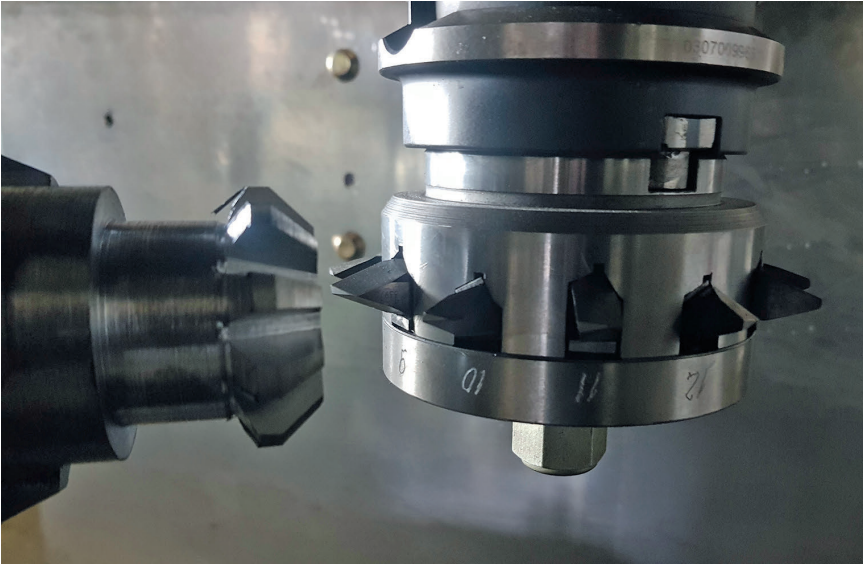
www.benztooling.com/de/service-aktion

INFORMATION & SERVICE



HERSTELLER

Processing Tooling Richardt
Dipl.-Ing. Rainer Richardt
99817 Eisenach
Tel. +49 3691-610914
info@ptr-tec.de



3 Blick in den Arbeitsraum eines Bearbeitungszentrums bei der Fertigung der Komponente eines Revacycle-Triebsatzes (Übersetzung 10:16, Ritzel $z_1 = 10$) mit dem neuen Werkzeug, ausgeführt als Straight-Gear-Messerkopf © PTR



4 Wirtschaftlich und qualitätsgerecht auf der Standardmaschine gefertigt: Revacycle-Triebsatz der Übersetzung $z_1 = 10/z_2 = 16$, Baugröße 4 © PTR

eine gute Austauschbarkeit und eine maximale Nutzung der Stabmesser sichergestellt.

Das Schneidenprofil lässt sich universell gestalten und im eingespannten Zustand nachschleifen. Alle nötigen Flankenmodifikationen wie Balligkeit oder Flankenwinkel sind realisierbar.

Alle fünfachsiges CNC-Maschinen eignen sich für den Verzahnprozess

Für den Prozess sind prinzipiell alle verfügbaren universellen 5-Achs-CNC-Fräsmaschinen und -Drehfräsmaschinen geeignet. Im Hinblick auf die Komplettbearbeitung bieten multifunktionale universelle 5-Achs-CNC-Drehfräsmas-

chinen gute Voraussetzungen, ermöglichen sie es doch, Kegelräder von der Stange zu produzieren, und das ohne spezielle Teile-Spannsysteme. Zudem gewährleistet das Arbeiten von der Stange eine besonders hohe Steifigkeit, Genauigkeit und Produktivität.

Gegenüber der bisherigen Fertigung von Revacycle-Kegelrädern lassen sich also nun die Arbeitsgänge Drehen und Verzahn auf einer einzigen Maschine ausführen. Mithilfe der offenen CNC sind primär in Zahn längsrichtung alle nötigen Modifikationen realisierbar. Das CNC-Programm ist einfach. Dabei lassen sich den einzelnen Operationen optimale Schnittwerte zuweisen; Leer-

lauf wird so vermieden. Es sind auch Varianten mit Einbeziehung einer Drehung der Teileachse (C-Achse) möglich.

Die Schnittstelle des Werkzeugs ist analog der in der Praxis verwendeten Wendeschneidplatten-Messerköpfe gestaltet. In dem konkreten Fall der weit verbreiteten Übersetzung von 10:16, auf den hier Bezug genommen wird, basiert die Schnittstelle auf einem Aufnahme-Durchmesser von 32 mm und einer Nutbreite von 14 mm. Es sind also Standard-Messerkopfaufnahmen mit großem Bund in üblicher Ausführung verwendbar: SK50, SK40, HSK 100 A, HSK63 A oder Capto C8 und C6.

Der Variabilität sind praktisch keine Grenzen gesetzt

Die Werkzeuglänge ist abhängig von der Bearbeitung; die Ausspannlänge des Werkzeugs sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Aufgrund des automatisierten Werkzeugwechsels besteht die Möglichkeit, bei einem Teil verschiedene Werkzeugspezifikationen einzusetzen. Die Variabilität ist also quasi grenzenlos. Bei Werkstücken mit großem Modul ($m > 4$) kann es allerdings sinnvoll sein, die Verzahnungen in mehreren Operationen zu fertigen.

Weil die Spanflächen der VHM-Stabmesser permanentbeschichtet sind, kann das Nachbeschichten entfallen. Wegen der hohen Rundlaufgenauigkeit des Schneidenprofils werden auch ohne Nachbeschichtung große Standmengen und eine sehr gute Qualität der Zahnflankenoberflächen erzielt.

Seine Praktikabilität wird das Fertigungsprinzip demnächst bei einem erfahrenen Kooperationspartner belegen. So plant die CNC-Technik Happe GmbH im thüringischen Arnstadt nach eigenem Bekunden, auf ihrem neuen Bearbeitungszentrum Hermle C400 unter anderem diese Art der Verzahnungsbearbeitung zu realisieren. Damit erhält der Autor dieses Beitrags die Möglichkeit, ein komplettes Dienstleistungsspektrum einschließlich fertiger Verzahnungsteile zu offerieren.

Übrigens lassen sich mit dem in diesem Beitrag beschriebenen Werkzeugkonzept auch andere Verzahnungen als die erwähnten bearbeiten. Beispielfähig seien hier Zahnwellenprofile, Schnecken, Kettenräder, Stirnräder, Face Gears sowie im CoSIMT-Verfahren bogenverzahnte Kegelräder genannt. ■