



1 Das 5-Achs-Schleifen von Verzahnungen war bislang wenig erforscht. Tests im Rahmen des Projekts 'CompactGears4Turbo' zeigten, dass das Schleifen sich zwar eher nachteilig auf die Makrogeometrie der Zahnräder auswirkt, ihre Lebensdauer jedoch deutlich verbessert © Fraunhofer IPT

Prozesskette Verzahnungen

Neue Verfahrenskombination für Getriebe in Flugzeugtriebwerken

Doppelschrägverzahnte Planetenradgetriebe machen Flugzeugtriebwerke effizienter. Leider gingen die bisherigen Fertigungsmethoden mit Einschränkungen einher. Das Fraunhofer IPT hat daher mit Partnern eine Prozesskette mit fünffachem Fräsen und Schleifen entwickelt.

Üblicherweise werden Doppelschrägverzahnungen durch sogenanntes Walzfräsen und Wälzschleifen hergestellt. Die Fräs- und Schleifwerkzeuge benötigen allerdings große Ein- und Auslaufzonen, die ihrerseits breite Nuten zwischen den Radteilen erfordern. Das hat zur Folge, dass Getriebe, die auf diese Weise gefertigt werden, vergleichsweise schwer sind und große Abstände zwischen den einzelnen Zähnen aufweisen – beides ist nachteilig für die Verwendung in Flugzeugtriebwerken.

Kombinierte Prozesskette aus 5-Achs-Fräsen und 5-Achs-Schleifen

Im Forschungsprojekt 'CompactGears 4Turbo' hat das Fraunhofer IPT gemeinsam mit fünf Industriepartnern

neue Prozessketten zur Herstellung kompakter und leichter Zahnräder mit schmalen Nuten für Luftfahrtgetriebe entwickelt. Die Prozessketten reichen von der digitalen Modellierung der Zahnräder (CAD) über die computerbasierte Prozessauslegung (CAM) bis zur Fertigung und der anschließenden Qualitätsprüfung. Die Projektpartner realisierten erstmals eine Prozesskette zur Fertigung der Zahnräder mittels 5-Achs-Fräsen mit anschließendem 5-Achs-Schleifen. Das Schleifen der Bauteiloberfläche ist für den Betrieb des Bauteils von großer Bedeutung, da eine geringere Oberflächenrauheit die Reibung zwischen den Zahnflanken im Getriebe vermindert.

Eine besondere Herausforderung war die Integration des Schleifens in

INFORMATION & SERVICE



INSTITUT

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT
52074 Aachen
Tel. +49 241 8904-0
www.ipt.fraunhofer.de



die Prozesskette, denn das 5-Achs-Schleifen von Verzahnungen war bis dahin so gut wie unerforscht. Die beiden Verfahren – Fräsen und Schleifen – in einer solchen Prozesskette zu kombinieren, war also Pionierarbeit. Zunächst waren deshalb umfangreiche grundlegende Untersuchungen erforderlich, um geeignete Prozessstrategien zu erarbeiten. Besonders die Identifikation der passenden Werkzeuge für die 5-Achs-Schleifbearbeitung der Zahnräder war eine große Aufgabe.

CAM-Planungssoftware für die 5-Achs-Bearbeitung von Zahnrädern

Bei den praktischen Untersuchungen stellte sich heraus, dass die 5-Achs-Fräsbearbeitung die maximal erreichbare Formgenauigkeit der Zahnräder vorgibt. Das anschließende fünfachsiges Schleifen hat keinerlei positive Auswirkungen auf die Makrogeometrie der Zahnräder, vielmehr wirkt es sich eher nachteilig aus. Der Schleifprozess muss deshalb so ausgelegt werden, dass sich die Zahnradgeometrie nur noch geringfügig verändert, die Rauheit der Zahnoberfläche dabei aber so weit wie möglich verringert.

Diese und weitere Erkenntnisse für die Auslegung der neuen Prozesskette flossen als weiteres Projektergebnis in die Entwicklung eines CAM-Planungssoftwarepakets für Siemens NX ein. Die Software dient zur Prozessplanung und umfasst auch die Bahnplanung für das Fräsen und Schleifen der komplexen Doppelschrägverzahnungen.

Zahnräder sind leichter und haben eine längere Lebensdauer

Testreihen mit mehreren gefertigten Zahnrädern ergaben, dass das zusätzliche 5-Achs-Schleifen die Lebensdauer der Zahnräder deutlich verbessert. Dies ist auf die verringerte Oberflächenrauheit zurückzuführen. Die neue Prozesskette mitsamt der CAM-Planungssoftware ermöglichen es, langlebigere Zahnräder für Planetengetriebe in Luftfahrtanwendungen kompakter und leichter herzustellen. Das Fraunhofer IPT plant, in Folgeprojekten seine Kompetenzen in diesem Bereich weiter zu vertiefen.

Projektpartner

- ModuleWorks GmbH, Aachen (Koordination)

2 Die Projektpartner realisierten erstmals eine Prozesskette zur Fertigung der Zahnräder mittels 5-Achs-Fräsen mit anschließendem 5-Achs-Schleifen. Bei ihren Untersuchungen kam das Forschungsteam zu dem Ergebnis, dass die Fräsbearbeitung die maximal erreichbare Formgenauigkeit der Zahnräder vorgibt

© Fraunhofer IPT

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen
- Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH-Aachen, Aachen
- Aixpath GmbH, Aachen
- Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Oberursel (assoziiertes Partner)
- Aerospace Transmission Technologies GmbH, Friedrichshafen (assoziiertes Partner)

Projektförderung

Das Forschungsprojekt 'CompactGears4Turbo – Innovative Prozesskette zur Herstellung von kompakten und leichten Zahnrädern für Luftfahrtgetriebe mittels 5-Achs-Fräsen und 5-Achs-Schleifen' wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. ■

Wir messen Qualität in Mikrometer

LIEBHERR

Liebherr-Verzahntechnik GmbH



Control, Stuttgart: 03.-06.05.
Halle 6, Stand 6509

Verzahnungsmessgeräte der Baureihe WGT

- Höchste Präzision durch Granitführungen und Luftlagerung
- Geringe Betriebskosten durch kontaktlose Führungen und zuverlässige Tastköpfe sowie preiswerte Ersatzteile
- Flexibel für alle Arten von Verzahnungen
- Liebherr-Software LHInspect
- Herstellerneutrale GDE-Schnittstelle zur Datenübertragung

<https://go.liebherr.com/4yz7ll>