

GAMMA HSC – ADAPTIVE TONNENFRÄSWERKZEUGE AUF DEM WEG ZUR MARKTREIFE



GEFÖRDERT VOM

 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM

 PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie



TONNENFRÄSWERKZEUGE BESCHLEUNIGEN DIE FRÄSBEARBEITUNG

In den vergangenen Jahren wurden in vielen Forschungsprojekten Beschichtungen für Fräswerkzeuge untersucht und neue hochdynamische Maschinenachsen und -spindeln entwickelt. Ziel war es, Bearbeitungsgeschwindigkeiten zu erhöhen und dadurch die Produktivität der Fräsprozesse zu steigern. Auch die Werkzeugtechnik wurde verbessert, jedoch adressieren die neuen Geometrien überwiegend die Schrubbearbeitung – Beispiele sind Hochvorschub-Fräswerkzeuge. Die Schlichtbearbeitung verlangt jedoch nach wie vor die hohe geometrische Flexibilität der weniger produktiven Kugelpkopffräswerkzeuge – zumindest wenn es um die Herstellung geometrisch anspruchsvoller Bauteile geht.

Die geringere Produktivität der Kugelpkopffräswerkzeuge begründet sich in der begrenzten Möglichkeit, die Zeilenbreite, also den Abstand zweier Fräsbahnen in axialer-Richtung, zu steigern. Eine stärkere Rauheit des Bauteils wäre das Ergebnis, so dass sich der Aufwand für nachgelagerte Prozessschritte erhöht. Hier setzt das Projekt »GammaHSC« an: Neue Werkzeuge besitzen das Potenzial, die Flächenzerspanleistung bei höherer Oberflächenqualität deutlich zu steigern. Dabei werden die Merkmale der Bauteilgeometrie bereits in die Geometrie von Kopf und Umfang des so genannten Tonnenfräswerkzeugs integriert: Passende Bearbeitungsstrategien, implementiert in kommerzielle CAM-Systeme, sollen sicherstellen, dass die gewünschte Werkzeugbahn effizient und fehlerfrei abgefahren wird. Die Endanwender der Technologie profitieren von kürzeren Bearbeitungszeiten.

Wir bedanken uns beim BMBF für die Finanzierung des Projekts. Dem Projektträger Karlsruhe (PTKA), vertreten durch Herrn Edwin Steinebrunner, möchten wir für die engagierte Betreuung danken.

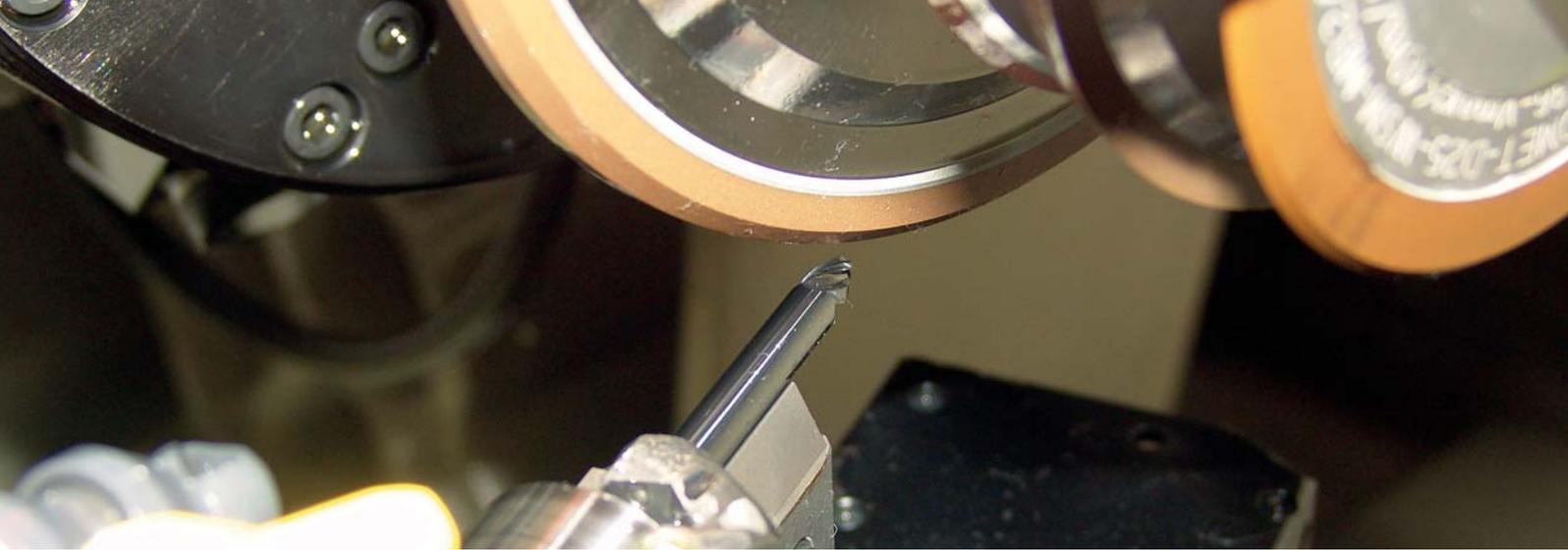
Projektträger Karlsruhe: Bereich Produktion und Fertigungstechnologien

Mit der Fördermaßnahme KMU-innovativ als Teil der High-Tech-Strategie der Bundesregierung verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Ziel, das Innovationspotential kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Bereich Spitzenforschung zu stärken. Vor diesem Hintergrund wird auch das Forschungsförderungsprogramm »Rahmenkonzept Forschung für die Produktion von morgen«, insbesondere für erstantragstellende KMU, attraktiver. Die Maßnahmen des BMBF beinhalten unter anderem ein vereinfachtes und beschleunigtes Antrags- und Bewilligungsverfahren, den Ausbau der Beratungsleistungen für KMU und die themenoffene Gestaltung der Fördermaßnahme.

Eine der Neuerungen zudem ist, dass produzierende, kleine und mittlere Unternehmen ihre Projektskizzen im Rahmen von KMU-innovativ ganzjährig einreichen können. Die Bewertung erfolgt alle sechs Monate jeweils zum 15. April und 15. Oktober. Die Entscheidung wird innerhalb von zwei Monaten mitgeteilt, so dass die Projekte zeitnah starten können.

Wir danken allen beteiligten Projektpartnern für ihre engagierte und intensive Zusammenarbeit. Besonderer Dank gilt Herrn Arndt Fielen (Zecha Hartmetall-Werkzeugfabrikation GmbH) für die industrielle Koordination sowie Herrn Benedikt Gellißen (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT). Nicht zuletzt gilt unser Dank dem BMBF, vertreten durch Herrn Dr. Sebastian Dziallach, ohne dessen Unterstützung die Realisierung des Projektes nicht möglich gewesen wäre.

Dipl.-Ing. Edwin Steinebrunner



HERAUSFORDERUNGEN UND ZIELE DES PROJEKTS

Vorgehen im Projekt »GammaHSC«

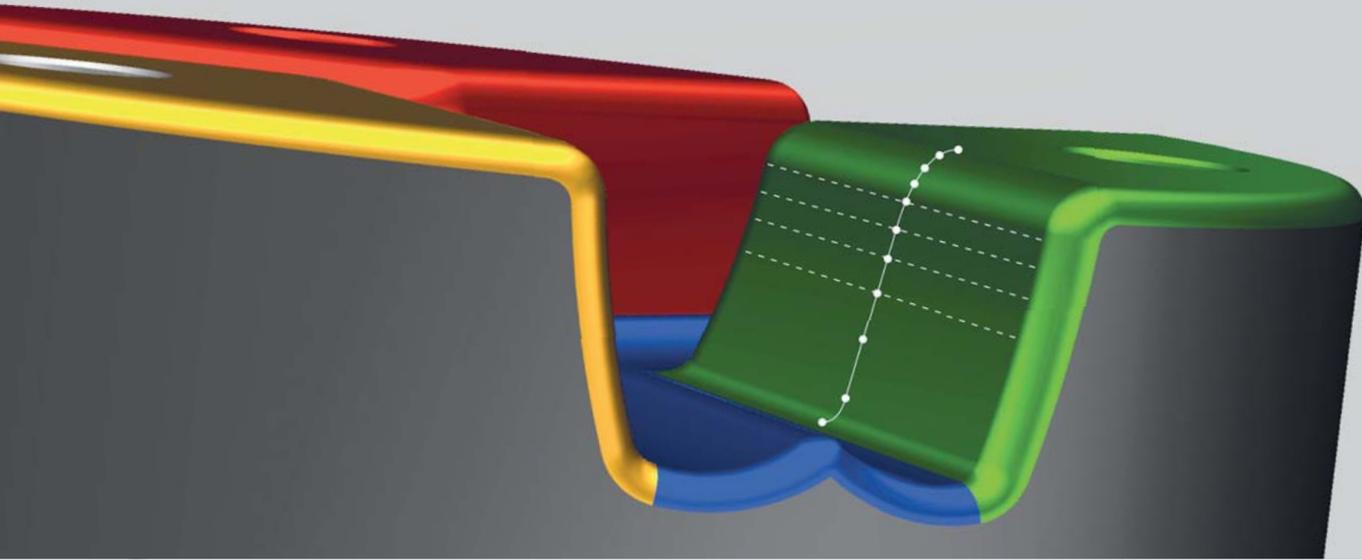
Tonnenfräswerkzeuge sind als Formfräswerkzeuge lange bekannt. Sie werden mit dem gesamten Tonnenbereich in das zu bearbeitende Material geführt und bilden sich dadurch eins zu eins ab. In der Regel werden damit nur leicht zerspanbare Werkstoffe wie Holz bearbeitet. Für den Formenbau und andere Branchen ist dieses Vorgehen jedoch nicht geeignet, da für eine Vielzahl von Bearbeitungen nur flexibel einsetzbare Fräswerkzeugkonzepte genutzt werden können.

Die Potenziale der neuen Tonnenfräswerkzeuge lassen sich ohne ein umfassendes Prozessverständnis nicht ausschöpfen. Eine prozessichere Anwendung setzt gezielte technologische Untersuchungen voraus. Durch seine Konstellation als Verbundprojekt bot »GammaHSC« die ideale Plattform, um die Ziele der beteiligten Partner zu erreichen.

Für die Fräsversuche stellten die Projektpartner Klaucke & Meigies Formenbau GmbH aus Lüdenscheid und CP Autosport GmbH aus Büren repräsentative Bauteile ihrer Branchen bereit: Komplexe Formeinsätze für urformende Fertigungsverfahren und Funktionsbauteile für den Motorsport dienten dazu, die Werkzeuge und Fräsprozesse sowohl für die Unikat- als auch die Serienfertigung gründlich zu erproben.

Die zentralen Ziele des Projekts im Überblick:

- die Definition und Herstellung der Tonnenfräswerkzeuge,
- die Untersuchung des Prozessverhaltens,
- die Umsetzung in einem CAM-System der beteiligten Projektpartner,
- die Verifikation des Gesamtsystems anhand einer industriellen Demonstratorbearbeitung.



UNSERE ERGEBNISSE – IHR VORTEIL

Herstellung hochpräziser Tonnenfräswerkzeuge

- ZECHA Hartmetall-Werkzeugfabrikation GmbH (Königsbach-Stein)

Die zentrale Aufgabe der ZECHA Hartmetall-Werkzeugfabrikation GmbH im Forschungsprojekt war die Werkzeugherstellung: Vor allem die Programmierung und Herstellung des Übergangs zwischen dem Kugelkopfbereich in der Stirn und dem Tonnenbereich im Mantel des Werkzeugs gestalteten sich schwierig. Hier wurden zusätzlich externe Partner, beispielsweise Softwarehersteller, zu Rate gezogen. Als Nebeneffekt profitierten die Mitarbeiter von ZECHA von intensiven Schulungen, in denen neues Fertigungswissen vermittelt wurde. Auf der Grundlage der schon bestehenden Fähigkeiten bei ZECHA gelang es auf diese Weise schließlich, das Werkzeug mit einer Formtoleranz unter 5 µm entlang der gesamten Schneidengeometrie herzustellen, unter Integration bestehenden Know-hows. Die Herstellung dieser neuen Fräswerkzeuge beherrscht ZECHA nun seit mehr als einem Jahr prozesssicher. Das Unternehmen hat das Verfahren bereits auf weitere Geometriekombinationen ausgedehnt, um künftigen Kundenwünschen vorzugreifen. Auch Varianten der Schneidengeometrien für unterschiedliche Werkstoffe wurden erfolgreich umgesetzt und bereits teilweise erprobt.

In den Untersuchungen im Projekt »GammaHSC« haben die Projektpartner die Werkzeuge nicht nur eingesetzt, sondern auch schon erste Verbesserungen in den neuen Varianten implementiert. Die neue Werkzeugtechnik des Tonnenfräswerkzeugs bietet ein weitreichendes Potenzial für die Kunden der ZECHA GmbH. Die Werkzeuge werden als eigenständiges Produkt in der zweiten Hälfte des Jahres 2013 das Angebot des Unternehmens aufgenommen.

Prozessuntersuchungen für den effizienten Einsatz der Tonnenfräswerkzeuge

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik IPT (Aachen)

Die HSC-Zerspanung ist in vielen Produktbereichen eine zentrale Fertigungstechnologie. Jedoch gilt es, für jede neue Werkstoff-Werkzeug-Kombination die Prozessführung neu zu ermitteln. Das Fraunhofer IPT übernimmt hier eine Vorreiterrolle bei der Prozessentwicklung für Tonnenfräswerkzeuge und konnte sein Wissen im Forschungsprojekt »GammaHSC« systematisch erweitern.

Das vom Projektkonsortium definierte Fräswerkzeug wird durch zwei Radien beschrieben: Der Stirnbereich entspricht einem Kugelkopf, der Mantelbereich ist durch die eigentliche Tonne gekennzeichnet. Diese Kombination gewährleistet einen flexiblen Einsatz, wodurch sich die Anzahl der Werkzeugwechsel reduzieren lässt.

Durch die Form des Fräswerkzeugs ergeben sich prozesstechnologische Herausforderungen, denn die Spanungsgeometrie unterliegt durch die unterschiedlichen Bereiche der Fräswerkzeuggeometrie starken Schwankungen – vor allem im Übergang zwischen Stirnbereich und Mantel. Die Spanungsgeometrie verändert die mechanischen und thermischen Belastungen auf das Werkzeug und beeinflusst so den Werkzeugverschleiß und die Oberfläche, beispielsweise den Mittenrauhwert des Bauteils. Hier traten je nach Orientierung des Werkzeugs deutliche Unterschiede auf.

Die Ergebnisse der systematischen Untersuchungen wurden mit den Projektpartnern eingehend diskutiert. Die Prozessparameter für den Warmarbeitsstahl 1.2343 dienten dazu, den Demonstrator herzustellen und einen Vergleich mit der üblichen Bearbeitung mit dem Kugelkopf zu ziehen.



UMSETZUNG UND VALIDATION DES GESAMTKONZEPTS

Arbeitsgruppe »Funktionsbauteile für den Motorsport«

- CP Autosport GmbH (Büren),
- OPEN MIND Technologies AG (Wessling)

Arbeitsgruppe »Formeinsatz für das Urformen«

- Klauke & Meigies Formenbau GmbH (Lüdenscheid),
- CIMsystem Deutschland (Saarwellingen)

Im Verbundprojekt spielten die Endanwender eine zentrale Rolle, da die Akzeptanz des Fräswerkzeugs erst durch die nachgewiesene Industrietauglichkeit entsteht. Aus diesem Grund gestalteten die Endanwender CP Autosport GmbH und Klauke & Meigies Formenbau GmbH nicht nur die jeweiligen Demonstratoren, sondern auch die Geometrie des Tonnenfräswerkzeugs in starkem Maße mit.

Jeder der beiden Endanwender bildete mit dem Hersteller seiner CAM-Software eine Arbeitsgruppe. Innerhalb weniger Monate entstanden so zwei CAM-Lösungen für das Tonnenfräswerkzeug, die während der Projektlaufzeit erprobt und angepasst werden konnten. Beide Systeme besitzen nun Benutzeroberflächen zur Eingabe der Werkzeuggestalt, bieten eine Kollisionskontrolle und Strategien zur 5-achsigen Positionierung des Werkzeugs relativ zur Bauteiloberfläche. Die neuen Bearbeitungsstrategien für die Tonnenfräswerkzeuge der Anbieter OPEN MIND Technologies AG und CIMsystem Deutschland stehen voraussichtlich ab der zweiten Jahreshälfte 2013 den Kunden zur Verfügung.

Beide Endanwender haben mit der jeweiligen Software die NC-Programme zur Bearbeitung des Demonstrators erzeugt und eingesetzt. Im direkten Vergleich zum Kugelkopf wurde die axiale Zustellung um das Dreifache erhöht und damit die Bearbeitungszeit um 75 Prozent verkürzt, unter anderem durch den Wegfall von Leerfahrten. Gleichzeitig verbesserte sich die Oberflächenrauheit quer zur Vorschubrichtung um 40 Prozent.

Schon dieses Beispiel zeigt das hohe Potenzial, das vor allem für großflächige Werkzeuge zur Blechumformung oder für den Spritzguss besteht. Endanwender, wie die Projektpartner CP-autosport GmbH und Klauke & Meigies Formenbau GmbH, profitieren durch die neue Werkzeugtechnologie in Form deutlicher Produktivitätszugewinne.

Danksagung

Wir bedanken uns beim BMBF für die Finanzierung des Projekts. Dem Projektträger Karlsruhe (PTKA), vertreten durch Herrn Edwin Steinebrunner, möchten wir für die engagierte Betreuung danken.

CIMsystem Deutschland

Gioacchino Ghezzi
Telefon +49 6831 988351
info@cimsystem.de

CP autosport GmbH

Dirk Blumenkamp
Telefon +49 2955 7610-500
blumenkamp@CP-autosport.com

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Dr.-Ing. Thomas Bergs
Telefon +49 241 8904-105
thomas.bergs@ipt.fraunhofer.de

Klauke & Meigies Formenbau GmbH

Robert Meigies
Telefon +49 2351 81796
robert.meigies@km-formenbau.de

OPEN MIND Technologies AG

Alexander Rautenberg
Telefon +49 8153 933-568
alexander.rautenberg@openmind-tech.com

ZECHA Hartmetall-Werkzeugfabrikation GmbH

Arndt Fielen
Telefon +49 7232 3022-0
arndt.fielen@zecha.de

