

Technologie-Forum IFQ 2018

Aktuelle Forschungsaktivitäten



Ur- und Umformtechnik

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr

Entwicklung neuartiger Technologien, Anlagenkomponenten und Logistik zu einer energieeffizienten Fertigung in Leichtmetall-Gießereien „ETAL“

Dr.-Ing. Stefan Scharf, M.Sc. Martin Liepe

(stefan.scharf@ovgu.de), (martin.liepe@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich UR-/Umformtechnik,
Prof. Rüdiger Bähr, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Wer planetare Grenzen im Blick hat, kommt im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes an effizienten und nachhaltigen Produktionslösungen nicht vorbei. Das Kooperationsvorhaben ETAL verfolgt in diesem Kontext das Ziel, den erforderlichen Energieeinsatz bei der NE-Gusserzeugung und damit die emittierten Schadstoffe signifikant zu reduzieren, gleichzeitig sowohl Gussqualität als auch Fertigungsflexibilität deutlich zu erhöhen und in Summe sowohl die Produktionskosten zu senken als auch die Umwelt zu schonen.

Realisiert werden soll dies durch die Entwicklung neuartiger Anlagenkomponenten, die eine Zusammenlegung der bislang notwendigen Prozessschritte „Metall schmelzen“, „Schmelze transportieren“ und „Metall warmhalten“ zu einem Prozessschritt: „Metall dezentral und volltransportabel einschmelzen und warmhalten“ und somit eine komplette Reorganisation der Materialflüsse sowie der Fertigungslogistik in einer Gießerei ermöglichen.

1. Herausforderung

Vor dem Hintergrund der fertigungstechnologischen und logistischen Nachteile der bisherigen, konventionellen Prozessgestaltung bestehen die zentralen Ziele des Projektansatzes in einer möglichst ganzheitlichen Substitution des eingesetzten Energieträgers Elektrostrom durch die gezielte Integration neuartiger energieeffizienter gasbasierter Technologien sowie in einer kompletten Reorganisation der Prozesskette (signifikante Verkürzung), um monetäre und ökologische Potenziale nachhaltig in einer Art und Weise zu erschließen, die bei evolutionärer Weiterverfolgung der bisherigen Ansätze nicht realisierbar wären.

Technologisch ist dazu die Weiterentwicklung einer innovativen Brennertechnologie sowie eine Rückführung und Wiederverwertung der prozessintern anfallenden Hochtemperaturabwärme zur Verbrennungsluftvorwärmung vorgesehen, wobei die Wärmeenergie künftig in neuartigen Heißluftdockingstationen bereitgestellt und an mobile

Tiegelpfannen abgegeben wird. Diese sollen künftig vollautomatisiert die Gießplätze mit Schmelzgut versorgen.

2. Potentiale

Die Potenziale der neu zu entwickelnde Technologie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ✓ Substitution des Energieträgers Strom innerhalb der Gießprozesskette durch Gas und damit Unterstützung der nationalen „green power-to-gas“ Strategie.
- ✓ Wegfall des Umfüllvorganges Schmelzofen-Transportbehälter-Warmhalteofen und damit Vermeidung unnötiger Aufheißvorgänge.
- ✓ Reduzierung von Sauerstoffeinträgen, Verunreinigungen und Schlackebildung im Schmelzgut.
- ✓ Schadstoffarme und bedienerunabhängige Beheizung durch automatische Brennerregelung mit Abwärmenutzung.
- ✓ Rekuperative Nutzung der Abwärme im Beheizungsmodul.
- ✓ Flexibilitätssteigerung und Erhöhung der Produktdiversität durch agilere innerbetriebliche Logistik.
- ✓ Optimierte Materialflüsse (durch Strukturierung, Harmonisierung, Gefährdungsvermeidung) und damit reduzierter indirekter Energieverbrauch.

AUF EINEN BLICK

Innovative Schmelzeversorgung

- 1 Konzept der an Dockingstationen beheizten, mobilen Tiegelpfanne bietet ein enormes Potenzial zur Senkung energetischer Verbräuche bei steigender Gussqualität.
- 2 Die benötigte Wärmeenergie wird über innovative gasbasierte Brenner geliefert, die Abwärme prozessintern verwerten können.
- 3 Das dezentrale und automatisierbare Schmelze-konzept ermöglicht optimierte Materialflüsse und eine flexiblere Produktion.

Numerische Simulation des Schleuderverbundgießens von Umformwalzen

M.Sc. Martin Liepe

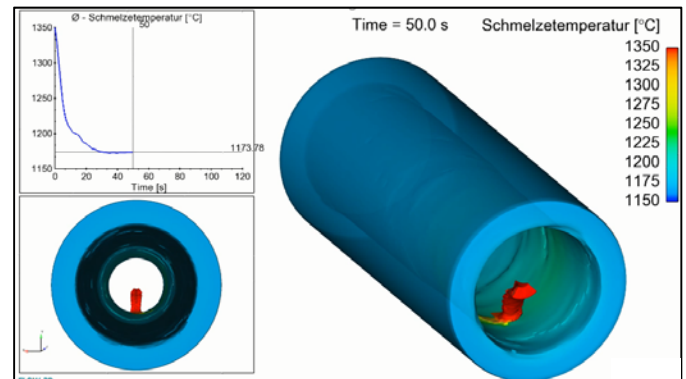
(martin.liepe@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung,
Bereich Ur- und Umformtechnik, Prof. Rüdiger Bähr,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Simulation von Gießprozessen hat sich im Verlauf der letzten vier Jahrzehnte zu einem nützlichen Werkzeug in der Prozess- und Bauteiloptimierung in Gießereien unter Berücksichtigung nahezu aller Gießverfahren und Gusswerkstoffe entwickelt. Die Modellierung des Schleudergießens ist jedoch in Anbetracht der spezifischen Strömungscharakteristika, des komplexen Wärmehaushalts sowie der relativ langen Prozessdauer verglichen mit den konventionellen statischen Verfahren äußerst komplex.

1. Herausforderungen

Umformwerkzeuge wie Walzen und Walzringe müssen künftig immer höheren Anforderungen gerecht werden, welche durch den steigenden Anteil höherfester Stähle zur Umformung verursacht werden. Gleichzeitig müssen die Walzengießereien den Forderungen nach Energie- und Ressourceneffizienz, langen Standzeiten der Werkzeuge, geringen Werkstoffkosten bei hohen Walzenproduktivitäten und -qualitäten genügen. Gegenwärtig werden Walzen als monolithische Bauteile vorrangig statisch durch Schwerkraftgießen hergestellt. Eine Substitution des statischen Gießens durch das Schleudergießen in Verbindung mit Verbundwerkstoffen optimiert die Gussteilfertigung bzgl. der mechanischen Eigenschaften der Walzen sowie der Reduzierung kostenintensiver Werkstoffe. Jedoch lag im Jahr 2014 der Anteil der in Deutschland produzierten Schleudergusswalzen bei lediglich 14,6 %. Geschuldet ist dies trotz der offensichtlichen Verfahrensvorteile, wie bessere Festigkeits- und Verschleißigenschaften sowie Porositäts- und Inhomogenitätsverringerung, den hohen Anlageninvestitionen und dem komplexen Prozessregime. Begründet dadurch besteht die Notwendigkeit, den Fertigungsprozess robust, beherrschbar und in zunehmendem Maße auch vorhersagbar zu gestalten. Hier setzt die numerische Simulation dieses Gießprozesses an, welche den Anspruch



innehalt, zur Generierung geeigneter Produktionsparameter Untersuchungsmethodiken für eine vollständige Abbildung der Formfüllung, Erstarrung und Abkühlung der Gusswalzen zu entwickeln.

2. Potentiale

Zur Erfüllung dieser Ziele sind umfangreiche Voruntersuchungen zum Einfluss der Schlichte auf den Wärmeübergang zwischen Schmelze und Kokille notwendig. Zudem wird eine Korrelation zwischen Abkühlbedingungen der Schmelze und der damit verbundenen Gefügeausbildung sowie den mechanischen Eigenschaften des Gussteils in die Simulationssoftware zu implementieren werden. Die verwendete CFD-Software FLOW-3D bietet in Hinblick auf die hohe Schmelzedynamik während des Gießprozesses und den daraus resultierenden turbulenten Strömungen geeignete Berechnungs- und Visualisierungsmethoden. Darüber hinaus lässt sich durch die Implementierung von Subroutinen und zusätzlicher Kriteriumsfunktionen eine adäquate Simulationsmodellierung und –auswertung durchführen. Dies eignet sich für das Schleudergießen speziell bezüglich der Darstellung der für Walzkörper äußerst relevanten Härte im Außenbereich.

AUF EINEN BLICK

Schleudergieß-Simulation

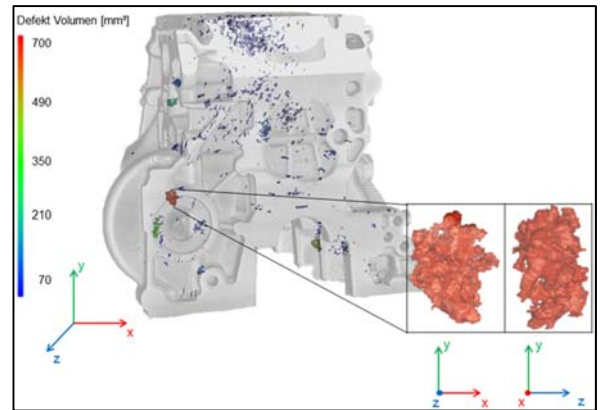
- 1 Steigende Werkzeuganforderungen bei Umformprozessen bedingen modifizierte Herstellungsverfahren und Werkstoffe.
- 2 Schleudergießen in Verbindung mit Verbundgießen ermöglicht Bauteiloptimierung.
- 3 Gießprozesssimulation zum Schleudergießen befähigt zur Prozessvorhersage und verbessert die Bauteileigenschaften.

Zerstörungsfreie Porenbewertung von Leichtmetallguss mittels schneller Computertomographie

M.Sc. Chris Michaelis

(chris.michaelis@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung,
Bereich Ur- & Umformtechnik, Prof. Rüdiger Bähr,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die wichtigste Kenngröße zur Bewertung von Leichtmetallgussteilen ist deren Festigkeit unter Berücksichtigung der fertigungsbedingten und festigkeitsminimierenden Porosität. Insbesondere im Hinblick auf die internationale Entwicklung zum Leichtbau und die zunehmenden Forderungen der Kunden nach Reduzierung des Material- und Energieeinsatzes sowie des Gewichtes der Bauteile bei gleichzeitiger Erhöhung der Lebensdauer und Leistungsparameter vergrößern den Anteil der Leichtmetallgussteile in vielen Branchen stetig. Eine schnelle, zerstörungsfreie und gleichzeitig in den Fertigungsprozess integrierbare sichere Bewertung der festigkeitsminimierenden Porosität in Gussteilen ist deshalb von herausragender Bedeutung für viele Gießereibetriebe.

1. Herausforderungen

Die Vorteile einer zerstörungsfreien dreidimensionalen Prüfung mittels der CT-Technologie, sind hinlänglich bekannt. Jedoch stehen der gegenwärtigen industriellen Nutzung schneller CT-Systeme folgende wesentlichen Hindernisse entgegen: Einerseits ist mit zunehmender Komplexität der Gusserzeugnisse eine homogene Auflösung innerer Strukturen über das gesamte Bauteil hinweg nicht mit nur einem Prüfdurchgang zu realisieren. Dabei bleibt zu beachten, dass die Prüf- bzw. Scanparameter sowohl bauteilindividuell (Legierungszusammensetzung, Durchstrahlungslänge) als auch hinsichtlich der Zielstellung anzupassen sind. Neben der Erstellung eines dreidimensionalen Datensatzes (Rekonstruktion) ist die Analyse der erhaltenen Daten ein wesentlicher Punkt der CT-Prüfung. Hierbei liegt die Herausforderung vor allem darin, trotz begrenzter Auswertegeschwindigkeit und dem Durchlauf vieler unterschiedlicher Sicherheitschleifen eine industriell einsetzbare Taktzeit zu gewährleisten. Wesentlicher Kritikpunkt beim industriellen Einsatz von CT-Systemen zur Prozessüberwachung ist bisher

das Fehlen von eindeutigen Richtlinien sowie Verfahrensvorschriften, die den Prüfprozess und dessen Ergebnisse vereinheitlichen sowie der fehlende Nachweis der Prozessfähigkeit des Messmittels CT.

2. Potentiale

Dementsprechend definiert sich das Entwicklungsziel des Forschungsvorhabens, das mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Programms ZIM gefördert wird, über eine ganzheitliche Betrachtung der dreidimensionalen Prüfmethodik mittels CT-Technik. Ausgehend von einer verfahrenstechnischen Lösung zur Generierung von fehlerfreien Durchstrahlungsaufnahmen, welche als Basis für die Volumenrekonstruktionen realitätsnaher Prüfkörper mit komplexen Geometrielementen dienen, soll eine standardisierte Bildgüte von als funktionskritisch definierten Bauteilbereichen erreicht werden. Um darauf aufbauend eine Definition der für die Bewertung maßgeblich heranzuziehender, charakteristischer Porenparameter bestmöglich realisieren zu können.

AUF EINEN BLICK Gussteilprüfung mittels CT

- 1 Die durch Leichtbau bedingte zunehmende Gussbauteilkomplexität führt zu immer schwerer zu prüfenden/digitalisierenden Leichtmetallgusserzeugnissen.
- 2 Mangel an Bewertungsansätzen, die auf Basis dreidimensionaler Datensätze konkrete Aussagen über das lokale Werkstoffverhalten.
- 3 Projektziel ist eine gesicherten, zerstörungsfreien Aussage zur Gussteilqualität in Abhängigkeit Porosität unabhängig von der Bauteilgeometrie.

Entwicklung eines ultraschallunterstützten Vakuüm-Gießverfahrens für neuartige Aluminium-Matrixkomposite

M.Sc. Christian Gawert

(christian.gawert@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Ur-/ Umformtechnik,
Prof. Rüdiger Bähr, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Der Leichtbau gewinnt für die Automobil- sowie für die Schienenfahrzeugindustrie stetig an Bedeutung. Besonders im Zuge der sich entwickelnden E-Mobilität bedarf es zusehends, neuer Werkstoffe sowie funktionaler Leichtbau-Verbundkonzepte um die Reichweite von Hybrid- und Elektrofahrzeugen zu maximieren.

Seit einigen Jahren ist eine zunehmende Entwicklung besonders harter und verschleißfester Aluminiumwerkstoffe zu beobachten, die etablierte Konstruktionswerkstoffe substituieren können. Dabei handelt es sich um partikelverstärkte Aluminium-Matrix-Komposite (AMC). Der Einsatz von Leichtbauteilen aus Aluminium-Matrix-Kompositen bietet im Vergleich zu herkömmlichen Bauteilen aus Stahl oder Gusseisen bis zu 62 % Gewichteinsparung.

1. Herausforderungen

Die Entwicklung eines neuartigen Gießverfahrens und der dazu notwendigen Anlagen- und Steuerungstechnik zur Herstellung partikelverstärkter Aluminium-Verbundwerkstoffe (AMC) ist das Ziel des Projektes. Kernelemente des neuen Gießverfahrens sind die vollständige Einbettung sowie die homogene Verteilung der Verstärkungspartikel aus SiC in die Aluminiumschmelze. Aufgrund der speziellen Eigenschaften der SiC-Partikel (keine Benetzung durch Aluminiumschmelze) kann dies nicht durch herkömmliche Eintrags- und Rührverfahren erfolgen, sondern erfordert ein Einbringen im Zusammenfluss zweier Materialflüsse sowie eine spezielle Ultraschall- und Vakuumbehandlung, die vor und während des Gießens und während der AMC-Schmelze-Erstarrung zum Einsatz kommt.

Dies ermöglicht die Herstellung von Aluminiumverbundwerkstoffen mit einem deutlich höheren Verstärkungs-

anteil, einer verbesserten Homogenität und einer geringen Porosität, welche die Qualität der Materialien deutlich verbessern und einen kontinuierlichen großserientauglichen Gießprozess ermöglichen.

Für das neue Gießverfahren werden zudem Kenntnisse über das Fließverhalten solcher AMC-Schmelzen benötigt, um eine adäquate Gussteilqualität gewährleisten zu können. Daher soll in Voruntersuchungen die Viskosität entsprechender Schmelzen ermittelt werden.

2. Potentiale

Als erste Anwendung soll das neue Gießverfahren zur Herstellung von AMC-Bremsscheiben als Leichtbau-Bremsscheiben - mit und ohne Belüftung - für Hybrid- und Elektro-Fahrzeuge im Pilotmaßstab durch die Daimler AG erprobt werden. Im Allgemeinen eignet sich bei besonders verschleißbeanspruchten Bauteilen der Automobil- und der Luftfahrtindustrie der Einsatz von AMC-Werkstoffen (Kolben, Zylinderhülsen, Lagerelemente).

AUF EINEN BLICK

Ultraschall-Vakuüm-Gießverfahren

- 1 Die zunehmende Entwicklung der E-Mobilität führt zu steigenden Anforderungen an den Leichtbau und erfordert daher neue Verbundwerkstoffe.
- 2 Das neue Ultraschall-Vakuüm-Gießverfahren ermöglicht die großserientaugliche Produktion von AMC-Bauteilen.
- 3 Im Vergleich zu konventionellen Verfahren können der Verstärkungsphasenanteil erhöht, die Porosität verringert, sowie die Homogenität des Verbundwerkstoffes verbessert werden.

Simulation und Anwendung von Ultraschall zur gezielten, erstarrungsbegleitenden Gefügebeeinflussung bei der Fertigung hochbelastbarer Aluminium-Gussteile

M.Sc. Eric Riedel, Dr.-Ing. Stefan Scharf

(eric.riedel@ovgu.de), (stefan.scharf@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Ur- und Umformtechnik,
Prof. Rüdiger Bähr, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Bereits heute sehen sich der Mobilitätssektor, aber auch der Maschinenbau i.A., mit den steigenden Ansprüchen an Ihre Komponenten konfrontiert. Dies erfordert zwangsläufig neue, innovative Fertigungsverfahren, mit denen das Potential der eingesetzten Werkstoffe zunehmend ausgeschöpft und die Belastungsfähigkeit der gefertigten Bauteile erhöht werden kann. Dies gilt insbesondere für den Werkstoff Aluminium (Al) und seine Legierungssysteme. Aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Dichte, verknüpft mit je nach Legierungssystem flexibel an den Einsatzfall anpassbaren mechanischen Eigenschaften (von duktil bis hoch-fest), erfreuen sich Al-Legierungen hoher Beliebtheit und werden an den verschiedensten Stellen eingesetzt. Bereits bei der Gussteilfertigung werden die Weichen für die finalen mechanischen Eigenschaften eines Bauteils gelegt.

1. Herausforderungen

Gemäß dem Zusammenhang „schnelle Abkühlung – feines Gefüge – gute mech. Eigenschaften“ stehen insbesondere die mech. Eigenschaften der speisernahen, zuletzt erstarrenden Bereiche denen im übrigen Gussteil nach. Ein Weg, dies zu ändern und Homogenität hinsichtlich der Gefügeverteilung zu erreichen, ist die Modifizierung der Gefüge- und somit der Materialeigenschaften bereits während der Erstarrung. Eine vom Speiser ausgehende Ultraschall (US-) Behandlung (Einbringung hochfrequenter mech. Schwingungen und damit starker Druckschwankungen) der im Formhohlraum der Kokille erstarrenden Schmelze könnte dies ermöglichen. Die mit ihr einhergehenden Effekte Kavitation (Entstehung, Wachstum und Implosion kleiner Bläschen) und die sog. akustische Strömung führen zu einer Zerschlagung bereits erstarrter Gefügestrukturen und somit kleineren Gefügebestandteilen. Zum anderen bewirkt die akust. Strömung einen Masse- und Wärmetransport, der

einerseits zu einer Reduzierung des Temperaturgradienten in der Schmelze führt und andererseits eine homogene Verteilung in der Schmelze vorhandener Partikel ermöglicht. Die größten Herausforderungen für eine weitreichende industrielle Implementierung dieser Technologie sind bislang das limitierte behandelbare Schmelzevolumen sowie die Schwierigkeit der Simulation der hochfrequenten Bewegungsabläufe und der damit verbundenen, komplexen physikalischen Effekte Kavitation und akustische Strömung. Die Kernziele des Projektes sind daher die Erstellung eines Simulationsmodells, das diesen Prozess abbilden kann sowie die Entwicklung einer Anlage und eines Prozesses, die eine sinnvolle und vor allem zielgerichtete Gussteilbehandlung erlauben.

2. Potentiale

Die erfolgreiche Umsetzung der Projektziele ermöglicht eine Wirkungsabschätzung der US-Behandlung und somit eine simulationsgestützte, gussteilindividuelle Prozessauslegung. Darüber hinaus könnte dadurch die Fertigung homogenerer und belastungsfähigerer Gussteile aus Aluminium möglich werden.

AUF EINEN BLICK

Ultraschallbehandlung

- 1 Steigende Anford. an Al-Komponenten erfordern neue, innovative Fertigungsverfahren.
- 2 Simulation und Anwendung von Ultraschall könnten dazu dienen, das Potential von Gussteilen aus Aluminium weiter auszuschöpfen.
- 3 Ziel ist daher die Entwicklung eines Modells zur Simulation der US-Behandlung und eines Prozesses zur erstarrungsbegleitenden Behandlung von Al-Gussteilen.

Zerspantechnik

Dr.-Ing. Florian Welzel

Analyse der Zusammenhänge zwischen Endbearbeitung und Funktionsverhalten von gehonten Zylinderlaufflächen zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Verbrennungsmotoren

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Konstantin Risse
(konstantin.risse@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Im Spannungsfeld gesetzlicher Reglementierungen und den Forderungen der Kunden nach Sparsamkeit, Mobilität und Qualität stellt die kontinuierliche Verbesserung des Verbrennungsmotors einen entscheidenden Kernpunkt in der Entwicklung moderner Kraftfahrzeuge dar. Als letzter Bearbeitungsschritt in der Motorblockfertigung ist das Honen der Zylinderlaufflächen dabei von entscheidender Bedeutung, da es einen erheblichen Einfluss auf die Funktionalität des tribologischen Systems Kolbenring/Zylinderlauffläche aufweist.

1. Herausforderungen

Das Langhubhonen ist gekennzeichnet durch eine überlagerte Hub- und Drehbewegung sowie eine radiale Zustellung der Schneidleisten. Neben der gezielten Anpassung der Mikro- und Makrostruktur werden darüber hinaus in Abhängigkeit der Prozessparameter auch die Mikrohärtigkeit, Eigenspannungs- und Randzonenzustände festgelegt.

Ferner sind speziell die im Motoreinlauf während der ersten Betriebsstunden ablaufenden Vorgänge zur Bildung vorteilhafter Reaktionsschichten entscheidend für das Reibungs- und Verschleißverhalten der Kolbenring/Zylinder-Paarung. Die Voraussetzungen dafür können ebenso durch das Honen definiert werden, um eine reaktive bzw. einlaufoptimierte Werkstückrandzone einzustellen.

Im Umfeld dieser Grundlagenforschung ist es essentiell, sämtliche Prozesskräfte vollumfänglich mittels geeigneter Messtechnik bestimmen zu können. Darüber hinaus ist eine Korrelation zwischen dem Energieeintrag während der Endbearbeitung und dem tribologischen Verhalten im Motorbetrieb herzustellen. Die Bewertung erfolgt sowohl im Schwing-Reib-Verschleiß Tribometer als auch im befeuerten 1-Zylinder-Forschungsmotor.

2. Potentiale

Durch die vollständige Untersuchung der beim Motoreinlauf an der Oberfläche und in den oberflächennahen Grenzschichten ablaufenden Prozesse sowie der Effekte beim Honen können Fertigungsstrategien aufgezeigt werden, die es ermöglichen, während der Endbearbeitung die Oberflächen und Grenzschichten der Zylinderlauffläche so einzustellen, dass diese hinsichtlich Oberflächentopographie, Gefügeausbildung, chemischer Zusammensetzung und einhergehenden mechanischen Eigenschaften zu einem optimierten Motoreinlauf führen und geringe Reibung hervorrufen. Insbesondere wirkt sich die Endbearbeitung mit geringen Prozesskräften beim Honen positiv auf das tribologische Verhalten aus. Darüber hinaus zeigen die Untersuchungen, dass eine gezielte Vorkonditionierung des hoch beanspruchten Zwickelbereichs am oberen Totpunkt der Zylinderlauffläche zur Optimierung des Systems hinsichtlich der Verschleißbeständigkeit beitragen kann. Durch die Verknüpfung der experimentellen Daten mit Simulationsmodellen können umfassende Erkenntnisse bei der Wechselwirkung makroskopischer und mikroskopischer Verformungen unter Beachtung der Mehrphasenströmung zwischen den Reibpartnern gewonnen werden.

AUF EINEN BLICK

Forschungsschwerpunkte

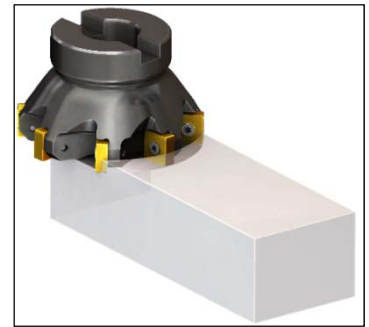
- 1 Vollumfängliche Prozesskraftmessung beim Honen und Erweiterung der Endbearbeitung
- 2 Charakterisierung der Werkstückrandzone nach Endbearbeitung und Motoreinlauf
- 3 Korrelation der Ergebnisse zur Erweiterung des Verständnisses der Kolbenring/Zylinder-Paarung und Schaffung von Simulationstools

Inverse Spannungstechnik – eine neue Strategie beim Fräskopf-Fräsen

M.Sc. Dmytro Borysenko

(dmytro.borysenko@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die angestrebten Forschungsarbeiten im Bereich von Fräsworkzeugen zielen auf eine Reduzierung von Vibrationen und Erhöhung der Prozessstabilität, verbunden mit der Erhaltung oder Steigerung der Produktivität, ab. Eine große Bedeutung zum Erreichen eines stabilen Fräsprozesses kommt vor allem dem Spanungsverhältnis (Spannungsbreite zu Spannungstiefe) zu.

1. Herausforderungen

Bei der spanenden Bearbeitung von Planflächen durch Stirnfräsen mit leistungsfähigen Fräsköpfen nimmt die Schwingungsproblematik ein entscheidendes Produktivitätskriterium dar. Allgemeine theoretische Ansätze gehen davon aus, dass die Spanungsdicke h einen stabilisierenden und die Spanungstiefe b einen destabilisierenden Effekt bewirken. Somit sollte eine Verringerung des Spanungsverhältnisses ($SV = b/h$) zu einer deutlichen Verbesserung des dynamischen Verhaltens führen, was für das Fräsen unter labilen und semistabilen Bearbeitungsbedingungen von großer praktischer Bedeutung ist. Verfolgt man die Strategie zur Realisierung kleiner Spanungsverhältnisse bis zu $SV < 1$, dann stößt man in einen bisher völlig neuen und unbekanntem sowie unerforschten Bereich der Frästechnik vor, in dem sich viele Spanungskenngrößen und Wirkmechanismen umkehren. Man spricht von einer „inversen“ Spannungstechnik (lat. *invers* \triangleq umgekehrt, entgegenwirkend).

2. Potentiale

Im Vorhaben soll ein Werkzeugsystem entwickelt werden, das einen stabileren dynamischen Prozessverhalten aufweist. Die theoretischen Analysen und Modelle zur Optimierung der Oberflächentopografie werden beigesteuert. Zusammenfassend soll durch dezidierte Analyse der veränderten Prozesskinematik ein schwingungsreduziertes Planfräsworkzeug entwickelt werden, welches die Werkstückoberflächentopografie und Prozessstabilität sowie Produktivität deutlich verbessert.

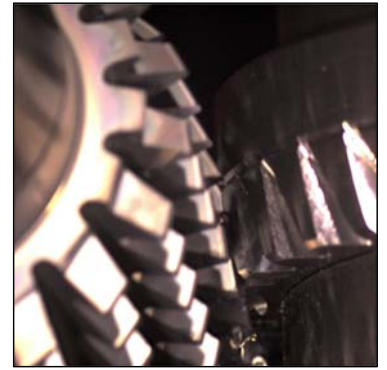
Der primäre wissenschaftliche Mehrwert besteht in der Erweiterung des Zerspankraft- und Verschleißmodells von Kienzle bis zu Zahnvorschüben von 6 mm beim Fräsen.

AUF EINEN BLICK

Inverse Spannungstechnik

- 1 Stabilisierung des Prozessverhaltes beim Planfräsen durch Anpassung der Schnittparameter
- 2 Entwicklung und Auslegung eines neuen schwingungsarmen Fräsworkzeuges
- 3 Erweiterung des Zerspankraft- und Verschleißmodells von Kienzle bis zu Zahnvorschüben von 6 mm beim Fräsen

Erforschung und Optimierung des Wälzfräsens zur zeit- und ressourceneffizienten Fertigung von Verzahnungen



Dipl.-Ing. Martin Beutner, Dipl.-Ing. Max Köchig

(martin.beutner@ovgu.de), (max.koechig@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Fertigung von Zahnrädern ist nicht durch eine feststehende technologische Prozesskette, sondern durch eine Vielzahl von Verfahren zum Vorverzahn und zur Hartfeinbearbeitung gekennzeichnet. In diesem Umfeld stellt das Wälzfräsen aufgrund seiner Produktivität und relativen Flexibilität das dominierende Verfahren zum Verzahn von außenverzahnten Stirnrädern dar.

1. Herausforderungen

Beim Wälzfräsen, was kinematisch als Analogie zum Schneckengetriebe gesehen werden kann, rotieren das Werkzeug und das Werkstück kontinuierlich drehzahlgekoppelt. Außerdem sind dauerhaft mehrere Fräserzähne im Eingriff. Aufgrund dieser beiden Begebenheiten stellt sich die messtechnische Evaluierung des Prozesses als schwierig dar. Das Wälzfräsen als generierendes Verfahren ist ferner dadurch gekennzeichnet, dass jeder Fräserzahn eine andere Relativposition zum Werkstück innehat und damit die Spannungsgeometrie sich von Fräserzahn zu Fräserzahn verändert. Im Forschungsumfeld hat sich ein Analogieprozess – der Schlagzahnversuch – als Analysewerkzeug etabliert. Der Schlagzahn nimmt nacheinander alle Relativpositionen der entsprechenden Fräserzähne ein und konzentriert den Verschleiß aller Fräserzähne auf einen Zahn, sodass Versuchszeit und –material eingespart werden kann.,

2. Potentiale

Da der Prozess sowohl Großindustriell als auch in KMU angewendet wird, können durch die Forschungsarbeiten unterschiedliche Optimierungsaspekte abgedeckt werden. Wenn aus technologischen Gründen eine Trockenbearbeitung nicht möglich ist, so kann über die Wahl eines geeigneten Kühlschmierstoffes und angepassten Schnittbedingungen die Aerosolemmission

beim Wälzfräsen reduziert werden oder die Prozessperformance gesteigert werden. Im Umfeld der Grundlagenforschung können durch die Erfassung von Prozesstemperaturen und auftretenden Kräften und Momenten Modelle zur Optimierung der Prozessauslegung erstellt werden. So ist z.B. bei Großverzahnungen das Vorhersagen der Werkstückverformung von Interesse. Gegenüber Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl (HSS) bieten Hartmetallwälzfräser Leistungsreserven. Allerdings benötigen die Hartmetallsubstrate, insbesondere hinsichtlich der Handhabung und der Prozessauslegung, einen gesteigerten Aufwand. Durch die Erforschung von unterschiedlichen Substraten und Geometrieanpassungen sollen Hartmetallfräser für den industriellen Einsatz robuster gemacht werden. Im Umfeld der Wechselwirkung von Werkstückkonstruktion und Prozessauslegung können weitere Produktivitäts- und Prozesssicherheitsgewinne durch eine angepasste Prozessauslegung erreicht werden. Dazu wird der Verschleißeinfluss verschiedener Verzahnungsgeometrien erforscht.

AUF EINEN BLICK

Forschungsschwerpunkte

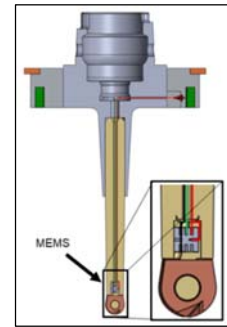
- 1 Modellierung, Simulation und Kompensation der thermischen Bearbeitungseinflüsse beim Wälzfräsen
- 2 Verschleißeinfluss der Werkstück- und Werkzeuggeometrie
- 3 Werkzeugoptimierung beim Wälzfräsen mit Hartmetall

Intelligente Vorrichtungen und Werkzeuge für die optimierte spanabhebende Fertigung

Dipl.-Ing. Christoph Lerez

(lerez@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die Anforderungen bezüglich der Oberflächenqualität und Genauigkeit bei der spanabhebenden Fertigung steigen stetig. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, reagieren die Hersteller von Fertigungseinrichtungen mit neuen Technologien und Verfahren als zusätzliche Ausstattungsmerkmale ihrer Maschinen. Der immer schnellere Generationswechsel der Fertigungseinrichtungen erschwert das Schritthalten mit neuen Technologien und stellt dadurch besonders für KMU eine zusätzliche Herausforderung dar.

Intelligente Vorrichtungen und Werkzeuge ermöglichen die optimierte Fertigung, ohne die Neuanschaffung einer Fertigungsmaschine. Durch integrierte Sensorik, Aktorik und Verfahren der Prozessüberwachung kann somit das Fertigungsspektrum eines Maschinenparks flexibel erweitert werden.

1. Herausforderungen

Die Optimierung eines Fertigungsprozesses erfordert die Kenntnis über dessen Zustand. Die Auswahl und Integration geeigneter Sensorik, ist daher ausschlaggebend für eine erfolgreiche Prozessüberwachung. Prozessgrößen müssen möglichst unverfälscht erfasst werden, daher ist die Positionierung nah am Prozess von Vorteil. Der meist geringe Bauraum für Sensoren, wie im Inneren eines Werkzeugschaftes gegeben oder die Notwendigkeit einer Kapselung gegen Kühlschmierstoff sind weitere Faktoren, welche die Realisierung erschweren. Die Weiterverarbeitung und Interpretation der gesammelten Daten für die aktive Beeinflussung des Fertigungsprozesses durch Parameteranpassung oder gezielter Aktuierung sind abhängig vom Prozess und müssen auf diesen abgestimmt werden. Die Integrierbarkeit und Bedienung muss zudem für den Einsatz im industriellen Umfeld geeignet sein. Die einfache Montage von intelligenten Spannvorrichtungen auf verschiedenen Maschinentischen oder Pallettensyste-

men ist für einen erfolgreichen Einsatz ebenso wichtig, wie die Möglichkeit der Kommunikation mit unterschiedlichen Maschinensteuerungen.

2. Potentiale

Insbesondere für KMU stellen Vorrichtungen und Werkzeuge, ausgestattet mit zusätzlicher Sensorik, Aktorik und Verfahren der Prozessüberwachung eine kostengünstige Möglichkeit dar, ihr Fertigungsspektrum zu erweitern bzw. mit der technologischen Entwicklung schrittzuhalten. Spannvorrichtungen, welche bspw. direkt auf instabile Prozesszustände reagieren und diese ausgleichen können oder Werkzeuge deren Verschleißzustände unmittelbar überwacht werden können, ermöglichen eine Reduzierung der Fertigungszeit und des Ressourceneinsatzes und damit eine Kostensparnis. Zudem übersteigt die Neuanschaffung einer Fertigungseinrichtung die Anschaffung einer intelligenten Vorrichtung, welche flexibel auf unterschiedlichen Maschinen eingesetzt werden kann, meist um ein Vielfaches.

AUF EINEN BLICK

Intelligente Vorrichtungen und Werkzeuge

- 1 Stetig steigende Anforderungen an die Produktqualität im Bereich der spanabhebenden Fertigung
- 2 Spannvorrichtungen und Werkzeuge mit integrierter Sensorik und Aktorik für die Prozessüberwachung und -beeinflussung
- 3 Flexible und kostengünstige Erweiterung des Fertigungsspektrums eines bestehenden Maschinenparks

Intelligente Leichtbaustrukturen für hybride Werkzeugmaschinen (HYBRIDⁱ)

Dipl.-Ing. Sandra Misch

(misch@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Durch den steigenden Konkurrenzdruck der kleinen und mittleren Unternehmen im internationalen Wettbewerb, bilden die modernen Produktionsanlagen die Basis für die Einführung von neuen Technologien, Produkten und Dienstleistungen. Die führende Position als Ausrüster im Maschinen- und Anlagenbau kann hierbei durch die Erforschung und Umsetzung neuer Konzepte beibehalten werden. Des Weiteren sind Entwicklungen von Produktionsanlagen, welche mit Leichtbaustrategien ausgestattet sind, wichtig. Neben allem ist die Komplexität und Nachhaltigkeit der Produktionsanlagen nicht zu vergessen. Diese Kernkompetenzen intelligent einfach und effizient werden im Projekt HYBRIDⁱ ausgebaut.

1. Herausforderungen

Die Verwendung von Leichtbaustrategien erfolgt zurzeit nur mit homogenen Materialeinsatz innerhalb der Struktur. Dabei werden die Materialschnittstellen nicht berücksichtigt. Es ergeben sich somit offene Fragen bei der Integration der Überwachungssensoren und Sensornetze in hybriden Strukturen. Daher ist das Ziel von HYBRIDⁱ einen vertikalen Z-Schlitten als Demonstrator-Komponente mit integrierter Sensorik herzustellen.

Um den Demonstrator herzustellen sind verschiedene Schritte notwendig. Hierbei werden zunächst Grundlagenuntersuchungen zum Material- und Schnittstellenverhalten verfolgt. Des Weiteren sind Material- und Strukturmodelle zu erstellen. Um die bestmögliche Materialienzusammensetzung zu überprüfen. Dabei wird eine Maschinen- und Prozesssimulation durchgeführt. Des Weiteren ist in Tests die Überprüfung von unterschiedlichen Einflussfaktoren auf CFK-Platten zu überprüfen. In Experimenten werden Hohlkugelkomposit-Hybridstrukturen gefertigt um die Dämpfung von unterschiedlichen Hohlkugeln in Profilen zu überprüfen. Zum Vergleich der gefüllten Profile werden reine Hohlkugelprofile hergestellt. Ein weiterer Punkt ist die Erstellung

von Sensornetzen mit Hilfe eines Inkjet-Druckers. Dieser ist mit wiederbefüllbaren Tintenpatronen ausgestattet und kann auf unterschiedlichsten Substraten, wie u.a. Folien, Kunststoff und Metall, drucken. Durch die Verwendung von leitfähiger Tinte wird die Leitfähigkeit der Strukturen hergestellt. Die gedruckten Strukturen sind Leiterbahnen und DMS-Sensoren. Es ist eine Sensorintegration der DMS-Sensoren in den Demonstrator geplant.

2. Potentiale

Durch den Einsatz der Faserverbund- und Kompositwerkstoffe in Verbindung mit metallischen Strukturen wird eine Reduzierung der Masse und Erhöhung der Dämpfung verfolgt. Wodurch eine schnellere Bearbeitung der Werkstücke möglich ist. Des Weiteren wird eine integrierte Überwachung des Maschinenzustandes angestrebt. Hierdurch ergibt sich für die KMU kostengünstigere Prozessüberwachungen. Hierdurch kann die Fertigungszeit reduziert und Kosten eingespart werden.

AUF EINEN BLICK HYBRIDⁱ

- 1 Steigende Anforderungen an Produktionsanlagen erfordert die Kernkompetenzen intelligent, einfach und effizient
- 2 Massenreduzierter Z-Schlitten mit integrierten Sensornetzen zur Prozessüberwachung
- 3 Modellierung und Simulation der Maschine und des Fräsprozesses
- 4 Erhöhung der Bearbeitungszeit und Überwachung des Maschinenzustandes, sowie Reduzierung der Energieaufnahme

Untersuchung des Drehfräsens im Hinblick auf dessen Potential – der Mikrostrukturierung von funktionalen Oberflächen

M.Sc. Christin Döbberthin

(christin.doebberthin@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die Eigenschaften funktionaler Oberflächenstrukturen werden durch dessen Fertigung in der Makro- und Mikroproduktionstechnik gekennzeichnet. Das Drehfräsen bietet durch dessen kinematische Vorteile im Hinblick auf Vielfältigkeit und Wirtschaftlichkeit eine Alternative zu herkömmlichen Fertigungsverfahren.

1. Herausforderungen

Bedingt durch die Überlagerung der Rotationsbewegungen von Werkzeug und Werkstück in Kombination mit der Vorschubbewegung des Werkzeugs entlang der Werkstückachse, entstehen Facetten auf der Oberfläche des Werkstücks. Durch die Möglichkeit der Variation von mehreren Schnittparametern, wie bspw. der Drehzahlen von Werkzeug und Werkstück und dem Werkzeugvorschub, stellen sich verschiedene Strukturmuster ein. Zusätzlich wirken unterschiedliche Einflüsse, wie der Werkzeugverschleiß, die Spanabfuhr, die Temperaturentwicklung und die Schwingungen auf den Fertigungsprozess, wodurch die Eigenschaften der Oberflächen beeinflusst werden.

Die Eigenschaften von Oberflächen sind qualitativ für die Endbearbeitung von Bauteilen entscheidend. Finden die gefertigten Oberflächen Einsatz in funktionalen Systemen, so müssen diese bestimmte Anforderungen erfüllen. Die Beeinflussung der Eigenschaften des Systems sind durch die Auswahl des Fertigungsverfahrens erzielbar. Neben den Prozessparametern spielen dahingehend die äußeren Einflüsse ebenfalls eine Rolle. Inwiefern eine gezielte Kombination vielzähliger Faktoren, Einfluss auf das Ergebnis - eine definierte Oberflächenstruktur hat, lässt sich durch umfangreiche Versuche beweisen. Dabei liegt der grundlagenbasierten Untersuchung des Drehfräsens die Komplexität des kinematischen Prozesses zugrunde, dem sich unter anderem das IFQ widmet.

2. Potentiale

Durch die Möglichkeit des Einsatzes verschiedener Verfahrensarten des Drehfräsens (tangential und orthogonal), ergeben sich verschiedene Möglichkeiten der Strukturierung von Oberflächen. Der Fokus liegt dabei im mikroskopischen Bereich, welcher für den Einsatz von funktionalen Oberflächen zum Tragen kommt. Durch gezielt strukturierte Kavitäten kann der Schmierfilm in tribologischen Systemen und somit die Lebensdauer von funktionalen Systemen beeinflusst werden. Mit Hilfe der Vielzahl an Parametern können definierte Oberflächenstrukturen mittels Drehfräsen erzeugt und gegenwärtig verwendete Fertigungsverfahren, wie das Schleifen oder Hartdrehen ersetzt werden.

Die Effizienz der Trockenbearbeitung erweist sich als wirtschaftlicher Vorteil. Die Drehfräsbearbeitung wird in einem Bearbeitungszentrum ausgeführt. Durch den Wegfall von Rüstzeiten wird die wirtschaftliche Fertigung begünstigt. In Kombination mit der gezielten Einflussnahme von zu fertigenden Oberflächen, bringt das Drehfräsen industrielle Reize mit sich.

AUF EINEN BLICK Forschungsschwerpunkte

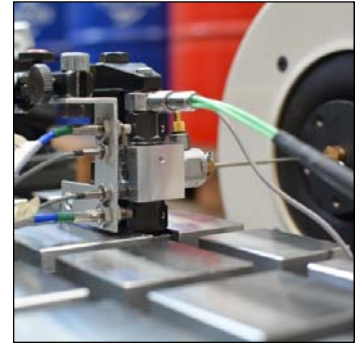
- 1 Typisierung von Oberflächenstrukturen des tangentialen und orthogonalen Drehfräsens
- 2 Auswirkungen der Oberflächentopografie auf die tribologischen Eigenschaften
- 3 Simulation von drehgefrästen Oberflächen in Abhängigkeit verschiedener Schnittparameter
- 4 Werkstückseitige Beeinflussung der Eigenschaften durch das Drehfräsen

Inelastische Modelle zur Beschreibung des Kontaktverhaltens von Werkstück-Spannsystemen

Dipl.-Ing. Le Trung Nguyen

(le-trung.nguyen@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die dynamischen Eigenschaften eines Werkstücks, und damit dessen Verhalten während eines Bearbeitungsprozesses, werden entscheidend durch das Spannsystem beeinflusst. In derartigen zusammengesetzten Systemen bestimmen die Kontaktstellen maßgeblich das Schwingungsverhalten der Gesamtstruktur. Die Kenntnis des dynamischen Verhaltens von Werkstück-Spannsystemen kann dabei helfen, unerwünschte Schwingungen während des Prozesses zu vermeiden.

1. Herausforderungen

Spannsysteme stellen die Schnittstelle zwischen der Werkzeugmaschinenstruktur und dem zu bearbeitenden Werkstück dar. Sie sind Elemente im Kraftfluss der Werkzeugmaschine und beeinflussen daher die Genauigkeit des Bearbeitungsprozesses. Eine physikalisch genaue Beschreibung des Steifigkeits- und insbesondere Dämpfungsverhaltens der Kontaktstellen von Spannsystemen ist nichttrivial und erfordert je Detailgrad komplexe Modelle, die für die Praxis nur bedingt geeignet sind. In den meisten Simulationen werden deshalb lineare Modelle verwendet, die viele Phänomene wie ein Hystereseverhalten oder eine Geschwindigkeitsabhängigkeit nicht oder nicht hinreichend genau abbilden können. Hier sollen die entwickelten Modelle ansetzen.

2. Potentiale

Die entwickelten Modelle erlauben eine gute Beschreibung des Steifigkeits- und Dämpfungsverhaltens eines Werkstück-Spannsystem-Kontaktes in Normal- und Tangentialrichtung. Die zur Parameteridentifikation erforderlichen Experimente sind ohne größeren Aufwand durchführbar. Mit der vorgeschlagenen Prozedur können die Modellparameter schrittweise und strukturiert ermittelt werden. Basierend auf diesen Modellen ist eine realistische Beschreibung des dynamischen Verhaltens von Werkstück-Spannsystemen möglich, wobei der experimentelle Aufwand zur Bestimmung der Pa-

rameter der Modelle überschaubar bleibt. Integriert in eine Frässimulation kann damit der Einfluss von verschiedenen Spannpositionen auf das Bearbeitungsergebnis untersucht werden, um die optimalen Prozessparameter ermitteln zu können. Mit Hilfe von Simulationen können bereits in der Entwurfsphase verschiedene Spannkongfigurationen und Designs untersucht werden, bevor die Fertigung eines Prototyps notwendig wird.

AUF EINEN BLICK

Modellierung von Werkstück-Spannsystemen

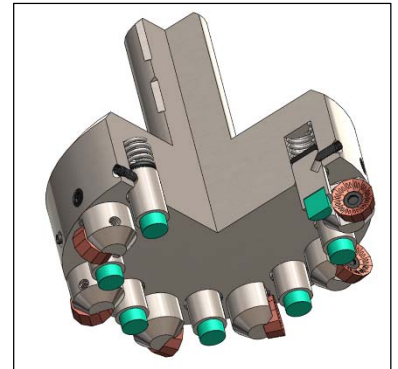
- 1 Die Vorhersage des Schwingungsverhaltens von Werkstücken im Bearbeitungsprozess erfordert genaue Kenntnisse des Steifigkeits- und Dämpfungsverhaltens der Spannsysteme.
- 2 Die vorgeschlagenen, inelastischen Modelle bilden die in den Experimenten beobachteten Phänomene gut ab. Für die Parameteridentifikation der Modelle sind nur einfache Versuche notwendig.
- 3 Die Modelle lassen sich in kommerzielle Finite-Elemente-Programme wie ANSYS als sog. zero thickness contact elements integrieren, sodass ein Einsatz z.B. beim Entwurf der Spannkongfiguration ermöglicht wird.

Entwicklung eines neuartigen Werkzeugs für die Frässhleifbearbeitung von ebenen Flächen- Frässhleifwerkzeugen

M.Sc. Andrii Zelinko, M.Sc. Dmytro Borysenko

(andrii.zelinko@ovgu.de), (dmytro.borysenko@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Im vorliegenden Forschungsvorhaben geht es um die neuartige Kombination der Verfahren Fräsen und Schleifen. Mittels eines Werkzeugs sollen bei der Bearbeitung von ebenen Flächen ein hoher Werkstoffabtrag und eine gute Oberflächenqualität in einem Fertigungsschritt erreicht werden. Dieses sogenannte Kombiwerkzeug soll nicht nur die Produktivität und Oberflächenqualität erhöhen, sondern auch den Kostenaufwand durch den Einsatz einer Werkzeugmaschine statt zwei reduzieren.

1. Herausforderungen

Fräsen und Schleifen sind Prozesse, die unter unterschiedlichen Bedingungen ablaufen und andere Anforderungen haben (Schnittparameter, Kühlschmierstoffmenge, Maschinengenauigkeit, usw.). Aus diesen Gründen besteht eine komplexe Aufgabe die geometrisch bestimmte und unbestimmte Zerspanung in einem Schritt mit einem Werkzeug zu realisieren. Außer den Prozessbedingungen gibt es auch Herausforderungen hinsichtlich der Konstruktion, und zwar die Montage, Positionierung und genaue Höheneinstellung der Schleifelemente am Gehäuse bzw. Einsatz von flexiblen Schleifmitteln. Letztendlich spielen die Schleifstoffauswahl und die dazugehörigen Parameter in der Standzeit und der erzeugten Qualität eine wesentliche Rolle. Die gesamte Konstruktion sowie die Werkstoffauswahl und die Zerspanparameter sollen passend zueinander ausgewählt und optimiert werden.

2. Potentiale

Heutzutage werden die meisten ebenen Flächen von Zylinderköpfen und Zylinderblöcken (aus Aluminium) zuerst gefräst und dann an einer anderen Werkzeugmaschine geschliffen. Mit dem Einsatz des Kombiwerkzeugs werden erhebliche Kosten gespart, da die Motor-

blöcke ein Massenprodukt darstellen. Die beiden Prozesse werden in einem Fertigungsschritt an einer Werkzeugmaschine durchgeführt, sodass der Zeitaufwand für die Fertigung reduziert wird.

Das Kombiwerkzeug kann weiter in anderen Gebieten eingesetzt werden und für die Bearbeitung von verschiedenen Stahlsorten, Gusseisen und anderen Werkstoffen optimiert werden.

AUF EINEN BLICK Frässhleifwerkzeug

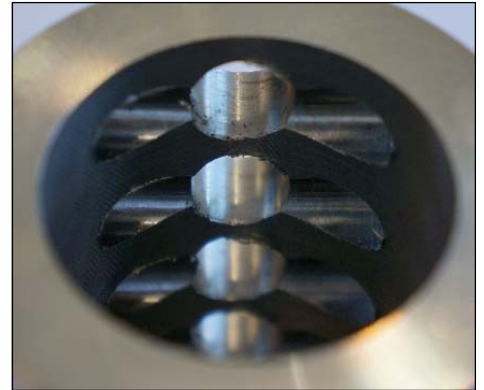
- 1 Kombination der Verfahren Fräsen und Schleifen innerhalb eines Werkzeugs bei der Bearbeitung von ebenen Flächen
- 2 Hoher Werkstoffabtrag und hohe Oberflächenqualität in einem Fertigungsschritt
- 3 Kostenaufwandsreduzierung bei der Bearbeitung von ebenen Flächen der Zylinderblöcke und Zylinderköpfe aus Aluminium in der Automobilindustrie

Entwicklung eines neuen Entgratwerkzeuges mit integriertem Qualitätserfassungs- und -bewertungssystem für Bohrungen in schwer zerspanbaren Werkstoffen am Beispiel des rost- und säurebeständigen Stahls 1.4542

M.Sc. Fabian Laufer

(fabian.laufer@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Die Steigerung der Produktivität und die Senkung von Kosten sind besonders in der Produktion allgegenwärtige Forderungen in vielen Unternehmen. Um die genannten Ziele zu erreichen, gibt es verschiedene Ansatzmöglichkeiten. Im betrachteten Fall ist es wünschenswert, die aus der Bearbeitung resultierende und notwendige Nacharbeit zu senken. In der vorliegenden Aufgabenstellung geht es dabei um die Beseitigung von unerwünschtem Grat, welcher aufgrund der Prozess- und Materialeigenschaften entsteht.

1. Herausforderungen

Entgrataufgaben nehmen häufig einen nicht unerheblichen Teil des Produktionsprozesses in Anspruch und führen aufgrund der vornehmlichen Bearbeitung per Hand zu nicht zu unterschätzenden Kosten. Des Weiteren müssen für die unterschiedlichen Problemstellungen meist individuelle Lösungen gefunden werden, um den gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Eine Vielzahl an möglichen Geometrien führen zu immer neuen Konturen, die es zu bearbeiten gilt. Im vorliegenden Fall liegt die Schwierigkeit bei sich kreuzenden Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers, die zu einer komplexen Kontur führen.

Neben den speziellen Anforderungen durch die vorgegebene Geometrie ist auch das zu entgratende Material zu berücksichtigen. Handelt es sich, wie in der vorliegenden Problemstellung, um einen schwer zu zerspanenden Werkstoff, müssen die daraus resultierenden Anforderungen ebenfalls mit eingeplant werden.

Bevor jedoch das Entgraten selbst betrachtet wird, gilt es, den vorausgehenden Bohrprozess zu untersuchen. Dabei werden die Einflüsse der Prozessparameter und der Werkzeuggeometrie auf die Gratentstehung analy-

siert. Mit den daraus ermittelten Ergebnissen soll eine Gratminimierung erzielt werden.

Abschließend gilt es, eine Möglichkeit zur Qualitätssicherung der Bohrungen auf optischer Basis zu entwickeln. Dadurch soll verbleibender Grat erkannt und damit eine wiederholte Nacharbeit ausgelöst werden.

2. Potentiale

Die Verringerung der Nacharbeit durch einen optimierten Bearbeitungsprozess und damit eine Reduzierung des entstehenden Grades stellt das erste Ziel dar.

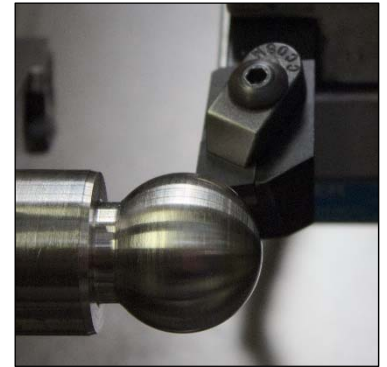
In der selben Aufspannung in der auch schon die Bearbeitung auf der Maschine stattgefunden hat, soll nun auch der Entgratvorgang ausgeführt werden. Damit kann im besten Fall die Nacharbeit von Hand entfallen. Abschließend kann die entgratete Kontur optisch begutachtet und die „Gratfreiheit“ gewährleistet werden.

AUF EINEN BLICK

Bohren und Entgraten

- 1 Optimierung des Bohrprozesses hinsichtlich der Prozessparameter und des eingesetzten Werkzeuges zur Gratminimierung
- 2 Ableitung und Erprobung eines möglichen Entgratwerkzeuges zur Beseitigung des weiterhin vorhandenen Grades
- 3 Entwicklung und Erprobung einer geeigneten Qualitätssicherungseinheit zur Kontrolle und Bewertung der bearbeiteten Bohrungen

Optimierung des Zerspanprozesses in der medizintechnischen Verarbeitung des Werkstoffs CoCrMo für die Dental- und Endoprothetik



M.Sc. Christin Döbberthin

(christin.doebberthin@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

In der Medizintechnik sind medizinische Werkzeugstähle unabdingbar. Das Einsatzfeld im menschlichen Körper bringt vielerlei Sicherheitsrichtlinien mit sich, welche in der Fertigung beachtet werden müssen. Eine Bearbeitung dieser höchstfesten Werkstoffe wird dabei häufig unterschätzt. Entwicklungen im Bereich schwer zerspanbarer Werkstoffe bieten entsprechend Potentiale in Punkto Wirtschaftlichkeit und neuer technologischer Ansätze, welche am IFQ Berücksichtigung finden.

1. Herausforderungen

Laut internationaler Normenrichtlinien müssen Endoprothesen definierte Anforderungen erfüllen, bevor diese im menschlichen Körper eingesetzt werden. Dabei ist die Umsetzung der chemisch biokompatiblen Legierungszusammensetzung von medizinischen Werkstoffen ausschlaggebend. Eine nachteilige Gewebereaktion soll dadurch vermieden werden. CoCr-Legierungen erweisen sich dabei als vorteilhaft. Aufgrund der neutralen Eigenschaften, reagieren diese Legierungen nicht mit dem Körper. Sie zeichnen sich durch ihre Verschleiß-, Korrosions- und Hitzebeständigkeit aus. Dennoch weisen CoCr-Legierungen harte abrasive Karbide auf, was zu einer erschwerten Zerspaltung des Werkstoffs führt. Die Fertigung der Bauteile ist häufig mit Komplikationen verbunden. Diese kennzeichnen sich durch lange Bearbeitungszeiten, geringe Werkzeugstandzeiten, geringe Oberflächenqualitäten der Medizinprodukte und Gratbildung an schwer zugänglichen Stellen. Die Folgen zeigen sich im Fertigungsprozess, da dieser zu häufigen Unterbrechungen in der Serienfertigung führt. Ständige Werkzeug- und Bauteilkontrollen sind die Hauptursache dafür.

2. Potentiale

Die Zerspaltung hat für die Endbearbeitung von medizinischen Werkstoffen einen hohen Stellenwert. Spezifische Anforderungen können mit zerspanenden Fertigungsverfahren umgesetzt werden. Komplexe Formkonturen in der Dentaltechnik und/oder Oberflächenrauheiten von artikulierenden Flächen zeichnen die zerspanenden Prozesse aus.

Untersuchungen im Hinblick auf die Eignung ausgewählter Werkzeugbeschichtungen und Schneidengeometrien dienen zur Optimierung der Zerspaltung von höchstfesten Legierungen. Zusätzliche Kraft- und Temperaturmessungen im Zerspaltungprozess können Aufschluss über die Auswahl von Schnittparametern geben. Zusätzliche Zerspaltungssimulationen dienen zum Abgleich der im Realversuch gesammelten Ergebnisse. Abgeleitet von der Aufnahme und Auswertung des Fertigungszustandes, ist eine Optimierung des Fertigungsprozesses möglich. Seitens des IFQ werden CoCr-Legierungen mit klassischen Fertigungsverfahren (Drehen und Fräsen) zerspaltet.

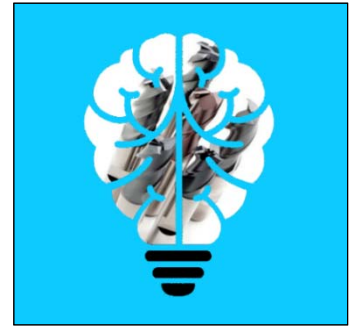
AUF EINEN BLICK Forschungsschwerpunkte

- 1 Leistungspotentiale der Werkzeugschneidentwicklung für die Hartzerspaltung
- 2 Kraftmessung und Simulation des Zerspaltungprozesses
- 3 Durchführung von Werkzeugtests und Optimierung von Schnittparametern
- 4 Verschleißeinfluss der Werkzeuggeometrie

Entwicklung eines Echtzeit-Prozessüberwachungssystems zur Anwendung in der spanenden Fertigung

Dipl.-Ing. Wolfgang König
(wolfgang.koenig@ovgu.de)

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Bereich Zerspantechnik,
Dr.-Ing. Florian Welzel, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



Mit modernen Sensorsystemen und moderner Rechen-technik werden menschliche Fähigkeiten zunehmend in den Schatten gestellt. Durch das Voranschreiten der technischen Entwicklung wird es nun möglich, auch Erfahrungen und Prozesswissen zu digitalisieren, und diese in vollautonomen, wissensbasierten Systemen zu verwenden. Damit wird es möglich einst bis zur Ermüdung eingesetzten Werkzeuge optimal zu nutzen, sie rechtzeitig zu konditionieren, und den menschlichen Faktor zum Nutzen höchster Wirtschaftlichkeit zu eliminieren.

1. Herausforderungen

Das Wissen zur effizienten Programmierung und Gestaltung autonomer Überwachungssysteme erfordert neben Prozesswissen, auch ein Höchstmaß an technischem Verständnis, sowie ein Schritthalten mit den neusten technischen Entwicklungen. Diese Entwicklungen führten in den letzten Jahren dazu, dass immer neue Meilensteine erreicht werden konnten, die Wegbereiter des maschinellen Lernens auf ihrem Siegeszug in den Werkzeugmaschinenbau sind.

Konkret gilt es nun, die existierende Computertechnik und die erreichten Meilensteine, wie den der Objekterkennung durch Deeplearning, auf die Belange des Werkzeugverschleißes zu adaptieren. Über systemtheoretische Ansätze hinaus, können so Systeme geschaffen werden, die eine Vielzahl von linearen und nichtlinearen Klassifikatoren auf verschiedenen Ebenen erstellen und problemspezifisch anpassen, um zu erkennen, wann bspw. einen Fräser ausgewechselt werden sollte, um die Güte eines bearbeiteten Werkstückes nicht zu gefährden und um einen Werkzeugbruch zu verhindern.

Bei der Entwicklung solcher Überwachungssysteme sind, um ein System auf die jeweilige Aufgabe zu trainieren, oftmals großen Mengen an Trainingsdaten erforderlich. Dies erfordert neben viel Zeit auch einen hohen Anspruch an die eingesetzte Technik. Übertrainingseffekte

oder Fehlklassifikationen sind dabei für den sicheren industrietauglichen Einsatz strikt auszuschließen. Die Entwicklung derartige Systeme nimmt somit viel Zeit in Anspruch. Eine völlige Automatisierung ist daher erstrebenswert.

2. Potentiale

Neben kommerziellen Systemen des maschinellen Lernens, wurden mit freien und Forschungs-Projekten diverse leistungsfähige Softwarewerkzeuge entwickelt, die weitere Forschungen und die Applikation auf industrielle Problemstellungen ermöglichen. Insbesondere hinsichtlich ihrer Eignung für konkrete Aufgabenstellungen lassen sich die bereits existierenden Algorithmen und Software-Programme an Benchmarks messen.

Mit der hardware-spezifischen Programmierung lassen maßgeschneiderte lernende Systeme schaffen die zunehmend fehlertoleranter und robust gegenüber Störungen sind. Es bleibt nur eine Frage der Zeit und der Förderung entsprechender Vorhaben, bis zum Entstehen autonomer Prozessüberwachungssysteme und deren Einsatz hochintelligenter Werkzeugmaschinen.

AUF EINEN BLICK

Deeplearning in der Prozessüberwachung

- 1 Modellierung, Simulation und Kompensation der thermischen Bearbeitungseinflüsse beim Wälzfräsen.
- 2 Verschleißeinfluss der Werkstück- und Werkzeuggeometrie.
- 3 Werkzeugoptimierung beim Wälzfräsen mit Hartmetall.

Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg
Institut für Fertigungstechnik und
Qualitätssicherung
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
<http://www.ifq.ovgu.de>

