

Additive Herstellung von Zerspanwerkzeugen aus WC-Co-Hartmetall

Potenziale und Herausforderungen

Martin Reuber und Tobias Schwanekamp, Institut für Werkzeug- und Fertigungstechnik, RFH Köln

Additive Manufacturing of Cutting Tools – Potentialities and Challenges

Metal-cutting manufacturing companies constantly demand for highly efficient process layouts which can particularly be achieved by the utilization of application optimized special tools. Conventional methods for the manufacturing of cutting tools are subject to restrictions, particularly with respect to the inner and outer shape design. At this point, additive manufacturing offers a substantial innovation potential. Through the buildup by layers, design limits of conventional methods are repealed and the production of complex and individual structures is feasible. Against the background of these process-specific potentialities, the iwFT and associated research and industry partners are developing a process chain for additive manufacturing of tungsten carbide cutting tools in the framework of the joint research project PraeziGen.

Keywords:

additive manufacturing, selective laser sintering, cemented carbides, tungsten carbide-cobalt (WC-Co), metal-cutting manufacturing, cutting tool, tool optimization, PraeziGen

Für produzierende Unternehmen der spanenden Fertigung lassen sich durch den Einsatz anwendungsoptimierter Sonderwerkzeuge signifikante Produktivitätspotenziale erschließen. Konventionelle Verfahren zur Herstellung von Zerspanwerkzeugen unterliegen Restriktionen hinsichtlich der realisierbaren Innen- und Außenkonturen. Additive Fertigungsverfahren legen hier ein erhebliches Innovationspotenzial frei. Durch den schichtweisen Aufbau werden Designgrenzen konventioneller Verfahren aufgehoben und die Herstellung komplexer und individueller Strukturen ermöglicht. Vor dem Hintergrund dieser verfahrensspezifischen Potenziale entwickelt das iwFT im Projekt PraeziGen gemeinsam mit Verbundpartnern aus Forschung und Industrie eine Prozesskette zur additiven Herstellung von Zerspanwerkzeugen aus Hartverbundstoffen.

Defizite konventioneller Verfahren

Werkzeuge zur spanenden Bearbeitung werden heute zum überwiegenden Teil aus Hartverbundstoffen gefertigt. Das Stoffsystem WC-Co aus Wolframkarbid als Hartstoff und Kobalt als Bindematrix hat sich als meistverwendeter Schneidstoff etabliert [1-3].

Potenziale additiver Verfahren

Additive Verfahren wie das selektive Lasersintern ermöglichen eine deutlich erweiterte gestalterische und konstruktive Geometriefreiheit [4]. Grundlage bildet ein 3D CAD-Modell, welches in Schichten konstanter Dicke zerlegt wird. Basierend auf dem erzeugten Datensatz werden beim selektiven Lasersintern die in einem Pulverbett angeordneten Partikel schichtweise und lokal durch einen Laserstrahl aufgeschmolzen und verfestigt. Nach jedem Belichtungsvorgang erfolgt eine Absenkung des Pulverbetts um die jeweilige Schichtdicke sowie ein erneutes Auftragen der Pulverschicht mit anschließender Belichtung der Bauteilkontur durch den Laser (Bild 2). Auf diese Weise wird ein Bauteil Schicht für Schicht aus dem Pulverbett heraus aufgebaut.

Diese Herangehensweise eröffnet neue Gestaltungs- und Optimierungspotenziale bei der Herstellung innovativer Produkte, insbesondere erlauben die geometrischen Freiheitsgrade eine gezielte Optimierung des Designs hinsichtlich der jeweiligen Anwendung. Außerdem wird in vielen Fällen Material eingespart, da nur die benötigte Werkstoffmenge für ein Bauteil verfestigt wird. Demgegenüber stehen zusätzliche Aufwände zur Pulverherstellung. Die allgemeinen Potenziale additiver Verfahren lassen sich im Wesentlichen den folgenden Kategorien zuordnen.

Aufgrund ihrer spezifischen, metastabilen Eigenschaften lassen sich Hartverbundstoffe schmelzmetallurgisch kaum verarbeiten. Die Herstellung erfolgt daher pulvermetallurgisch durch Sintern. Einfache Geometrien wie Wendeschneidplatten können so in einsatzfähigem Zustand hergestellt werden. Für komplexere Geometrien, wie sie insbesondere bei anwendungsoptimierten Sonderwerkzeugen vorliegen, werden Rohlinge gesintert und schleiftechnisch endbearbeitet (Bild 1). Dieses Verfahren ist langwierig, kostenintensiv und schränkt die geometrische Gestaltungsfreiheit ein. Makrogeometrische Merkmale, wie beispielsweise die Geometrie der Spannuten, werden durch Form und Kinematik der Schleifwerkzeuge limitiert, während sich innere Werkzeugstrukturen, wie Kanäle zur Kühlschmierstoffzufuhr, gar nicht oder nur unter erheblichem Aufwand integrieren lassen.



Prof. Dr.-Ing. Martin Reuber ist Direktor am Institut für Werkzeug- und Fertigungstechnik der Rheinischen Fachhochschule Köln.



Dipl.-Ing. Tobias Schwanekamp ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeug- und Fertigungstechnik der Rheinischen Fachhochschule Köln.

iwft@rfh-koeln.de
www.iwft.rfh-koeln.de

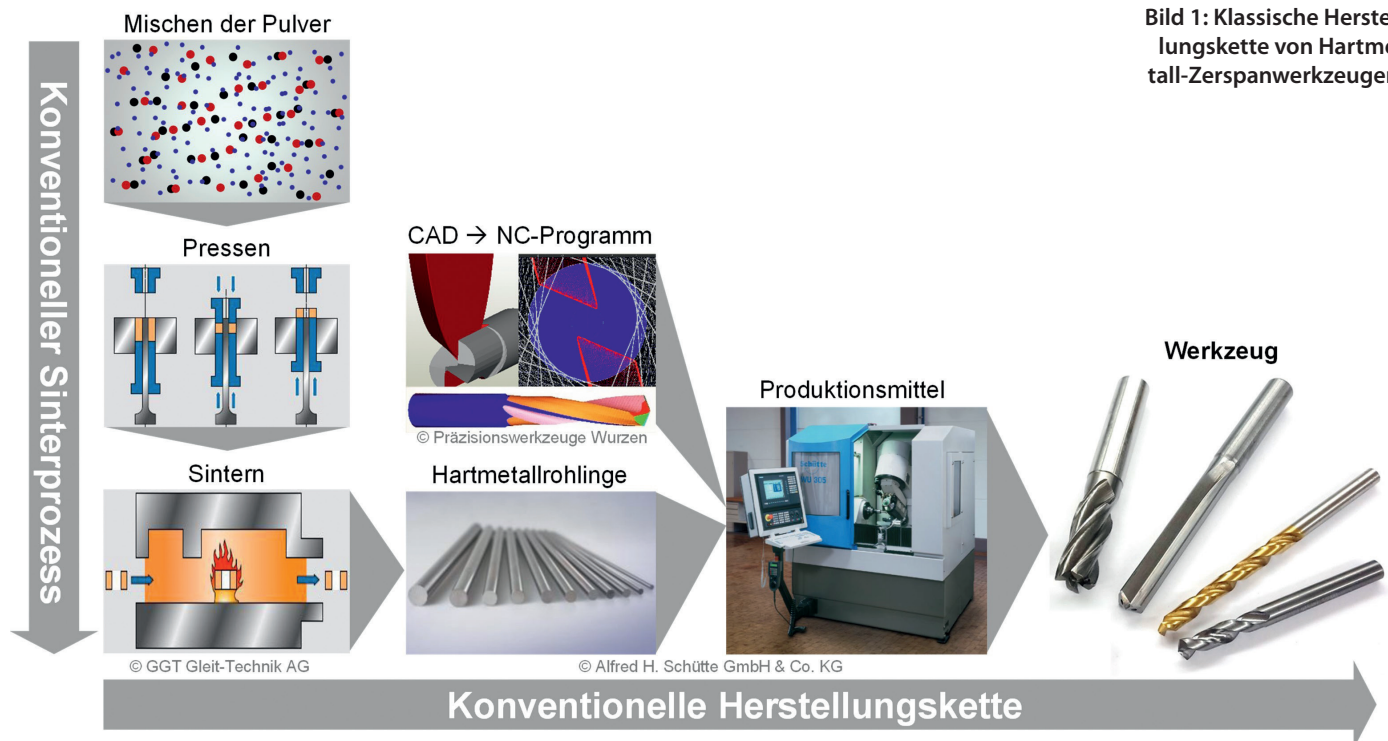


Bild 1: Klassische Herstellungskette von Hartmetall-Zerspanwerkzeugen.

Leichtbau: Komplexe Strukturgeometrien erlauben Gewichts- und Materialeinsparungen bei gleichbleibenden oder verbesserten mechanischen Bauteileigenschaften.

Funktionalität: Durch die gestalterische und konstruktive Freiheit additiver Verfahren lassen sich Bauteile mit verbesserter Funktionalität, z.B. mit integriertem Kühlsystem, herstellen. Je nach Bauteil und Konstruktion besteht die Möglichkeit, nachgelagerte Montageschritte durch Integralbauweise zu reduzieren oder vollständig zu vermeiden.

Produktion: Die hohe Flexibilität und Individualität prädestiniert das Verfahren für den Einsatz in der wirtschaftlichen Fertigung von Prototypen und Kleinserien bzw. in der individualisierten Massenfertigung.

Additive Verfahren bieten insbesondere dann ökonomische Vorteile, wenn eher geringe Stückzahlen auf komplexe Bauteildesigns und hohe Ansprüche an Funktionalität, Gewicht oder Geometrie des einzelnen Bauteils treffen.

Hinsichtlich anwendungsoptimierter Sonderwerkzeuge lassen sich konkret die folgenden Potenziale des selektiven Lasersinterns identifizieren.

Beeinflussung des mechanischen Werkzeugverhaltens: Das statische und dynamische Verhalten des Werkzeugs kann durch gezielte Massen- und Steifigkeitsverteil-

ungen optimiert werden. So lassen sich Dämpfungseigenschaften lang auskragender Werkzeuge durch den Aufbau funktionaler Hohlstrukturen mit und ohne Pulverfüllung gezielt beeinflussen [5, 6].

Verbesserung des Spanflusses: Losgelöst von den Restriktionen konventioneller schleiftechnischer Bearbeitung erlauben additive Verfahren die Erzeugung optimierter Drall- bzw. Spannungeometrien. Diese können beispielsweise einen verbesserten Spanablauf bewirken.

Optimierung der Kühlschmierstoffzufuhr: Die Verwendung von Kühlschmierstoffen in Zerspanprozessen ist mit ökologischen, ökonomischen und gesundheitstechnischen Nachteilen verbunden [7-9]. Durch die Möglichkeiten additiver Fertigung können innere Kanäle für die Zufuhr von Kühlschmierstoff druckverlustoptimiert ausgelegt und, insbesondere bei mehrstufigen Werkzeugen, gezielt in die jeweiligen Bearbeitungszonen geführt werden. Hierdurch lassen sich Einsparungen im Kühlschmierstoffverbrauch und der zugehörigen peripheren Anlagentechnik erzielen.

Produktivitätssteigerung bei der schleiftechnischen Endbearbeitung: Additiv hergestellte Grundkörper werden endkonturnah gesintert. Nachbearbeitet werden müssen Spannflächen und Schneiden. Einsparungen in Fertigungszeit und -kosten können den höheren Aufwand bei der additiven Herstellung teilweise kompensieren.