

## INDUSTRIEROBOTER IM PRESSWERKZEUGBAU

# Bessere Qualitätsschleifen

Klare Linien und aufwendige Geometrien prägen derzeit das Design im Automobilbau. Das stellt hohe Anforderungen auch an die Presswerkzeuge. Das Forschungsprojekt PROGEN untersucht, ob der Einsatz von Robotern zu mehr Effizienz in der Qualitätsschleife beiträgt.

**AUTOREN** Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele, Christian Baier, Stephan Bay, Clemens Kuhn, Cornelia Tepper



**Hohe Ansprüche ans Presswerkzeug:** Die scharfkantigen Geometrien moderner Autos erfordern oft mehrere Korrekturschleifen im Werkzeug. (© Opel Automobile GmbH)

Bei der Produktion eines Automobils wird für jedes Karosserieteil ein Presswerkzeugsatz, bestehend aus vier bis sechs Werkzeugen, benötigt. Für das Tiefziehen von Karosserieteilen mit hohen Qualitätsanforderungen bei Toleranzen von  $\pm 0,05$  mm sind häufig Änderungen der Werkzeuge notwendig, bevor diese in der Serienproduktion eingesetzt werden können. Teil dieses Änderungsprozesses ist die sogenannte Qualitätsschleife. Innerhalb einer Qualitätsschleife wird das tiefgezogene Werkstück vermessen, die CAD-Daten des Presswerkzeugs gegebenenfalls angepasst und daraufhin die Geometrie durch Zerspanung sowie additive Bearbeitung korrigiert. Die Qualitätsschleife wird wiederholt, bis die gewünschte Qualität des entsprechenden Tiefziehteils erreicht ist.

Da die Fräsbearbeitung auf einem Bearbeitungszentrum stattfindet, hingegen das MIG/MAG-Auftragschweißen sowie die Nachbearbeitung durch Schleifen manuell in den entsprechenden Ferti-

gungsbereichen erfolgen, entstehen zusätzliche Transport-, Rüst- und Lagervorgänge.

## Zerspanung mit Robotern – eine sinnvolle Alternative?

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt „Hochproduktive generative Produktherstellung durch laserbasiertes, hybrides Fertigungskonzept“ (PROGEN) wird unter anderem eine robotergestützte Alternative zu der beschriebenen Qualitätsschleife durch Laser-Draht-Auftragschweißen und anschließenden Zerspanungsprozess entwickelt, bei der alle Prozesse in eine Zelle integriert werden. Industrieroboter bieten einen großen Arbeitsraum und sind im Vergleich zu einem Bearbeitungszentrum sehr günstig. Allerdings stellt die Zerspanung der im Werkzeugbau üblichen Werkstoffe mit Robotern eine große Herausforderung dar. Im Folgenden werden Teilergebnisse der spanenden Bearbeitung mit Robotern und die Chancen dieser Technologie

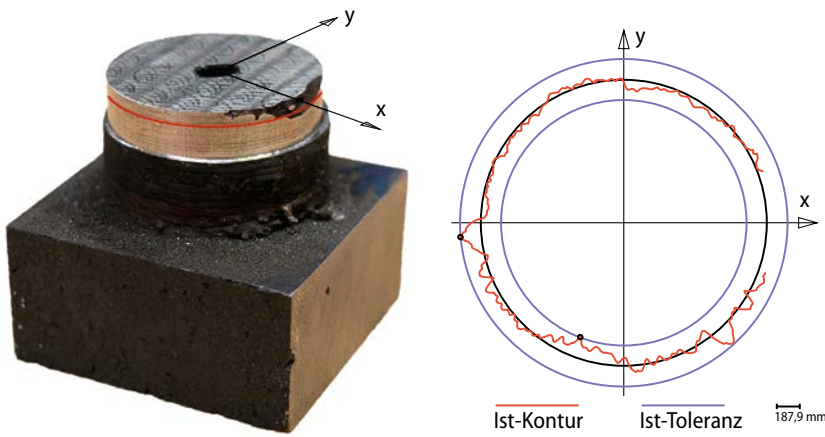
dargestellt. Bedingt durch die offene kinematische Kette besitzt ein 6-Achs-Vertikalknickarmroboter höhere Nachgiebigkeitswerte als ein Bearbeitungszentrum. Das Design begünstigt eine hohe Auslenkung des Werkzeugs und Instabilität in Form von regenerativem Rattern während des Spanprozesses. Im Projekt PROGEN liegt ein Hauptaugenmerk auf der Steigerung der Bearbeitungsgenauigkeit in Bezug auf Geometrie und Oberflächengüte. Hierzu werden die Zerspanversuche hinsichtlich der bestmöglichen Position und Schnittwerte ausgewertet. Als Versuchsmaterial dienen die im Werkzeugbau üblichen Materialien Grauguss mit globularem Kugelgraphit und Werkzeugstahl sowie darauf additiv gefertigte Formelemente mit unterschiedlichen Legierungen.

## Das Rattern reduzieren

Zur Auffindung der Bearbeitungsposition mit der höchsten Geometriemaßhaltigkeit werden Testgeometrien – beispielsweise Kreisbahnen – an unterschiedlichen Positionen eines fest installierten Nullspannsystems im Arbeitsraum des Roboters gefräst und anschließend auf ihre Maßhaltigkeit geprüft.



**Selten passt ein Werkzeug beim ersten Versuch:** Änderungsschweißung an einem Presswerkzeug. (© Opel Automobile GmbH)



**Nach zahlreichen Studien erreicht man gute Ergebnisse:** Nachbearbeiteter additiv gefertigter Zylinder (li.) und Rundheitsmessung (re.) des Zylindermantels. (© PTW)

Danach erfolgt eine eingehende Parameterstudie zur Reduzierung des Ratterverhaltens und zur Erhöhung der Oberflächengüte, welche daraufhin auf die additiv gefertigten Werkstücke adaptiert wird. In der Abbildung oben ist ein additiv gefertigter Zylinder aus dem Grundwerkstoff EN-GJS-700-2 zu sehen, der mit den ermittelten Parametern spanend auf einen Durchmesser von 30 mm gefräst wurde, rechts daneben ist die Rundheitsprüfung der oberen Mantelfläche abgebildet. Die Fehlstelle zeigt die im linken

Bild zu erkennende Schweißpore. Die Rundheit liegt beim Gegenlauffräsen im Durchschnitt bei  $\pm 0,18$  mm, die Ebenheit der Deckfläche im Hundertstelbereich. Die Oberflächengüte auf der Stirnfläche konnte bisher auf die gemittelte Rautiefe  $R_a = 2,5$   $\mu$ m gesteigert werden.

#### Für die Vorbearbeitung geeignet

Zur Übertragung der Ergebnisse auf Demonstratoren, die aus typischen Geometrielementen des Karosseriebaus bestehen, wurden diese additiv und

anschließend spanend bearbeitet. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass ein Roboter in der Zerspaltung die vorhandene Maschinenkapazität erweitern und für die Vorbearbeitung genutzt werden kann. Bei den Demonstratoren ermöglichen die ermittelten Parameter eine Bearbeitungsgenauigkeit von  $\pm 0,18$  mm. In weiteren Versuchen ließ sich diese durch eine geschickte Roboterposenwahl weiter steigern. ♦

## Info

Technische Universität Darmstadt  
Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)  
Tel. +49 6151 16-20080  
[www.ptw.tu-darmstadt.de](http://www.ptw.tu-darmstadt.de)

Dieses Forschungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Wettbewerb „Hochleistungsfertigungsverfahren für Produkte von morgen“ (Förderkennzeichen 02PN2121) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Diesen Beitrag finden Sie online:  
[www.form-werkzeug.de/4000939](http://www.form-werkzeug.de/4000939)