

- 1 Adaptive Spindelhalterung in Experimentierplattform 3POD und CAD-Modell.
- 2 Serienmaschine mit integrierter Piezokinematik.
- 3 Versuchsaufbau (links) und Ergebnis (rechts) zur Unrundbearbeitung.

ADAPTIVE SPINDELHALTERUNG ZUR FUNKTIONSERWEITERUNG VON WERKZEUGMASCHINEN

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Nöthnitzer Straße 44
01187 Dresden

Ansprechpartner

M.Sc. André Bucht
Telefon +49 351 4772-2344
Fax +49 351 4772-2303
andre.bucht@iwu.fraunhofer.de

www.iwu.fraunhofer.de

Angangssituation

Bei der Eigenschaftsverbesserung von Werkzeugmaschinen und der Gestaltung von Fertigungsprozessen müssen zunehmend Aspekte der Ressourceneffizienz berücksichtigt werden. Auf konventionellem Wege Verbesserungen zu erreichen, wird jedoch immer schwieriger und stößt prinzipbedingt an die Grenzen bestehender Werkzeugmaschinenysteme.

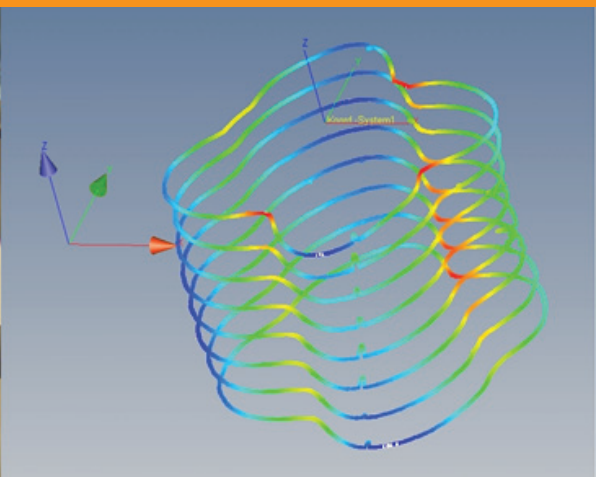
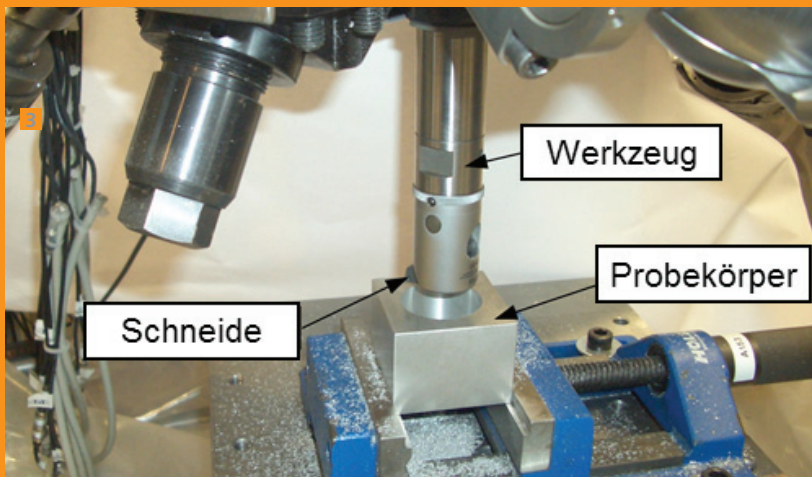
Großes Potential bietet der Einsatz adaptiv-trischer Zusatzkomponenten. Diese Komponenten werden in den Kraftpfad integriert und ermöglichen es durch Schaffung redundanter Zusatzachsen die Dynamik und Genauigkeit bestehender Werkzeugmaschinen erheblich zu steigern. Darüber hinaus bieten entsprechende Systeme die Möglichkeit, den Zustand des Systems zu erfassen und auftretende Störungen auszugleichen.

Lösungsansatz

Ein möglicher Ansatz zur Funktionserweiterung von Werkzeugmaschinen ist der Einsatz einer adaptiven Spindelhalterung. Am Fraunhofer IWU wurde hierfür eine Hexapod-Kinematik auf Basis von Piezo-Stapelaktoren entwickelt, in welche eine herkömmliche HSC-Motorspindel eingesetzt wird. Durch die paarweise Aktoranordnung und die Lagerung in einem kardanischen Festkörpergelenk ist es möglich die Motorspindel in fünf Freiheitsgraden zu bewegen. Der Arbeitsraum der Zusatzkinematik ergibt sich aus den Hüben und Anstellwinkeln der Piezoaktoren zu:
 $x, y = \pm 50 \mu\text{m}$, $z = \pm 61 \mu\text{m}$
 $\varphi_x, \varphi_y = 0,6 \text{ mrad}$

Die Zusatzkinematik selbst ist in vorhandene Werkzeugmaschinenkonzepte integrierbar und wurde für Versuche in einer





parallelkinematischen Experimentierplattform 3POD integriert, welche die eigentliche Zustellbewegung zum Werkstück realisiert.

Prozesserweiterung durch Oberflächenstrukturierung und -konturierung

Eine der Schlüsseltechnologien mit hohem Potential zur Erschließung zukünftiger Märkte ist die Mikrotechnologie. So führt zum Beispiel das Einbringen von Mikrotauschen zu einer verbesserten Wirkung von Schmierstoffen und somit zu einer verminderten Reibleistung. Bisher werden Mikrostrukturierungen und -konturierungen durch den Einsatz zusätzlicher Prozessschritte erzeugt. Der dazu notwendige Aufwand steht einem breiten industriellen Einsatz entgegen. Mit der adaptiven Spindelhalterung können dem eigentlichen Bearbeitungsprozess hochdynamische Bewegungen im Mikrometerbereich überlagert werden. Das Erzeugen von mikrostrukturierten und mikrokonturierten Oberflächen ist somit bereits während der Schlichtbearbeitung möglich. Auf diese Weise werden einzelne Prozessschritte substituiert bzw. kombiniert und die gesamte Prozesskette damit verkürzt. Zudem können

Prozess- und Nebenzeiten verkürzt werden da das Werkstück nicht mehrfach umgespannt werden muss. Ein sehr anschauliches Anwendungsbeispiel hierfür ist die Kompensation des Zylinderverzuges in Verbrennungsmotoren. Ziel dieser Kompensation ist es die Reibung im Betrieb des Motors gering zu halten und den Öl- und Treibstoffverbrauch zu senken. Stand der Technik ist dabei das Brillenhonen bei dem der statische Verzug, in Folge der Montage der Zylinderkopfschrauben, durch eine Honbrille während des Fertigungsprozesses nachgebildet wird. Prinzipbedingt kann damit aber nicht der thermische und dynamische Verzug im Betrieb vorgehalten werden. Nachteilig sind zudem das geringe Spanvolumen, der Verbrauch an Kühlschmierstoffen und der Einsatz zusätzlicher Anlagentechnik. Mit der adaptiven Spindelhalterung wurde ein System entwickelt, mit dem es möglich ist, die gewünschte Zylindergeometrie zur Kompensation der Zyliderverformung, bereits beim Ausbohren der Zylinderkurbelgehäuse einzubringen. Dies wird erreicht indem die Werkzeugschneide während einer Werkzeugumdrehung mehrfach radial ausgelenkt wird. Der bei der Motorenfertigung dem Ausbohren nachfolgende Honprozess kann damit einfacher gestaltet

und verkürzt werden.

Umsetzung am bestehenden Serien-Bearbeitungszentrum

Aufbauend auf den Versuchsergebnissen mit der adaptiven Spindelhalterung, wurde zusammen mit der NILES-SIMMONS Industrieanlagen GmbH ein adaptives Spindelsystem entwickelt, welches den Anforderungen für die Fertigung von Zylinderkurbelgehäusen gerecht wird. Hierfür wurde der bestehende Z-Schlitten eines 3-Achs Bearbeitungszentrums durch einen neu konstruierten Z-Schlitten mit integrierter Piezokinematik ersetzt. In Bearbeitungsversuchen an Zylinderkurbelgehäusen konnte mit der Kinematik eine sehr gute Wiederholgenauigkeit realisiert und komplexe Zylinderfreiformflächen gefertigt werden. Bei den Versuchen wurden Drehzahlen bis 6000 U/min untersucht, bei Auslenkungen der Werkzeugschneide von bis zu 90µm. Im Verlauf der Versuche konnten zudem die Oberflächenrauheit auf Rz 1,5 µm optimiert werden, womit Rauheitswerte erreicht werden die im Bereich von vorangegangenen Technologieversuchen ohne Piezokinematik liegen.

Herausgeber:

Fraunhofer-Allianz Adaptronik
Postfach 10 05 61
64205 Darmstadt
Tel: +49 6151 705-236
Fax: +49 6151 705-214
info@adaptronik.fraunhofer.de
www.adaptronik.fraunhofer.de

Geschäftsführer:

Heiko Atzrodt

Allianzsprecher:

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

 **Fraunhofer**
ADAPTRONIK