

Prozesskettenbildung im Mikromaschinenbau

Die Fertigung von einzelnen Mikroteilen und Mikrosystemen lässt sich auch heute noch an Hand der für die Formgebung verwendeten Verfahren einteilen. Monolithische Mikrosysteme mit elektronischen, mechanischen, optischen oder fluidischen Funktionen werden überwiegend durch planar oder 2^{1/2}-dimensional arbeitende Verfahren, die ursprünglich der Mikroelektronik entstammen, hergestellt. Charakteristische Merkmale dieser Verfahren sind die sehr hohe Auflösung und Genauigkeit im Submikrometer-Bereich, die Nutzung eines eingeschränkten Werkstoffspektrums und die Eignung für die wirtschaftliche Herstellung großer Stückzahlen.

Auf der anderen Seite entsteht ein steigender Bedarf an hybriden mikrotechnischen Systemen. Dabei handelt es sich oftmals um eine Miniaturisierung feinwerktechnischer Systeme, die zunehmend um elektronische, optische oder fluidische Funktionen erweitert werden. Diese "subfeinwerktechnischen" Systeme sind hinsichtlich der Größenordnung zwischen der Feinwerktechnik und der Mikrosystemtechnik anzusiedeln. Es finden Werkstoffe Verwendung, die im Maschinenbau üblich sind. Außerdem wird neben der in der Mikrosystemtechnik üblichen 2^{1/2}-dimensionalen Geometrieerzeugung für die Herstellung der hybriden Systeme eine echte 3-dimensionale Bearbeitung gefordert. Für die Fertigung der Teile und Baugruppen derartiger Mikrosysteme werden Basistechnologien wie z.B. die Mikrozerspanung, Laserbearbeitung, Klebe- und Lötverfahren sowie angepasste Verfahren der Handhabungs- und Montagetechnik benötigt [1, 2]. Der gesamte Herstellprozess geschieht dabei heute noch in Fertigungsfolgen, die in ihrem Aufbau an eine konventionelle Fertigung angelehnt sind. Ursachen für den Entwicklungsbedarf liegen in verschiedensten Größeneffekten, die bei der



Bild 1: Integrierte Prozessketten zur Komplettbearbeitung von Mikrobaugruppen

Skalierung (Verkleinerung) von Bauteilen und den dafür benötigten Fertigungsprozessen auftreten. Ein Beispiel hierfür ist das wachsende Verhältnis von Oberfläche/Volumen bei der Verkleinerung eines Teiles. Weitere Größeneffekte ergeben sich aus den Anforderungen an die Positionier- und Spanngenauigkeit während der Bearbeitung und beim Fügen dieser Mikrobauteile [3]. Hier wird heute ein sehr hoher Aufwand für das Spannen in den Bearbeitungsmaschinen, das Speichern oder Magazinieren zwischen den Bearbeitungsschritten und das Vereinzeln und erneute genaue Positionieren und Spannen für den folgenden Fertigungsschritt betrieben. In Bild 1 ist deshalb eine neue Vorgehensweise zur Herstellung hybrider subfeinwerktechnischer Systeme gezeigt. Kennzeichen der neu entwickelten Fertigungsmethode für Mikrobaugruppen ist die Integration verschiedener Technologien im Arbeitsraum einer Fertigungseinrichtung. Während der Abarbeitung der Prozessschritte, die in diesem Beispiel auf Verfahren des Zerspanens und der Laserbearbeitung beruhen, muss das Bauteil oder die Baugruppe nicht mehr, wie sonst üblich, aus dem Koordinatensystem der Maschine entlassen werden. Hierdurch ergibt sich eine wesentliche Erhöhung der Bearbeitungsgenauigkeit und eine Verkürzung der Bearbeitungszeit. Genutzt werden dabei die typischen Vorteile der konventionellen feinwerktechnischen Fertigung einerseits (z.B. 3d-Bearbeitung, breites Werkstoffspektrum, CAD-CAM-Kopplung,...) sowie die in der Mikrosystemtechnik schon immer vorhandene bessere Referenzierung des Werkstückes zur Fertigungseinrichtung.

Bild 2 zeigt vier Beispiele für integrierte Prozessketten, die mit dem derzeitigen Entwicklungsstand der Maschine unter Nutzung der zur Verfügung stehenden laserbasierten Verfahren und Mikrozerspanverfahren realisiert werden können. Neben den genannten

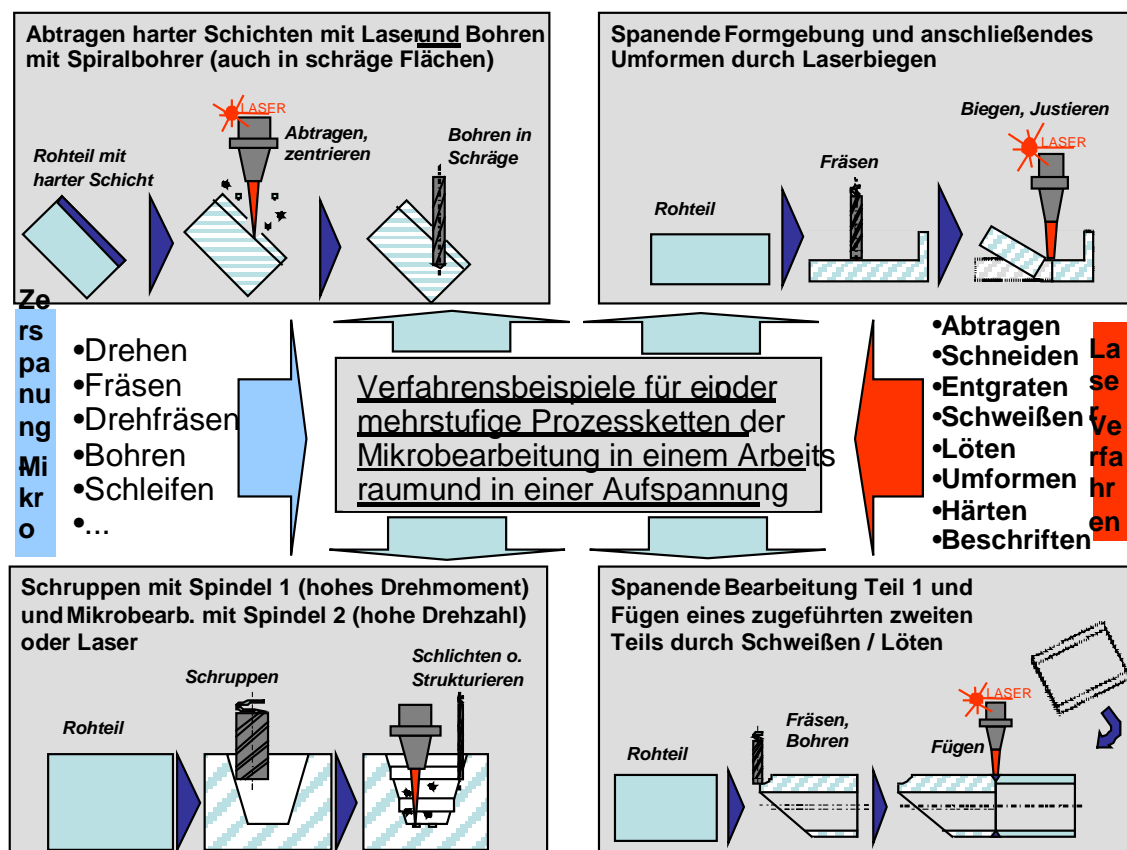


Bild 2: Verfahrensbeispiele für integrierte Prozessketten zur industriellen Mikrobearbeitung

Beispielen sind weitere Verfahrenskombinationen denkbar.

Die genannte Vorgehensweise stellt einen wesentlichen Schritt zur Komplettbearbeitung von Mikrobaugruppen dar, weil die Mikroteile nicht mehr aus dem Referenzsystem der Bearbeitungseinrichtung entlassen werden müssen, wodurch die Qualität der Mikrobaugruppen deutlich erhöht wird. Qualitätsrelevante Spann- und Positionierfehler, wie sie für konventionelle Fertigungsfolgen typisch sind, werden durch diese neue Art der integrierten Prozesskettenbildung vermieden. Zudem werden die Durchlaufzeiten für die industrielle Fertigung von Mikroteilen deutlich gesenkt, weil Prüf-, Transport- und Liegezeiten vor den Bearbeitungsstationen reduziert werden.

Literatur:

- [1] J. Schmidt, V. Hüntrup, H. Trischler:
Mikrozerspanung mit großen Potentialen WB Werkstatt und Betrieb 5/2001
- [2] A. Wenda, M. Beck, V. Hüntrup, M. Meisel, M. Rothenburg, O. Rübenach, J. Schmütz, C. Schwietering, J. Gäbler
Möglichkeiten und Grenzen der Mikrozerspanung F&M Jahrg. 107 (1999) 11
- [3] M. Weck, S. Fischer:
Maschinenentwicklungen für die Mikrotechnik wt Werkstattstechnik 98 (1999) H.11/1

Autorenangaben:

Prof. Dr.-Ing Jens P. Wulfsberg
Dipl.-Ing. Jörg Lehmann
Universität der Bundeswehr Hamburg
Laboratorium Fertigungstechnik
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Tel.: 040 / 6541 – 2720 oder – 2610
Fax.: 040 / 6541 – 2839
E-Mail: Jens.Wulfsberg@UniBw-Hamburg.de
Joerg.Lehmann@UniBw-Hamburg.de

Dipl.-Ing. Lars Witte
Olympus Winter & Ibe GmbH
Kuehnstraße 61
22045 Hamburg
Tel.: 040 / 66966 – 393
Fax.: 040 / 66966 – 341
E-Mail: Lars.Witte@Olympus-OWI.com