



Den Fräsprozess stabilisieren

Fundiertes Prozesswissen sichert Qualität und Produktivität

*Tilo Pfeifer und
Michael Glombitza, Aachen*

Das primäre Ziel von Fertigungsprozessen ist die wirtschaftliche Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte. Kurze Durchlaufzeiten und optimale Maschinenauslastung sind dabei nur möglich, wenn die eingesetzten Prozesse technologisch ausgereizt werden. Gleichzeitig wird eine hohe Prozessfähigkeit verlangt, um Ausschuss, Nacharbeit und die damit verbundenen Folgekosten niedrig zu halten.

Vor diesem Hintergrund wächst die Bedeutung systematischer Vorgehensweisen, mit denen Prozesse schneller eingefahren, optimiert und durch Regelung sicher beherrscht werden können. Das heißt aber, dass möglichst vor Pro-

Das schnelle Einfahren und die gezielte Regelung der Qualität von Fräsprozessen sind von hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Voraussetzung dafür ist jedoch eine fundierte Kenntnis des Prozesses. Mit der Entwicklung praxistauglicher Werkzeuge zur systematischen Ermittlung der Prozesszusammenhänge soll daher die breite Anwendung maschinennaher Qualitätsregelkreise erschlossen werden¹.

zessbeginn fundiertes und systematisch aufbereitetes Prozesswissen vorhanden sein muss.

Dabei reicht es nicht aus, Fertigungsmesstechnik als Instrument zur reinen Feststellung von Abweichungen gefertigter Merkmale zu betrachten. Vielmehr müssen ihre Ergebnisse analysiert und gezielt in den Prozess rückgekoppelt werden. Ein Ansatz hierzu ist die Einbindung in automatisierte, maschinennahe Qualitätsregelkreise [1].

Maschinennahe Qualitätsregelkreise

Insbesondere durch Fräsen werden heute komplexe Bauteile mit hohem Wertschöpfungsanteil hergestellt. Spanende Fertigungsprozesse unterliegen dabei jedoch immer sowohl inneren Störungen, wie z.B. Werkzeugverschleiß, als auch äußeren Einflüssen, wie z.B. Temperaturschwankungen, die zwangsläufig zu

Abweichungen am Werkstück führen. Werden diese jedoch prozessnah gemessen, kann in maschinennahen Qualitätsregelkreisen prinzipiell unmittelbar reagiert werden. Allerdings kann diese Komplexität nicht mehr allein durch den Menschen beherrscht werden. Vielmehr müssen rechnergestützte Werkzeuge den Werker bei zielgerichteten regelnden Eingriffen unterstützen. Entsprechende Automatismen können heute dank offener und teilweise PC-basierter Steuerungen als Softwarekomponenten direkt an der Maschine realisiert werden. Hier können Messdatenaufnahme und -auswertung sowie Algorithmen zur automatischen Ableitung von Korrekturen für die Prozessparameter leichter integriert werden, und Regelmechanismen können ohne Zeitverzug greifen (Bild 1).

Die Wirksamkeit einer Prozessregelung hängt dabei nicht nur von der korrekten Erfassung aller relevanten Merk-

¹ Das Projekt ist bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) zur Förderung eingereicht und wird von der Forschungsgemeinschaft Qualität e.V. (FQS) betreut.

malsausprägungen ab. Hierfür existieren heute verschiedene geeignete Messgeräte, wie z.B. Werkstatt-Koordinatenmessgeräte [2] oder auch Tastsysteme für vollautomatisierte Messungen direkt in der Werkzeugmaschine. Wichtige Eigenschaften sind dabei hinreichende Messunsicherheit und Flexibilität, unmittelbare Nähe zum Prozess, hohe Automatisierung bzw. Benutzerunterstützung und datentechnische Integrationsfähigkeit.

Wesentlich ist vielmehr, wie über die Korrelation der Größen die richtigen Korrekturen für die Bearbeitung generiert werden können. Hierzu wird ein Prozessmodell benötigt, das die Zusammenhänge zwischen gemessenen Abweichungen, erfassten Störeinflüssen und den Prozesseinstellungen beschreibt. Je fundierter und systematischer dieses Wissen ermittelt wird, desto effektiver kann es in die Korrekturen einfließen. Gerade bei komplexen Bearbeitungen, wie dem Fräsen, wird ein solches Modell aber nur erfolgreich in der Praxis zu handhaben sein, wenn es primär auf die Kompensation direkt gemessener Abweichungen abzielt. Ansätze über indirekte Prozessüberungen scheitern hier noch zu oft an der Komplexität der Zusammenhänge und der Modellbildung.

Prozesse systematisch untersuchen

Aussagekräftige Prozessuntersuchungen können u. a. mittels angewandter Statistik, wie der statistischen Versuchsmethodik (SVM), durchgeführt werden [3]. Sie ermöglicht das empirische Auffinden der Produkt-Prozess-Korrelation, d. h. des funktionalen Zusammenhangs zwischen Merkmalsausprägung, eingestellten Prozessparametern sowie erfassten Störgrößen. Umgekehrt lassen sich damit, und darauf kommt es an, die für das Prozessverhalten signifikanten Stellgrößen für eine Regelung ableiten.

Im Gegensatz zur Verfahrenstechnik findet die SVM im Bereich der spanenden Bearbeitung aber bislang kaum Anwendung. Dies liegt zum einen an den komplizierteren Zusammenhängen, zum anderen aber auch an der Scheu vor vermeintlich zusätzlichem Aufwand. Das hieraus resultierende Potenzial für hochqualitative Prozesse wird dabei völlig übersehen.

Vordringlich werden daher praxisgerechte Werkzeuge für die Untersuchung

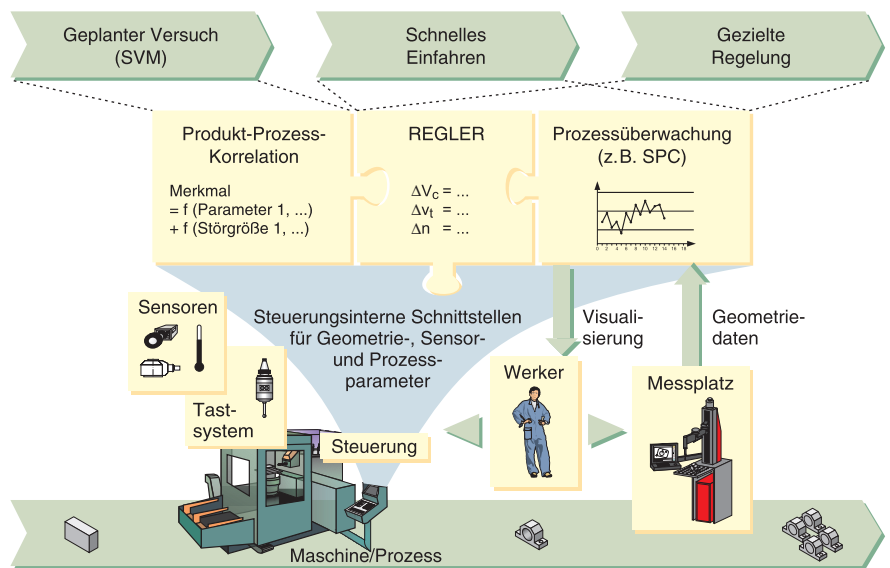


Bild 1. Geschlossener, maschinennaher Qualitätsregelkreis beim Fräsen

von Prozessen in der Fertigung benötigt. Sie zu entwickeln ist das Ziel des hier kurz skizzierten Forschungsprojekts:

- ▶ Für die Versuchsplanung soll ein Methoden-Katalog erstellt werden, der es jedem Anwender ermöglicht, die Planung für seine konkrete Aufgabe aus einzelnen Planungs-Bausteinen für einfache Merkmale zusammenzubauen. Alle wichtigen Parameter sollen so mittels nur weniger Angaben über Maschine, Schnittaufteilung etc. zu einem detaillierten Versuchsplan zusammengetragen werden.
- ▶ Für die Versuchsdurchführung sollen Tools entwickelt werden, die durch automatisierte Variation der Stellgrößen im NC-Versuchs-Programm entsprechend der festgelegten Strategie die einzelnen Versuchspunkte und die Prüfanweisungen für die Erfassung der Merkmale und Einflussgrößen generieren, so dass auch dieser Schritt stark vereinfacht und verkürzt wird.
- ▶ Für die Versuchsauswertung sollen durch eine automatische Rückführung aller Messdaten schließlich die quantitativen Prozess-Zusammenhänge direkt vor Ort bestimmt werden können.

Das erarbeitete Prozessmodell wird schließlich in Form rechnergestützter Einfahr- und Regelungsstrategien maschinennah hinterlegt, so dass beim Überschreiten vorgegebener Grenzen einzelner Abweichungen die Ableitung gezielter Korrekturen erfolgen kann. Durch die Reduzierung des Versuchsaufwands wird endlich die Schließung des Regelkreises für eine gezielte Regelung auch beim Fräsen möglich.

Für den Industriekreis, der das Forschungsprojekt begleitet, werden noch interessierte Teilnehmer aus dem Bereich der Zerspanung gesucht (Kontakt: t.pfeifer@wzl.rwth-aachen.de).

Literatur

- 1 Pfeifer, T. et al.: Integrierte Fertigungsmesstechnik, atp – Automatisierungstechnische Praxis 40 (1998) 6, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien
- 2 Pfeifer, T.; Effenkammer, D.; Imkamp, D.: Verantwortung motiviert – Handgeführte Koordinatenmessgeräte bieten neue Möglichkeiten der Werkerselbstprüfung, QZ – Qualität und Zuverlässigkeit 42 (1997) 9, Carl Hanser Verlag, München, Wien
- 3 Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1993

Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Tilo Pfeifer leitet den Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen. Dipl.-Ing. Michael Glombitza ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Fertigungsmesstechnik des Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement.