

Werkzeugmaschinen effizient steuern

Für ihre eigentliche Aufgabe, bei Fräsmaschinen beispielsweise die spanende Bearbeitung von Bauteilen, wenden Werkzeugmaschinen nur etwa 20 bis 40% der aufgenommenen Energie auf. Damit bietet sich enormes Energieeinsparpotenzial, denn der Rest der Energie wird für Nebenprozesse eingesetzt.

THOMAS GARBER UND CLAUDIA WEISE

Im Verbundforschungsprojekt NC-Plus arbeiten neun Partner daran, den Energieverbrauch einer Fräsmaschine in einer durchschnittlichen Produktion um 30% zu senken. Dazu reicht die Optimierung der Einzelkomponenten nicht aus. Vielmehr ist es notwendig, eine übergreifende Abstimmung der gesamten Maschine auf den Bearbeitungsprozess und ein von der Steuerung unterstütztes Energiemanagement zu implementieren. Dieser komplexe Ansatz spiegelt sich

auch in der Zusammensetzung des Projektkonsortiums wider, das aus Maschinen- und Komponentenherstellern, Anwendern und einem akademischen Partner besteht.

Keine Effizienzmaßnahmen „von der Stange“ möglich

Die Werkzeugmaschine ist ein komplexes System, das aus einer Vielzahl von funktionalen Einheiten besteht. Diese Maschinen werden in der Regel

an Kundenanforderungen angepasst. Dabei sind Aspekte der Produktionsaufgabe, wie beispielsweise Genauigkeit, Taktzeit und Flexibilität, wichtige Einflussgrößen. Das bedeutet, dass es keine Effizienzmaßnahmen „von der Stange“ geben kann. NC-Plus zeigt vielversprechende Maßnahmen für mehr Effizienz bei Werkzeugmaschinen auf, deren konkreter Einsatz eine Fall-zu-Fall-Betrachtung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit notwendig macht.

Ein wichtiger Energieverbraucher ist die Kühlschmierstoff-Pumpe. Mit einer Drehzahlregelung lässt sich bei hohem Druck Energie einsparen.



Bild: NC-Plus



Bild: NC-Plus

Zu den Aufgaben der Steuerung zählt es, Teilsysteme der Maschine wie Kühlaggregat oder Kühlschmiermittel-Anlage gezielt in einen Stand-by-Modus zu versetzen, wenn der Prozess es erlaubt.

Die Basis für das Verbundprojekt sind Messungen des gesamten Energiehaushalts der Fräsmaschine während der Bearbeitung. Diese Messungen umfassen dabei neben den Strömen auch Druck, Volumenstrom und Temperatur von Kühlschmiermittel, Kühlwasser und Hydrauliköl sowie den Druckluftbedarf der Maschinen. Darauf bauen drei Teilprojekte auf, die unterschiedliche Bereiche der Werkzeugmaschine untersuchen: Die NC-Achsen, das Fluid- und Thermikkonzept und die Steuerung. Die Ergebnisse der Teilprojekte fließen in einen Prototyp ein, an dem die Energieeinsparungen messtechnisch verifiziert werden können.

Höhere Energieeffizienz ist Ergebnis einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen

NC-Plus startete im Juli 2009 und läuft noch bis Juni 2012. So liegen bereits umfassende Erkenntnisse über Maßnahmen zur Energieeinsparung vor. Ein wichtiger Ansatzpunkt ist das Kühlsystem. In NC-Plus wird eine neuartige Kühlstrategie entwickelt, bei der das Kühlaggregat auf Luft statt wie bisher auf Kompressionskühlung setzt. Die intelligente Regelung erfolgt über thermische Modelle, mit deren Hilfe auch die Auswirkungen konstruktiver Änderungen und unterschiedlicher Ansteuerstrategien bewertet werden können. Die Ansteuerung ermöglicht beispielsweise



Die Abbildung zeigt die verschiedenen Aufgaben der Steuerung bei NC-Plus.

se eine Abschaltung des Kühlsystems bei Stillständen der Hauptspindel, sodass unnötiger Energieverbrauch vermieden wird. Ferner trägt auch die neu entwickelte Frässpindel zu einer verbesserten Energiebilanz des Kühlkreislaufs bei. Sie hat durch eine Reihe von Maßnahmen einen deutlich höheren Wirkungsgrad als herkömmliche Spindeln und benötigt deshalb auch eine geringere Kühlleistung.

Eine innovative Haltebremse erlaubt bei Stillständen vertikaler Ach-

sen bei Maschinenstillstand oder auch während der Bearbeitung das Abschalten der entsprechenden Antriebe und sorgt damit für einen geringeren Stromverbrauch.

Je nach Werkstück die passende Kühlschmiermittel-Versorgung

Ein weiterer wichtiger Energieverbraucher ist die Kühlschmierstoff-Pumpe. Hier hat sich gezeigt, dass sich mit einer Drehzahlregelung bei

hohem Druck Energie einsparen lässt. Abgesehen von der Drehzahlregelung kommt für die Kühlschmiermittel-Versorgung eine Volumenstromregelung zum Einsatz, sodass für jedes Werkzeug wahlweise der Druck oder der Volumenstrom vorgegeben werden kann. Für die Späneabfuhr und die Kühlung ist der Volumenstrom die technologisch wichtige Größe.

Für die Energieeffizienz spielt die Steuerung der Werkzeugmaschine eine zentrale Rolle. Ein intelligentes Konzept ermöglicht es, Leistungsspitzen zu vermeiden und ein Energiemanagement zu implementieren. Dafür ist eine ausgeklügelte und aufeinander abgestimmte Ansteuerung der Komponenten erforderlich. Aufgabe der Steuerung ist es auch, Teilsysteme der Maschine wie Kühlaggregat oder Kühlschmiermittel-Anlage gezielt in einen Stand-by-Modus zu versetzen, wenn der Prozess es erlaubt. In NC-Plus wird ein Verfahren entwickelt, um das dazu notwendige Prozesswissen in der Steuerung verfügbar zu machen.

Komplexe Technik erfordert ganzheitliche Betrachtung

So komplex die Werkzeugmaschine ist, so vielschichtig sind auch die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung. Welche Maßnahme welchen Nutzen unter welchen Bedingungen bringt, ist von vielen Faktoren abhängig. Je genauer und konkreter der Einsatzfall bekannt ist, desto besser und effizienter kann die Werkzeugmaschine daran angepasst werden.

Aber auch bei Universalmaschinen gibt es großes Potenzial, den Energieverbrauch dadurch zu senken, dass sich die Maschine auf den jeweiligen Prozess optimal einstellt.

» Dr. Thomas Garber
Verbundprojektkoordinator NC-Plus von der Deckel Maho Pfronten GmbH,
 D-87459 Pfronten,
www.dmg.com

» Dr. Claudia Weise
Kommunikation Effizienzfabrik des Forschungskuratoriums Maschinenbau e.V. im VDMA,
 D-60528 Frankfurt am Main,
www.effizienzfabrik.de

Effizienzfabrik und NC-Plus

Die Effizienzfabrik ist eine gemeinsame Initiative des VDMA und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und kommuniziert die neuesten Ergebnisse der 31 Verbundforschungsprojekte des BMBF-Förderschwerpunkts „Ressourceneffizienz in der Produktion“. Über 200 Partner aus Industrie und Wissenschaft entwickeln ressourceneffiziente Produktionstechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Zu den Forschungsprojekten gehört auch NC-Plus aus dem Themenfeld „Effiziente Produktionsmaschinen und -anlagen“. Es ist im Juli 2009 gestartet und endet im Juni 2012. In NC-Plus arbeiten folgende Projektpartner zusammen:

- Bosch Rexroth Electric Drives and Controls GmbH, Lohr am Main
- Camaix GmbH, Eschweiler
- Chr. Mayr GmbH & Co. KG, Mauerstetten
- Deckel Maho Pfronten GmbH, Pfronten
- Franz Kessler GmbH, Bad Buchau
- Hydac International GmbH
- KME Germany AG & Co. KG, Osnabrück
- Leibniz-Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW), Garbsen
- Perpendo Energie- und Verfahrenstechnik GmbH, Aachen

Die Effizienzfabrik sowie das Verbundprojekt NC-Plus werden mit BMBF-Mitteln im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe, Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT) betreut.