



KESSSLER

Bild: Franz Kessler

Die K  
Produ  
verbra

Created with

 **nitro**PDF professional

download the free trial online at [nitropdf.com/professional](http://nitropdf.com/professional)

# Werkzeugmaschinen werden vom Großverbraucher zum Stromsparer

Eine durchschnittliche Dreh-, Fräs- oder Schleifmaschine stößt jährlich indirekt so viel CO<sub>2</sub> wie zehn Pkw aus. Energie und Medien verursachen bei Werkzeugmaschinen 40 % der Betriebsausgaben. Diese Zahlen sind alarmierend, doch technische Innovationen können die Effizienz steigern. Die Verbundprojekte der Effizienzfabrik zeigen wie.

**W**erkzeugmaschinen arbeiten sehr energieintensiv – das soll sich nun ändern. Mit über 50 Mio. Euro fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Entwicklung ressourceneffizienter Produktionstechnologien. Mit der Energieoptimierung von Werkzeugmaschinen beschäftigten sich drei der 31 Verbundprojekte des Förderschwerpunkts „Ressourceneffizienz in der Produktion“. Über die Innovationsplattform Effizienzfabrik, eine Initiative des BMBF und des VDMA, erfolgt unter anderem die Kommunikation der Forschungsergebnisse.

Um den Abnehmern von Werkzeugmaschinen eine Kosten-Nutzen-Relation an die Hand geben zu können, muss der Effekt der Energieoptimierung quantifizierbar sein. Jedoch ist den meisten Anwendern der exakte Energieverbrauch von Werkzeugmaschinen weitgehend unbekannt, und es fehlen objektive, standardisierte Vergleichsmöglichkeiten. Fest steht indes, dass die Amortisationszeiten für Investitionen in Energieeffizienztechnik heute im Schnitt um 20 % kürzer sind als noch vor drei Jahren. In der Werkzeugherstellung steigt zudem der Einfluss der Energiekosten auf die Herstellkosten. Weil mit weiterhin steigenden Strompreisen zu rechnen ist, zahlt sich eine Optimierung auch langfristig aus. Messungen haben ergeben: Besonders hoch ist der Energiebedarf in der Hauptspindel, dem Herzstück jeder Werkzeugma-

schine. Sie frisst nicht nur viel Strom, sondern benötigt auch Druckluft und Kühlleistung für ihren Betrieb.

## Die Spindel als wichtiger Hebel für den Energieverbrauch

Das Verbundprojekt Energie MSP (Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang) hat die Einsparmöglichkeiten des wichtigsten Bauteils analysiert. Vor allem der Aufbau des Spindelmotors und die Stromspeisung der Antriebe bieten großes Potenzial, die Effizienz zu erhöhen. Ziel der Projektpartner war es, den Verbrauch der

Spindelkomponenten zu optimieren, um damit den Energiebedarf in der Motorspindel bei gleichbleibender Leistung um 25 % zu senken.

Zunächst wurden die Einsparmöglichkeiten des Bauteils in allen Betriebsbereichen analysiert und der Verbrauch der einzelnen Spindelkomponenten optimiert. Die Forscher richteten ihr Augenmerk vor allem auf den Aufbau des Antriebsmotors und auf die Konzeption der Speisung sowie auf die Lagerung, das Spannsystem, die Drehdurchführung und auf den Rotor. Eine der Lösungen ist der Einsatz von Leichtbaumaterialien wie Faser-Kunststoff-Verbänden. Für



Durch technologische Verbesserungen können enorme Einsparungen beim Energieverbrauch von Werkzeugmaschinen erschlossen werden.

Bild: Gebr. Heller Maschinenfabrik

## Werkzeugmaschinen-Innovationen live erleben

- Projektabschluss Ewotek am 2. Oktober 2012 im WZL Aachen
- „Tag der offenen Tür“ der Effizienzfabrik am 20. November 2012 in der Berliner Kalkscheune
- Projektabschluss von Energie MSP und NC Plus am 6. Dezember 2012 bei der Franz Kessler GmbH in Bad Buchau

das Beschleunigen und Bremsen einer Spindel aus diesem Material wird weniger Energie benötigt, da die rotierenden Massen geringer sind. Die Gewichtsreduktion führt dabei auch zu Stromeinsparungen bei den Vorschubachsen. Die Festigkeit und Temperaturbeständigkeit von Faser-Kunststoff-Verbundmaterialien steigert zudem die Bearbeitungsgenauigkeit der Spindel. Zur Verringerung der Reibung sollen alternative Lagergeometrien entwickelt werden. Hochwertige Blechungen und geblechte Magnete im Rotor reduzieren Ener-

gieverluste durch Wirbelströme. Die unerwünschte Erwärmung in Stator und Rotor durch Oberschwingungsanteile wird durch den Einsatz von Ausgangsfiltern optimiert. Den Projektabschluss markiert der Aufbau eines marktfähigen Demonstrators.

### Die Energie-MSP-Partner sind:

- Aradex Aktiengesellschaft, Lorch
- Franz Kessler GmbH, Bad Buchau
- Mecatronix GmbH, Darmstadt
- Ott-Jakob Spanntechnik GmbH, Lengenwang
- Schaeffler KG, Schweinfurt
- TU Darmstadt, Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), Darmstadt
- TU Darmstadt, Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen (Klub), Darmstadt

### Fahrstil für bedarfsgerechten Energieverbrauch

Doch nicht nur eine Optimierung der Hauptspindel macht Werkzeugmaschinen effizienter. Das Verbundprojekt Ewotek (Effizienzsteigerung von Werkzeugmaschinen durch Optimierung der Technologien zum Komponentenbetrieb) zeigt, wo sich im Be-

trieb derartiger Maschinen sonst noch Energie sparen lässt. Grundlage dafür waren Messungen zum dynamischen Momentanenergieverbrauch der Werkzeugmaschine und ihrer Komponenten. Dazu wurden verschiedene Maschinen im Feld, unter anderem im WZL in Aachen, untersucht. Die Messungen zeigten, dass Kühlung, Hydraulik und Kühlschmierstoffaufbereitung dabei die größten beeinflussbaren Energieverbraucher sind.

Auf Basis dieser Erkenntnisse entwickelten die Projektpartner Konzepte für eine intelligente Lastermittlung, für neue Stand-by-Strategien sowie für eine bedarfsorientierte Kühlung von Maschine und Prozess sowie energiesparende Hydraulik. Auf das Kühlschmierstoffaggregat entfallen 5 bis 55 % des Gesamtenergiebedarfs im Produktivbetrieb, vor allem auf die hier eingesetzte Hochdruckpumpe. Es wurde untersucht, inwiefern sich deren Energieverbrauch durch eine Druck- und Volumenstromregelung mit Frequenzumrichtern regulieren lässt. Das Ergebnis hängt von der Betriebszeit und -art der Kühlschmierstoffpumpe ab. Je kleiner der Durchmesser des Werkzeugs und je höher der eingestellte Druck in der Werkzeugmaschine ist, desto größer ist die

Aufgrund von Messungen zum dynamischen Momentanenergieverbrauch der Werkzeugmaschine und ihrer Komponenten entwickelten die Ewotek-Projektpartner Konzepte für Einsparungen.



Energieeinsparung. Ein angepasster Fahrstil kann also den Energieverbrauch von Werkzeugmaschinen um ein Drittel senken.

Die praktische Umsetzung aller Untersuchungsergebnisse erfolgte an der WZL-Versuchsmaschine. Dieser Demonstrator enthält viele Bestandteile, die die Wirksamkeit der umgesetzten Lösungen aufzeigen können und dient dazu, die Erkenntnisse einem möglichst breiten Anwenderkreis zugänglich zu machen. Das Ziel ist, den Energieverbrauch innerhalb der einzelnen Bauteile transparent zu machen. Dies ermöglicht die Darstellung einer Kosten-Nutzen-Relation, die die Marktakzeptanz der energiesparenden Werkzeugmaschine noch steigert.

#### Die Ewotek-Projektpartner sind:

- BKW Kälte-Wärme-Versorgungstechnik GmbH, Wolfschlugen
- Bosch Rexroth AG, Lohr am Main
- Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH, Nürtingen
- Index-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky, Esslingen
- Knoll Maschinenbau GmbH, Bad Saulgau
- RWTH Aachen, Werkzeugmaschinenlabor (WZL), Aachen
- Siemens AG, Erlangen

#### Energiesparprogramm für Werkzeugmaschinen

Um den Energiebedarf spanender Werkzeugmaschinen signifikant zu senken, hat das Verbundprojekt NC Plus (Prozess- und wertschöpfungsorientiert gesteuerte Werkzeugmaschine) den Fokus auf periphere Komponenten und Prozesse gerichtet. Denn Fräsmaschinen verbrauchen im Zerspanungsprozess den größten Anteil der benötigten Gesamtenergie. Je nach Maschinentyp und Bearbeitungsprozess werden nur 20 bis 80 % des von der Maschine aufgenommenen Stroms für die Zerspanung aufgewendet. Die NC-Plus-Projektpartner haben umfassende Messungen am Gesamtsystem Werkzeugmaschine und dessen Teilsystemen durchgeführt und dann neue Techniken entwickelt, um die ermittelten Einsparpotenziale bestmöglich auszuschöpfen.

Das Ergebnis ist ein Energiesparprogramm für Werkzeugmaschinen,



Quelle: DMG

Im Projekt NC Plus wurden die verbrauchsintensiven Kühlkreisläufe zu einem integrierten Fluid- und Thermikkonzept zusammengefasst, das für eine prozessabhängige und bedarfsgerechte Kühlung sorgt.

das zu 30 % mehr Effizienz führt. Es beinhaltet eine bedarfsgerechte Ansteuerung und zeitweise Abschaltung der Komponenten durch eine prozessbasierte Maschinensteuerung, die von einem Computer-aided-Manufacturing-System unterstützt wird. Dabei geht es um weit mehr als die Optimierung der Einzelkomponenten, sondern um eine übergreifende Abstimmung der Maschine auf den gesamten Bearbeitungsprozess und ein von der Steuerung unterstütztes Energiemanagement. Als Akteur dient eine energieoptimierte NC-Achse, die im Stillstand geklemmt und in einen Standby-Modus versetzt wird. Zudem kommt eine Hauptspindel mit geringerer Verlustleistung zum Einsatz. Die verbrauchsintensiven Kühlkreisläufe wurden zu einem integrierten Fluid- und Thermikkonzept zusammengefasst, das für eine prozessabhängige und bedarfsgerechte Kühlung sorgt, und die Hochdruckpumpe für die innere Kühlschmiermittelzufuhr wurde um eine Volumenstromregelung ergänzt. Eine innovative Haltebremse schaltet bei Maschinenstillstand oder auch während der Bearbeitung ruhende Antriebe ab. Eine Prototypenmaschine, die alle energiesparenden Bestandteile enthält, veranschaulicht den Energieeinspareffekt. Die Ergebnisse können auf einen Großteil der

Maschinen in der spanenden Fertigung übertragen werden.

#### Die Projektpartner von NC Plus sind:

- Bosch Rexroth Electric Drives and Controls GmbH, Lohr am Main
- Camaix GmbH, Eschweiler
- Chr. Mayr GmbH & Co. KG, Mauern
- Deckel Maho Pfronten GmbH, Pfronten
- Franz Kessler GmbH, Bad Buchau
- Hydac International GmbH, Sulzbach/Saar
- 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 die Verbundprojekte Energie MSP, Ewotek und NC Plus werden mit Mitteln des BMBF im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

» Effizienzfabrik – Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. im VDMA  
D-60  
www

Created with

 nitroPDF professional

download the free trial online at [nitropdf.com/professional](http://nitropdf.com/professional)