

**Energieeffiziente
Produkt- und
Prozessinnovationen in
der Produktionstechnik**

**Ein sächsischer
Spitzentechnologiecluster**

PRODUKTIONSSYSTEME INFRASTRUKTUR WERKZEUGMASCHINEN

Problemstellung

Untersuchungen an Produktionsmaschinen haben gezeigt, dass der Anwender durch konsequentes Abschalten nicht benötigter Maschinen bereits bis zu 30 Prozent der Energiekosten einspart. Eine weitere Reduzierung in ähnlicher Größenordnung lässt sich erzielen, indem Nebenaggregate nur dann aktiv sind, wenn sie prozessbedingt auch benötigt werden. Bislang werden Nebenaggregate noch überwiegend permanent mit dem Hauptschalter der Maschine eingeschaltet.

Lösungsansatz

Bei Nebenaggregaten mit konstanter Geschwindigkeit beziehungsweise Drehzahl kann lediglich durch bedarfsgerechtes Zu- und Abschalten der

Antriebe der Energiebedarf des Prozesses beeinflusst werden. Dies ändert sich, wenn prozessbedingt häufig Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge erforderlich sind. Ein Teil der zum Beschleunigen eingesetzten Energie kann bei Antrieben mit Energierückgewinnung beim Abbremsen wieder zurückgewonnen werden. Der Rest sind jedoch Energieverluste, die in Wärme umgewandelt werden. Für elektrische Antriebe gilt ein linearer Zusammenhang zwischen dem drehmomentbildenden Strom und dem Motormoment sowie der Beschleunigung und ein quadratischer Zusammenhang zwischen dem Strom und der Verlustleistung. Durch Optimierung der Bewegungssteuerung lässt sich somit Energie einsparen. Als Optimierungsgrundlage wird dabei die Minimierung der ohmschen Verluste eines

Sprecher:

PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel
Tel.: 0371-531-23500
wzm@mb.tu-chemnitz.de



Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Matthias Rehm
Tel.: 0371-531-37447
matthias.rehm@mb.tu-chemnitz.de

www.eniprod.eu

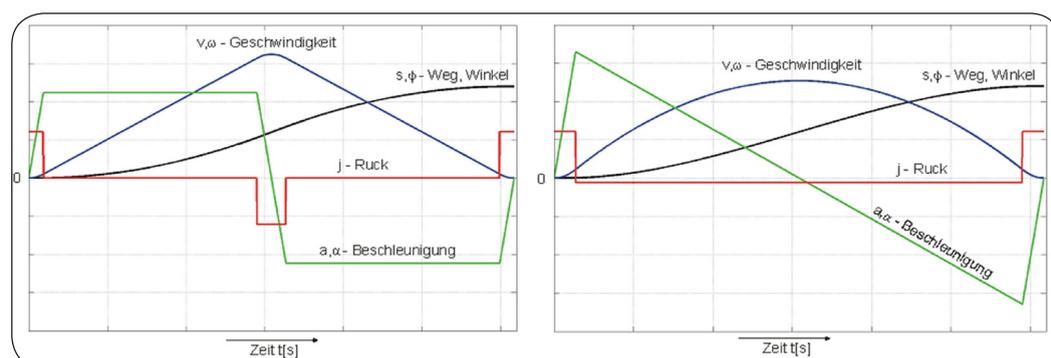


Bild 1: Konventionelles (links) und energieoptimiertes (rechts) Bewegungsprofil eines Positioniervorganges

PRODUKTIONSSYSTEME

INFRASTRUKTUR WERKZEUGMASCHINEN

Elektromotors herangezogen. Die Stromwärmeverluste Q sind proportional dem Quadrat des Stromes I , dem Beschleunigungsmoment M sowie der Winkelbeschleunigung α . Somit bestimmt der Beschleunigungsverlauf die Verlustarbeit W_V . Dies bedeutet, dass die Effektivbeschleunigung α_{eff} ein Maß der Verluste eines Bewegungsprofils ist. Bei Positionieraufgaben wird durch die Bahnsteuerung einer industriell verfügbaren Steuerung ein Bewegungsprofil mit trapezförmigem Beschleunigungsverlauf erzeugt, wie in *Bild 1* links zu sehen.

Dieses konventionelle trapezförmige Bewegungsprofil bieten durch Veränderung der voneinander abhängigen Verläufe erhebliche Einsparpotentiale. Durch einen rampenförmigen Anstieg auf eine Grenzbeschleunigung mit anschließend linear fallendem Beschleunigungsverlauf, wie in *Bild 1* rechts dargestellt, kann die effektive Beschleunigung gesenkt werden. Bei der praktischen Realisierung des energieoptimierten Bewegungsprofils muss

ein Kompromiss zwischen gleichen Maximalbeschleunigungen und gleichen Zykluszeiten gefunden werden.

Ergebnisse

Zur Bewertung der Potentiale wurden Untersuchungen an elektro-mechanischen Achsen durchgeführt. Dabei wurden der Einfluss der bewegten Masse und der Zykluszeit untersucht. Für eine Abschätzung der Einsparpotentiale wurde der Grenzuruck für verschiedene Beladungszustände des Schlittens variiert. Die eingesparte elektrische Arbeit wurde zur besseren Veranschaulichung und Vergleichbarkeit auf das Grenzuruckverhältnis ΔJ bezogen. Wie im Diagramm in *Bild 2* zu erkennen, steigt zum einen mit zunehmendem Grenzuruckverhältnis die eingesparte elektrische Arbeit zum anderen kann mit steigender bewegter Masse bei gleichem Bewegungsprofil prozentual mehr Energie eingespart werden. Da alle technischen Prozesse einer geforderten Wirtschaftlichkeit

unterliegen, wurde des Weiteren der Einfluss der Zykluszeit experimentell untersucht. Im Ergebnis zeigte sich, wie in *Bild 3* dargestellt, dass eine Verkürzung der Zykluszeit durch Anhebung der Grenzbeschleunigung zu einer Effizienzsteigerung führt. Auch hier wurden zur besseren Bewertbarkeit die Einsparpotentiale auf die Zykluszeitverkürzung Δt_{Zykl} bezogen. Die Untersuchungen zeigten auch an dieser Stelle, dass durch eine Verkürzung der Zykluszeit der prozentuale Anteil des Beschleunigungsmomentes am Gesamtmoment steigt. Es konnte gezeigt werden, dass durch geeignete Wahl der Bewegungsparameter bei Positioniervorgängen elektro-mechanischer Achsen Energie eingespart werden kann. Neben den Energieeinsparungen bewirken die reduzierten Rucke auch eine längere Lebensdauer der Maschinenmechanik und einen geringeren Lärmpegel. Im Rahmen des zweiten Antragszeitraums sollen die Einsparmöglichkeiten drehzahl geregelter Pumpenantriebe näher untersucht werden.

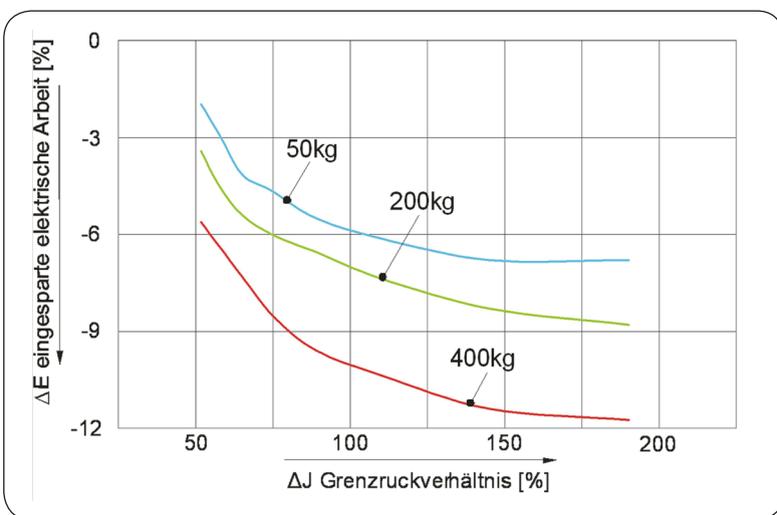


Bild 2: Einsparpotential in Abhängigkeit der bewegten Massen über dem Grenzuruckverhältnis

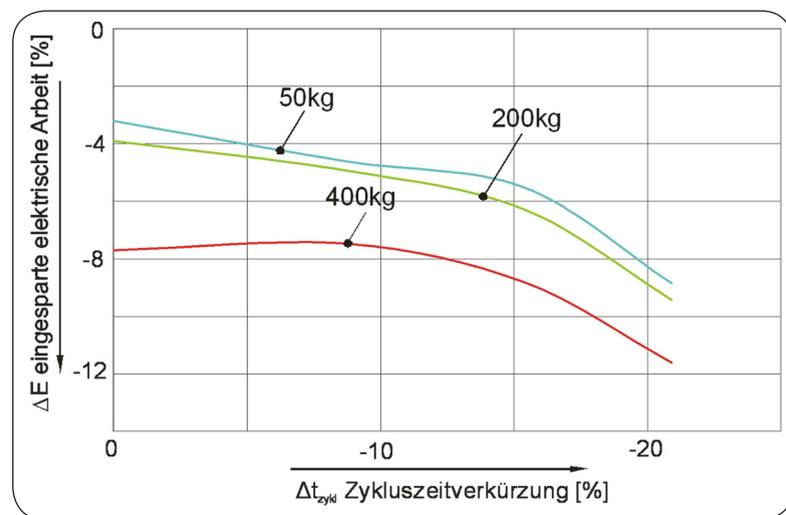


Bild 3: Einsparpotentiale in Abhängigkeit der Verkürzung der Zykluszeit