ZEITGEMÄSSES ENERGIEMANAGEMENT FÜR BEWÄHRTE MASCHINENPARKS

Die steigenden Energiepreise stellen Unternehmern die Frage: viel Geld in neue, effizientere Betriebsanlagen mit geringeren Betriebskosten investieren, oder die abgeschriebenen, bewährten Anlagen trotz wachsender Energieaufwendungen weiterbetreiben? Für alle, die sich mit dieser Frage beschäftigen, gibt es eine einfache Antwort: Intelligentes Motor-Energiemanagement mit dem POWERBOSS…

65 - 70% der weltweit erzeugten elektrischen Energie wird in motorischen Anwendungen verbraucht, vorwiegend in Dreiphasen- oder Einphasen-Induktionsmotoren. Seit der Einführung der Wechsel- bzw. Drehstromnetze verrichten diese robusten, einfachen und durchaus effizienten Drehmomentspender in unzähligen Anwendungen ihre Dienste, unauffällig und wartungsarm.

Bild 1: 3-Phasen-Induktionsmotor

Es ist daher kein Wunder, dass in vielen Betrieben seit Jahren Maschinen älterer Bauart laufen. Solange diese Anlagen kapazitätsmäßig den Betriebsanforderungen genügen, ist nicht einzusehen, für deren Ersatz hohe Investitionssummen zu bewegen, da die abgeschriebenen Aggregate doch einen wesentlichen Anteil am jeweiligen Unternehmenserfolg leisten.

Die immer intensivere Diskussion um die Energieversorgung und deren Kostenentwicklung rückt den weiteren Betrieb älterer Maschinengenerationen allerdings in ein anderes Licht: Je älter der bestehende Maschinenpark und dessen elektrische Ausrüstung ist, desto wahrscheinlicher sind die verbauten Motoren richtige Energievernichter….

Der Grund dafür ist einfach: noch vor 30-40 Jahren war es durchaus üblich, Maschinenkomponenten überdimensioniert auszuführen. Und hier zeigt sich der gravierendste Nachteil elektrischer Induktionsmotoren: werden diese nämlich nur im Teillast- oder Schwachlastbetrieb gefahren, verschlechtert sich ihr Wirkungsgrad dramatisch. Die aus dem Netz bezogene Wirkleistung wird nicht mehr in Drehmoment umgesetzt, sondern für eine übermäßig hohe Eigenmagnetisierung und Aufheizung verbraucht. Dadurch entstehen vermeidbare Vibrationen und der Motor läuft mit einer zu hohen Betriebstemperatur, was auf längere Sicht seine Lebensdauer verkürzt. Mit anderen Worten: der Stromkonsum dieser Motoren entspricht nicht der abgenommenen Leistung, und der Wirkungsgrad verschlechtert sich, je tiefer die tatsächliche Belastung anfällt. Die Belastung des Motors kann über dessen Leistungsfaktor cosφ gut ermittelt werden, Werte unter 0,6 lassen auf eine geringe Belastung mit den oben beschriebenen, unerwünschten Auswirkungen schließen.

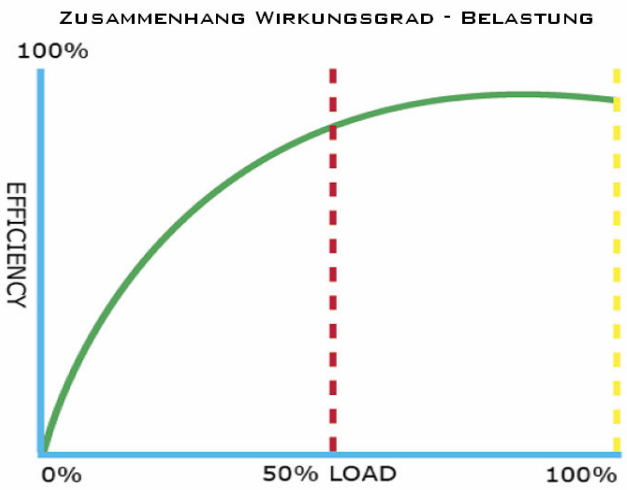

Bild 2: Wirkungsgradverlauf des Induktionsmotors

Drehstrom-Induktionsmotoren haben neben dem beschriebenen Leistungsverhalten noch zwei weitere systembedingte Nachteile: sie benötigen besondere Starteinrichtungen (z. B. Stern-Dreieck, elektronische Soft-Starter) um einigermaßen schonend anzulaufen und sie können nur konstante Drehzahlen, abhängig von Netzfrequenz und Polzahl anbieten. Die Drehzahlregelung ist inzwischen durch Frequenzumrichter zufriedenstellend gelöst (nur ist nicht jeder Motor für den FU-Betrieb

Eine Stern-Dreieck-Starteinrichtung erfordert relativ hohe Installationsaufwände und erzeugt hohe Spitzenbelastungen beim Umschalten, elektronische Soft-Starter starten zwar sehr sanft, haben aber trotz erheblicher Kosten sonst keinen positiven Einfluß auf das Motorverhalten – aber kein System regelt den Motorbetrieb!

Genau für diese Konstantläufer kommt der POWERBOSS ins Spiel: Er bietet eine elektronische Direktstarteinrichtung mit einstellbaren Sanftanlaufparametern (und genauso einen ge-

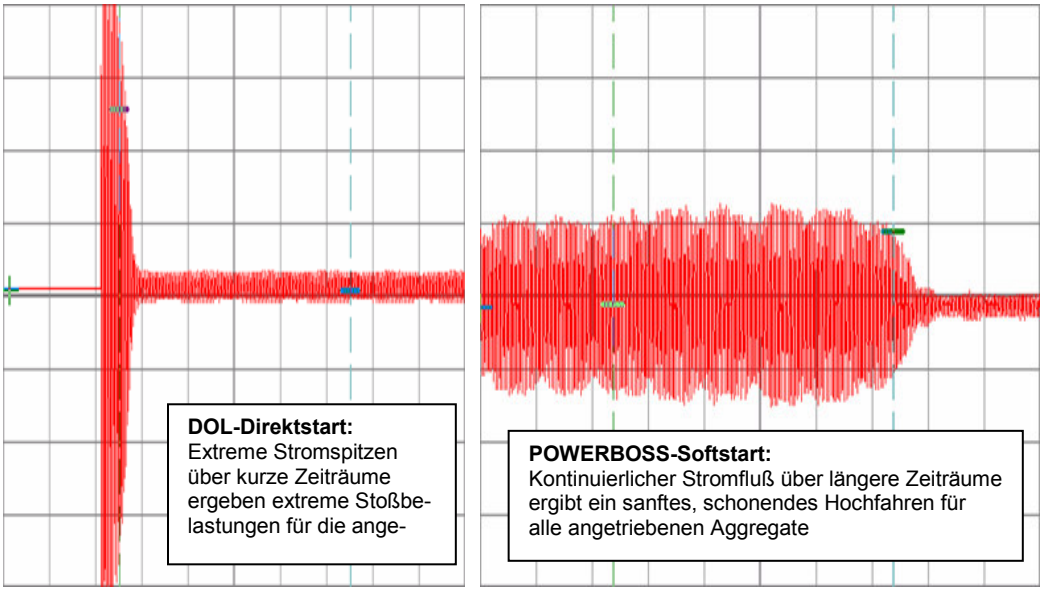

Bild 3: Stromaufnahmevergleich beim Starten eines Induktionsmotors

regelten Auslauf) und verwendet diese Einrichtungen auch, um den betrieblichen Motorlauf zu kontrollieren und dessen Stromverbrauch der abgenommenen Leistung anzupassen.

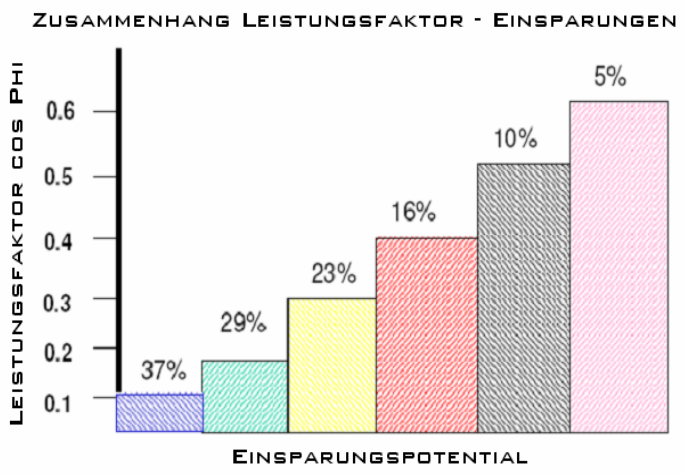

Bild 4: Einsparungspotential an Wirkleistung in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor cos φ

Die Steuerungsintelligenz des POWÈRBOSS mißt alle 0,01Sekunden an jeder Phase den tatsächlichen Drehmomentbedarf des Antriebes und passt den Konsum elektrischer Leistung aus dem Netz adäquat an. Vereinfacht ausgedrückt, variiert der POWERBOSS virtuell die Motorgröße entsprechend dem aktuellen Leistungsbedarf und stellt für jeden Lastfall einen gut ausgelasteten, effizient laufenden Motor in optimierter Größe zu Verfügung. Die minimierte Eigenmagnetisierung des Motors senkt dessen Betriebstemperatur (speziell in den Wicklungen) und seine Eigenvibrationen.

Der POWERBOSS nimmt keinen Einfluß auf den Volllastbetrieb, wo der Motor mit seinem bestmöglichen Wirkungsgrad arbeitet, kann aber den Schwachlaststromverbrauch bis zu 37% reduzieren.

Das verschleißfreie elektronische Sanft-Starten ermöglicht, betriebliche Stillstandszeiten, die keinerlei Stromkonsum bedeuten, einzubauen. Viele bestehende Applikationen verbinden Last-Phasen durch Leerläufe, da entweder die Kapazität der Starteinrichtung überfordert ist, oder um die nachgeschalteten Getriebe vor den Drehmomentspitzen herkömmlicher Startverfahren zu schützen. Diese Abschalt- und Wiederstartfunktion ist selbstverständlich automatisierbar. Das Sparpotential solcher Fälle kann bis zu 40% des Gesamtverbrauches betragen!

Sieben Presets ermöglichen es, das Startverhalten des POWERBOSS an die jeweilige Applikation anzupassen. Einstellbare Strombegrenzungen helfen, die verfügbare Netzkapazität optimal auszunützen, aber nicht zu überschreiten. Die elektrische Bremsfunktion lässt das gesteuerte Abschalten von Pumpaggregaten ohne Druckschläge zu. Die konstante Drehzahl erhält das gespeicherte Schwungmoment, um bei zyklischen Belastungen mit kurzen Reaktionszeiten (Werkzeugmaschinen, Spritzgußmaschinen, Hydraulische Pressen und Stanzen, etc.) die Zykluszeiten zu sichern. Mit den frei wählbaren Voreinstellungen (Presets) ist der POWERBOSS bereits in der Lage, über 85% aller industriellen Anwendungen auf Anhieb zu optimieren, die freie Parametrierbarkeit sämtlicher Funktionen lässt eine Anpassung auf die verbleibenden 15% Applikationen zu.

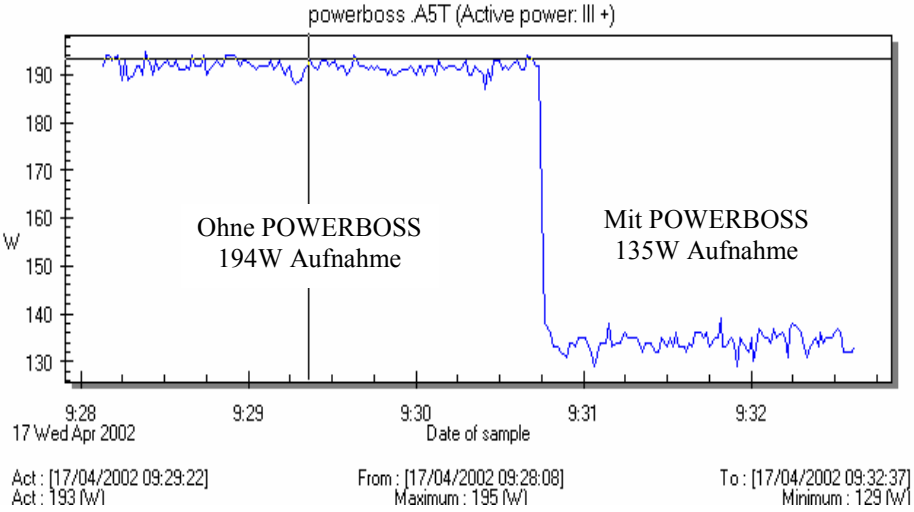

Bild 5: Umschaltvergleich des Wirkleistungskonsums eines Induktionsmotors im Tieflastbereich ohne und mit POWERBOSS

Allgemeine Steuerungsmöglichkeiten	Spritzguß-Maschinen	Mechanische Pressen	Holzsägen	Brecher	Granulatoren	Kompressoren	Hydraulische Geräte	Ölförderpumpen	Schneidemaschinen	Webstühle	Wasserpumpen	Förderbänder	Schwungrad-Anwendungen	Nähmaschinen
Sanft-Anlauf	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Start-Direkteinschaltung wahlweise				◆										
Strombegrenzung	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Kick-Start						◆						◆	◆	◆
Sanft-Auslauf											◆			
Inversionsbremsung			◆										◆	
Energie-Einsparungen	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆
Spezielle Charakteristiken														
festlegbare Abschaltzeiten	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
gespeicherte Energie		◆	◆										◆	
Signal-Optimierung	◆	◆	◆				◆						◆	
gesteuerte Stern-Dreieck-Funktion	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
semigesteuerte Stern-Dreieck-Funktion	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Bandriss-Schutz Not-Aus		◆		◆	◆	◆			◆			◆	◆	
Trockenlaufschutz (Pumpen)											◆			

Bild 6: Einsatzmöglichkeiten für den POWERBOSS mit nachhaltigem Einsparpotential

Am Beispiel einer handelsüblichen Säulenbohrmaschine, die von einem 400V/700W-Asynchronmotor über ein Keilriemengetriebe angetrieben wird, kann man das Potential der POWERBOSS-Regelung sehr gut darstellen. Maschinen dieser Größenordnung kommen praktisch in jeder Betriebswerkstätte vor, und laufen in Bearbeitungsunternehmen oft den ganzen Tag.
Diese Maschinen sind leistungsmäßig dafür ausgelegt, eine Bohrleistung von z.B. 13mm (Bohrer-Durchmesser) in einem 40mm starken Stahlblock zu erbringen. Nach diesen Kriterien (incl. einer kleinen Reserve) werden der Motor und das Getriebe ausgelegt. In den wenigsten Fällen ist diese Maschine mit der maximalen Bohrleistung belastet, viel häufiger werden kleinere Bohrlöcher in dünneren Stahlstärken erzeugt. Die Maschine läuft daher fast immer im Teillastbetrieb, oft auch über längere Zyklen im Leerlauf. Eine Vergleichsmessung dieser Betriebsarten zeigt Bild 7.

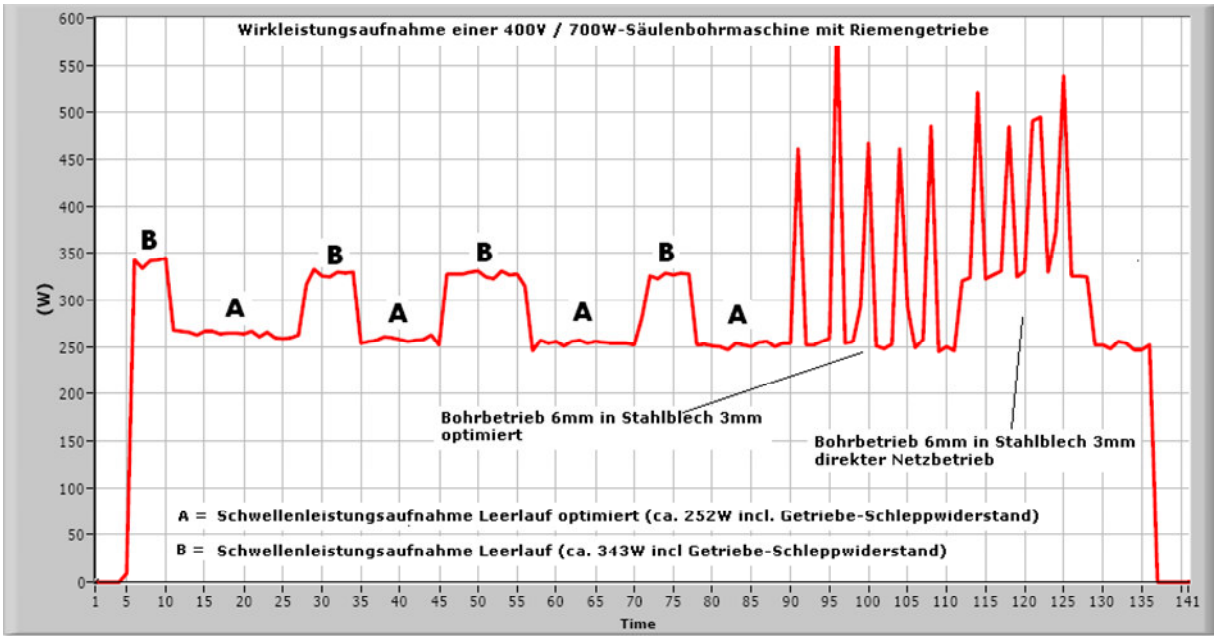

Bild 7: Netzanalysediagramm Wirkleistungsaufnahme einer 400V / 700W-Säulenbohrmaschine. Deutlich erkennbar sind im Leerlaufbetrieb (incl Getriebeschleppmoment) die Schaltphasen zwischen POWERBOSS-Optimierung und direktem Netzbetrieb, sowie die Lastspitzen bei Bohrvorgängen und die Entlastungsbereiche zwischen den Bohrungen. Im da die Lastspitzen während der Bohrungen im Teillastbetrieb liegen, zeigt der POWERBOSS auch hier noch Wirkung

Ein vergleichbares Bild liefern auch Drehmaschinen und Drehautomaten, die in den seltensten Fällen den maximal möglichen Drehgut-Durchmesser bearbeiten, dafür meist im Schicht-Dauerbetrieb laufen.

Holzbearbeitungsmaschinen, vor allem Sägen kommen aufgrund der unvermeidlichen Verfahrzeiten des Bearbeitungsgutes bestenfalls auf 40-50% Lastbetrieb, der Rest ist Leerlauf. Ob der tatsächliche Lastbetrieb den Antriebsmotor gut auslastet hängt wieder von der Größe des Bearbeitungsgutes ab, ist aber auch hier stark variabel.

Diese Auflistung kann problemlos fortgesetzt werden, fast bei jeder Bearbeitungs– und Fertigungsmaschine wird weder der motorisch effiziente Hochlastbetrieb, noch ein leistungsintensives Lastprofil gefahren. Damit ist deren realer Stromverbrauch deutlich höher, als für die erforderliche Arbeitsleistung tatsächlich nötig wäre — ein optimales Einsatzfeld für den POWERBOSS also.

Zieht man ins Kalkül, dass viele dieser Maschinen älteren Baujahres sind, d.h., dass deren Motoren bereits neben ihren Alterungserscheinungen auch konstruktiv veraltet sind, liegt es auf der Hand, dass deren Stromhunger generell höher ist als bei modernen Maschinengenerationen. Im Tauschfall (d.h., wenn der Motor beschädigt ist), wird in den meisten Fällen ein typgleicher Ersatz ähnlicher Effizienzklasse eingebaut, denn moderne Hocheffizienz-Motoren sind unverhältnismäßig teurer — diese Investition wird kaum jemand in eine ältere Maschine leisten, genauso wenig, wie die alten Stern-Dreieick-Schützschaltungen modernisiert werden.

Die Investition in den POWERBOSS macht sich in solchen Fällen mehrfach bezahlt: das sanfte Startverhalten schont die bereits verschlissenen und somit wartungsanfälligeren Getriebeteile, der Ersatz defekter Start– und Betriebsschütze entfällt durch die direkte Netz-Verdrahtung des Motors über den POWERBOSS, und der Betrieb der Antriebsmotoren erfolgt mit den physikalisch maximal möglichen Wirkungsgraden für jeden Betriebszustand. Je nach Einsatzdauer amortisiert sich der Einbau des POWERBOSS unter diesen Aspekten in der Regel zwischen 9 und 18 Monaten, die Einsparungen laufen aber weiter….

Durch den Einsatz des POWERBOSS in ihrem bestehenden Maschinenpark ergeben sich jedenfalls Einsparungspotentiale mit direktem Einfluß auf den Unternehmensprofit:

⇒ Reduktion des Energieverbrauches zumindest auf das Niveau modernster Motoren und Steuerungen, Einbindung von gezielten Stillstandsphasen wird möglich
⇒ Der Energieverbrauch wird wesentlich arbeitsleistungsbezogener
⇒ Reduzierte Blindleistungserzeugung bedeutet, dass die installierte Blindleistungskompensation über höhere Reserven verfügt
⇒ Vermeidung von Netzspitzenbelastungen beim Anfahren (Einfluß auf Netzbereitstellungs– und Auslastungsgebühren)
⇒ Größtmögliche Schonung von Motoren und Antrieben und erhebliche Verlängerung ihrer Lebensdauer
⇒ Entfall von teuren Schaltelementen für herkömmliche Startverfahren durch Direkt-Sanft-Start (Senkung der Wartungs– und Reparaturaufwände)
⇒ Elektrisch verschleißfreies Starten mit hoher Starthäufigkeit
⇒ Mechanische Verzögerungseinrichtungen werden überflüssig (Bremsfähigkeit des POWERBOSS)
⇒ Not-Aus-Funktion
⇒ Erfüllung der Anforderungen der Energie-Effizienz Richtlinien für 2008
⇒ U.v.m.

Der POWERBOSS ist für Einphasen- und Dreiphasen-Induktionsmotoren im Leistungsbereich von 1,0kW bis 1450kW verfügbar, mit Betriebsspannungen von 110 bis 1100V. Er bietet eine in über 70 Ländern mit teilweise sehr fragwürdiger Netzstabilität bewährte Technologie und ist mit geringem Aufwand installierbar. Richtig eingesetzt, amortisiert sich der POWERBOSS in sehr kurzer Zeit.

Das Schönste aber kommt zum Schluß: Er kostet weniger, als Sie glauben…

Verfasser: Ing. Werner Steurer

© SERVIX 2008