



1 Hohe Produktivität, geringer Verbrauch: Für ihr auf nachhaltige Wirtschaftlichkeit ausgerichtetes Gesamtkonzept wurde die Fahrständer-Fräsmaschine PowerForce 8 mit dem Nortec-Award ausgezeichnet

Ganzheitlicher Ansatz sorgt nicht nur für 25 Prozent weniger Energieverbrauch

200-t-Fräsmaschine auf Nachhaltigkeit ausgerichtet

Systemgestützte Energiesparfunktionen lautet das Zauberwort, wenn sich hochwertige Maschinenkonzepte wie die PowerForce 8 von SHW durch geringe Betriebskosten bei hoher Leistungsfähigkeit auszeichnen können.

VON DANNY BASIC UND
JOCHEN BRETSCHNEIDER

→ Die SHW Werkzeugmaschinen GmbH ist ein weltweit führender Anbieter von Fahrständermaschinen und international anerkannt als Spezialist für die zerspanende Bearbeitung. Allein im Maschinenbau kann das Aalener Unternehmen auf gut 70 Jahre Erfahrung zurückgreifen, seine Wur-

zeln reichen jedoch bis ins Jahr 1365. Ein Denken und Handeln, wie es heute unter dem Begriff ›Nachhaltigkeit‹ zusammengefasst wird, ist darum bei SHW integraler Bestandteil der Firmenhistorie und der Unternehmenskultur.

Zur effizienten Ressourcennutzung gehört heute insbesondere ein konsequentes Energiemanagement. Bei SHW reicht das von der eigenen Energieerzeugung – sie deckt den überwiegenden Teil des Bedarfs

der Firma und nutzt dazu verschiedene Energieträger – über die Wärmedämmung nach Stand der Technik in allen neuen und renovierten Gebäuden bis hin zur sensorgeführten Temperatursteuerung für alle Räume. In den Aalener Fertigungshallen befinden sich spezielle, dimmbare Energiesparlampen mit Tageslichtspektrum sowie eine wirksame Schalldämmung zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen; bei der Anschaffung von Geräten

Bilder: Siemens

und Maschinen ist Ressourceneffizienz ein wichtiges Auswahlkriterium.

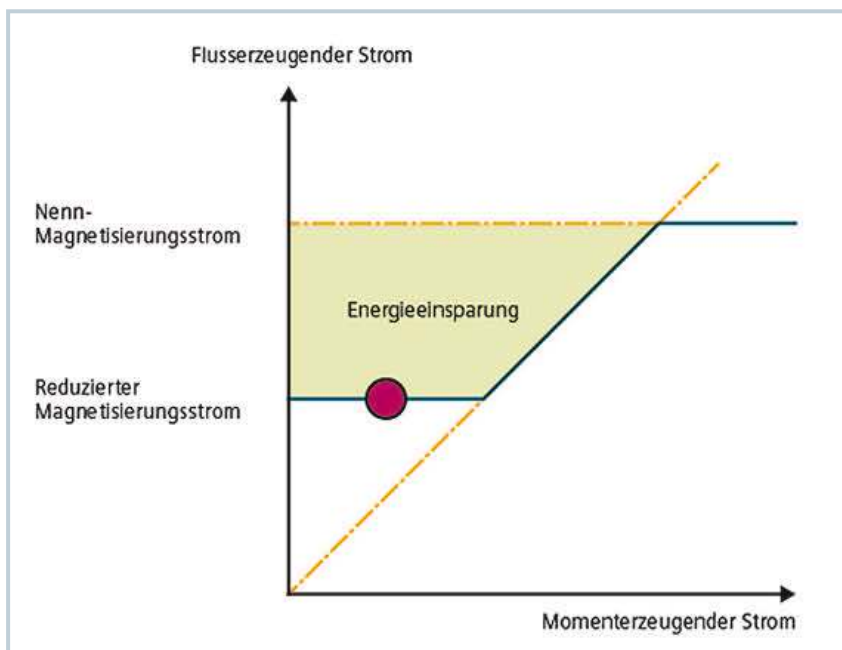
Nachhaltig wirtschaften

Viele dieser Investitionen hat das Unternehmen während der Wirtschaftskrise getätigt. Bei SHW ist man überzeugt, dass nachhaltiges Handeln grundlegend für den Erfolg eines Unternehmens ist. Dazu erklärt Christian Hühn als geschäftsführender Gesellschafter: »Das man jede Ressource nur ein einziges Mal verbrauchen kann, ist zwar trivial, wirkt sich aber unmittelbar auf unser Geschäft aus. Einfachstes Beispiel: Energie, die wir nicht verbrauchen, müssen wir auch nicht kaufen oder erzeugen. Bezieht man Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeit von vornherein in die Planung ein, dann kostet das weit weniger als später nachzurüsten.«

Er weist darauf hin, dass man somit häufig auch wertsteigernde Synergien nutzen kann, bei Gebäuden zum Beispiel zwischen Wärme- und Schalldämmung. Bei Maschinen bewirkt eine reduzierte Verlustleistung auch einen verringerten Kühlbedarf, ein verringerter Wärmeeintrag in die Maschine verbessert ihre Fertigungspräzision. Eine Prozessoptimierung reduziert mit der Bearbeitungszeit auch den



2 Alfons Egetemeir: »Was uns an dem Nortec-Award besonders freut: Er zeigt, dass die Relevanz des Themas Nachhaltigkeit mehr ins allgemeine Bewusstsein rückt – und dass unsere Erfolge dabei wahrgenommen werden«



3 Im Teillastbetrieb der Spindel kann durch Absenken des magnetischen Flusses Energie eingespart werden, ohne dass die Performance leidet. Antriebe der Reihe Sinamics S120 beherrschen die automatische Flussabsenkung

Energieverbrauch. »Letztlich spart man so nicht nur Energie, sondern auch Zeit und Geld – und gewinnt an Wettbewerbsfähigkeit, Fertigungs-, Arbeits- und Lebensqualität.«

Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile

Wie sehr sich Maßnahmen zu hoher Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit einer Investition gegenseitig ergänzen und steigern, das zeigt die auf der EMO 2011 vorgestellte und nun auf der Nortec 2012 preisgekrönte PowerForce 8 (Bild 1). »Grundsätzlich verfolgen wir mehrere Ansätze parallel, um Energieeffizienz und Nachhaltigkeit unserer Maschinen zu steigern«, betont der Leiter der SHW-Elektrokonstruktion Alfons Egetemeir (Bild 2). »Zuallererst suchen wir einfache Lösungen, die mit nur wenigen Teilen auskommen, und maximieren den Gleichteilanteil. Das ist einer der Gründe, warum wir bevorzugt Antriebs- und Steuerungstechnik von Siemens einsetzen: Sie ermöglicht eine schlanke, durchgängige Automatisierung.«

Flussabsenkung spart Strom und reduziert den Wärmeeintrag

Grundlage der elektrischen Optimierung ist für SHW das Antriebssystem Sinamics

S120. Bereits die hohen Wirkungsgrade der Umrichter sowie der Ein- und Rückspeisung von über 97 Prozent reduzieren die thermische Last im Schaltschrank. Der Energieaustausch über den Zwischenkreis nutzt die Bremsenergie – insbesondere der schnell drehenden Spindel und des massereichen Drehtischs. Die aktiv geregelte Ein- und Rückspeisung sorgt für die Rückführung der überschüssigen Energie ins Netz.

Eine mindestens ebenso wichtige Position der Energiebilanz ist die automatische Flussabsenkung für asynchrone Spindelmotoren des Antriebssystems Sinamics. »Die volle Spindelleistung wird in den meisten Fällen überhaupt nicht benötigt. Mit der automatischen Flussabsenkung sparen wir im Teillastbetrieb einen erheblichen Teil der sonst für das Statorfeld benötigten Energie«, erläutert Alfons Egetemeir. Thermisch macht sich das nicht nur im Schaltschrank, sondern auch an der Spindel selbst deutlich bemerkbar: je geringer der Wärmeeintrag in die Maschine, desto geringer die thermische Beeinträchtigung der Fertigungsgenauigkeit. Insbesondere die Wiederholgenauigkeit verbessert sich (Bild 3). Die automatische Flussreduzierung spart darum nicht nur Strom, sondern verbessert auch die Fertigungspräzision. >>>

»» Dezentraler Aufbau bringt enorme Effekte

Die Antriebe der am Fahrständer der PowerForce 8 installierten Maschinenkomponenten sind in einem mitfahrenden Schaltschrank untergebracht. Ein stationärer Schaltschrank mit eigener Ein- und Rückspeisung nimmt die Antriebe für den Tisch sowie andere stationäre Maschinenkomponenten auf. Möglich wird die flexible Platzierung der Antriebe durch den »Sinamics Drive-Cliq«. Diese digitale Antriebsschnittstelle, die sich zunehmend zum herstellerübergreifenden Standard entwickelt, überträgt die Steuerinformationen verlustfrei – auch über große Strecken. SHW hat so den Materialverbrauch bei Leistungskabeln minimiert und wird dafür mit geringeren Stromverlusten und einer verbesserten Regelgüte belohnt: Mit den Kabelwegen verringern sich auch die kapazitiven und induktiven Einflüsse auf die Regelung. Bei niedrigerem Energieverbrauch wird so eine insgesamt höhere Maschinendynamik erzielt.

Geringer Gleichzeitigkeitsfaktor – kleinere Einspeisung

»Für die verschiedenen Fertigungssituationen haben wir die typischen Lastverläufe der einzelnen Antriebe einander gegenübergestellt«, erläutert Alfons Egetemeir das weitere Vorgehen. »Das Auslegungs-Tool »Sizer« von Siemens unterstützt dieses Vorgehen standardmäßig.

Weiterhin haben wir die Spielräume genutzt, die uns der Prozess und die Ablaufsteuerung bieten, um gleichzeitige Lastspitzen in verschiedenen Antrieben zu vermeiden oder um aktuell anfallende Bremsenergie sofort zu nutzen. Der Sizer berechnet hieraus Gleichzeitigkeitsfaktor, Summenkurve des Lastverlaufs und die resultierende Nennleistung der Einspeisung.«

Ohne Beeinträchtigung der Prozessqualität oder der Maschinenperformance konnte so der Gleichzeitigkeitsfaktor auf 45 bis 50 Prozent gesenkt werden – mit der Folge, dass nun eine kleinere Einspeisung eingesetzt werden kann und der Anschlusswert der Maschine entsprechend niedriger ausfällt.

Keine Blindleistung

Über den realen Verbrauch und den Maximalstrom wacht in der PowerForce 8 ein via Feldbus an die CNC angebundenes Energiemessgerät 7KM PAC 4200 aus der Sentron-Reihe von Siemens. Es erfasst auch den Phasenversatz zwischen Strom und Spannung. Diese Information wird der aktiv geregelten Ein- und Rückspeisung der Sinamics (Active Line Module) zur Verfügung gestellt. Bis zu ihrer Leistungsgrenze regelt sie den Strombezug und die Rückspeisung so, dass die Maschine nach außen einen Cos-Phi von eins aufweist – im Versorgungsnetz also keinerlei Blindleistung verursacht (Bild 4). Bei ih-



5 Sinumerik Ctrl-Energy: Systemintegrierte Energiesparfunktionen nutzen systematisch alle Ansatzpunkte durchgängiger Steuerungs- und Antriebstechnik zur Steigerung von Energieeffizienz, Produktivität und Nachhaltigkeit

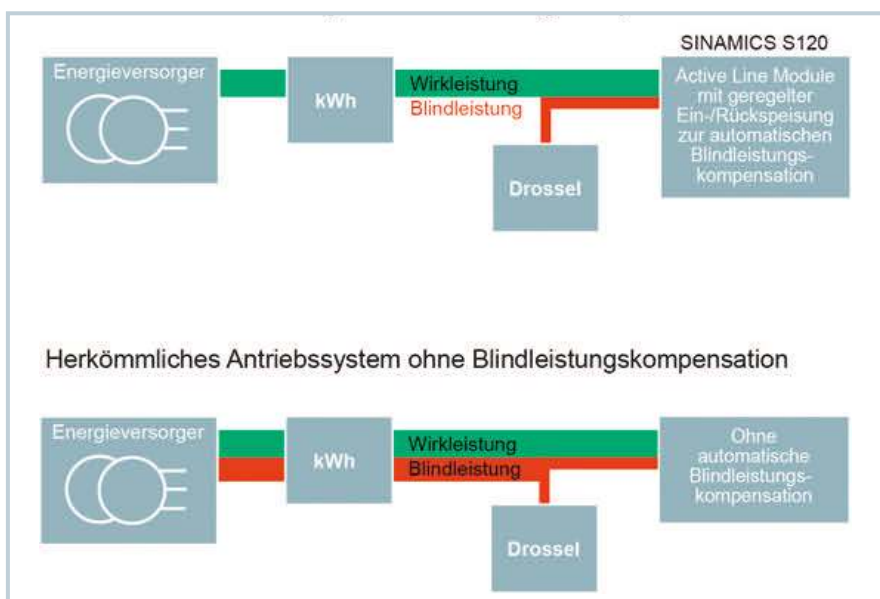
rer Vorstellung auf der EMO 2011 war die nun mit dem Nortec-Award ausgezeichnete PowerForce 8 weltweit die erste Maschine ihrer Klasse, welche die aktive Blindleistungskompensation beherrschte.

Ein Großteil des Energieverbrauchs einer Werkzeugmaschine wird von den Nebenaggregaten verursacht. »Die Hydraulik zum Beispiel ist ein erheblicher Verlustfaktor und Wärmeerzeuger. Es gibt darum nur wenige Komponenten, die wir hydraulisch ansteuern. Unsere Werkzeugwechsler beispielsweise sind seit vielen Jahren rein elektromechanisch ausgeführt«, betont Alfons Egetemeir. So werden in der PowerForce 8 weniger als 0,2 l Hydraulikflüssigkeit bewegt. Dazu genügt eine kleine Pumpe, die im Aussetzbetrieb arbeitet.

Auch die Kühlmittelspeisung ist bei neueren SHW-Maschinen grundsätzlich drehzahlregelt, wodurch die Verluste deutlich geringer ausfallen als bei einer einfachen Drosselregelung. Das in der PowerForce 8 eingesetzte Kühlmittelaggregat wird inzwischen standardmäßig mit energieeffizienten Motoren und Umrichtern von Siemens ausgerüstet. Sogar die Handdusche der Maschine wird erst über einen Druckschalter aktiviert – das spart sowohl Strom als auch Wärme ein, und es reduziert die Geräusentwicklung.

Effiziente Schaltschrankkühlung

Die insgesamt durch viele Maßnahmen minimierte Abwärme im Schaltschrank verringert die erforderliche Kühlleistung. Zusätzlich setzen die Aalener Maschinenhersteller erstmals hocheffiziente Kühlaggregate mit CO₂-Kältemittel und einem um 45 Prozent höheren Wirkungsgrad ein,



4 Aktive Blindleistungskompensation auf Basis Sinamics S120

als ihn Standardkühlaggregate bieten, was wiederum Strom spart und auch die Abwärme der Kühlaggregate selbst mindert. Alternativ dazu bietet SHW an, die Abwärme der Schaltschränke per Wärmetauscher in den Wärmekreislauf des Standorts einzuspeisen, was eine weitere Verbesserung der Energiebilanz bewirkt. Dieses Angebot wird insbesondere von Unternehmen angenommen, die hochgenau fertigen müssen.

Da SHW eine eigene Lohnfertigung betreibt – hier werden unter anderem die großformatigen Motorblöcke von Schiffs- und Lokomotivdieseln endbearbeitet –, verfügt das Unternehmen auch über eine ganz erhebliche Kompetenz in der Anwendung der Maschinen im eigenen Haus. »Unsere Kunden sind immer wieder überrascht, wie viel Fertigungszeit man mit vergleichsweise einfachen Maßnahmen zur Prozessoptimierung sparen kann«, konnte Geschäftsführer Christian Hühn feststellen. So weit wie möglich nutzt SHW dieses Know-how für eine prozesstechnisch optimierte Maschinensteuerung. Darüber hinaus bietet das Unternehmen in der hauseigenen Akademie auch Schulungsmodule zu den Aspekten der Prozessoptimierung an, die betriebliche Maßnahmen oder die Teileprogrammierung betreffen. »Auf der Basis von Zeitstudien erarbeiten wir Vorschläge für optimierte Abläufe. Oberstes Ziel ist dabei immer die größtmögliche Prozesssicherheit«, erläutert Christian Hühn, »denn in Ausschussteilen gebundene Ressourcen sind komplett verschwendet. Aber selbst innerhalb eines sicheren Prozesses lässt sich oft

noch verblüffend viel Zeit einsparen. Das senkt die Stückkosten und spart wiederum Energie.«

Verbrauchsoptimierte Standby-Modi

Die Energieeinsparung ist umso größer, je geringer der Energiebedarf einer Maschine in Betriebsbereitschaft und Stillstand ist. SHW hat aus diesem Grunde auf der CNC der PowerForce 8 gleich zwei Energiespar-Modi implementiert.

Erkennt die CNC, dass das Teileprogramm abgelaufen ist und die Maschine auch nicht manuell bedient wird, wird die Maschine in den Standby-Modus versetzt. Dabei werden die Antriebe aus der Regelung genommen, die Hydraulik, alle Lüfter und das Licht abgeschaltet. In diesem Zustand zieht die PowerForce 8 nur noch 0,9 kW aus dem Netz. Falls es für die Temperaturstabilität der Maschine gefordert ist, kann die Umwälzung des Kühlmediums auch im Standby-Modus in Betrieb bleiben.

Wird nach einer vorgegebenen Zeitspanne im Standby-Modus die Maschine nicht genutzt, greift der Ruhemodus. Nun wird auch der Schaltschrank komplett abgeschaltet, der Energiebedarf der Maschine geht auf null zurück.

Die von SHW eingesetzten CNCs der Reihe Sinumerik 840D sl unterstützen die einfache Definition und Anwahl solcher verbrauchsreduzierten Maschinenzustände. Unter dem Überbegriff ›Ctrl-Energy‹ steht Maschinenherstellern und Endanwendern ein ganzes Arsenal von Funktionen zur Überwachung und Optimierung des Energiebedarfs einer Maschine zur Verfügung. Die Tastenkombination ›Ctrl-E‹ am Bedienpanel bietet dabei direkten Zugriff sowohl auf alle in der CNC standardmäßig angelegten verbrauchsorientierten Funktionen als auch auf die vom Maschinenhersteller auf der Basis von Ctrl-Energy definierten Energiesparfunktionen (Bild 5). Sinumerik Ctrl-Energy ist

der derzeit einfachste Weg und umfassende CNC-seitige Ansatz, das Verbrauchsverhalten von Maschinen zu optimieren. Dieser Ansatz greift nicht nur bei Neuentwicklungen, er kann auch für Maschinen des bestehenden Portfolios genutzt werden.

Nachhaltigkeit ist marktrelevant

Geschäftsführer Christian Hühn hat beobachtet, dass Nachhaltigkeit und Energieeffizienz für die Vermarktung zunehmend wichtiger werden: »Ganz abgesehen von steigenden Energiekosten und dem

Trend zu Öko-Zertifizierungen: Wir haben eine sehr hohe Exportquote, sodass viele unserer Maschinen in Regionen mit schwacher Versorgungsinfrastruktur eingesetzt werden. Unsere Kunden sind durchaus sensibel für das Thema Energieeffizienz. Wir haben darum ein eigenes Label entwickelt, das alle unsere Maschinen bekommen, die mindestens 25 Prozent weniger Energie verbrauchen als vergleichbare Maschinen.« (Bild 6)

Auch die PowerForce 8 trägt dieses Label. Bei ihr summieren sich die Einsparungen auf gut 27 Prozent. Bei einer durchschnittlichen Spindelleistung von 30 kW sind dies bei einem Zweischichtbetrieb mit 3200 h/a immerhin circa 60000 kWh eingesparter Energie pro Jahr. In Verbindung mit der gesteigerten Produktivität und Präzision, die die SHW-Maßnahmen zur Effizienzsteigerung mit sich bringen, ergibt sich ein spürbarer Beitrag zu einer nachhaltigen Fertigung mit hoher Wirtschaftlichkeit. Das hat auch die Nortec-Jury überzeugt. ■ → **WB110689**



6 Mit Maschinen, die dieses Label tragen, sind im Vergleich zu herkömmlichen Maschinen Energieeinsparungen von 25 Prozent und mehr möglich

i ANWENDER

SHW Werkzeugmaschinen GmbH
73433 Aalen-Wasseralfingen
Tel. +49 7361 5578800
Fax +49 7361 5578900
→ www.shw-wm.de

i HERSTELLER

**Siemens AG Industry Sector
Drive Technologies
Division Motion Control Systems**
91056 Erlangen
Tel. +49 9131 98-4071
Fax +49 9131 98-1145
→ www.siemens.de/sinumerik