

Neue Lösungen zur
Energieeffizienz in der
Automatisierungs- und
Antriebstechnik in der Produktion

23.05.2019 L. Kattke

Energieeffizienz in der Automatisierungs- und Antriebstechnik



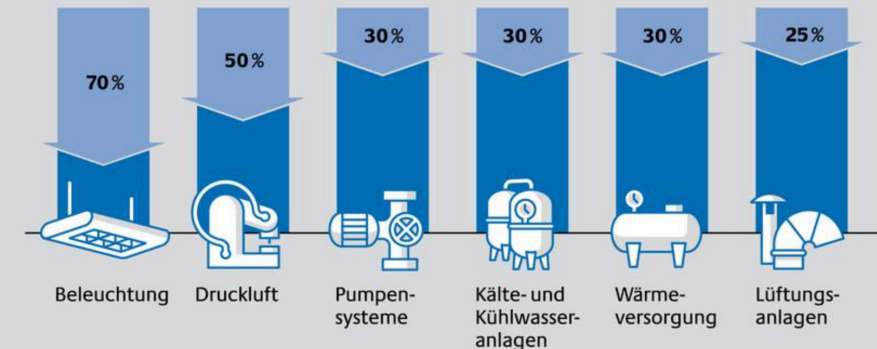
Inhaltsübersicht

- Energiemanagement
- Energiemonitoring
- Energiesparelektromotoren
- Einsatz von Frequenzumrichtern
- Weitere Möglichkeiten
- Big Data



Energie und Kosten sparen in Industrie und Gewerbe

Energieeffizienzpotenziale bei branchenübergreifenden Querschnittstechnologien in Prozent



Energiemanagement

Energiemonitoring

Energiesparelektromotoren

Einsatz von Frequenzumrichtern

Weitere Möglichkeiten

Big Data

Wozu ein Energiemanagement?

- nötig um Effizienzgewinne zu erzielen
- hilft dabei gesetzliche Vorgaben zu erfüllen
- fördert das „grüne“ Unternehmensimage
- Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit

Energiemanagement durch die Automatisierungs- und Antriebstechnik

- die SPS ist passgenau für kundenspezifische und individuelle Automatisierungsaufgaben skalierbar
- hinsichtlich Energieeffizienz reicht der Anwendungsbereich vom Energiemonitoring bis zur energieeffizienten Optimierung von Prozessen, die durch die SPS gesteuert werden
- typische Anwendungen sind dabei der intelligente Einsatz von Frequenzumrichtern, automatische Abschaltung von nicht benötigten Anlagenteilen oder Leistungsreduzierung bei benötigter Teillast



Energiemonitoring

- aufgrund der permanenten Aufzeichnung von Energieverbräuchen durch die SPS, werden detaillierte Informationen zu Energieverbräuchen bereitgestellt
- Energiebedarfe sind somit betriebs-, unternehmens- und konzernübergreifend zu lokalisieren
- Nutzungsgrade und Leistungszahlen von Anlagen können erkannt werden
- Einzelne Prozesse und Produkte lassen sich somit unter Energiegesichtspunkten bewerten

➔ Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz können nur ergriffen werden, wenn bekannt ist, an welcher Stelle die Maßnahmen umzusetzen wären

Energiemanagement
Energiemonitoring
Energiesparelektromotoren
Einsatz von Frequenzumrichtern
Weitere Möglichkeiten
Big Data

Energiesparelektromotoren

- Elektromotoren verbrauchen weltweit ca. 43-46% des Stroms¹
- aktuell am energieeffizientesten sind IE3-Antriebe
- ein Vergleich von neuen zu alten Elektromotoren ist in folgender Tabelle abgebildet:

Leistungsaufnahme bei	Neue Motoren	Alte Motoren
Vollast	100 %	140 %
Teillast	50 % Strom	80-90 % Strom
Leerlauf	5 % Strom	25 % Strom

¹ vgl. Blesl und Kessler (2018), S. 75

- Energiemanagement
- Energiemonitoring
- Energiesparelektromotoren**
- Einsatz von Frequenzumrichtern
- Weitere Möglichkeiten
- Big Data

Energiesparelektromotoren

- Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in IE3-Antriebe ist aufgrund der oftmals täglich konstanten Nutzung der Antriebe sehr attraktiv
- folgende Tabelle zeigt dafür ein paar Beispiele²

Maßnahme	Spez. Einsparung	Amortisationszeit
Austausch von IE2 gegen IE3	15 €/MWh	ca. 7 Jahre
Austausch von IE1 gegen IE3	100-130 €/MWh	ca. 1-3 Jahre
Einsatz von Frequenzumrichtern	15-80 €/MWh	ca. 2,5 - 5 Jahre

² vgl. Blesl und Kessler (2018), S. 88

Energiemanagement

Energiemonitoring

Energiesparelektromotoren

Einsatz von Frequenzumrichtern

Weitere Möglichkeiten

Big Data

Der Einsatz von Frequenzumrichtern

- Mit Hilfe von Frequenzumrichtern können beispielsweise Pumpen oder Elektromotoren so gesteuert oder geregelt werden, sodass diese nur jene Leistung abgeben, welche zu diesem Zeitpunkt benötigt wird
- Dies ermöglicht energieeffiziente Abschaltungen und Leistungsreduzierungen durch die SPS
- Zur Veranschaulichung des Einsatzes von Frequenzumrichtern sollen im Folgenden zwei Beispiele gezeigt werden

Energiemanagement
Energiemonitoring
Energiesparelektromotoren
Einsatz von Frequenzumrichtern
Weitere Möglichkeiten
Big Data

Beispiel 1

Ein Lüftermotor, der bisher Tag und Nacht im Betrieb war, soll über einem Frequenzumrichter drehzahlgesteuert betrieben werden. Der Umrichter regelt die Frischluftzufuhr in der Produktion so, dass der CO₂-Gehalt einen Maximalwert nicht überschreitet. Als Annahme gelten folgende vereinfachten Lastverhältnisse: **Vollast** 4 h/Tag, **50 % Teillast** 12 h/Tag, **Abgeschaltet** 8 h/Tag
Anschaffungskosten 7.500€

Energieverbrauch der **bestehende** Anlage (dauernd unter Vollast):
 $W = P_{In} * t = 11 \text{ kW} * 365 * 24 \text{ h} = \underline{96.000\text{kWh}}$

Energieverbrauch der **neuen** geregelten Anlage:
 $W_{Voll} = (P_{InU} + P_{vU}) * t_{Voll} = (11 \text{ kW} + 0.4 \text{ kW}) * 4 \text{ h} = 45,6\text{kWh}$
 $W_{Teil} = [0.5 * P_{Out} + 0.5 * (P_{vU} + P_{vM})] * t_{Teil} = [0.5 * 11 \text{ kW} + 0.5 * (0.4 \text{ kW} + 2 \text{ kW})] * 12 \text{ h} = 80,4\text{kWh}$
 $W_{tot} = 365 * (W_{Voll} + W_{Teil}) = 365 * (45,6 + 80,4) \text{ kWh} = \underline{46.000\text{kWh}}$

Energieeinsparung = $W - W_{tot} = 96.000 \text{ kWh} - 46.000 \text{ kWh} = \underline{50.000\text{kWh}}$
Kosteneinsparungen bei 0.30 €/kWh = $54.390 \text{ kWh} * 0.30 \text{ €/kWh} = \underline{15.000\text{€}}$
Bei Anschaffungskosten von 7.500€ zahlt sich die Anlage innerhalb von einem halben Jahr.

Energiemanagement
Energiemonitoring
Energiesparelektromotoren
Einsatz von Frequenzumrichtern
Weitere Möglichkeiten
Big Data

Beispiel 2

Der Wasserstand des Senkbeckens soll bei veränderlichem Abwasserzufluss konstant bleiben. Die Pumpe hat einen Wirkungsgrad von 90 % und wird von einem Motor mit den gleichen Daten wie im vorhergehenden Beispiel angetrieben.

Bestehende Anlage: Niveauregelung mit Drosselventil.

Eine Messung zeigt, dass sich bei einer Halbierung des Durchflusses die aufgenommene Motorenleistung nur um 20 % reduziert. Die Aufnahmeleistung für den Pumpenmotor beträgt:

$$P_{50\%} = 0.8 \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi = 0.8 \cdot 1.73 \cdot 400 \text{ V} \cdot 23 \text{ A} \cdot 0.83 = 10,6 \text{ kW}$$

Neues Konzept: Niveauregelung mit Frequenzumrichter

Der Leistungsbedarf einer Pumpe steigt mit der 3. Potenz des Förderstromes, er ist also bei halber Fördermenge 8 mal kleiner: ($0.5^3 = 0.125$)

$$P_{\text{Hydraulisch}} = 0.125 \cdot P_{\text{Pumpe_wirk}} \cdot P_{\text{Motor}} = 0.125 \cdot 0.9 \cdot 11 \text{ kW} = 1.24 \text{ kW}$$

$$P_{\text{vPumpe}} = (1 - P_{\text{Pumpe_wirk}}) \cdot P_{\text{Motor}} = (1 - 0.9) \cdot 11 \text{ kW} = 1.1 \text{ kW}$$

Die Reduktion der Verlustleistung bei 12.5% Teillast ist etwa 50% ($k = 0.5$).

$$P_{50\%} = P_{\text{Hydraulisch}} + k \cdot (P_{\text{vPumpe}} + P_{\text{vMotor}} + P_{\text{vUmrichter}})$$

$$P_{50\%} = 1.24 \text{ kW} + 0.5 \cdot (1.1 \text{ kW} + 2 \text{ kW} + 0.4 \text{ kW}) = 3 \text{ kW}$$

Die Leistungseinsparung beträgt somit ca. 7 kW oder 70 % gegenüber der Förderstromanpassung mit einer Drossel.



Weitere Möglichkeiten der Energieeffizienz, die sich mit der Automatisierungs- und Antriebstechnik ergeben:

- Mit Hilfe einer SPS sind Funktions- und Zustandsüberwachungen von Pumpen möglich, sodass Verschleiß und Schäden rechtzeitig erkannt werden können. Die Pumpenregelung gleicht eventuelle Schäden mit erhöhter Leistung aus, sodass sich der Betrieb nicht ändert, der Energieverbrauch jedoch erheblich steigt
- durch die Aufzeichnung von Betriebsdaten durch die SPS kann eine Analyse dieser Informationen erfolgen um daraus eine betrieboptimierte Funktionsweise zu entwickeln

 Betriebsoptimierung



Weitere Möglichkeiten der Energieeffizienz, die sich mit der Automatisierungs- und Antriebstechnik ergeben:

- Zudem ermöglicht die Bereitstellung von Live-Daten eine Fernüberwachung, die Service und Wartung erheblich beschleunigt und vereinfacht
- Die einfachere Überwachung und Diagnose bedingt eine bessere Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Maschinen und Anlagen
- Das Automatisierungskonzept lässt sich um ein Funkmodem für die Datenfernübertragung via Internet erweitern, sodass von Computern überall auf der Welt auf die Daten zugegriffen werden können

 Fernwartung und Diagnose



Die Big Data Technologie setzt wertvolle Impulse für die Verbesserung der Energieeffizienz in Unternehmen

- Frequenzumrichter und SPSen stellen eine immense Masse an Daten zur Verfügung
- durch die Big Data Technologie kann diese so aufbereitet werden, sodass nur jene Daten extrahiert, ausgewertet und analysiert werden, die für das Unternehmen eine Rolle spielen oder vom Kunden gewünscht sind
- mit einer daraus entstehenden visualisierten Auswertung können Unternehmen beispielsweise den Ressourcenverbrauch in der Produktion einsehen, optimieren und somit den Energie- oder Ressourcenverbrauch um bis zu 20% senken
- Datensammlung über IBA
- Datenanalyse mit IBA, Splunk< oder Mindsphere etc.
- Vorausschau über neuronale Netze

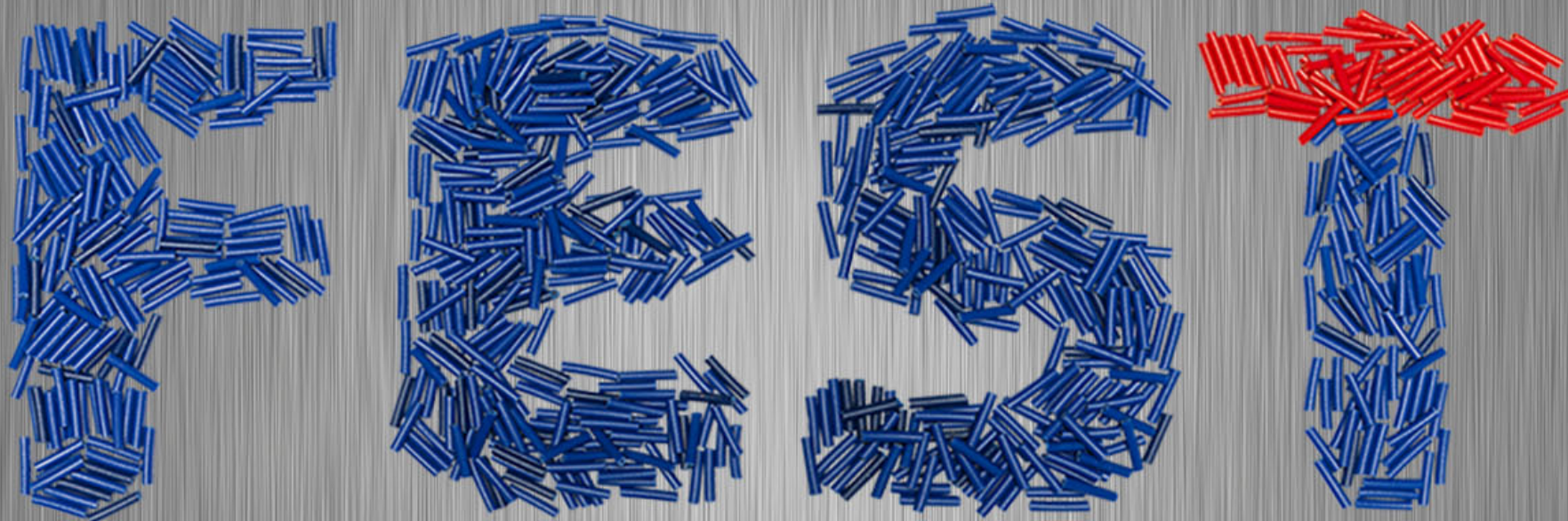
 automatisierte, kundenspezifische Datenauswertung



Die Big Data Technologie setzt wertvolle Impulse für die Verbesserung der Energieeffizienz in Unternehmen

- die Vernetzung von Logistik, Maschinen, Betriebsmittel und Ähnliches erlaubt, dass die automatisierte Auswertung von Daten zu selbstoptimierten, energieeffizienteren Prozessen führt
- ein weiterer Vorteil ist die vorausschauende Instandhaltung der Anlagen durch Sensoren
- die von den Sensoren erfassten Daten werden dahingehend ausgewertet, dass Zustand und Fortschritt des Lebenszyklus einer Anlage bewertet werden können und Problemherde, welche bspw. Störungen und erhöhten Energieverbrauch mit sich ziehen, schon vor dem Auftreten zu erkennen sind

➔ automatisierte Prozessoptimierung und vorausschauende Instandhaltung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

23.05.2019 L. Kattke