Effiziente Antriebssysteme in der Industrie

Erkenntnisse aus dem Pilotprogramm Easy

Die Bedeutung der effizienten Nutzung der elektrischen Energie in der schweizerischen Industrie lag lange hinter den CO_2-Verbesserungen zurück, denn es wurden weder die Entwicklung des Know-hows noch Projekte langfristig finanziell unterstützt. Seit der ersten Runde der «Wettbewerblichen Ausschreibungen» des Bundesamtes für Energie (BFE) der Effizienzprojekte und -programme 2010 hat sich die Situation aber deutlich geändert, denn mit Fördermitteln des Bundes wurden diverse Energieeffizienz-Projekte mit einer beträchtlichen Einsparung realisiert.

Conrad U. Brunner, Rita Werle, Rolf Tieben

Seit der Grundlagenuntersuchung VEE 1986 [1] ist die Reduktion des elektrischen Energieverbrauches ein ebenso wichtiges Thema wie die thermische Verbesserung von Gebäuden und Prozessen. In den Energieszenarien Prognos/BFE von 2012 [2] wird dem industriellen Sektor mit ca. 5 TWh/a das grösste Effizienzpotenzial bis 2035 zugeschrieben. Seit der ersten Runde der wettbewerblichen Ausschreibungen des Bundesamtes für Energie (BFE) der Effizienzprojekte und -programme [3] im Jahr 2010 widmet man sich vermehrt Projekten in der Industrie, mit denen sich der Stromverbrauch deutlich senken lässt.

Mit der Lancierung der Energiestrategie 2050 des Bundesrates im Jahr 2012 ist versucht worden, die in den Szenarien erwarteten Potenziale zu realisieren. Seither wurden alljährlich Ausschreibungen durchgeführt und jedes Jahr erhöht: Für 2016 stehen bereits 30 Mio CHF Fördermittel aus der kostendeckenden Einspeisevergütung [4] zur Verfügung. Die Ausschreibungen werden neben den Zulassungsbeschränkungen für elektrische Geräte [5] einen wichtigen Beitrag leisten. Bereits in den ersten vier Programmjahren der Ausschreibungen wurden Umsetzungen mit einer erwarteten kumulierten Einsparung von elektrischer Energie von rund 3 TWh [6] realisiert.

Antriebssystem-Effizienz

Unter elektrischen Antriebssystemen wird die gesamte elektrische und mechanische Anlage für Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren, Förderanlagen und rotierenden Maschinen, inkl. deren Steuer- und Regelanlage, Transmission, Frequenzumrichter verstanden (Bild 1).

Die energetische Verbesserung besteht in der systematischen Verminderung der Verluste der einzelnen Komponenten des Systems, die bessere Abstimmung aufeinander und die Regelung nach dem effektiven zeitlichen und mengenmässigen Bedarf. Für Elektromotoren, Pumpen und Ventilatoren sind bereits heute in der Schweiz (nach europäischem Vorbild) Mindestanforderungen in Kraft. Die Prüfung und Klassierung erfolgt nach den entsprechenden IEC-Normen. [7]

Das Förderprogramm Easy

In der ersten Prokilowatt-Ausschreibung von 2010 erhielt das Förderprogramm Easy den Zuschlag. Sein Ziel ist die Reduktion des elektrischen Verbrauchs von industriellen Antriebssystemen. Die Programmleiterin, die Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.), konnte auf längere Projekterfahrung mit dem nationalen Umsetzungsprogramm Topmotors [8,9] zurückblicken. Für die Umsetzung in der Romandie wurde mit Planair zusammengearbeitet. Easy war als Pilotprogramm für Industrie, grosse Gebäude und Infrastrukturanlagen konzipiert, mit folgenden Zielen:

- Stärkung des Bewusstseins für elektrische Energieeffizienz.
- Geförderte Pilotprojekte mit ersten wirtschaftlichen Umsetzungsprojekten bei mittelgrossen Betrieben in der Schweizer Industrie, Sammlung und Auswertung von Erfahrungen.
- Erprobung und Weiterentwicklung der Methode des vierstufigen Audits «Motor-Systems-Check» zur raschen Identifizierung von optimalen Anlagen.
- Systematische Bestands- und Optimierungsanalyse der Antriebssysteme.
- Überwindung der Hemmschwelle zur Umsetzung von Effizienzmassnahmen.
- Abbau der Barrieren zur Erfassung des Gesamtsystems.
- Verbesserung des Dialogs mit industriellen Partnern.

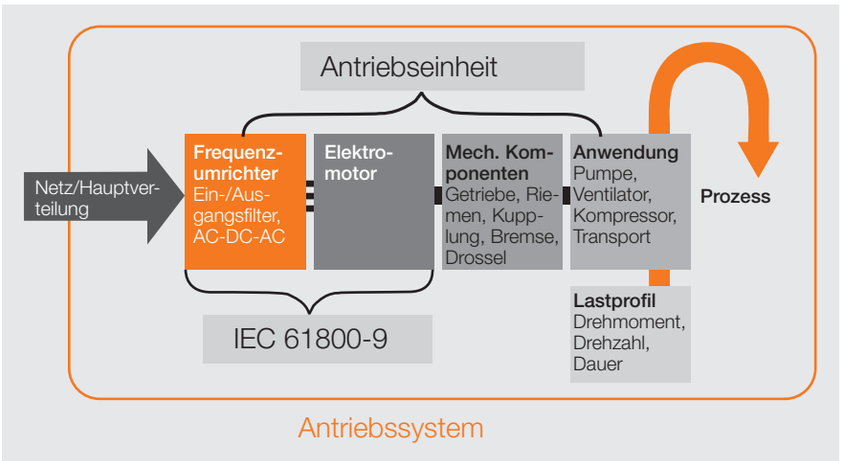

Bild 1 Elektrisches Antriebssystem.

07_1512_Brunner.indd 58 09.12.15 07:51

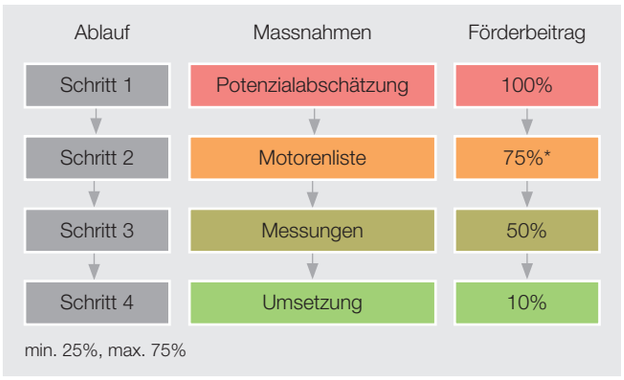

Bild 2 Der Audit mit Motor-Systems-Check in vier Schritten mit abnehmender Förderquote.

- Motivation und Befähigung der Industriepartner zur systematischen Weiterführung eines betriebsinternen Effizienzprogrammes nach Abschluss von Easy.

Easy hatte ein Programmbudget von 1 Mio. CHF für die Periode 2010–13, die später bis 2014 verlängert wurde. Die Objekte wurden im Segment der mittelgrossen Betriebe mit einem elektrischen Jahresverbrauch von 10 bis 40 GWh/a (entsprechend 1,2 bis 5 Mio. CHF Stromkosten pro Jahr) gesucht.

Vorgehen

Um die Einstiegshürde zu vermindern, wurde die Potenzialabschätzung kostenlos durchgeführt. Um die kostenintensiveren Schritte 2 (Motorenliste) und 3 (Messungen) zu ermöglichen, wurden dort die Fördersätze mit 75 % und 50 % hoch angesetzt. Die eigentliche Umsetzung von in den meisten Fällen wirtschaftlichen Ersatzinvestitionen wurde mit 10 % gefördert. Die Auszahlung der Förderbeiträge erfolgte nach erfolgreichem Abschluss weiterer Schritte.

Folgende Software-Tools des Motor-Systems-Check, die im Rahmen von Topmotors erarbeitet wurden, wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt:

- Softwaretool für effiziente Antriebe (Sotea)
- Intelligente Liste (ILI+)
- Standard Test Report (STR)
- Motor Systems Tool (MST)

Bestandesaufnahme

Im Rahmen von Topmotors und Easy wurden in insgesamt 25 Betrieben 4142 Antriebssysteme erfasst und 104 elektrisch ausgemessen. Dabei ergab sich eine Reihe von Erkenntnissen für die weitere Effizienzarbeit in der Industrie.

Analysen

Die Durchführung der vier Analyseschritte erfolgte je nach Interesse und Verfügbarkeit der kontaktierten Industrieunternehmen. Die Aussicht auf einen Förderbeitrag erleichterte erste Gespräche. Ohne finanziellen Anreiz waren die meisten Industrieunternehmen nicht daran interessiert, weil sie Kosten, ein (zu) grosses zeitliches Engagement und Vertraulichkeitsprobleme sahen. Ein zweiter Anreiz für die Unternehmen war, einen direkten externen Ansprechpartner mit Know-how im Bereich elektrische Energieeffizienz zu erhalten.

Dennoch gab es bei der Arbeit auch Engpässe, und die Untersuchungen wurden teilweise nach den ersten Schritten abgebrochen, bzw. nur ein Bruchteil der identifizierten Verbesserungsmassnahmen umgesetzt. Hauptgründe waren mangelnde Personalressourcen, blockierte Investitionsbudgets oder nicht vertraute Massnahmenvorschläge.

Insgesamt wurden in der vierjährigen Programmdauer bei acht Unternehmen der volle Motor-Systems-Check durchgeführt und erste Massnahmen erfolgreich umgesetzt.

1. Schritt: Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse erfolgte anhand eines 1- bis 2-stündigen Gesprächs unterstützt durch das Software Tool Sotea. Hier wird der gesamte Ist-Verbrauch eines Betriebes analysiert und das mittlere Anlagenalter grob bestimmt. Vorgängig werden Tarife, Lastgangkurven einer typischen Woche und Monatsverbrauchswerte ausgewertet. Damit sind erste grobe Abschätzungen über die saisonale Charakteristik, der Verbrauch nachts und an Wochenenden (Betrieb ohne Nutzen), Lastspitzen und geeignete Tarifmodelle möglich.

Sotea berechnet den Anteil rotierender Maschinen am gesamten elektrischen Verbrauch, indem alle anderen elektrischen Nutzungen (Licht, IKT, Elektrolyse, etc.) vom Gesamtverbrauch abgezogen werden. Sotea bestimmt dabei auf Grund des mittleren Alters der Anlagen den künftigen Erneuerungsbedarf und den Wirkungsgrad alter Maschinen. Zusammen mit einer Abschätzung eines vermehrten Einsatzes von lastgeregelten Systemen wird ein erstes grobes Einsparpotenzial ermittelt. Im positiven Fall führt Sotea zum grünen Licht für weitere, vertiefende Untersuchungen.

2. Schritt: Motorenliste

Die Erstellung der Motorenliste dient der systematischen Auswahl für weitere detaillierte Untersuchungen. Bei der Vielzahl der Antriebe in Industriebetrieben ist es ein wichtiges Anliegen, rasch die bestgeeigneten Anlagen für eine Verbesserung zu identifizieren. Im Mittel sind ca. 10 bis 20 Minuten pro Antriebssystem für die Analyse der Typenschilder und die Ermittlung von Alter und Betriebsdauer nötig. Die Motorenliste muss nicht vollständig sein, aber mehr als 70 % des Motorenverbrauchs sollte in der Liste abgebildet werden.

Mit dem Softwaretool ILI+ (Intelligente Liste) ist es rasch möglich, mit den Angaben von Leistung, Alter, jährlichen Betriebsstunden und Vorhandensein eines Frequenzumrichters eine erste systematische Auswahl der wirtschaftlichsten Verbesserungen zu machen. Anlagen älter als 10 bis 20 Jahre, mit mehr als 2000

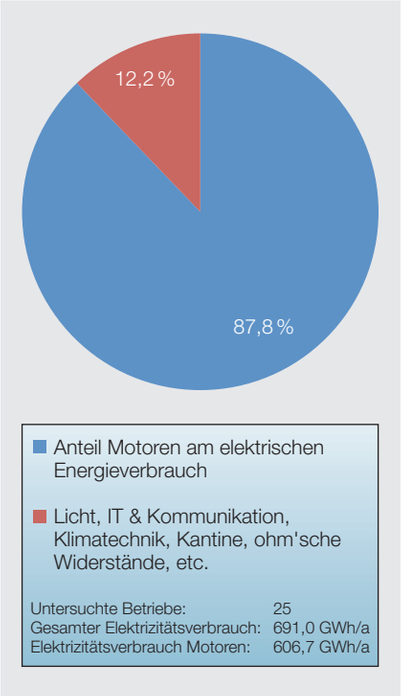

Bild 3 Anteil Elektrizitätsverbrauch von Motoren in der Industrie.

07_1512_Brunner.indd 59 09.12.15 07:51

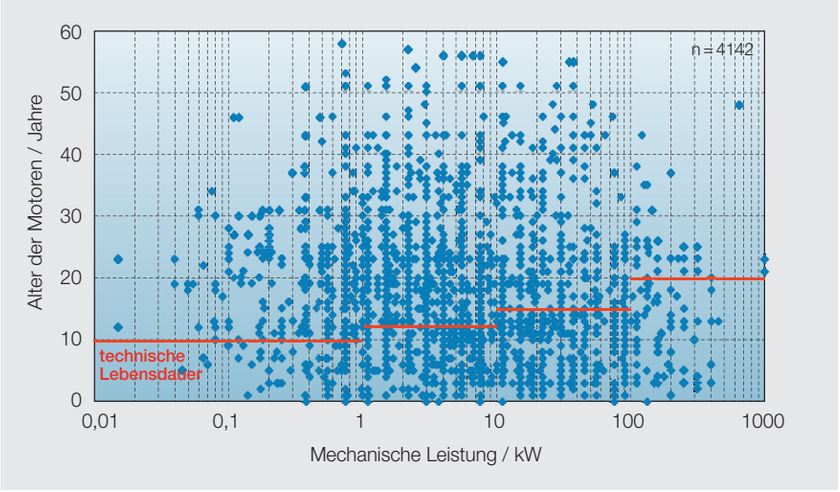

Bild 4 Verteilung der Motoren nach Alter und Grösse.

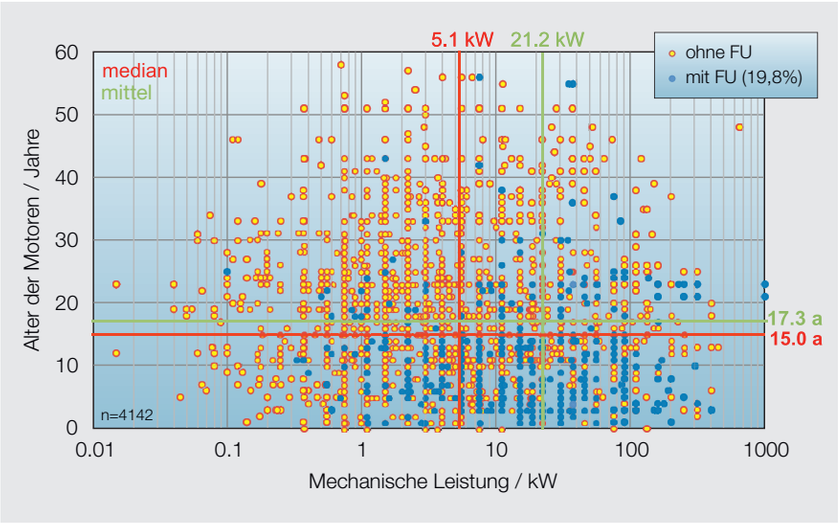

Bild 5 Anteil Frequenzumrichter geregelter Motoren.

bis 3000 jährlichen Betriebsstunden, ohne FU und mit mehr als 5 kW mechanischem Output sind in der Regel lohnend, um durch vertiefte Analysen und Messungen die optimale Systemverbesserung zu ermitteln. Oft sind auch Gruppen von kleinen, analogen Antrieben für die Untersuchung und Verbesserung lohnend.

ILI+ beinhaltet eine erste Ermittlung des Ist- und Sollverbrauchs. In aller Regel sind dabei vom Betreiber und dem Ersteller bei Anlagen mit mehr als drei Jahren keine detaillierten Unterlagen mehr erhältlich. Dabei müssen der mittlere Lastfaktor und der Motorenwirkungsgrad aufgrund des Anlagenalters geschätzt werden. Mit Hilfe des Decision Makers können die geeignetsten Anlagen nach dem 20-80-Prinzip ausgewählt werden, d.h. mit welchen 20 % der Motoren können 80 % der energetischen Einsparungen erzielt werden.

Das Resultat ist eine Selektion der am besten für die weiteren Untersuchungen im Schritt 3 geeigneten Anlagen und eine grobe Abschätzung des Effizienzpotenzials.

3. Schritt: Messungen

Die elektrischen und teilweise ebenfalls nötigen mechanischen Messungen im Betrieb sind aufwendig und manchmal störend, da sie auch meistens den Maschinenstart beobachten müssen. Für das Messprogramm erleichternd sind Gruppen von analogen Antriebssystemen, bei denen von einer Messung mit guter Genauigkeit auf die anderen Maschinen geschlossen werden kann.

Im Wesentlichen wird der elektrische Input vor Ort mit einem 3-Phasen-Messgerät während dem Start und einer typischen Betriebsphase gemessen. Damit kann eine allfällige Überdimensionierung rasch erkannt werden. Zudem werden alle übrigen Daten aus Typenschild, technischen Dokumenten, Anlagenschemata sowie aus Angaben vom Betriebspersonal verarbeitet.

Das Software-Tool Standard Test Report (STR) erleichtert die systematische Analyse des Ist-Zustandes und ermöglicht eine Abschätzung eines verbesserten künftigen Soll-Zustandes, wenn die entsprechenden Komponenten ausgetauscht und die Parameter angepasst sind. Die Kostenermittlung für Hardware und Engineering, inkl. De- und Montage erfordert grosse Erfahrung, weil sehr verschiedene Komponenten involviert sind und in dieser Vorphase der Entscheidungen noch nicht überall detaillierte Offerten eingeholt werden können. Die meisten Firmen wurden in dieser Phase durch externe Berater begleitet.

Das Resultat dieses Schritts ist ein Verbesserungsvorschlag pro Antriebssystem mit Kosten, Einsparungen und Payback. Er wird in der folgenden Umsetzung im Detail überprüft.

4. Schritt: Umsetzung

In diesem Schritt werden die Verbesserungen der im Vordergrund stehenden Antriebssysteme im Detail kalkuliert, Offerten eingeholt und ein Umsetzungspaket ermittelt. Oft sind dabei unterschiedliche Auffassungen und Erfahrungen von Betreiber, Lieferant und Ingenieurplaner auszudiskutieren und die Projekte zu bereinigen.

Die ausgewählten Antriebe werden in einer aus technischen und Budgetgründen bestimmten zeitlichen Abfolge umgesetzt und die Ergebnisse beobachtet. Dabei werden Abweichungen der Kosten und der Wirkung genauer überprüft.

Ergebnisse

Es wurden gemäss dem Abschlussbericht von Easy [10] insgesamt 15 Potenzialabschätzungen, 10 Motorenlisten, 8 Messungen und eine Umsetzung bei 8 Objekten durchgeführt. Die umgesetzten

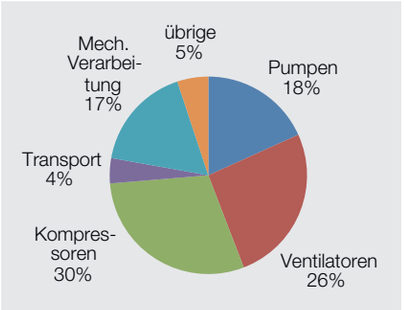

Bild 6 Elektrischer Verbrauchsanteil der verschiedenen Anwendungen.

07_1512_Brunner.indd 60 09.12.15 07:52

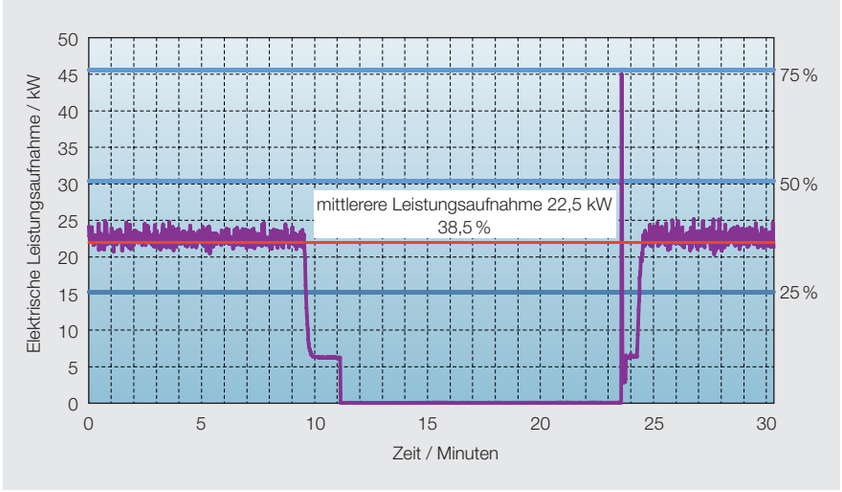

Bild 7 Messergebnis eines 4-poligen 55-kW-Asynchronmotors (58,4 kW elektrische Leistung): Der mittlere Lastfaktor von 38,5 % deutet auf eine starke Überdimensionierung hin.

Massnahmen in 8 Fabriken und Infrastrukturanlagen ergaben 3,9 GWh/a Einsparungen. Bei einer mittleren Nutzungsdauer von 18,7 Jahren der neu eingesetzten Maschinen sind das insgesamt 73,7 GWh. Der mittlere Payback aller ausgeführten Massnahmen des gesamten Förderprogramms ist 3,7 Jahre. Insgesamt haben die Firmen 2,3 Mio. CHF für Voruntersuchungen und Verbesserungen investiert. Die Kostenwirksamkeit des Förderprogramms war mit 1,36 Rappen pro eingesparter kWh sehr tief.

Damit hat Easy sowohl 7 % mehr elektrische Energie eingespart als geplant, wie auch die geplante Kostenwirksamkeit übertroffen.

Bemerkung: Ein grosser Anteil der Einsparungen wurde bei einer Kläranlage durch die Verbesserung der Druckluftkompressoren erreicht, was sich in der Verteilung der Einsparungen gemäss Anwendung widerspiegelt.

Die getroffenen Massnahmen zur Verbesserung der Systemeffizienz umfassen:

- Bessere (meist kleinere) Dimensionierung der Antriebe und Anwendungen, entsprechend den tatsächlich gemessenen Erfordernissen der Prozesse beim Start und im Betrieb.
- Betriebliche Anpassung der notwendigen Drücke, Temperaturen, Volumenströme und der notwendigen Betriebszeiten.
- Anpassungen der Drehzahl an wechselnde Lasten (Einsatz von Frequenzumrichtern).
- Übergeordnete Steuerung und elektronische Optimierung von komplexen Antriebssystemen mit zwei bis vier parallelen Maschinen.
- Verbesserung der mechanischen Übertragung, Riemenantriebe mit Zahn- oder Flachriemen statt Keilriemen, etc.
- Einsatz moderner, hocheffizienter Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren, die auf den effektiven Betriebspunkt ausgelegt sind.
- Einsatz von neu (kleiner) dimensionierten, hocheffizienten elektrischen Motoren (IE3 oder IE4).

Erkenntnisse

Der Zeitbedarf für die Bearbeitung der Analysen, die Budgetierung der notwendigen Mittel und die Umsetzung bei laufendem Betrieb ist erwartungsgemäss hoch: 2 bis 4 Jahre sind mögliche Zeiträume für die erste Etappe von Massnahmen. Weitere Erkenntnisse:

- Der Förderbeitrag ist ein guter Türöffner für Voruntersuchungen.
- In Betrieben fehlen oft personelle Kapazitäten und Effizienz-Know-how, denn der Fokus liegt auf der Produktionsmenge und Qualität.
- Mangelndes Bewusstsein für elektrische Energieeffizienz (mit dem Modell der Energieagentur der Wirtschaft lag bis jetzt der Schwerpunkt bei der CO_2-relevanten Energie).

Energieverbrauch

	(Definition siehe rechts)		Einheit	IST-Zustand alter Antrieb	Soll-Zustand neuer Antrieb
Anwendung	1 Reduktion an Ventilator		%		
Anwendung	2 Nutzleistung an Ventilator	P_{mech3}	kW	6,38	6,38
Anwendung	3 Wirkungsgrad Ventilator	η_A	%	40%	40%
	4 Leistung nach Trans./Getreide	P_{mech2}	kW	15,94	15,94
Transmission	5 Transmission Wirkungsgrad	η_T	%	90%	96%
Transmission	6 Getriebe Wirkungsgrad	η_G	%	100%	100%
	7 abgegebene Leistung (Motor)	P_{mech1}	kW	17,71	16,60
Motor	8 Nennleistung (Welle Motor)	P_{mech}	kW	55,0	18,5
Motor	9 Wirkungsgrad Motor nom. Last	η_{nom}	%	90,5%	92,6%
Motor	10 Wirkungsgrad Motor mittl. Teillast	η_{teil}	%	80,5%	92,0%
	11 mittlerer Lastfaktor	LF	%	36%	89,7%
Gesamtsystem	12 FU Wirkungsgrad bei nom. Last	η_{FU}	%	100%	96%
Gesamtsystem	13 Reduktion el. Energie durch FU		%		25%
Gesamtsystem	14 Total elektr. Leistung	P_{el}	kWe	22,0	14,1
Gesamtsystem	15 Betriebsstunden	t	h/a	2000	2000
Gesamtsystem	16 mechanische Arbeit (Output)	E_{mech}	kWh/a	39 820	33 206
Gesamtsystem	17 elektrische Energie (Input)	E_{el}	kWh/a	44 000	28 198
Gesamtsystem	18 Kosten elt. Energie		CHF/a	5500	3525

(Legendesiehe rechts)

Wirtschaftlichkeit		
Pay Back (statisch)	Jahre	3,8
Kostenwirksamkeit*	Rp./kWh	3,2

*Investitionskosten pro eingesparte kWh

nächst grössere Normgrösse Motor: 18,5

elekt. Energiepreis	
0,125	CHF/kWh

Lebenszyklus Motor	
15	Jahre

Lebenszyklus	
Leistung	Jahre
<1 kW	10
1–10 kW	12
10–100 kW	15
>100 kW	20

Einsparung	36%
pro Jahr	Lebenszyklus
15 802 kWh/a	237 026 kWh
1975 CHF/a	29 628 CHF

Farben: Eingabe nötig / wird berechnet

Bild 8 Ausschnitt vom Standard Test Report mit Vergleich Ist- und Soll-Zustand.

07_1512_Brunner.indd 61 09.12.15 07:52

Bilder: Impact Energy

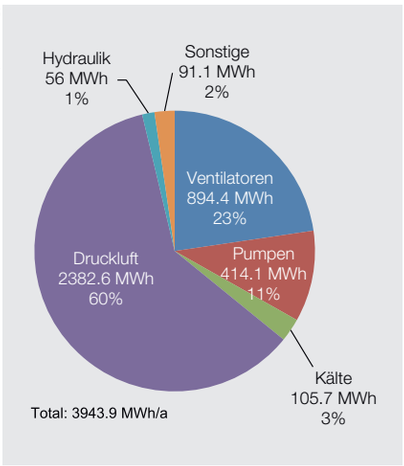

Bild 9 Einsparungen nach Anwendungen im Förderprogramm Easy.

- Das Betriebspersonal hat auf Kaufentscheidungen kaum Einfluss, da die Verbindung zwischen Top-Management und technischem Betriebspersonal fehlt.
- Die Systemoptimierung ist anspruchsvoll. In den meisten Fällen brauchte es externes Know-how.
- Auch Servicefirmen und Lieferanten müssen für Effizienz sensibilisiert werden: Effiziente Komponenten waren oft nicht ab Lager verfügbar; bei effizienteren Systemlösungen regte sich oft Widerstand.
- Energie(-effizienz) hat geringen Stellenwert in der Geschäftsleitung und wird noch oft nicht als strategisch bedeutsam für die Firma verstanden, denn die Energiekosten betragen nur rund 1 % der Gesamtkosten.
- Der Payback ist wichtiger als die Lebenszykluskosten, wobei die Energiekosten bei Antriebssystemen mehr als 90 % der Lebenszykluskosten ausmachen.
- Eine kontinuierliche Verbesserung findet meistens nicht statt. Die meisten Motoren sind mehrere Jahrzehnte im Betrieb.
- Viel Programmadministration, nachschüssige Bezahlung mit Teilzahlungen: langsam, Vereinbarungen und Vertraulichkeitserklärungen nötig, Misstrauenskundgebung.

Das Fazit aus Sicht der Programmleitung: Es konnte ein erster Schub am Markt mit besseren Systemlösungen, beachtlichen Investitionen und Einsparungen, einer guten Kostenwirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Massnahmen erreicht werden.

Das Folgeprogramm von Easy, Speed, wird von Planair geführt: www.speed-program.ch.

Basierend auf den Erkenntnissen von Easy ist ein nationales Weiterbildungsprogramm für technische Fachkräfte im Betrieb im Aufbau: «Energietechnik und -management in der Industrie».

Links

- www.topmotors.ch
- www.motorsystems.org

Referenzen

[1] C. U. Brunner, R. Stulz, B. Wick, E. A. Müller, «Verminderung des elektrischen Energieverbrauches in Gebäuden (VEE)», NFP44, Nationales Forschungsprogramm Energie, sozio-ökonomische Forschungen im Konsumbereich (NFP 44), Zürich, 1986
[2] Prognos/BFE: Energieszenarien 2035, Basel/Bern 2012.
[3] Wettbewerbliche Ausschreibungen: www.prokilowatt.ch, gemäss Energiegesetz, Artikel 7a, Bern 2014.
[4] Kostendeckende Einspeisevergütung, KEV gemäss Energiegesetz, Artikel 7a, Bern 2014.
[5] Energieverordnung, Mindestanforderungen Anhang 2.10, etc., Bern 2015.
[6] Monitoringbericht ProKilowatt – 2010 bis 2014, BFE, Bern 2015.
[7] IEC 60034-2-1, 2014: Effizienzmessungen; IEC 60034-30-1, 2014: Effizienzklassen für Elektromotoren.
[8] Topmotors, S.A.F.E., Umsetzungsprogramm für effiziente elektrische Antriebssysteme, Zürich 2007: www.topmotors.ch
[9] Evaluation des Programms Topmotors, Egger, Dreher & Partner, Februar 2015.
[10] Easy-Abschlussbericht 2015, internes Dokument, nicht veröffentlicht.

Autoren

Conrad U. Brunner ist Präsident des Verwaltungsrates von Impact Energy und Senior Advisor. Er arbeitet an der Gestaltung von IEC-Normen und Ecodesign-Anforderungen mit.
Impact Energy AG, 8001 Zürich, cub@impact-energy.ch

Rita Werle ist Geschäftsführerin von Impact Energy. Sie ist Ökonomin mit Schwergewicht Energy Policy und Projektmanagerin z.B. für Emsa, Unido.
rita.werle@impact-energy.ch

Rolf Tieben ist technischer Direktor von Impact Energy sowie Mechatronik-Ingenieur mit Erfahrung mit dem Motor-Systems-Check in der Industrie in Europa und China.
rolf.tieben@impact-energy.ch

Résumé

Des systèmes d'entraînement efficaces dans le secteur industriel

Conclusions du programme pilote Easy

L'importance de l'utilisation efficace de l'énergie électrique dans le secteur industriel suisse s'est longtemps située nettement en-deçà des améliorations en matière d'émissions de CO_2 car ni le développement du savoir-faire ni les projets n'ont bénéficié d'un soutien financier à long terme. Depuis le premier tour d'appels d'offres lancés par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) pour les projets et programmes en rapport avec l'efficacité en 2010, la situation s'est clairement modifiée. En effet, les subventions de la Confédération ont permis de mener à bien divers projets portant sur l'efficacité énergétique et de réaliser ainsi des économies considérables.

Cet article présente le programme pilote Easy qui a permis d'économiser 3,9 GWh/an au cours de ces quatre dernières années. Les mesures comprennent notamment un meilleur dimensionnement des systèmes d'entraînement, l'optimisation des processus, l'utilisation de convertisseurs de fréquence pour les moteurs à charges variables et de pompes efficaces dimensionnées aux points de fonctionnement effectifs, le recours à des ventilateurs et des compresseurs, ainsi que l'amélioration de la transmission mécanique. No

07_1512_Brunner.indd 62 09.12.15 07:52