

ENERGIEEFFIZIENZ DURCH INNOVATIVE MOTOREN- UND ANTRIEBSTECHNIK

Motoren und Antriebe in Industriebetrieben bieten ein hohes Potenzial zur energetischen Optimierung. ABB konnte durch den Einsatz neuer hocheffizienter Motoren in Kombination mit drehzahlregelnden Antriebssystemen bereits Energieeinsparungen von bis zu 30 Prozent realisieren. Das verdeutlichen Referenzprojekte in Grossbritannien und der Schweiz.

Von Thomas Friedli, Fabian Liebetrau, Maria Fischl, Andreas Suranyi, Dominik Lang, Andreas Kreienbühl

Was würden Sie davon halten, wenn lediglich 20 Prozent Ihres Gehalts auf dem Konto landen? Oder wenn 80 Prozent der Lebensmittel, die Sie pro Woche einkaufen, einfach verderben würden? Eine ähnlich schlechte Bilanz findet man oftmals bei der Erzeugung und Nutzung von elektrischer Energie. Der Prozess der Suche, Gewinnung und Verarbeitung von natürlichen Ressourcen, deren Umwandlung in Elektrizität sowie deren Anwendung beim Verbraucher weist einen Wirkungsgrad von insgesamt nur rund 20 Prozent auf (siehe Abb. 1).

Doppelte Produktivität

Viele der Energieverluste sind unvermeidlich. Dank geeigneter Massnahmen und innovativer Technologien kann die Effizienz jedoch beträchtlich gesteigert werden. Durch die Senkung von Stromverbrauch und Energieverlusten, die Steigerung der Produktivität und durch ein effektiveres Management der elektrotechnischen Ausrüstung können die Energieverschwendung eingedämmt und die gegenwärtige Produktivität der Energiekette mehr als verdoppelt werden.

Energieeffizienzhebel Industrie

Gemäss der Internationalen Energieagentur (IEA) gehen 42 Prozent des gesamten Energieverbrauchs auf das Konto der Industrie. Besonders energieintensiv sind dabei die Zementindustrie, die Chemische Industrie sowie die Eisen- und Stahlindustrie. Mittels hochmoderner Steuersysteme, Automationsproduk-

ten und elektrotechnischer Ausrüstung kann die Energieproduktivität der Fabriken bereits heute wesentlich gesteigert werden. Beträchtliche Energieeinsparungen sind auf diese Weise möglich.

Neben Energieleitsystemen zählen insbesondere Antriebe und Motoren zu den Schlüsseltechnologien, um die Energieeffizienz im industriellen Bereich zu optimieren. Sie bieten ein besonders hohes Potenzial für Energieeinsparungen, da Elektromotoren rund zwei Drittel des gesamten industriellen Stromverbrauchs ausmachen. Hunderte Millionen von Elektromotoren, Kompressoren, Lüftern, Pumpen oder Förderanlagen sind in Betrieben aller Industriezweige installiert. Die überwältigende Mehrzahl dieser Geräte und Anlagen ist auf einem

veralteten technischen Stand. Zudem sind die eingesetzten Motoren häufig überdimensioniert. Das liegt daran, dass Unternehmen oft leistungsstärkere Motoren kaufen als nötig, um einen «Puffer» zu haben und vor Leistungsspitzen und Überlast geschützt zu sein.

Austausch sowie Nachrüstung

Ein möglicher Weg zur Energieeffizienzsteigerung sind der Austausch sowie die Nachrüstung dieser veralteten Elektromotoren. Bei der Auswahl helfen die Standards der International Electrotechnical Commission (IEC). Diese sehen Vorschriften für Testverfahren und vier Effizienzklassen vor (IE1 bis IE4). Das kommt sowohl Herstellern als auch Konsumenten zugute: Während die Hersteller nun auf der Basis einheitlicher Standards untereinander konkurrieren und dazu angeregt sind, die Motoreffizienz zu steigern, können die Konsumenten die Motoren leichter vergleichen.

Richtig dimensioniert und intelligent verwaltet

Intelligente oder softwaregestützte Motorsteuerungssysteme erlauben bereits heute, die Betriebsbedingungen und den Energiever-

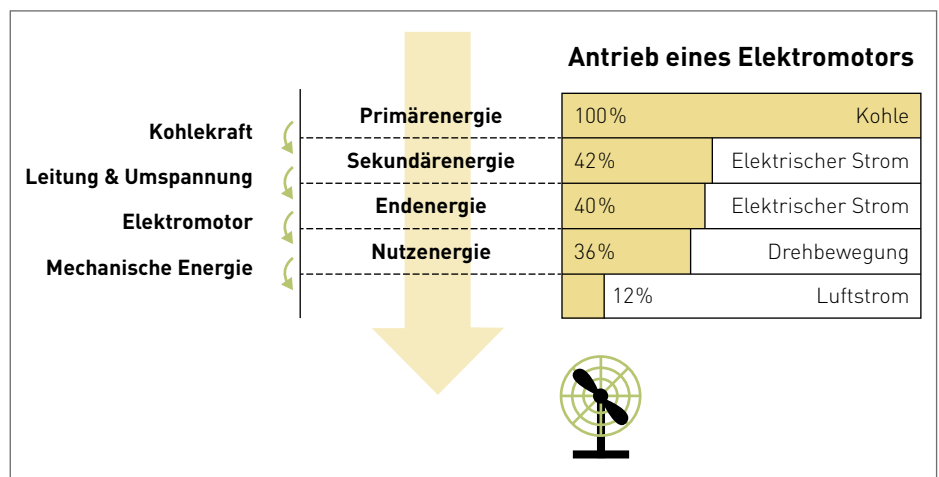


Abb. 1: Verdeutlichung des Wirkungsgrades der Energiekette am Beispiel eines Ventilators.



Abb. 2: Beispiel eines drehzahlregelnden Antriebssystems.

brauch aller Motoren eines Werks zu verwalten. Auf diese Weise können kleinere Motoren installiert und der Energieverbrauch beträchtlich gesenkt werden – und das ohne technisches Risiko. Wer beispielsweise einen überdimensionierten 37-Kilowatt-Motor durch einen 30-kW-Motor ersetzt, spart in einem typischen Werk mittlerer Grösse mit 200 Motoren rund 180 000 Kilowattstunden Strom im Jahr und 90 Tonnen CO₂. Bei einer Papierfabrik, die mit 1500 Motoren ausgestattet sein kann, liegen die Einsparungen markant höher.

Bedarfsgerecht betrieben

Eine weitere Möglichkeit zur Energieeinsparung stellen leistungsoptimierende Antriebssysteme dar. Mit einem innovativen Antrieb kann die Motordrehzahl und damit die dem Prozess zugeführte Leistung optimal an die zu verrichtende Aufgabe angepasst werden. So wird nicht mehr Energie verbraucht als unbedingt nötig. Auf diese Weise können in einer typischen Anwendung rund 30 Prozent Energie gespart werden. Die Investition in einen solchen Antrieb amortisiert sich oft in weniger als einem Jahr. Der Einsatz hocheffizienter Motoren in Kombination mit innovativen Antrieben führt bei drehzahlabhängigen Applikationen zu den besten Ergebnissen. Die Energieeinsparungen summieren sich schnell. Schliesslich kostet die Energie, die für den Betrieb eines Motors über dessen Nutzungsdauer gebraucht wird, das Hundertfache des ursprünglichen Anschaffungspreises.

Auch Motoren der Klasse IE4

ABB ist weltweit der grösste Hersteller von Antrieben und Elektromotoren. Zum Angebot gehören Motoren der Energieeffizienzklasse IE2, IE3 sowie solche der zukünftigen Klasse IE4 und hocheffiziente Synchronreluktanzmotoren. Letzterer wurde speziell für den

Einsatz mit drehzahlregelnden Antrieben entwickelt. Konventionelle Asynchronmotoren wurden hauptsächlich für Festdrehzahlen entwickelt und machen etwa 90 Prozent des Marktes aus. Erstmals steht damit eine Antriebstechnik zur Verfügung, die speziell den Anforderungen drehzahl geregelter Anwendungen (z.B. Pumpen und Lüftern) entspricht. Die nachfolgenden Referenzbeispiele verdeutlichen, welche Energieeinspareffekte mit innovativen Antrieben und Motoren erzielt werden können.

Neuste Generation:

6 Prozent weniger Energie

South Staffordshire Water PLC (South Staffs Water) versorgt weite Teile des sogenannten Black Country, eines Ballungsgebiets nördlich und westlich von Birmingham (Grossbritannien), mit Wasser. Täglich liefert das Unternehmen 330 Millionen Liter Wasser an etwa 500 000 Haushalte und 36 000 Geschäftskunden. Der Wasserversorger wollte in seiner Pumpstation Somerford einen 20 Jahre alten 115-Kilowatt-Asynchronmotor ersetzen, mit dem eine Bohrlochpumpe betrieben wird, die pro Tag 2,5 Millionen Liter Wasser fördert. Der Motor war bereits mit einem ABB-Frequenzumrichter ausgestattet. Das durch den Antrieb ermöglichte Energieeinsparpotenzial war also bereits ausgeschöpft. Das Wasserverk war an einem Testbetrieb des neuen Synchronreluktanzmotors interessiert, um von seinen Vorteilen, wie höherem Wirkungsgrad, grösserer Zuverlässigkeit, geringerer Verlustleistung, geräuschärmerem Betrieb und reduzierten Wartungskosten, zu profitieren. Der vorhandene Antrieb wurde deshalb gegen einen Frequenzumrichter mit einem leistungsstärkeren Kernprozessor und Synchronreluktanzmotor-Software ausgetauscht. Das Energieeffizienzprojekt, das durch ABB

ausgeführt wurde, übertraf die Erwartungen von South Staffs Water. «Der grösste Vorteil ist die Reduzierung des Energieverbrauchs um 6 Prozent», erklärt Supply Director Keith Marshall. «Obwohl wir eines der effizientesten Unternehmen der Branche sind, haben wir trotzdem jährliche Stromkosten von mehr als 9 Millionen Pfund (etwa 13 Millionen Franken), die sich durch den Anstieg der Grosshandelspreise für Energie noch weiter erhöhen. Auf die Wasserpumpen entfallen davon etwa 90 Prozent.» Laut Einschätzung eines weiteren Projektmitarbeiters des Wasserversorgers wären beim Austausch einer älteren Motor-Antriebs-Kombination an anderer Stelle der Anlage leicht 10 bis 15 Prozent Einsparung realisierbar. Alles in allem war das Projekt schlichtweg ein durchschlagender finanzieller und energetischer Erfolg für das Unternehmen.

Drehzahlregulierender Antrieb: 20 Prozent Energieeinsparung

Jura Cement ist mit einer jährlichen Produktionskapazität von über einer Million Tonnen Zement der zweitgrösste Zementhersteller der Schweiz. Kernprodukt der beiden Zementwerke in Wildegg AG und Cornaux NE bilden leistungsfähige Zemente für verschiedenste Anwendungsgebiete. Am Standort

ITEM-HSG Das Institut für Technologiemanagement (ITEM-HSG) der Universität St.Gallen wurde 1989 mit Unterstützung der «Stiftung zur Förderung von Technologiemanagement, Technologiepolitik und Technologietransfer» gegründet. Unter der Leitung von Prof. Dr. Thomas Friedli entsteht derzeit die Innovationszelle «Effizienz 2.0». Ziel dieser Initiative ist es, den Bedarf der Industrie nach effizienteren Produktionsansätzen mit dem Know-how der (Ost-)Schweizer Forschungseinrichtungen zu verbinden.

ABB ist ein weltweit führender Konzern in der Energie- und Automationstechnik mit etwa 145 000 Mitarbeitenden in rund 100 Ländern. Das Unternehmen liefert Systeme und Gesamtlösungen für Versorgungs- und Industrieunternehmen. Durch innovative Energieeffizienzlösungen wird den Kunden ermöglicht, ihre Leistung zu verbessern und gleichzeitig die Umweltbelastung zu reduzieren.

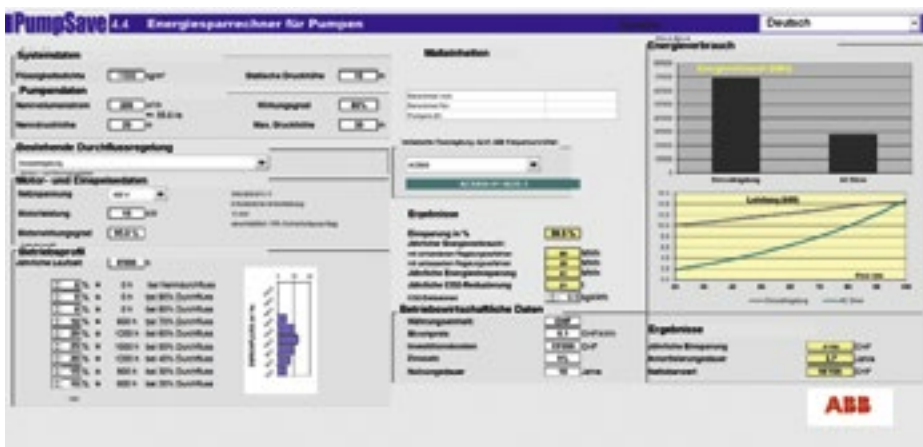


Abb. 3: Beispiel eines Energiesparrechners für Pumpen.

Wildeggen werden davon jährlich bis zu 750 000 Tonnen produziert.

Zur Zementherstellung werden die benötigten Rohstoffe (Kalkstein, Ton, Sand und Eisenerz) in Steinbrüchen abgebaut, in Brechern vorzerkleinert und in das Zementwerk befördert. In einer Rohmühle werden alle Rohmaterialien zusammen vermahlen und gleichzeitig getrocknet. Das dabei entstehende Rohmehl wird dann in einem Drehrohröfen bei Temperaturen von rund 1400 bis 1450 Grad Celsius zu sogenanntem Klinker gebrannt, welcher dann in einem Kühler auf eine Temperatur von unter 200 Grad Celsius heruntergekühlt wird. Die entstehenden graubraunen Granalien werden anschliessend in einer Kugelmühle zusammen mit Gips oder Anhydrit zum fertigen Produkt, dem Zement, vermahlen.

Der Fokus des Energieeinsparungsprojektes lag auf dem Kühlprozess. Dieser wurde bis anhin mit einem 25 Jahre alten Kaskadenumrichter betrieben. Ein Kaskadenantrieb mit einer Leistung von 630 Kilowatt (kW) regelte die Drehzahl eines Asynchronmotors des Abluftgebläses am Klinkerkühler. Dieser Kaskadenantrieb musste mit mindestens 300 Umdrehungen pro Minute betrieben werden, da der Gesamtwirkungsgrad bei geringerer Drehzahl erheblich abfallen würde. Allerdings hatte dieser eingeschränkte Drehzahlbereich weitreichende Auswirkungen auf weitere Produktionsphasen, sodass dort ebenfalls ein erhöhter Energieverbrauch zu verzeichnen war.

Durch einen modernen Antrieb gelang es ABB, den Energieverbrauch im Kühlprozess zu reduzieren. Der bestehende Kaskadenantrieb wurde durch einen neuen Antrieb (Frequenzumrichter ACS 2000) mit einer Nennleistung von 550 kW ersetzt, der einen Drehzahlbereich von 0 bis 1000 Umdrehungen pro Mi-

nute erlaubt. Dieser drehzahlregulierende Antrieb ermöglichte es, durch den bedarfsgerechten Betrieb eine Energieersparnis von 20 Prozent im Abluftgebläse des Kühlprozesses zu erreichen.

Weitere Referenzprojekte

Nachfolgend ein paar weitere Referenzprojekte:

- Antriebe für die Drehzahlregelung von Küchenabzugsanlagen haben den Energieverbrauch in 50 McDonald's-Restaurants in Grossbritannien halbiert. Zusätzlich wurden die von den Abzugsanlagen ausgehende Lärmbelästigung reduziert und die Geräteeffizienz in den Küchen verbessert.
- In Peña Colorada, Mexikos grösster Eisenerzmine, wurde ein Kühlgebläse mit einem Antrieb ausgestattet. Dadurch konnten der Energieverbrauch der Installation um 23 Prozent gesenkt und die Produktivität aufgrund der verbesserten Verfügbarkeit erhöht werden.
- Der Motor eines Mixers in einer Kunststofffabrik von Daqing Petrochemical in China erhielt einen drehzahlregelnden Antrieb. Auf diese Weise wurden die Produktionsqualität verbessert und der Energieverbrauch um 30 Prozent reduziert.
- Mit einer Komplettlösung für Energie- und Automationstechnik konnte das grösste Aluminiumwerk in Europa die Energieeffizienz um 25 Prozent erhöhen und gleichzeitig die Produktivität steigern.

Intelligenter Antriebssysteme schonen den Geldbeutel

Drehzahlregulierende Antriebssysteme regulieren den Betrieb von Elektromotoren und sparen Energie, indem sie die Leistung von motori-

sierten Pumpen, Lüftern, Transportbändern und ähnlichen Geräten dem tatsächlichen Leistungsbedarf des Systems anpassen. Nach Schätzung von ABB sparen die drehzahlregulierenden Antriebssysteme, die weltweit eingesetzt werden, bereits jetzt den Energieverbrauch von etwa 14 Atomreaktoren ein. Dadurch wird die Treibhausgasemission jährlich um mehr als 97 Millionen Tonnen gesenkt. Energieeffizienz lohnt sich aber nicht nur für die Umwelt. Sie kann, wie in den vorhergehenden Referenzprojekten gezeigt, auch nachhaltig die Kosten in Industriebetrieben senken und damit einen positiven Wertbeitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung leisten. Bereits in der Planungsphase einer Energieeffizienzmassnahme lassen sich die Energie- und Kosteneinsparungen mittels spezieller Software-Tools berechnen und damit die Basis für wirtschaftliche Energieeffizienzinvestitionen schaffen.

Energiesparrechner schaffen Planungssicherheit

Mit den Tools «PumpSave» und «FanSave» kann der Energieverbrauch bei Einsatz von Frequenzumrichtern in der Pumpen- und Lüfterregelung mit herkömmlichen Verfahren der Durchflussregelung verglichen werden (siehe Abb. 3). Neben den technischen Daten liefern die Berechnungstools auch betriebswirtschaftliche Zahlen (z.B. jährliche Einsparung in Franken, Amortisationsdauer, Nettobarwert) zur Beurteilung der Rentabilität einer Energieeffizienzinvestition.

Weiterführende Links rund um das Thema Motoren, Antriebe und Energieeffizienz:
www.abb.ch/industriautomation
www.bfe.admin.ch/forschungelektrizitaet
www.topmotors.ch

THOMAS FRIEDLI
 FABIAN LIEBETRAU
 MARIA FISCHL

Institut für Technologiemanagement der Universität St. Gallen.

ANDREAS SURANYI
 DOMINIK LANG
 ANDREAS KREIENBÜHL
 ABB Schweiz AG.