



INITIATIVE
EnergieEffizienz⁺
Industrie & Gewerbe

Infoblätter Fördertechnik: Optimierung und Modernisierung von fördertechnischen Anlagen.

Betriebsarten und Schutzeinrichtungen + Energiebedarf und
Leerlaufverluste + Systemoptimierung + Sanierungslösungen
+ Verfügbarkeit + Energiemanagement und Effizienzverbesserung.

Einführung.

Wachsender Modernisierungsbedarf.

Die Modernisierung von fördertechnischen Komponenten verlängert die Lebensdauer der Förderanlagen. Ein Austausch von Komponenten ist wirtschaftlich sinnvoll, da die durchschnittliche Lebensdauer zwischen den Funktionseinheiten Steuerung, Antrieb und mechanischen Baugruppen stark differieren kann. Die technische Weiterentwicklung mit verbesserter Energieeffizienz ist ein weiterer sinnvoller Ansatz für Optimierung und

Modernisierung von fördertechnischen Anlagen im Betrieb. Oft ist auch die schlechte Verfügbarkeit alter Bauteile und steigender Ersatzteilkosten ein Anstoß zu Modernisierungsplanungen. Durch Einsatz von modularen Systemen und Standardkomponenten wird die Verfügbarkeit von Ersatzteilen verbessert. Meist kann ohne aufwendige Umbauten durch betriebliche Ablaufoptimierung ein erhöhter Durchsatz und Fördervolumen realisiert werden.

Betriebsarten und Schutzeinrichtungen von Antriebssystemen.

Überlastungs- und Störungsursachen.

Gefahren für die Motorwicklung entstehen durch vielfältige Überlastungen wie:

- mechanische Überlast
- Überspannung oder Unterspannung
- Schalthäufigkeit
- Blockierung
- Phasenausfall der Netzversorgung



Quelle: Wieland Electric GmbH

Obige Gründe führen zu einer erhöhten Stromaufnahme und unzulässiger Wicklungserwärmung. Gefahr für die Wicklung kann auch durch Umrichterbetrieb bei niedriger Frequenz und dadurch verminderter Kühlluftzufuhr sowie bereits bei einer Umgebungstemperatur über 40 °C entstehen.

Motorschutzrelais.

Durch Ansprechen von Sicherungen beim Einschaltstromstoß, Leitungsunterbrechungen und gelockerten Anschlussklemmen fällt eine Phase des Drehstromsystems aus. Motorschutzrelais können schnell und empfindlich bei Phasenausfall reagieren und eine Abschaltung des Motors auslösen. Bimetall-Schalter trennen bei verstärkter Wärmeentwicklung den gefährdeten Motor vom Netz. Die bauartbedingte Verzögerung des Bimetall-Schalters entspricht der Überlastungsfähigkeit eines Elektromotors. Auch kleine Antriebe sollen mit Motorschutz ausgestattet sein, wie in der EN 60204-1 für die elektrische Ausrüstung von Maschinen weitgehend vorgeschrieben.

Thermischer Maschinenschutz.

Bei elektrischen Antrieben im Schaltbetrieb sind Motorschutzschalter mit Bimetall-Relais ungeeignet, da sie zu Frühauflösungen führen. Geeigneten thermischen Schutz bieten dafür Thermistor-Temperaturfühler, die elektrisch isoliert in die Wicklung eingebaut werden.

Vor allem bei kleinen Antrieben wird die Führung der **Zuleitungen** meist nachrangig und daher ungünstig gehandhabt. Dadurch erhöht sich das Risiko der Beschädigungen von Leitungen und Kabel. Störungen werden vermieden, wenn eine geschützte Installation in Rohren und Kanälen erfolgt.

Schaltbetriebsarten und ihre thermische Bewertung.

Bei überdurchschnittlicher Schalzhäufigkeit über ca. 60 Einschaltungen pro Stunde, treten im Betrieb von elektrischen Maschinen hohe thermische und mechanische Zusatzbeanspruchungen auf. Der Belastungsfaktor definiert die relative Einschaltdauer (ED) und die relative Auslastung (P/PN) im Betrieb zwischen den Schaltvorgängen.

Drehstrom-Käfigläufermotoren sind kurzzeitig über ihre Nennleistung hinaus belastbar. Diese Überlastbarkeit bietet bei fachgerechter Dimensionierung gegenüber einer auf Dauerbetrieb bemessenen Konstruktion beachtliche Kostenvorteile.

Schutz für elektrische Antriebe mit Stromrichtern.

Im Industriebereich eignet sich aus EMV-Gründen ein Versorgungsnetz in der Form des TN-S-Systems mit separatem Schutzleiter. Je nach Anwendung kann der Einsatz einer Fehlerstromschutzeinrichtung, einer Differenzstromüberwachung oder einer Isolationsüberwachung zum Schutz der Antriebe geeignet sein.

Der Schutz vor gefährbringenden Zuständen an Hebezeugen ist in der DIN EN 60204-32/VDE 0113 „Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Anforderungen für Hebezeuge“ vorgeschrieben. Danach müssen durch Schaltkreise Stopp-Funktionen ausgelöst werden können, wenn unzulässige Überschreitungen von Drehzahlen, Geschwindigkeiten und Wegen systembedingt möglich sind und daraus Gefahren entstehen können.

Schutzeinrichtungen für Motoren:

Motoren werden unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Eine unzulässige Erwärmung von Motoren muss durch Motorschutzeinrichtungen verhindert werden. Damit können Ausfallzeiten elektrischer Antriebssysteme auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

Motorschutzgeräte sind in einer Bandbreite von einfachsten Geräten bis zu komplexen Systemen für unterschiedlichste Belastungs- und Gefahrenquellen verfügbar. Der Aufwand für die Schutzeinrichtungen soll entsprechend dem Wert des Motors und den Auswirkungen einer möglichen Betriebsunterbrechung ausgewählt werden.

Energiebedarf und Leerlaufverluste.

Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) empfiehlt bei mehr als 4.000 Betriebsstunden jährlich auf den konsequenten Einsatz von eff1-Motoren zu achten. Die höheren Beschaffungskosten von eff1-Motoren amortisieren sich meist in weniger als einem Jahr. Ab 2.000 Betriebsstunden sollte zumindest ein Motor der Klasse eff2 eingesetzt werden.

Der Austausch von Motoren mit einer relativ hohen Auslastung hat dabei Priorität. Da kleine Motoren mit höheren Verlusten als große Motoren behaftet sind, ist bei großen Stückzahlen auch hier ein Austausch gegen hocheffiziente Motoren sinnvoll.

Der **Energieverbrauch** von elektrischen Antrieben **bei Volllast** errechnet sich aus der Motor-Nennleistung multipliziert mit der Betriebszeit. Bei verschiedenen Anwendungen in der Fördertechnik wechselt der Betrieb zwischen Volllast, Teillast und Leerlauf. Auch im **Leerlauf** nimmt der Motor elektrische Energie auf, die sich aufgrund der Leerlaufverluste des Motors bei abgekuppeltem Getriebe der Förderanlage ergeben. Wenn die Förderanlage eine Abkuppelung nicht erlaubt, können sich die Leerlaufverluste der Anlage leicht verdoppeln. Je nach Beschaffenheit und Volumen des Förderguts, Beschickung und Transportgeschwindigkeit wird der elektrische Antrieb zeitweise nur mit einem Teil seiner Bemessungsleistung ausgelastet. Im Teillastbetrieb verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Motors.

Bei einem 13 kW Motor mit einer typischen Leerlaufleistung von 1 kW und 30 Prozent Leerlaufbetrieb, ergeben sich bei 4.000 Stunden Gesamtbetriebszeit pro Jahr ein Gesamtverbrauch von 37.600 kWh und Stromkosten von 3.760 € (bei einem Strompreis von 0,10 € / kWh).

Unter Berücksichtigung des Teillastbetriebs kann ein Frequenzumrichter mit Sensorik, Speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) und Busanbindung zur Prozess- und Fördergutüberwachung bei vorstehendem Antrieb den Energieverbrauch um ca. 30 – 50 Prozent senken. Damit könnte eine Kostenersparnis von 790 bis 1300 € pro Jahr erreicht werden.



Systemoptimierung durch Schmierung.

Schmierung von Getrieben.

Die Schmierung von Lagern und Zahnrädern mit geeigneten Schmierölen und -fetten nimmt einen starken Einfluss auf die Betriebssicherheit, Verfügbarkeit und Lebensdauer von Getrieben. Schmierstoffe sind echte Konstruktionselemente und mit besonderer Wichtigkeit zu behandeln. Innerhalb der elektrischen Antriebe und Förderanlagen sind spezielle Schmierstoffe notwendig. Schmiermittel sind besondere Vorrichtungen, die Schmierstoffe an die Schmierstelle bringen. Moderne Schmierstoffe können weitere Aufgaben wie Korrosionsschutz und Abführung von Wärme übernehmen. In der Konstruktion und Planung sollten die speziellen Eigenschaften von Schmierstoffen für die vielfältigen Aufgaben in Förderelementen berücksichtigt und genutzt werden. Im Industriebereich können Schmierstoffe entsprechend ihrer Konsistenz wie folgt eingeteilt werden:

- Öle
- Fette
- Festschmierstoffe

Auswahlkriterien für **Schmierstoffe bei Lagern** sind u.a. Lagertyp und -geometrie, Lagerbelastung und Drehzahl sowie die Einbausituation und die zu erwartende Lagertemperatur. Je nach den Umgebungsbedingungen des Lagers kann es zu Verunreinigungen der Schmierstoffe kommen. Diese festen oder flüssigen Verunreinigungen können zu vorzeitigem Lagerausfall führen. Abhilfe kann durch eine gute Filterung des Ölstroms bei Öl-Umlaufschmierung geschaffen werden. Beim Einsatz von Schmierstoffen muss auf die Umweltverträglichkeit geachtet werden. Den EG-Sicherheitsdatenblättern können Aspekte über die biologische Abbaubarkeit, Giftigkeit und Wassergefährdungsklasse entnommen werden.

Schneckengetriebe schneiden beim Vergleich von Getriebewirkungsgraden relativ schlecht ab. Wenn die typische Selbsthemmung des Getriebes nicht notwendig ist, kann der Wirkungsgrad von Schneckengetrieben durch konstruktive Maßnahmen und Einsatz synthetischer Schmierstoffe verbessert werden. Diese Aufgaben der Schmierstoffe können nur von Ölen optimal erfüllt werden. Als Schmierstoff sind Öle auf Mineralölbasis sowie

synthetische Öle verfügbar. In Schneckengetrieben haben sich Polyglykol-Öle besonders bewährt. Der wesentlich höhere Preis des Polyglykol-Öls (etwa Faktor 6) gegenüber Mineralöl wird durch seine Vorteile bei weitem wettgemacht. Die Lebensdauersteigerung der Schneckengetriebe verbessert sich bei Schmierung mit Polyglykol-Öl gegenüber Mineralöl um den Faktor 23.



Sanierungs- und Nachrüstungslösungen.

Austausch von Motoren, Antrieben und Komponenten.

— Modernisierung von elektrischen Antrieben

In bestehenden Antriebssystemen können meist beträchtliche Energieeinsparpotenziale und Effizienzverbesserungsmaßnahmen identifiziert und ausgeschöpft werden. Häufig sind die Energieverluste größer als der Aufwand für den Antrieb der Förderanlagen. In der Lebensdauerbetrachtung übertreffen die Kosten dieser Verluste den Anschaffungspreis der Antriebe um ein Mehrfaches.

— Auslastung von elektrischen Antrieben im Bestand

Elektromotoren erreichen ihren Nennwirkungsgrad und damit ihre höchste Effizienz bei Nennleistung. Bei einem Energie-Check im Betrieb kann die Frage geklärt werden, welchen Auslastungsgrad ein vorhandener Antrieb erreicht und ob er für seine momentane Aufgabe richtig bemessen ist. Dies kann über eine Messung der elektrischen Größen Spannung, Strom, Leistung und Leistungsfaktor bei unterschiedlicher Belastung erfolgen.

— Aufrüstung von Motoren im Bestand

Bei einfachen Antriebsaufgaben sind auch Asynchronmotoren kleiner Leistungen vorzufinden, welche durch einphasigen Wechselstrom versorgt werden. Wechselstrommotoren schneiden hinsichtlich ihrer Effizienz gegenüber Drehstrommotoren deutlich schlechter ab. Zeigt sich im Betrieb, dass sich die Anforderungen bezüglich des Drehmomentes erhöht haben, bietet sich eine kostengünstige Alternative: Drehstrommotoren mit Frequenzumrichter zum Betrieb an einer einphasigen Wechselstromversorgung. Mit dieser Lösung können insbesondere höhere Anfahrmomente und damit eine bessere Leistungsausnutzung unter Beibehaltung der Installation erreicht werden.

— Parametrierung von Frequenzumrichtern

Frequenzumrichter können durch Parametrierung an den Motor und seine Anwendung im laufenden Betrieb angepasst werden. Neue Umrichter sind meist mit Standardvorgaben parametrierbar. Ein elektrischer Antrieb kann jedoch nur energieeffizient betrieben werden, wenn die Spannungs-Frequenzcharakteristik des Umrichters anwendungsspezifisch parametrierbar ist.

Austausch der Steuerungstechnologien.

— Automatisierung und Leittechnik für Förderanlagen

In Förderanlagen besteht der Trend zu dezentralen Antriebsarchitekturen und Installationen über Bussysteme. Energie- und Datenbussysteme erlauben flexible Installationen ohne großen Änderungsaufwand bei betrieblichen Anpassungen und Erweiterungen. Dezentrale Steuereinheiten können die Informationen aus Sensoren direkt mit Befehlen an Aktoren vor Ort und einer zentralen Leittechnik verknüpfen. Mit standardisierten Kommunikationsprotokollen eröffnen sich Möglichkeiten zur Fernüberwachung und -diagnose sowie Programmierung über das Internet.

— Austausch von alten Steuerungen

Der Austausch der alten Steuerungen gegen neue SPS-Technologien und die Einführung von Bussystemen im Industrie-Standard erlaubt wesentlich höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten. Erfahrungsgemäß können Leistungssteigerungen bei der Kommissionierung von 10 bis 20 Prozent erreicht werden und gleichzeitig Energiekosten um 10 bis 20 Prozent gesenkt werden.

— Automatisierung von Lagersystemen

Dazu gehören auch neue Rechner für Lagerverwaltung und Materialfluss. Durch verbesserte Software lässt sich bei Regalbediengeräten über einen höheren Durchsatz die Leistungsfähigkeit steigern. Mit neuen Regelgeräten und besserer Rechnerleistung

kann schneller positioniert werden. Mit dem Einsatz der Lagerregelung lässt sich pro Gerät eine Steigerung des Durchsatzes um 8 bis 12 Prozent erreichen. Aktuelle Anforderungen an veränderte Geschäftsprozesse übersteigen meist die Leistungsfähigkeit eines in die Jahre gekommenen Lagers. Mit einer Umgestaltung und Modernisierung der Fördertechnik kann eventuell ein kompletter Neubau eines vorhandenen Lagersystems oder der Lagervorzone umgangen werden.

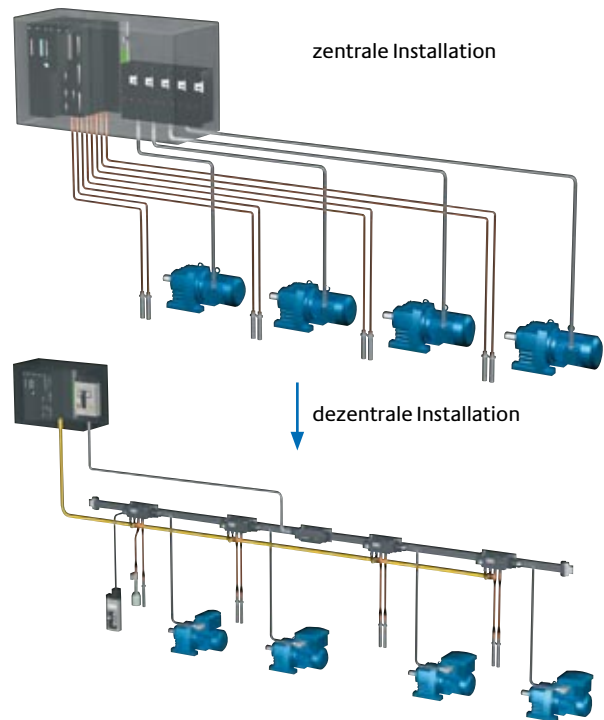
Durch Weiterentwicklungen und Verbesserungen der Konstruktion von Regalbediengeräten wie z. B. Zusatzeinrichtungen und Mehrfach-Lastaufnahmemittel kann der Energieaufwand für Fahrten der Regalbediengeräte wesentlich reduziert werden.

Schlanke Elektroversorgungs-Infrastrukturen.

Gerade bei Maßnahmen im Anlagenbestand sind Installationsmethoden besonders willkommen, die durch besonders kurze Montagezeiten betriebliche Unterbrechungen auf ein Minimum reduzieren. Mit ihrem wachsenden Anteil am Investitionsvolumen gewinnt die Elektroinstallation und Versorgungsinfrastruktur eine immer größer werdende Bedeutung. In der Industrie erstrecken sich ca. 80 Prozent der elektrischen Antriebe der Fördertechnik auf eine Leistung bis 1 kW. Insbesondere in ausgedehnten dezentralen Antriebsarchitekturen sind Bussysteme für die Energie- und Informationsübertragung prädestiniert.

Weitere Hinweise und Details zu dezentralen Installationssystemen sind im Infoblatt „Planung, Auswahl und Bau von fördertechnischen Systemen“ enthalten.

Abb.: **Dezentrale Antriebe und schlanke Installation**



Quelle: Wieland Electric GmbH

Verbesserung der Verfügbarkeit.

Verfügbarkeit durch kontinuierliche Optimierung und Modernisierung verbessern.

Im Zusammenhang mit der Erweiterung eines Hochregallagers kann mehr Kommissionierleistung durch Modernisierung der Fördertechnik realisiert werden. Dazu bietet sich auch die Modernisierung der Regalbediengeräte (RBG) an. Lagerverwaltungsrechner und Materialflussrechner können gegen leistungsstärkere Rechner und verbesserte Software getauscht werden.

Verschleißüberwachung steigert die Betriebssicherheit.

Zur Absicherung und Verbesserung der Verfügbarkeit von Förder-

systemen bestehen verschiedene Methoden der Verschleißüberwachung. In den betrieblichen Instandhaltungsstrategien wurde die Zustandüberwachung bisher selten angewandt. Verbesserte Sensorik und Messtechnik ermöglicht jedoch neue Methoden der Verschleißüberwachung. Die gewonnenen Informationen können einem computergestützten Instandhaltungsassistenten zugeführt werden. Auf diese Weise können Wartungsarbeiten vorab geplant und Instandhaltungsprozesse optimiert werden. Die Methoden zur Ermittlung der Abnutzungszustände sind abhängig von der Bedeutung der Förderkomponenten. Wichtige Fördererelemente sollten direkt überwacht werden.

Neuentwicklungen bei Motoren und Komponenten.

Wechsel in der Technologie bei Drehstrom-Kurzschlussläufermotoren.

Wirkungsgradverbesserungen bei Motoren lassen sich durch Reduzierung der Stromwärmeverluste im Läufer erreichen. Bei konventionellen Drehstrom-Asynchronmotoren werden Rotoren mit Aluminium als Leiterwerkstoff hergestellt. Nach aufwändigen Entwicklungsarbeiten können nun Kupfer-Druckgussläufer gefertigt werden. Die vereinfachte Konstruktion wiegt einen Teil des Mehrpreises für den teureren Leiterwerkstoff auf. In der Lebenszyklusbetrachtung schlägt die vermehrte Wiederverwertung von

Kupfer in Stoffkreisläufen positiv zu Buche. Die größere Masse bringt den Vorteil der längeren Überlastbarkeit des Motors. Aufgrund der Wärmekapazität ergibt sich für Kupfer eine um 40 Prozent längere Überlastbarkeit gegenüber Aluminium.

Durch den Kupferläufer baut der Motor sehr kompakt bei sehr hohem Wirkungsgrad. Das gibt Konstrukteuren die Flexibilität, sich auch nachträglich noch für eine höhere Effizienzklasse entscheiden zu können, ohne konstruktive Änderungen vornehmen zu müssen.

Wälzlager.

Neuartige Herstellungsmethoden mit spezieller Wärmebehandlung verbessern die Lebensdauer von Wälzlagern. Dies führt beim Betrieb unter erschwerten Beanspruchungen zu einer fast 100-prozentigen Lebensdauersteigerung.

Potenziale neuer technischer Entwicklungen.

Effiziente Fördersysteme erfordern eine gesamtheitliche Planung und Integration von elektrischen Antrieben, Mechanik und Automatisierung. Ohne interdisziplinäre Planung wird der Material-

fluss an den Schnittstellen der einzelnen Geräte der Förder- und Lagertechnik unterbrochen und führt zu unnötigen Wartezeiten und Verzögerungen. Durch neue Entwicklungen zur automatisierten Handhabung, Entleerung, Umschlag und Kommissionierung können diese Schnittstellen effizienter gestaltet werden. Mit den Entwicklungen in der Fördertechnik können die Anforderungen der Industrie nach Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an Leistungs- und Fördervolumenschwankungen, höherer Produktivität und Betriebssicherheit, leichterer Planung und kürzerer Inbetriebnahmezeit erfüllt werden.

Energiemanagement und Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz.

Die Betriebsoptimierung mit Maßnahmen zur Effizienzverbesserung und Energieeinsparung erfordert eine langfristige strategische Planung sowie ein übergreifendes Energiemanagement. Für die laufenden Instandhaltungsmaßnahmen und anstehenden Reparaturen sowie Erneuerungen müssen energierelevante Aspekte und Lebenszyklusbetrachtungen der Förderanlagen im betrieblichen Energiemanagement Eingang finden. Das schlägt sich bereits in der Auslegung neuer elektrischer Antriebe, der Auswahl von Systemkomponenten und der Montage und Installation von Fördersystemen nieder.

Im ersten Schritt ist dazu die **Bestandsaufnahme** der Förderanlagen, elektrischen Antriebe und ihrer mechanischen und elektrischen Komponenten notwendig. Die wichtigsten energierelevanten Daten können aus den Typenschildern der elektrischen Maschinen entnommen werden. Zusätzlich sind Messungen aller elektrischen und mechanischen Größen mit registrierenden Messgeräten über einen repräsentativen Zeitraum hilfreich. Nur durch eine Bewertung des Systems und der Anforderungen an die Förderprozesse lässt sich feststellen, welche Maßnahmen sowohl umsetzbar als auch wirtschaftlich sind.

Fazit:

Durch gesamtheitliche Planung und Integration aller Komponenten und neuer Entwicklungen zur automatisierten Handhabung, Entleerung, Umschlag und Kommissionierung können die Schnittstellen zwischen Förder- und Produktionsanlagen effizienter gestaltet werden. Mit den Entwicklungen in der Fördertechnik können Anpassungsfähigkeit an Leistungs- und Fördervolumenschwankungen, höhere Produktivität und Betriebssicherheit, leichtere Planung und kürzere Inbetriebnahmezeiten realisiert werden.

In Förderanlagen besteht der Trend zu dezentralen Antriebsarchitekturen und Installationen über Energie- und Datenbussysteme. Sie erlauben flexible Installationen ohne großen Änderungsaufwand bei notwendigen betrieblichen Anpassungen.

Häufig benötigen elektrische Antriebe in der Startphase eine höhere Leistung als während der übrigen Betriebszeit. Der Betrieb wechselt zwischen Vollast, Teillast und Leerlauf. Bremsenergie wird meist nur in Wärme umgewandelt. Ein Frequenzumrichter kann bei diesen Betriebsarten zu beträchtlicher Energieeinsparung führen. Durch Sensorik kann die Förderstrecke überwacht werden, um Informationen zu erfassen und über eine speicherprogrammierbare Steuerung mit anderen Kriterien und Betriebszuständen zu verknüpfen. Auf diese Weise kann die Motorenleistung dem gewünschten Materialfluss genau angepasst werden. Durch die Parametrierung der Umformer lassen sich Funktionen wie Rückbegrenzung einstellen. Damit wird ein sanftes Starten und Bremsen für empfindliche Güter ermöglicht.

Die Angebote der Initiative EnergieEffizienz.

Die Fördertechnik ist eine in Industrie und Gewerbe weit verbreitete Technologie. Dabei bestehen in diesem Bereich erhebliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz: meist können in den Betrieben der Stromverbrauch – und damit die Kosten – um 5 bis 50 Prozent gesenkt werden. Die meisten Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von weniger als zwei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 20 Prozent wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen. Die *Initiative EnergieEffizienz* will mit diesen Faktenblättern einen Beitrag zur Erschließung dieser Potenziale leisten.

Neben der Fördertechnik bestehen auch in weiteren Bereichen oft große Effizienzpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben aller Branchen. Daher bietet die *Initiative EnergieEffizienz* über das Thema Fördertechnik hinaus auch in weiteren Bereichen umfassende Informationen und praxisnahe Unterstützung für Unternehmen, die Strom effizienter nutzen und Kosten einsparen möchten. Das Angebot richtet sich insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen. Näheres zu diesen Angeboten finden Sie im Internetportal www.industrie-energieeffizienz.de.

Die *Initiative EnergieEffizienz* steht für effiziente Stromnutzung in allen Verbrauchssektoren und ist eine in dieser Form einmalige Public-Private-Partnership: Mit zielgruppenspezifischen Kampagnen und Projekten werden Endverbraucher in privaten Haushalten, in Industrie und Gewerbe sowie im Dienstleistungssektor über die Möglichkeiten des effizienten Stromeinsatzes informiert und zum energieeffizienten Handeln motiviert.

Näheres zu den Angeboten in diesen Sektoren finden Sie unter www.initiative-energieeffizienz.de.

Die *Initiative EnergieEffizienz* wird getragen von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) sowie den Unternehmen der Energiewirtschaft – EnBW Energie Baden-Württemberg AG, E.ON AG, RWE AG und Vattenfall Europe AG und wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Eine Initiative von



Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Impressum:

Informationsblätter
Fördertechnik

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH
(dena)
Energieeffizienz im
Elektrizitätsbereich
Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

Kontakt:

Tel: +49 (0)30 72 61 65- 600

Tel: +49 (0)30 72 61 65- 699

E-Mail: info@dena.de

Internet:

www.industrie-energieeffizienz.de
www.dena.de

Autor:

Dipl.-Ing. Günther Volz

Abbildungen sofern nicht anders
gekennzeichnet:

Dipl.-Ing. Günther Volz