

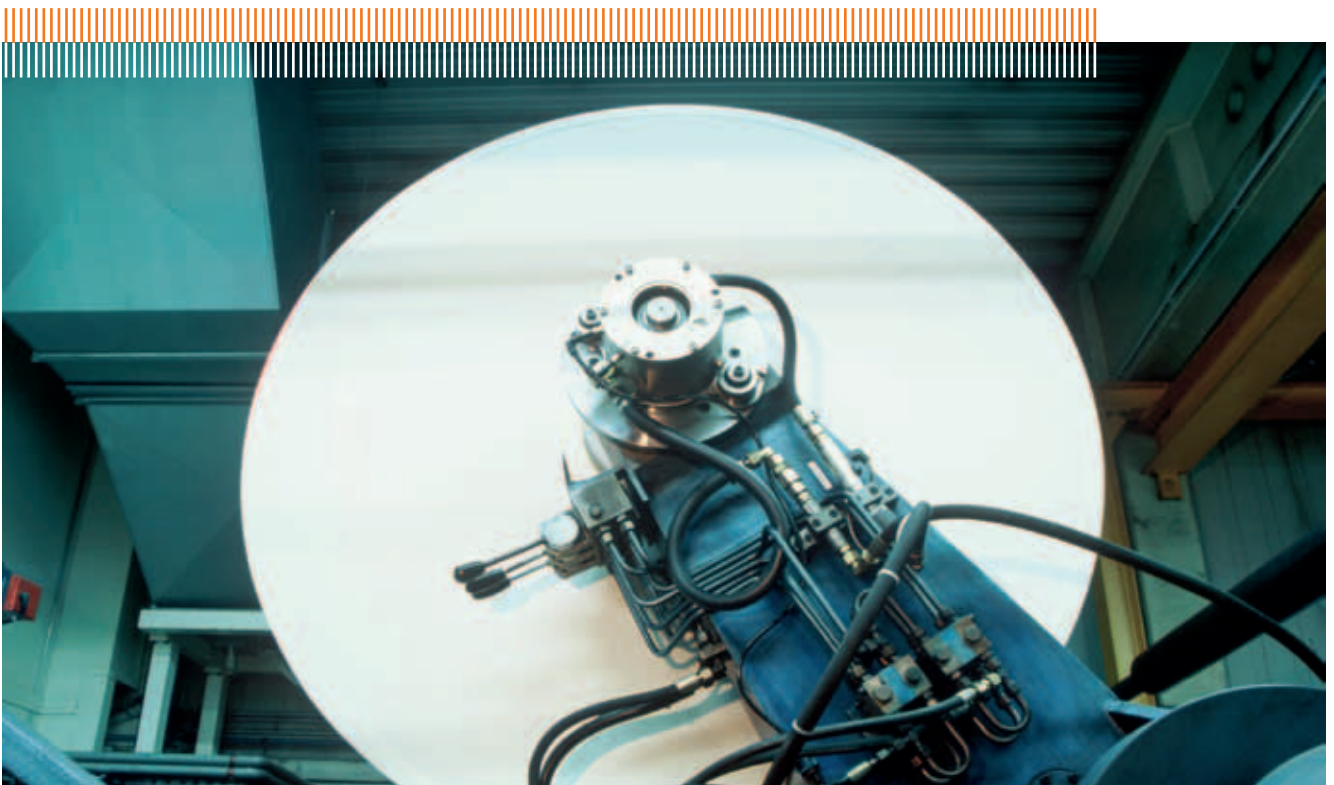
Elektrische Antriebe

Potenziale zur Energieeinsparung

Antriebstechnik optimieren, Energieverbrauch senken

In der Industrie sorgen elektrische Antriebe für etwa 70 % des Stromverbrauchs – beispielsweise für Maschinen, Förderbänder, Pumpen und Kompressoren. Im Vergleich zu den Primärenergieträgern Gas, Kohle oder Öl liegt der Wirkungsgrad von Strom jedoch nur bei 30 %. Es entstehen also enorme Verluste bei der Stromerzeugung und beim Transport zum Verbraucher, die sich selbst mit hocheffizienter Energietechnik nicht vermeiden lassen. Ein hoher Stromverbrauch ist deshalb im Hinblick auf die betriebliche Energieeffizienz immer eine Schwachstelle. Nach wie vor ist elektrischer Strom die teuerste Nutzenergie. Die Analyse und Senkung der Stromkosten ist daher ein ökonomisch besonders sinnvoller Schritt bei der Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs im Betrieb.

Aufgrund des hohen Anteils am Stromverbrauch ist die Überprüfung der elektrischen Antriebe im gesamten Unternehmen und die gezielte Modernisierung der Anlagen eine dringende Aufgabe. Neben den elektrischen Antrieben selbst spielen zudem einige weitere Faktoren eine wichtige Rolle. Dazu gehören die richtige Dimensionierung, die bedarfsgerechte Regelung, die Prozessoptimierung und die Energieeffizienz der nachgeschalteten Komponenten wie beispielsweise der Getriebetechnik. Es ist erforderlich, all diese Aspekte einzubeziehen und ein Gesamtkonzept zur Verbesserung zu entwickeln. Eine durchdachte, konsequente Optimierung mit gezielten Investitionen bringen eine erhebliche Senkung des Stromverbrauchs und trotz Anschaffungskosten dauerhaft eine Kosteneinsparung. Es handelt sich daher um ein ökonomisch und ökologisch lohnendes Vorhaben.



Den technischen Fortschritt nutzen

Bei Maschinen und elektrischen Antrieben sind in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte erzielt worden und das natürlich auch bei der Reduzierung des Energieverbrauchs. Fest steht: Moderne Anlagentechnik ist deutlich sparsamer als ältere Systeme. Vor diesem Hintergrund ist es nicht nur für die Leistungsfähigkeit und Produktivität förderlich, sondern auch hinsichtlich der Energiekosten sinnvoll, die Anlagentechnik möglichst auf dem neuesten Stand zu halten. Sind stark überalterte Systeme vorhanden, dann kann sich die Investition in Neuanlagen zu einem Großteil allein durch die Verringerung der Betriebskosten rechnen.

Bei einem Standardmotor mit einer jährlichen Nutzungsdauer von circa 3.000 Betriebsstunden entfallen weniger als 3 % der Gesamtkosten – bezogen auf den Lebenszyklus – auf die Anschaffung und mehr als 95 % auf den Energieverbrauch. Trotz höherer Anschaffungskosten lohnt sich also die Investition in besonders energieeffiziente Antriebstechnik. Berechnungen des ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V.) und VDEW (Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke) zufolge liegt das Einsparpotenzial in diesem Bereich in den deutschen Unternehmen bei 10 % des gesamten industriellen Stromverbrauchs.

Die verschiedenen Elektromotoren unterscheiden sich zum Teil erheblich in ihren Wirkungsgraden und Anschaffungspreisen. Daher ist es wichtig, vor einer anstehenden

Modernisierung den Bedarf genau zu analysieren. Einen bedeutenden Faktor für die Auswahl eines Elektromotors stellt der Motorwirkungsgrad dar, dieser ist stark vom Leistungsdurchsatz beeinflusst. Das hat zur Folge, dass die erzielbaren Wirkungsgrade mit der Leistungsgröße der Motoren zunehmen, gleichzeitig aber auch von der effektiven Belastung abhängen. Eine Überdimensionierung der Leistung ist jedoch zu vermeiden, denn sie ist unwirtschaftlich – bei der Anschaffung und auch dauerhaft beim Betrieb.

Geht es um hocheffiziente Motoren, ist noch ein weiterer Aspekt zu beachten. Denn hocheffiziente Motoren erfordern mehr Rohstoffe. Um den Wirkungsgrad bei 50 Hz Netzfrequenz zu steigern, muss insbesondere mehr Kupfer eingesetzt werden, der allerdings am Weltmarkt immer teurer wird. Bei Wechselstrom-Motoren gibt es das Phänomen, das sich mit steigender Frequenz der Wirkungsgrad des Motors verbessert. So kann beispielsweise ein kleinerer Motor der Effizienzklasse IE1, der mit 87 Hz betrieben wird, anstelle eines größeren Motors mit 50 Hz eingesetzt werden, was zu einer deutlichen Verbesserung des Wirkungsgrades führt. Forscher gehen sogar davon aus, dass zukünftig Wechselstrom-Motoren mit bis zu 150 Hz betrieben werden können, das setzt allerdings einen Sondermaschinenbau voraus.



Effizienzklassen der Motoren beachten

Am 22. Juli 2009 wurden von der Europäischen Kommission neue Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren verabschiedet (Verordnung EG Nr. 640/2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG). Diese Verordnung löst die bis dahin auf freiwilliger Basis vereinbarte dreistufige EFF-Skala des CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics) ab. In der vorherigen dreistufigen Skala wurden alle 2- und 4-poligen Drehstrom-Motoren mit Niederspannung von 1 bis 100 kW in Standardausführung entsprechend ihres Wirkungsgrades in EFF3 bis EFF1 klassifiziert. Die EFF1 wies dabei den höchsten Wirkungsgrad aus.

Die neue Verordnung legt jetzt die Effizienzklassen IE1 bis IE3 fest. IE1 steht für Standardwirkungsgrad, IE2 für gehobenen Wirkungsgrad und IE3 für Premium-Wirkungsgrad. Die Klassifizierungen sind im Anhang der Verordnung aufgelistet. Die Effizienzklasse IE1 entspricht etwa der alten EFF2.

In der neuen Verordnung werden alle Standardanwendungen für Drehstrom-Motoren mit folgenden Kriterien erfasst:

- 2- bis 6-polig
- Nennspannung bis 1.000 V
- Nennausgangsleistung ab 0,75 bis 375 kW
- Auslegung für den Dauerbetrieb

Nicht erfasst werden:

- Motoren, die dafür ausgelegt sind, ganz in eine Flüssigkeit getaucht betrieben zu werden
- Motoren, die vollständig in ein Produkt integriert sind und deren Effizienz nicht unabhängig von diesem Produkt erfasst werden kann
- Bremsmotoren mit einer elektromechanischen Bremseinheit

Zudem werden Motoren nicht erfasst unter speziellen Einsatzbedingungen wie

- in Höhen über 1.000 m
- bei Umgebungstemperaturen $> 40\text{ °C}$
- bei Betriebshöchsttemperaturen $> 400\text{ °C}$
- bei Umgebungstemperaturen $< -15\text{ °C}$ ($< 0\text{ °C}$ bei luftgekühlten Motoren)
- bei Kühlflüssigkeitstemperaturen $< 5\text{ °C}$ oder $> 25\text{ °C}$
- in explosionsgefährdeten Bereichen



Im Artikel 3 (Ökodesign-Anforderungen) der Verordnung werden die neuen Anforderungen an die Effizienz in einem Stufenplan festgelegt:

- Ab dem 16. Juni 2011 dürfen nur noch Motoren der Effizienzklasse IE2 eingesetzt werden.
- Zum 1. Januar 2015 kommt eine weitere Verschärfung der Anforderungen hinzu. Ab diesem Zeitpunkt dürfen nur noch Motoren, die eine Nennleistung von 7,5 bis 375 kW haben, mit der Effizienzklasse IE3 eingesetzt werden. Werden Motoren mit der IE2 eingesetzt, dann müssen diese zusätzlich mit einer Drehzahlregelung ausgestattet sein.
- Ab dem 1. Januar 2017 wird diese Regelung auch auf Motoren von 0,75 bis 7,5 kW erweitert.

Ab dem 16. Juni 2011 müssen die Hersteller zudem umfangreiche Produktinformationen zu den Motoren bereitstellen, und zwar

- in den technischen Unterlagen zu Motoren
- in den technischen Unterlagen zu Produkten, in die Motoren eingebaut sind
- auf frei zugänglichen Internetseiten der Motorenhersteller
- auf frei zugänglichen Internetseiten der Hersteller von Produkten, in die Motoren eingebaut sind

Auf dem Leistungsschild des Motors müssen folgende Angaben dauerhaft kenntlich gemacht werden:

- Nenneffizienz bei 100 %, 75 % und 50 % der Nennlast und Nennspannung
- Effizienzniveau IE2 oder IE3
- Herstellungsjahr

Werden im Betrieb neue Maschinen oder Anlagen installiert, sollte mit den Herstellern oder den Errichtern der Anlagen die Möglichkeit des Einsatzes von hocheffizienten Motoren erörtert werden. Da heutige Standardmotoren bereits der Klasse IE1 entsprechen müssen, sind die zu erwartenden Einsparungen nicht so hoch, wie beim Austausch von Motoren in Altanlagen.

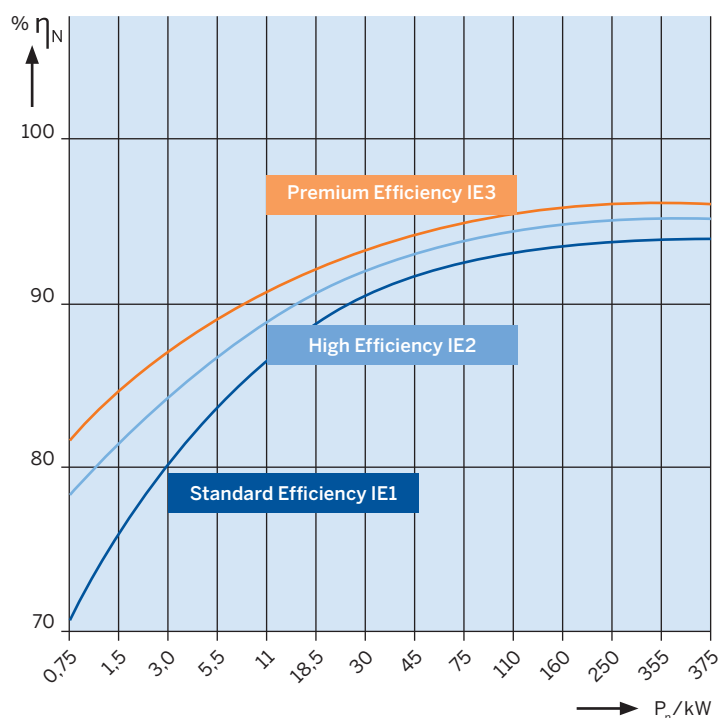
Wann sich eine Umrüstung auf effizientere Motoren lohnt, muss im Einzelnen betrachtet werden. Wichtige Kriterien dafür sind vor allem

- die Investitionskosten
- die Betriebszeiten der Motoren
- die zu erwartenden Einsparungen an Energie und Kosten
- eventuell geplante Ersatzinvestitionen

In der Grafik sind die drei Wirkungsgradklassen für einen 4-poligen Motor für 50 Hz Nennfrequenz grafisch dargestellt.

Effizienzklassen gemäß DIN EN 60034-30

Effizienzklassen IE1 bis IE3 bei einem 4-poligen 50-Hz-Motor, Einteilung in drei Wirkungsgradklassen gemäß IEC 60034-30



Das komplette Antriebskonzept überprüfen

Wesentlich im Hinblick auf die Energieeffizienz ist neben den Wirkungsgraden der Motoren aber auch das gesamte Antriebskonzept und die Anpassung des Antriebssystems an die tatsächlichen, häufig wechselnden Betriebsanforderungen. Verfügt die Antriebstechnik über eine Drehzahlregelung, dann kann immer das notwendige Drehmoment des Antriebs für den Betrieb der Anlage eingestellt werden. Das verhindert unnötige Leerlaufverluste. Mit innovativen Antriebskonzepten können Einsparpotenziale bis zu 40 % ausgeschöpft werden.

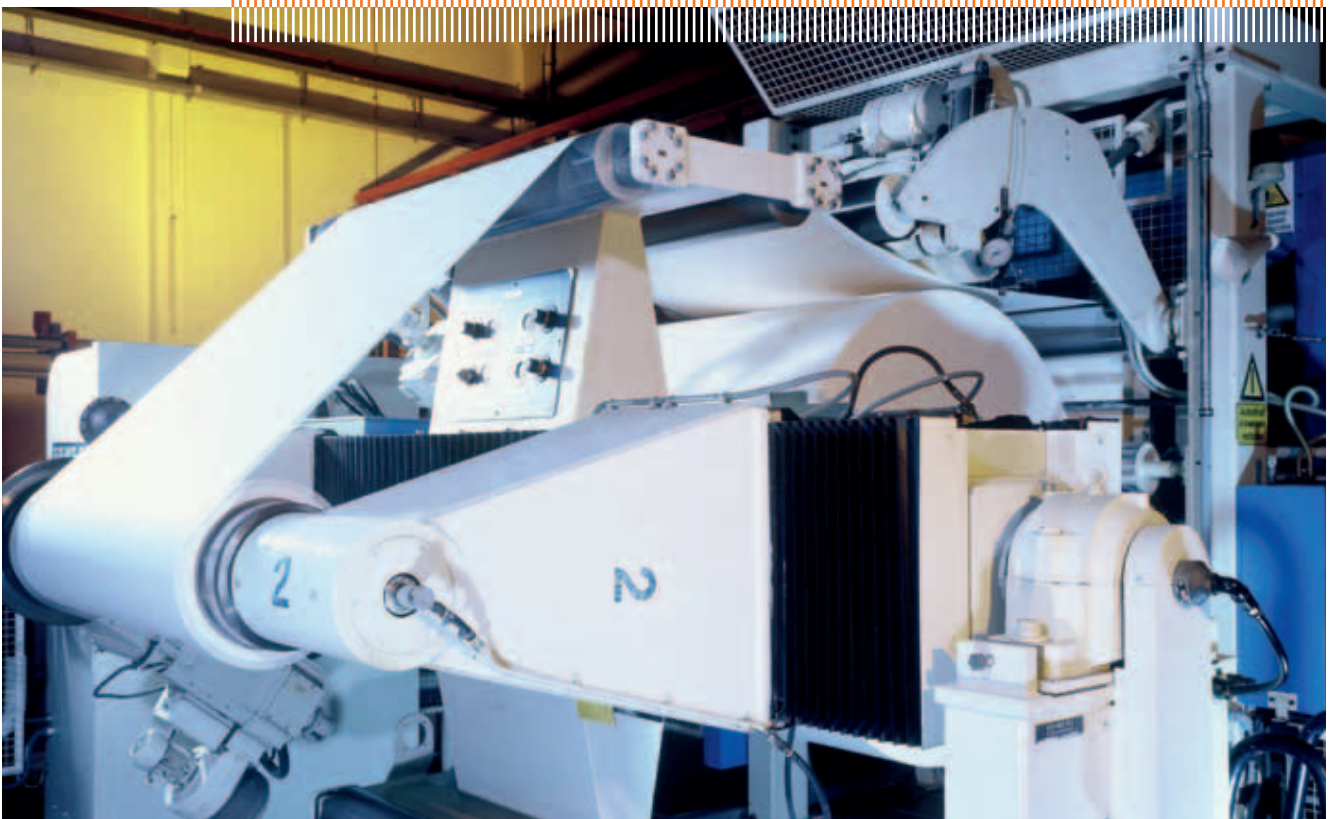
Polumschaltbare Motoren mit den dazugehörigen Schalteinrichtungen sind jedoch um circa 50 % teurer als Motoren mit nur einer Drehzahl. Motoren mit Frequenzumrichter sind um das Drei- bis Fünffache teurer als Motoren gleicher Baugröße mit konstanter Drehzahl. Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung ist daher zu prüfen, was sich für eine Kapitalrückflusszeit ergibt. Für die Einschätzung sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

- Lastverlauf
- Motorleistung
- jährliche Benutzungsstunden
- Umfang der Investition
- Strompreis und -kosten

Nach einer Schätzung des ZVEI-Fachverbandes Automation sind in Deutschland bisher nur 12 % der installierten elektrischen Antriebe in Produktionsanlagen und -maschinen mit einer elektronischen Drehzahlregelung ausgestattet. Eine Anschaffung lohnt sich langfristig auf jeden Fall. Die Amortisationszeiten liegen je nach den jährlichen Betriebszeiten der Anlagen zwischen 12 und 18 Jahren.

Zusammenfassend lassen sich folgende Maßnahmen zur Optimierung der Antriebstechnik beziehungsweise ihrer Nutzung auflisten:

- der Einsatz hocheffizienter Motoren bei hohen Betriebsstunden
- der Austausch von überdimensionierten Antrieben
- die Drehzahlregelung von Motoren mit stark wechselnden Belastungen
- das bedarfsgerechte Zu- und Abschalten von Motoren
- die Vermeidung großer Masseträgheiten bei bewegten Teilen, um lange Hochlaufzeiten und damit verbundene Verluste zu vermeiden
- die Versteigerung des Prozessablaufs, um die im Prozess gespeicherte Energie nicht zu häufig auf- und abbauen zu müssen



Den Wirkungsgrad des Gesamtsystems erhöhen

Über die Effizienz eines Antriebs entscheidet aber nicht der Motor allein. Auch bei den Getrieben gibt es große Unterschiede, speziell was den Wirkungsgrad angeht. Dabei spielt die Fertigungsqualität eine entscheidende Rolle. Wer das billigste Angebot kauft, muss unter Umständen mit höheren Folge- also Energiekosten rechnen. Auch auf die Bauart kommt es an, weil die Wirkungsgrade unterschiedlich sind. Favorisiert werden sollten immer Direktantriebe, da diese verlustfrei laufen. Sind diese nicht einsetzbar, dann sollten Hochleistungsgetriebe verwendet werden. Kraftübertragungen mit Keilriemen sind weitgehend zu vermeiden. Bei einer optimierten Kraftübertragung sind Einsparungen bis zu 40 % möglich.

In den Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen sowie im Trink- und Brauchwasserbereich können effiziente, regelbare und richtig dimensionierte Antriebe Strom sparen. So können Hocheffizienzpumpen in den Verteilkreisläufen von Heizung, Warmwasser und Klimatisierung trotz höherer Anschaffungskosten mittelfristig die Betriebs-

kosten bedeutend senken. Durch die Reduzierung des Energieverbrauchs helfen sie auch dabei, Ressourcen zu schonen und die Umwelt zu entlasten.

Innovativ sein und Bremsenergie nutzen

Eine weitere Möglichkeit, die Effizienz von elektrischen Antriebssystemen zu verbessern, ist die Nutzung der Bremsenergie. Was in der Transporttechnik, speziell bei Schienenfahrzeugen schon seit Jahren Stand der Technik ist, soll nun auch im Maschinen- und Anlagenbau Einzug halten. In den bisherigen Antriebsregelungen wurde die Bremsenergie über Widerstände in Wärme umgesetzt. Diese musste von Lüftern und Klimageräten im Schaltschrank abgeführt werden. Da die Energiekosten für den Betrieb von elektrischen Antriebssystemen ein immer bedeutsamerer Faktor wird, bieten einige Hersteller bereits Antriebsregelungen an, bei denen die Bremsenergie dem Stromnetz wieder zugeführt wird. Damit reduzieren sich nicht nur die Betriebskosten. Mit dieser Technik wird auch ein Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen geliefert.



Impressum

EnergieAgentur.NRW
c/o Ministerium für Wirtschaft,
Mittelstand und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen
Haroldstraße 4
40213 Düsseldorf
Telefon: 01803/19 00 00*
E-Mail: info@energieagentur.nrw.de
www.energieagentur.nrw.de

©EnergieAgentur.NRW 05/2010

*(9 ct/Min. aus dem deutschen Festnetz;
Mobilfunk max. 42 ct/Min.)

Informationen zum Thema

EnergieAgentur.NRW
Ansprechpartner: Matthias Kabus
Kasinostraße 19–21
42103 Wuppertal
E-Mail: kabus@energieagentur.nrw.de

Gestaltung

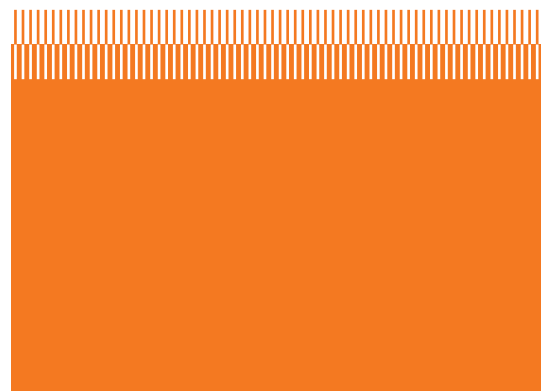
www.designlevel2.de

Bildnachweis

Titelseite/
Seite 2/6/7: Jörg Lange
Seite 3: Fotolia/Thomas Weitzel
Seite 4: Fotolia/Thomas Haltinner

Stand

05/2010



EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW fungiert als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, der technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Die EnergieAgentur.NRW steht als zentraler Ansprechpartner des Landes NRW in allen Fragen rund um das Thema Energie zur Verfügung. Neben anderen Instrumenten beraten und informieren Ingenieure der EnergieAgentur.NRW über energetische Schwachstellen. Die Ingenieure beraten zu Fördermöglichkeiten, Energiemanagement, helfen Unternehmen bei der Minderung der Energiekosten und tragen somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.

Diese Broschüre wurde auf 50 % Recycling- und 50 % FSC-Fasern gedruckt.



Diese Broschüre wurde klimaneutral gedruckt.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung