



INITIATIVE
EnergieEffizienz+
Industrie & Gewerbe



Ratgeber.

Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign- Richtlinie.

Inhalt.

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Energieeffizienz bei Motoren. | 3 |
| | Einführung · Verluste und Wirkungsgrad. | |
| 2 | Energieeffizienzklassen. | 5 |
| | Klassifizierung · Neue Prüfverfahren · Neue Energieeffizienzklassen · EU-Verordnung Elektromotoren. | |
| 3 | Energieeffizienzsteigerung. | 7 |
| | Systemoptimierung · Wartung · Wirtschaftlichkeit von Motoren. | |
| 4 | Anhang. | 9 |
| | Ökodesign-Richtlinie und Durchführungsmaßnahmen · EU-Verordnung zu Elektromotoren · Begriffsbestimmungen · Abkürzungen · Quellenangaben. | |

Einführung.

Auf elektrisch angetriebene Systeme entfallen circa 70 Prozent des Stromverbrauchs von Industrie und produzierendem Gewerbe. Aus Kostengründen und mit Blick auf die Erfordernisse des Klimaschutzes ist es notwendig, die Effizienz elektrischer Antriebe zu steigern. Denn die Entwicklungen in der Motortechnik machen es möglich: Die Energieeffizienz elektrischer angetriebener Systeme kann auf wirtschaftlichem Weg um 20 bis 30 Prozent verbessert werden. Damit kann die Nutzung energieeffizienter Motoren zu einem wichtigen Faktor bei der Verminderung des industriellen Stromverbrauchs werden (EU-Verordnung zu Elektromotoren, [Quelle 1]).

In den USA gelten bereits seit Jahren Mindesteffizienzstandards für Motoren. Dort erreichen Hocheffizienzmotoren (IE2) mittlerweile einen Marktanteil von 54 Prozent und die noch effizienteren IE3-Motoren derzeit schon 16 Prozent. Im Gegensatz dazu liegt derzeit in Deutschland und Europa der Anteil der IE3-Motoren noch bei unter einem Prozent. Dabei ließen sich mit effizienteren Elektromotoren allein in Deutschland bis zum Jahr 2020 voraussichtlich circa 27 Milliarden Kilowattstunden (kWh) Strom und somit rund 16 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen einsparen [Quelle 2].

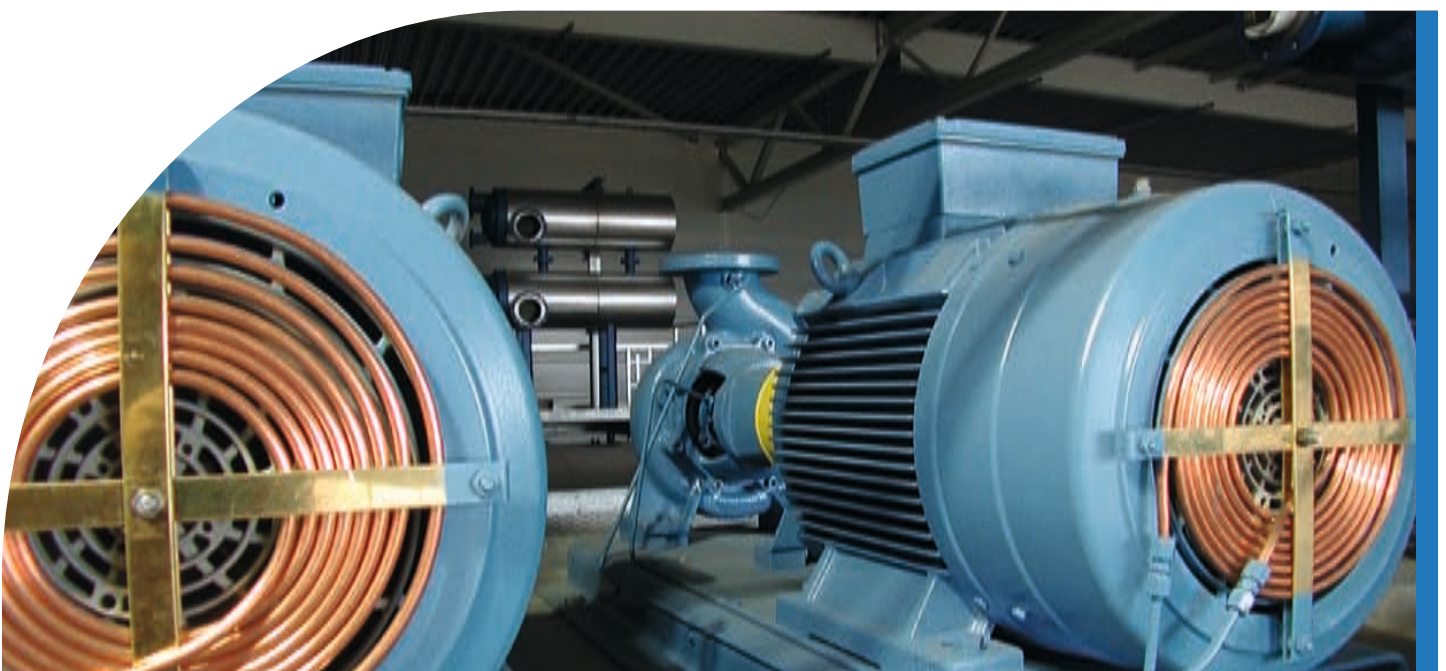
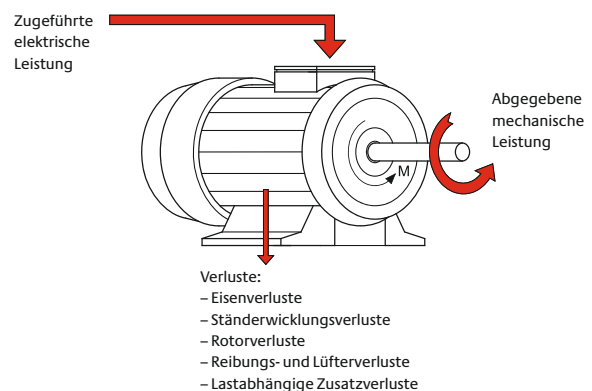
Auf Basis der Ökodesign-Richtlinie [Quelle 3] wurden in Europa verbindliche Regelungen für Motoren und den Einsatz von Frequenzumrichtern sowie neue Energieeffizienzklassen für Motoren entwickelt [Quelle 1].

Verluste und Wirkungsgrad.

Der Wirkungsgrad bei Motoren definiert sich als das Verhältnis der mechanischen Ausgangsleistung zur elektrischen Eingangsleistung (siehe Abbildung 1). Oder anders ausgedrückt: Er bemisst sich an der Höhe der Verluste innerhalb des Motors. Energieeffiziente Motoren haben im Vergleich zu konventionellen Typen circa 40 Prozent geringere Energieverluste.

Abb.1: **Wirkungsgrad und Verluste bei Motoren.**

Definition Wirkungsgrad η [%] = $\frac{\text{abgegebene mech. Leistung}}{\text{zugeführte elektr. Leistung}}$



Kupfer-, Eisen- und Zusatzverluste treten aus unterschiedlichen Ursachen auf: Der Widerstand in den Kupferdrahnten führt beispielweise zu einer Erwärmung der Motorwicklung. Diese Warmenenergie muss abgeführt werden und kann nun nicht mehr für den elektrischen Antrieb genutzt werden. Wird bei der Kupferwicklung an Material gespart, sind die Verluste noch höher. Will man die Wirkungsgradklasse jedoch erhöhen, muss mehr Material, zum Beispiel Kupfer, eingesetzt werden: für jeden Prozentpunkt Wirkungsgradverbesserung etwa drei bis sechs Prozent [Quelle 4].

Eisenverluste entstehen durch die periodische Ummagnetisierung des Stators (sogenannte Hystereseverluste). In der Rotorwicklung entsteht ebenfalls Wärme. Obwohl die Rotorwicklung oft aus Aluminium besteht, spricht man auch hier von Kupferverlusten. Reibungsverluste werden durch Lagerreibung verursacht. Auch die Energie für den Betrieb zum Beispiel eines Läufers kann zu den Verlusten innerhalb des Motors hinzugezählt werden.

Weiterhin entscheiden Art, Nennleistung und Belastung der Motoren über die Verluste der Elektromotoren im Dauerbetrieb. Mit steigender Nennleistung nehmen die relativen Verluste ab: Große Motoren haben wesentlich bessere Wirkungsgrade als kleine. Die Streuung der Wirkungsgrade von verschiedenen Motoren einer Leistungsklasse nimmt ebenfalls mit wachsender Leistung ab. Auch das gewählte Motor-konzept und die effektive Belastung haben Einfluss auf den Wirkungsgrad. Einen höheren Wirkungsgrad als Drehstrom-Kagflafermotoren erzielen Drehstrom-Synchronmotoren mit Permanentmagneten. Hier wird die Erregerleistung durch die eingebauten Magnete gedeckt und nicht dem Netz entnommen. Eine starke Überdimensionierung der Motoren kann hinsichtlich Lebensdauer und Betriebssicherheit Vorteile bringen, sie ist jedoch aus energetischen Gründen nicht sinnvoll, wie sich im Wirkungsgradverlauf der abgegebenen Leistung zeigt (siehe Abbildung 2):

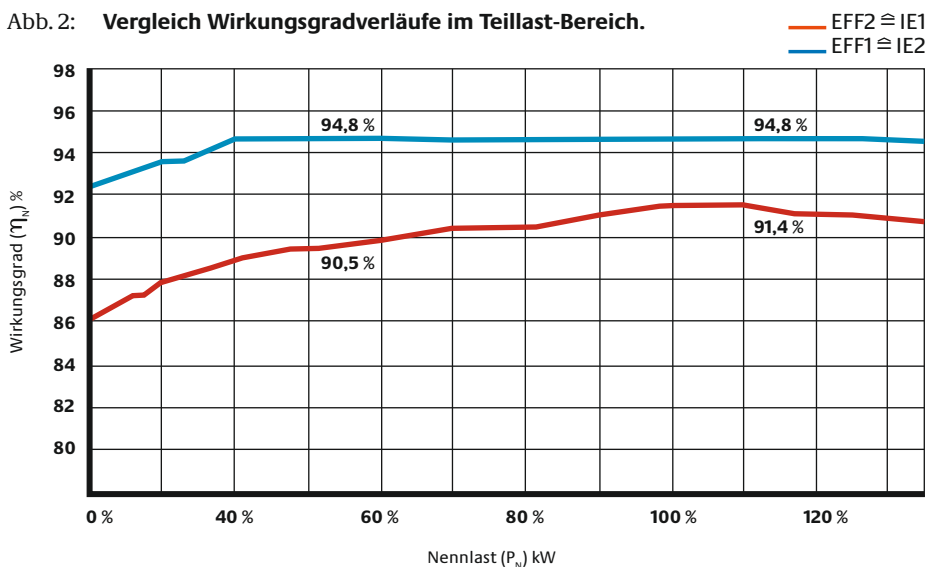
Für eine möglichst gleichbleibend hohe Effizienz von Elektromotoren sind „flache“ Verläufe des Wirkungsgrads von 100 Prozent (Volllast) bis auf 40 Prozent für die meisten Anwendungen sinnvoll (siehe Abbildung 2, Kurve EFF1 bzw. IE2). Bei „steilen“ Wirkungsgradkurven herrschen höhere Verlustleistungen im Teillast-Bereich bei 40 bis 100 Prozent Nennlast (siehe Abbildung 2, Kurve EFF2 bzw. IE1). Die neuen Energieeffizienzklassen (wie zum Beispiel IE1 und IE2) werden im Kapitel 2 erläutert.

Hochwirkungsgrad-Motoren.

Der Wirkungsgrad eines Elektromotors lässt sich in erster Linie verbessern durch:

- Reduktion der Verluste in den Wicklungen. Dies kann durch Vergrößerung des Leiterquerschnitts oder durch geeignete Verbesserungen der Wickeltechnik erreicht werden.
- Einsatz von Dynamoblech mit verbesserten magnetischen Eigenschaften.
- Verbesserung der Luftführung im Motor.
- Verkleinerung der Fertigungstoleranzen.

Abb. 2: Vergleich Wirkungsgradverläufe im Teillast-Bereich.



Klassifizierung.

Elektrische Antriebe werden nach ihrem Wirkungsgrad klassifiziert. In Abstimmung zwischen dem europäischen Herstellerverband CEMEP für elektrische Maschinen und Leistungselektronik und der Generaldirektion Energie der Europäischen Kommission wurden Elektromotoren bereits seit einigen Jahren in Effizienzklassen eingeteilt. Danach gab es für Drehstrommotoren im Leistungsbereich zwischen 1,1 und 90 kW (nur 2- und 4-polige Motoren) drei EFF-Klassen (EFF = Efficiency), die sich durch unterschiedliche Grenzkurven definieren. Herstellererklärungen bescheinigen die Einhaltung der geforderten Grenzwerte wie folgt:

- EFF1:** Hocheffizienter Motor
- EFF2:** Im Wirkungsgrad verbesserter Motor
- EFF3:** Entspricht den derzeit auf dem Markt befindlichen üblichen Wirkungsgraden

Die Effizienzklasse des Motors gemäß IEC 60034-2 (siehe auch „Neue Prüfverfahren“) wird mittels Nennausgangsleistung (PN), Nennspannung (UN) und Nennfrequenz (fN) ermittelt.

Neue Prüfverfahren.

Zwei neue Normen für energieeffiziente Motoren gab die Internationale Elektrotechnische Kommission (International Electrotechnical Commission, ein internationales Normungsgremium für Elektrotechnik) im September 2007 heraus:

Durch die IEC/EN 60034-2-1 wurden neue Regeln für die Prüfverfahren festgelegt, die zur Ermittlung von Motorverlusten und Wirkungsgraden anzuwenden sind. Darin werden präzisere Effizienzwerte verlangt. Die sich daraus ergebenden Wirkungsgrade unterscheiden sich von denen der vorherigen Prüfnorm IEC 60034-2:1996. Somit sind die Wirkungsgrade aus den unterschiedlichen Prüfverfahren nicht miteinander vergleichbar!

Die neue Norm löst die bisherige Norm EN 60034-2:1996 ab und kann seit September 2008 angewandt werden. Die alte Norm wird ab November 2010 ungültig. Hersteller werden daher für eine Übergangszeit beide Kennzeichnungen und Wirkungsgrade angeben. Zusatzverluste setzt die neue Messnorm nicht mehr pauschal (mit 0,5 Prozent) an, sondern erfordert individuelle Messungen. Außerdem sinken die nominalen Wirkungsgrade von EFF1 zu IE2 bzw. EFF2 zu IE1, obwohl sich technisch und physisch an den Motoren nichts ändert (siehe auch „Neue Energieeffizienzklassen“).

Neue Energieeffizienzklassen.

Im September 2008 wurden durch die IEC 60034-30 drei neue IE-Effizienzklassen für eintourige 3-Phasen-Käfigläufer-Asynchronmotoren definiert.

Im Gegensatz zu den bisherigen EFF-Klassen für 2- und 4-polige Asynchronmotoren von 1,1 bis 90 kW Leistung gelten die neuen, weltweit harmonisierten Klassen (IE-Code) für fast alle Niederspannungs-Drehstrommotoren im Leistungsbereich von 0,75 bis 375 kW.

Weitere Unterschiede gegenüber der alten EFF-Klassifizierung:

- 50-Hz- und 60-Hz-Motoren
- 2-, 4- und 6-polige Motoren
- größerer Nennleistungsbereich (siehe Abbildung 3)
- Daten auf dem Typenschild (Energieeffizienzklasse + Wirkungsgrad in Prozent)

Damit umfassen die neuen Effizienzklassen einen erweiterten Bereich an Netzfrequenzen, Motordrehzahlen, Leistungsbereichen sowie eine klare Kennzeichnung.

IE-Effizienzklassen:

- IE1 = Standard-Wirkungsgrad** = Standard Efficiency, entspricht in etwa dem bisherigen europäischen EFF2
- IE2 = Hoher Wirkungsgrad** = High Efficiency, entspricht in etwa dem bisherigen europäischen EFF1
- IE3 = Premium-Wirkungsgrad** = Premium Efficiency, neue Effizienzklasse in Europa, identisch mit „NEMA Premium“ in den USA für 60 Hz
- IE4 = Super Premium** (zurzeit kaum auf dem Markt verfügbar)

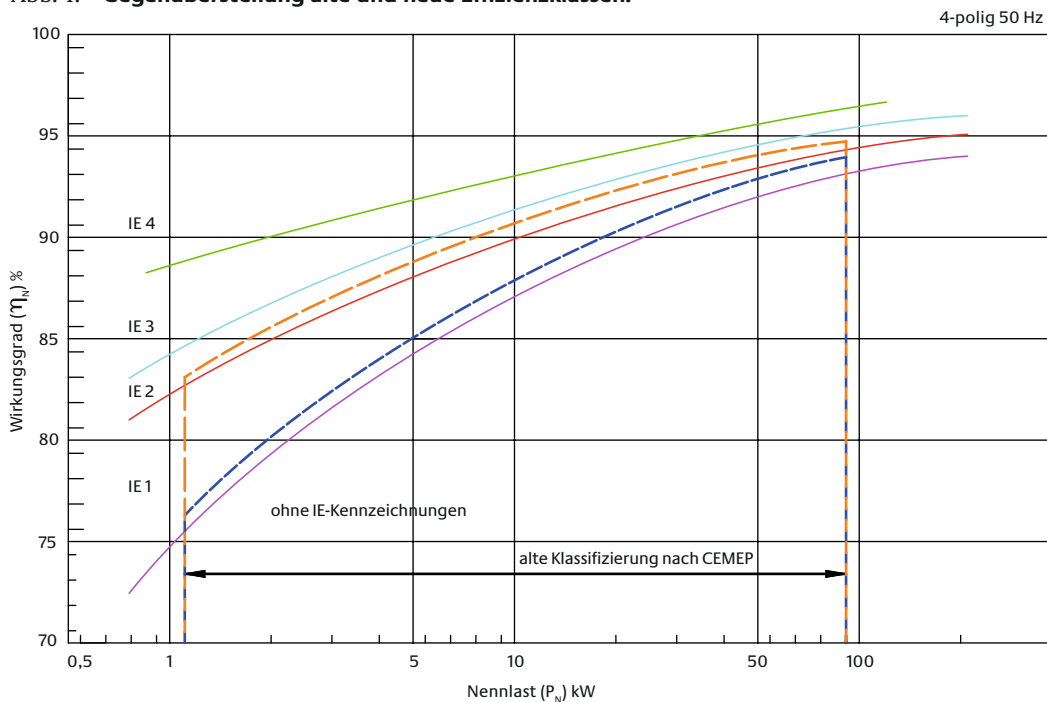
Abb. 3: **Gegenüberstellung der neuen IE-Effizienzklassen mit der Klassifizierung nach CEMEP (EFF-Klassen).**

| Neue IE-Wirkungsgradklassen | | Alte IE-Wirkungsgradklassen nach CEMEP | |
|-----------------------------|---------------------|--|--------|
| Wirkungsgrad | IE-Code | Wirkungsgrad | Klasse |
| Super Premium | IE 4 | – | – |
| Premium | IE 3 | – | – |
| Hoch | IE 2 | hoch | EFF 1 |
| Standard | IE 1 | verbessert | EFF 2 |
| unter Standard | keine Kennzeichnung | normal | EFF 3 |

Die Norm definiert die Anforderungen der Wirkungsgradklassen und sorgt damit für eine international harmonisierte Regelung. Sie bestimmt aber nicht, welche Motoren und Mindestwirkungsgrade zum Einsatz kommen müssen. Dies obliegt der jeweiligen Gesetzgebung.

Die gesetzlichen Anforderungen der Europäischen Union sind gemäß den Tabellen 2 und 3 in der Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009 Anhang I definiert.

Abb. 4: Gegenüberstellung alte und neue Effizienzklassen.



In Abbildung 4 sind die Wirkungsgradverläufe der alten und der verbesserten, neuen Energieeffizienzklassen gegenübergestellt. Die Grenzwerte von IE1 und IE2 wurden leicht abgesenkt (vorher gestrichelte Linien), um die gewünschte Kompatibilität mit den alten Klassen EFF1 und EFF2 zu erhalten. Ein heutiger 4-poliger 11-kW-EFF1-Motor mit 91,0 Prozent Wirkungsgrad ist mit einem physikalisch unveränderten zukünftigen IE2-Motor mit 89,8 Prozent Wirkungsgrad identisch. Die Wirkungsgrad-Differenz ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden.

Somit dürfen ab dem 16. Juni 2011 im Leistungsbereich 0,75–375 kW nur noch hocheffiziente Elektromotoren der **Energieeffizienzklasse IE2** in Verkehr gebracht werden. Motoren der bisherigen Effizienzklasse EFF2 bzw. die ineffizienten IE1-Motoren dürfen nicht mehr in den Handel kommen.

Ab Januar 2015 dürfen Motoren der **Effizienzklasse IE2** im Leistungsbereich 7,5–375 kW nur noch mit **Drehzahlregelung** (Frequenzumrichter) in Betrieb genommen werden. Ab Januar 2017 gilt dies auch für Elektromotoren des Leistungsbereichs 0,75–7,5 kW.

EU-Verordnung Elektromotoren.

Die Europäische Kommission hat am 11. März 2009 auf der Basis der Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG eine Verordnung zur Festlegung von Anforderungen an Elektromotoren verabschiedet [Quelle 1]. Damit gibt es in Europa erstmals verbindliche Regelungen für Motoren und den Einsatz von Frequenzumrichtern.

In dieser Verordnung werden für die verschiedenen Leistungsklassen folgende IE-Effizienzklassen als gesetzliche Mindestenergieeffizienzstandards vorgegeben:

- Leistungsklasse 0,75–375 kW: mindestens IE2 **ab 16. Juni 2011**
- Leistungsklasse 7,5–375 kW: mindestens IE3 oder IE2 mit Frequenzumrichter **ab 1. Januar 2015**
- Leistungsklasse 0,75–375 kW: mindestens IE3 oder IE2 mit Frequenzumrichter **ab 1. Januar 2017**

Motoren mit den neuen Klassen IE1, IE2 und IE3 können schon jetzt in den Handel kommen und müssen bereits nach den neuen Verfahren gemäß der EN 60034-2-1 gemessen werden. Die alten europäischen Bezeichnungen (EFF3, EFF2 und EFF1) sind derzeit noch gültig, werden aber nach und nach durch die neuen IE-Klassen ersetzt.

Systemoptimierung.

Elektrisch angetriebene Systeme haben häufig ein wirtschaftliches Stromeinsparpotenzial von 20 bis 30 Prozent und mehr. Zur Optimierung von Stromkosten und Stromverbrauch sollte stets eine Gesamtbetrachtung des Antriebssystems mit Umrichter, Motor, Getriebe und Antriebsmaschine erfolgen.

Der Austausch eines älteren Motors (4-polig, 30 kW, Wirkungsgrad 85 Prozent) durch einen energieeffizienteren Motor ermöglicht bereits folgende Energieeinsparungen [Quelle 5]:

- 6,4% bei Einsatz eines Motors der Klasse IE1
- 7,3% bei Einsatz eines Motors der Klasse IE2
- 8,6% bei Einsatz eines Motors der Klasse IE3

Hohe Regelungsverluste bei Ventil- oder Schieberdurchflussregelungen sowie die fehlende Abstimmung der Komponenten untereinander und verlustbringende Betriebsbedingungen sind jedoch die Hauptursache für hohen Stromverbrauch. Sorgfältig geplante und betriebene Antriebssysteme können dagegen über die reinen Energiekostensparnisse hinaus eine bessere Auslastung der Anlagen und Produktionsqualität mit geringeren Ausschussquoten herbeiführen.

Wartung.

Regelmäßige Wartungen erhöhen darüber hinaus die Energieeffizienz der Motoren. Oft werden sie aufgrund der bekannten Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Motoren vernachlässigt. Messungen in den USA ergaben aber, dass durch bessere Wartung zwischen drei und zehn Prozent der Stromkosten eingespart werden können. Fachkompetente Wartung verringert die mechanischen Verluste, die eine der Ursachen für unnötig hohen Stromverbrauch sind. Bei schlecht gewarteten Standardmotoren verschlechtert sich der Wirkungsgrad um bis zu zwei Prozent. Elektrische Lagerschäden aufgrund induzierter Wellenspannungen und Hochfrequenz-Ströme, die bei Nachrüstungen mit Frequenzumrichtern entstehen, können durch Filter und Erdungskonzepte im Baukastensystem zur nachträglichen Modifikation von Elektromotoren vermieden werden. Daraus ergibt sich im Betrieb:

- Schutz von Motorlager und Ausrüstungen
- Erhöhte Lebensdauer des Motors
- Verbesserte Systemzuverlässigkeit



Wirtschaftlichkeit von Motoren.

Die Auswahl des elektrischen Antriebs sollte unter dem Gesichtspunkt erfolgen, welche Alternative hinsichtlich der Lebensdauer des Motors am wirtschaftlichsten ist. Innerhalb des Lebenszyklus betragen die höheren Anschaffungskosten jedoch nur wenige Prozentpunkte und amortisieren sich in kurzer Zeit über die eingesparten Energiekosten. Auch die Installationskosten unterscheiden sich kaum, solange es sich um Normmotoren handelt. Bei Transnormmotoren muss in allen Anwendungen darauf geachtet werden, dass die Anschlüsse von Motor und restlichen Komponenten zusammenpassen.

Die Folgekosten übertreffen die Anschaffungskosten eines Motors oft schon im ersten Jahr. Asynchronmotoren haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 12 Jahren im Bereich unter 7,5 kW, von 16 Jahren im Bereich zwischen 7,5 und 75 kW und von etwa 20 Jahren bei Leistungen größer als 75 kW. Angesichts dieser hohen Lebensdauer bestimmen die Wartungs- und vor allem die Energiekosten die Summe der Lebenszykluskosten. Durch hocheffiziente Motoren können die Energiekosten deutlich gesenkt werden. Die größte Stromkostensparnis lässt sich durch eine Optimierung des Gesamtsystems erzielen.

Bei der Beschaffung und der Modernisierungsplanung sind folgende Prioritäten für die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zum Einsatz von Energieeinsparungsmotoren zu setzen:

- IE2-Motoren verwenden, wenn die Laufzeit mehr als 2.000 Stunden pro Jahr beträgt
- hohe Auslastung
- höhere Leistungen vor kleineren Leistungen

In der Abbildung 5 ist ein Beispiel für den Austausch eines älteren Motors (4-polig, 30 kW, Effizienzklasse EFF3, Wirkungsgrad von 85 Prozent) durch einen energieeffizienten Motor der Effizienzklasse IE3 dargestellt. Je nach Betriebsweise sind folgende Energieeinsparungen möglich:

Abb. 5: **Kosteneinsparung durch Einsatz eines Motors der Energieeffizienzklasse IE3 [Quelle 5].**

| Betriebsstunden | 2.000 h/a | 4.000 h/a | 7.000 h/a |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|
| Energieeinsparung* | 5.200 kWh/a | 10.400 kWh/a | 18.200 kWh/a |
| Kosteneinsparung** | 620 €/a | 1.250 €/a | 2.180 €/a |

*Austausch eines Motors mit Wirkungsgrad von 85 Prozent gegen einen Motor der Energieeffizienzklasse IE3.

**Mit einem Strompreis von 12 Cent/kWh gerechnet.

Jedoch erzielt erst die Kombination von Drehzahlregelung (Frequenzumrichter) und Motor den größten Einspareffekt. Die bessere Qualität von energieeffizienten Motoren sorgt gleichzeitig für eine hohe Lebensdauer des Motors. Kostengünstige Wartungsmaßnahmen können sich schon in wenigen Monaten auszahlen, zum Beispiel der Einsatz von besserem und langlebigem Schmieröl im Getriebe.



Ökodesign-Richtlinie und Durchführungsmaßnahmen.

Im Juni 2005 wurde mit der EU-Rahmenrichtlinie 2005/32/EG ein Instrument zur umweltgerechten Gestaltung energiebetriebener Produkte, die sogenannte Ökodesign-Richtlinie, eingeführt. Die Ökodesign-Rahmenrichtlinie 2005/32/EG, deren Neufassung die EU-Kommission bereits Mitte 2008 vorgeschlagen hat, wurde durch eine weiterführende EU-Rahmenrichtlinie (2009/125/EG) ersetzt. Die aktuell gültige Ökodesign-Rahmenrichtlinie betrachtet alle sogenannten „energieverbrauchsrelevanten“ Produkte und ist am 20. November 2009 in Kraft getreten.

Die EU-Rahmenrichtlinie 2009/125/EG (Ökodesign-Richtlinie) ermöglicht es grundsätzlich innerhalb der Europäischen Union, verbindliche Mindestanforderungen im Hinblick auf die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte einzuführen. Konkrete Anforderungen für die einzelnen Produktgruppen können im Zusammenwirken der EU-Institutionen (Kommission, Rat und Parlament) anhand von Verordnungen festgelegt werden. Dabei sollen europaweit einheitliche Mindestenergieeffizienzstandards Energieeffizienzpotenziale erschließen und gleichzeitig eine Zersplitterung des europäischen Markts verhindern.

Insgesamt untersucht die EU-Kommission derzeit 37 Kategorien energieverbrauchsrelevanter Produkte im Hinblick auf mögliche Durchführungsmaßnahmen zur EU-Ökodesign-Richtlinie u. a. unter den Gesichtspunkten von Marktrelevanz, CO₂-Emissionen und Vermeidungskosten. Bis zum zweiten

Quartal 2010 hat die EU für neun Produktgruppen EU-Verordnungen erlassen. Für weitere acht Produktgruppen befinden sich Verordnungen in der Vorbereitung. Es liegen Selbstverpflichtungsvorschläge für zwei Produktgruppen als Alternative zur gesetzlichen Regelung vor.

In Deutschland setzt das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG) die Ökodesign-Richtlinie in nationales Recht um und schafft so den Rechtsrahmen für die Umsetzung der EU-Verordnungen.

Produkte, welche die Anforderungen der jeweiligen EU-Verordnung nicht erfüllen, dürfen im europäischen Binnenmarkt nicht mehr in Verkehr gebracht werden, das heißt erstmalig in der Vertriebskette bereitgestellt werden. Mit der erlassenen EU-Verordnung zu Niederspannungs-Drehstrommotoren gibt es erstmals verbindliche Regelungen für Motoren und den Einsatz von Frequenzumrichtern.



EU-Verordnung zu Elektromotoren.

Weitere Mindestanforderungen an Motoren.

Die Anforderungen der Elektromotoren gelten nicht für:

1. Motoren, die ganz in eine Flüssigkeit eingetaucht betrieben werden
2. Motoren, die vollständig in ein Produkt (zum Beispiel Getriebe, Pumpe usw.) eingebaut sind und deren Energieeffizienz nicht unabhängig von diesem Produkt erfasst werden kann
3. Motoren, die speziell für den Betrieb unter folgenden Bedingungen ausgelegt sind:
 - 3.1 in Höhen über 1.000 Meter über dem Meeresspiegel
 - 3.2 bei Umgebungstemperaturen über 40° C
 - 3.3 bei Betriebshöchsttemperaturen über 400° C
 - 3.4 bei Umgebungstemperaturen unter -15° C (beliebiger Motor) bzw. unter 0° C (luftgekühlter Motor)
 - 3.5 bei Kühlflüssigkeitstemperaturen am Einlass eines Produkts unter 5° C oder über 25° C
 - 3.6 in explosionsgefährdeten Bereichen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG
 - 3.7 Bremsmotoren

Produktkennzeichnungspflicht.

Folgende Produktinformationen sind ab 16. Juni 2011 in den technischen Unterlagen und auf Internetseiten bereitzustellen:

1. Nenneffizienz bei 100, 75 und 50 Prozent der Nennlast und Nennspannung (UN)
2. Effizienzniveau: IE2 oder IE3
3. Herstellungsjahr
4. Name oder Warenzeichen, amtliche Registrierungsnummer und Niederlassungsort des Herstellers
5. Modellnummer des Produkts
6. Zahl der Pole des Motors
7. Nennausgangsleistung(en) oder Nennausgangsleistungsintervall [kW]

8. Nenneingangsfrequenz(en) des Motors (Hz)
9. Nennspannung(en) oder Nennspannungsintervall [V]
10. Nenndrehzahl(en) oder Nenndrehzahlintervall [min⁻¹]
11. relevante Informationen für das Zerlegen, das Recycling oder die Entsorgung
12. Spektrum der Betriebsbedingungen, für die der Motor speziell ausgelegt ist:
 - 12.1 Höhen über dem Meeresspiegel
 - 12.2 Umgebungslufttemperaturen, auch für Motoren mit Luftkühlung
 - 12.3 Kühlflüssigkeitstemperatur am Einlass des Produkts
 - 12.4 Betriebshöchsttemperatur
 - 12.5 explosionsgefährdete Bereiche

Die unter den Punkten 1, 2 und 3 genannten Informationen sind dauerhaft auf oder nahe dem Leistungsschild anzugeben. Informationen zur Ausrüstung von Motoren mit einer Drehzahlregelung, die nicht das Effizienzniveau IE3 erreichen, sind sichtbar auf dem Leistungsschild und in den technischen Unterlagen des Motors anzugeben:

- a) ab dem 1. Januar 2015 für Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 7,5-375 kW
- b) ab dem 1. Januar 2017 für Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 0,75-375 kW

Die Hersteller machen in den technischen Unterlagen Angaben zu etwaigen besonderen Sicherheitsvorkehrungen für Motoren mit Drehzahlregelung, u. a. zur Minimierung elektromagnetischer Felder von Drehzahlregelungen.

Als zur Zeit der Verabschiedung dieser Verordnung beste auf dem Markt verfügbare Technik wurde das Effizienzniveau IE3 bzw. ein Motor des Effizienzniveaus IE3 mit Drehzahlregelung ermittelt.

Begriffsbestimmungen.

Käfigläufermotor: Elektromotor ohne Bürsten, Kommutatoren, Schleifringe oder elektrische Verbindungen zum Rotor.

Pol: Gesamtzahl der durch das rotierende Magnetfeld des Motors erzeugten magnetischen Nord- und Südpole. Die Zahl der Pole bestimmt die Grunddrehzahl des Motors. Ein Polpaar bedeutet zwei Pole.

Drehzahlregelung: elektronischer Leistungswandler, der die elektrische Energie, mit der ein Elektromotor gespeist wird, kontinuierlich anpasst, um die von dem Motor abgegebene mechanische Leistung nach Maßgabe der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie der (am Motor anliegenden) Last zu steuern. Dies geschieht, indem der 3-Phasen-Netzstrom mit vorgegebener Frequenz in Strom variabler Frequenz und Spannung umgewandelt wird.

Abkürzungen.

CEMEP: Comité Européen de Constructeurs de Machines Électriques et d'Électronique de Puissance

NEMA: National Electrical Manufacturers Association

IEC: International Electrotechnical Commission

Quellenangaben.

[1] Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren.

[2] Umweltbundesamt, Presseinformation Nr.53/2009: Energieeffizienz bei Elektromotoren. Mindestanforderungen für Umweltentlastungen und Stromeinsparungen beschlossen, Dessau-Roßlau, 31.07.2009.

[3] Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

[4] H. Greiner, Danfoss Bauer GmbH.

[5] Informationsblatt „Elektrische Antriebe“ der EnergieAgentur.NRW, Matthias Kabus, Wuppertal, 04.11.2009.

Impressum:

Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie.“

Autor:

Dipl.-Ing. Günther Volz
Abbildungen sofern nicht anders gekennzeichnet:
Dipl.-Ing. Günther Volz

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Energiesysteme und Energiedienstleistungen
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin

Kontakt:

Tel: +49 (0)30 72 61 65-600
Fax: +49 (0)30 72 61 65-699
E-Mail: info@dena.de

Internet:

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

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena. 07/10

Die Angebote der *Initiative* *EnergieEffizienz.*

Viele Branchen des produzierenden oder weiterverarbeitenden Gewerbes setzen elektrische Motoren und Antriebssysteme für die verschiedensten Anwendungen ein. Es bestehen in diesem Bereich erhebliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz: Im Durchschnitt können in Betrieben der Stromverbrauch – und damit die Kosten – um 5 bis 30 Prozent gesenkt werden. Die meisten Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von unter drei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 30 Prozent wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen. Die *Initiative EnergieEffizienz* will mit diesem Ratgeber und vielen weiteren Angeboten einen Beitrag zur Erschließung dieser Potenziale leisten. Näheres zu diesen Angeboten finden Sie im Internetportal www.industrie-energieeffizienz.de.

Neben der Energieoptimierung elektrischer Motoren und Antriebssysteme bestehen auch in weiteren Bereichen oft große Effizienzpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben aller Branchen. Daher bietet die *Initiative EnergieEffizienz* über das Thema „Elektrische Motoren“ hinaus auch in weiteren Bereichen umfassende Informationen und praxisnahe Unterstützung für Unternehmen, die Strom effizienter nutzen und Kosten einsparen möchten.

Die *Initiative EnergieEffizienz* der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) ist eine bundesweite Informations- und Motivationskampagne für effiziente Stromnutzung in allen Verbrauchssektoren. Mit zielgruppenspezifischen Angeboten werden Endverbraucher in privaten Haushalten, in Industrie und Gewerbe sowie im Dienstleistungssektor und in öffentlichen Einrichtungen über die Möglichkeiten des effizienten Stromeinsatzes informiert und zum energieeffizienten Handeln motiviert. Die Kampagne wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Näheres zu den Angeboten finden Sie unter www.industrie-energieeffizienz.de.

Eine Initiative von:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Unsere Partner:

