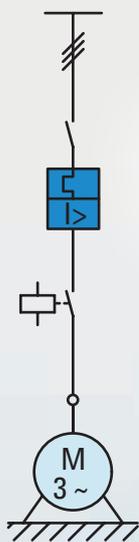


Motorschutz im Zeitalter von IE3

Auswirkungen der ErP-Richtlinie auf die Schalt- und Schutzsysteme für Elektromotoren



White Paper

Jan Nowak
1. Auflage 2015



EATON

Powering Business Worldwide

Die aktuelle ErP-Richtlinie führt zu immer energieeffizienteren Elektromotoren – mit Folgen für deren Konstruktion und deren Schutzsysteme

Einleitung

Innerhalb der industriellen Fertigung machen mit etwa zwei Drittel der verbrauchten elektrischen Energie elektrische Antriebe den Löwenanteil aus. Allein in Deutschland könnten durch effizientere Antriebstechnologien nach Einschätzung des Umweltbundesamtes bis zum Jahr 2020 circa 27 Mrd. Kilowattstunden Strom weniger verbraucht und damit rund 16 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen vermieden werden¹.

Dieses Potenzial kennt auch die Europäische Union und hat daher einige Initiativen gestartet, um die umweltgerechte Gestaltung von Produkten zu fördern. Kernstück dieser Maßnahmen ist die ErP-Richtlinie 2009/125/EC für „Energy-related Products“². Sie schafft einen Rahmen für die Festlegung gemeinschaftlicher Ökodesign-Anforderungen für energieverbrauchsrelevante Produkte und legt Kriterien fest, die betroffene Produkte erfüllen müssen, damit sie in Europa in Betrieb genommen werden dürfen.

Die Anforderungen an die einzelnen Produktgruppen legen wiederum eigene Ausführungsrichtlinien fest. Für die Antriebstechnik relevant ist vor allem die Verordnung EC 640/2009³ für elektrische Motoren. Diese verpflichtet die Industrie, schrittweise immer effizientere Motoren einzusetzen. So steht aktuell die verpflichtende Einführung von Motoren der Energieeffizienzklasse IE3 (bzw. IE2 plus Drehzahlregelung) kurz bevor. Das Streben nach immer höheren Wirkungsgraden macht allerdings konstruktive Änderungen an den von der Regelung betroffenen Standard-Asynchronmotoren erforderlich. Und das hat weitreichende Folgen, nicht nur für die Motoren selbst, sondern auch für damit zusammenhängende Komponenten wie Motorschutzsysteme.

Doch was bedeuten die konstruktiven Änderungen an den IE3-Motoren für die Ausgestaltung von Motorschutzsystemen?

Welche Risiken bestehen hierbei für den Anwender und worauf muss er bei der Wahl entsprechender Schaltgeräte achten? Welche Motorschutz-Lösungen bietet der Markt, die den aktuellen Entwicklungen Rechnung tragen? Antworten auf diese Fragen gibt dieses Whitepaper, das Anwendern als praktische Hilfestellung dienen soll, um auch in Zeiten von IE3-Motoren immer sicher schalten und schützen zu können.

Hintergründe und Inhalte der aktuellen ErP-Richtlinie in Bezug auf Elektromotoren

Die Europäische Union hat sich das umweltpolitische Ziel gesetzt, den Treibhausgasausstoß und den Energieverbrauch bis zum Jahr 2020 deutlich zu senken. In Rahmen der Initiative „20/30-20-20“ hat sich die EU verpflichtet bis 2020:

- Treibhausgasemissionen um bis zu 30% zu senken
- den Anteil erneuerbarer Energie auf 20% zu steigern
- und die Energieeffizienz generell um 20% zu erhöhen.

Die gesetzliche Grundlage hierfür ist die am 6. Juli 2005 verabschiedete EuP-Richtlinie (2005 / 32 / EG)⁴, die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte festlegt. Am 21. Oktober 2009 trat eine Neufassung in Kraft (2009 / 125 / EG), die die Anforderungen auf die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte erweitert (ErP – Energy-related Products). Die nationale Umsetzung in Deutschland ist das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG), das umgangssprachlich als Ökodesign-Richtlinie bezeichnet wird.⁵

Die ErP-Richtlinie 2009/125/EC schafft einen Rahmen für die Festlegung gemeinschaftlicher Ökodesign-Anforderungen für energieverbrauchsrelevante Produkte. Dazu zählen unter anderem elektrische Motorsysteme und HLK-Anwendungen wie Durchlauferhitzer, Warmwasserbereiter, gewerbliche Kühlschränke und Gefrieranlagen, Klimaanlage, Pumpen und Lüfter sowie Kompressoren.

1 Umweltbundesamt, Presseinformation Nr. 53/2009, Energieeffizienz bei Elektromotoren, 2009 http://www.umweltbundesamt.de/uba-infopresse/2009/pd09-053_energieeffizienz_bei_elektromotoren.htm

2 Richtlinie 2009/125/EG zur Schaffung eines Rahmens zur Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren

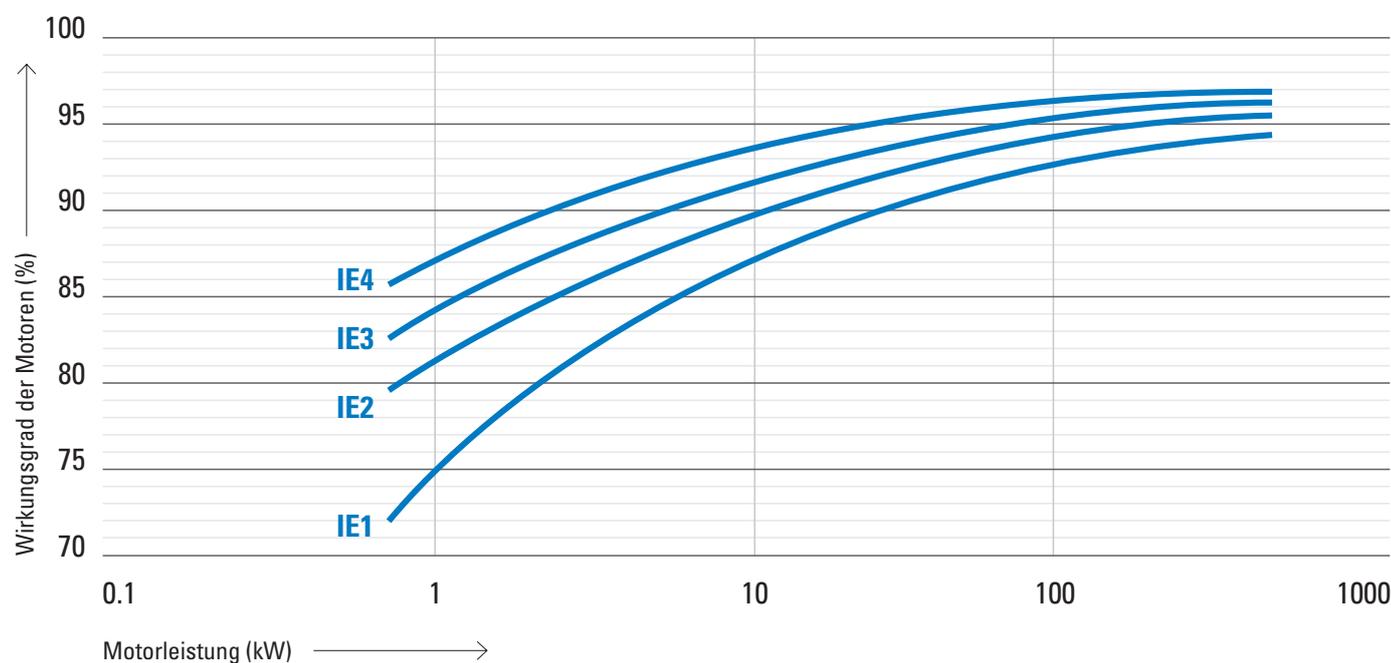
3 Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren

4 Richtlinie 2005/32/EG zur Schaffung eines Rahmens zur Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren

5 ZVEI, Motoren und geregelte Antriebe – Normen und gesetzliche Anforderungen an die Energieeffizienz von Niederspannungsdrehstrommotoren, 2013

Die Ausführungsrichtlinie EC 640/2009 legt verpflichtende Minima-effizienzklassen für viele Leistungsklassen von dreiphasigen Niederspannungs-Drehstrom-Asynchronmotoren fest. Diese Motorenart ist in Industrie und Gewerbe weit verbreitet und verursachte im Jahr 2005 fast 90% des Stromverbrauchs der Elektromotoren in den 27 EU-Mitgliedstaaten⁶. In diesem Zuge wurden die bisherigen selbstverpflichtenden EFF-Klassen des European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics (CEMEP) durch die International Efficiency (IE)-Klassen gemäß IEC 60034-30⁷ für Induktionsmaschinen ersetzt. Diese lauten: IE1 (Standard Effizienz), IE2 (Hohe Effizienz) und IE3 (Premium Effizienz). Im Juni 2014 wurden nun auch die Spezifikationen für die Energieeffizienzklasse IE4 (Super Premium Effizienz) offiziell in den Entwurf der Norm IEC 60034-30-1 aufgenommen.

Der Wirkungsgrad der IE-Norm wird nach neuen Verfahren (nach IEC 60034-2-1:2007) berechnet und stellt sich wie folgt dar:



Geräteklasse	Drehzahl [rpm]	Drehmoment im Dauerbetrieb [Nm]	Leistung [kW]	Nennwirkungsgrad [%]	Energieverlust [W]	nach IE1
IE1	1.500	35	5.5	87.4	693	
IE2	1.500	35	5.5	87.7	676.5	-2.4%
IE3	1.500	35	5.5	89.6	572	-21.2%
IE4	1.500	35	5.5	92.0	440	-57.5%

IEC 60034-30

Abb. 1: Gültige Wirkungsgradkurven (IE-Code) von Standard-Asynchronmotoren, Quelle: IEC 60034-30

Der Geltungsbereich der Motoren-Verordnung soll in den nächsten Jahren stufenweise ausgeweitet werden mit dem Ziel, noch mehr Energie in der industriellen Antriebstechnik einzusparen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Standard-Asynchronmotoren sehen wie folgt aus:

Ausführungsrichtlinie EC 640/2009, Artikel 3 (Auszug)⁸

- Ab 16. Juni 2011 müssen neu in Verkehr gebrachte Motoren mindestens die Wirkungsgradklasse IE2 erreichen.
- Ab 1. Januar 2015 gilt: Neu in den Verkehr gebrachte Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 7,5 bis 375 kW müssen entweder mindestens die Wirkungsgradklasse IE3 erreichen oder der Wirkungsgradklasse IE2 entsprechen, dürfen dann aber nur mit einer elektronischen Drehzahlregelung betrieben werden.

⁶ Umweltbundesamt, Presseinformation Nr. 53/2009, Energieeffizienz bei Elektromotoren, 2009

⁷ IEC 60034-30: 2008, Norm zu den Wirkungsgradklassen für Niederspannungsmotoren

⁸ ZVEI, Motoren und geregelte Antriebe – Normen und gesetzliche Anforderungen an die Energieeffizienz von Niederspannungsdrehstrommotoren, 2013

- Ab 1. Januar 2017 gilt: Neu in den Verkehr gebrachte Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 0,75 bis 375 kW müssen entweder mindestens die Wirkungsgradklasse IE3 erreichen oder der Wirkungsgradklasse IE2 entsprechen, dürfen dann aber nur mit einer elektronischen Drehzahlregelung betrieben werden.

Die Verordnung gilt für alle eintourigen Dreiphasen-50 Hz oder 50/60 Hz-Käfigläufer-Induktionsmotoren mit folgenden Eigenschaften: 2- bis 6-polig, Nennspannung U_N bis 1000V, Nennausgangsleistung PN zwischen 0,75 kW und 375 kW und für den Dauerbetrieb ausgelegt.

Ausgenommen von der Regelung sind Bremsmotoren, Motoren für explosionsgeschützte Bereiche, Motoren, die ganz in Flüssigkeit eingetaucht betrieben werden und vollständig in ein Produkt (z.B. eine Maschine) eingebaute Motoren, wo sich die Effizienz des Motors nicht exakt messen lässt. Weitere in der ursprünglichen Fassung⁹ enthaltene Ausnahmeregelungen wurden in der am 27. Juli 2014 in Kraft getretenen aktualisierten Verordnung (EU) 4/2014¹⁰ stark eingeschränkt. Folgende Grenzwerte wurden verändert und damit der Geltungsbereich der Verordnung erhöht:

- Aufstellungshöhe von über 1.000 m auf 4.000 m,
- Umgebungstemperatur von über +40°C auf +60°C,
- Umgebungstemperaturen von unter -15°C auf -30°C (für beliebige Motoren) bzw. unter 0°C bei wassergekühlten Motoren

- Kühlfüssigkeitstemperaturen am Einlass eines Produkts von unter 5°C auf 0°C und von über 25°C auf 32°C.

Energieeffizienzrichtlinien im internationalen Vergleich

Die oben genannten Verschärfungen der Motorenverordnung tragen dazu bei, dass der Druck auf Unternehmen in der Industrie wächst, auf energieeffizientere Antriebe umzustellen. Und das ist durchaus nicht nur ein europäisches Phänomen. Weltweit unternehmen Regierungen und Verbände Anstrengungen, den Einsatz von effizienten Elektromotoren in der Industrie zu fördern.

Wie die Abbildung 2 zeigt, gelten in den USA bereits seit Jahren Mindesteffizienzstandards (IE2 seit 2004 und IE3 seit 2010). Hocheffiziente Motoren der Klasse IE2 haben dort bereits einen Marktanteil von weit über 50%, die noch effizienteren IE3-Motoren liegen schon bei über 20%. Der Anteil in Deutschland und Europa liegt mit circa 10% bei den IE3-Motoren da noch weit zurück und birgt deshalb noch sehr großes Potenzial.¹¹ In China wurde der IE2-Standard in 2011 verpflichtend und die dortige Regierung arbeitet bereits an der Einführung von IE3. Gerade für den exportstarken deutschen Maschinen- und Anlagenbau bedeutet das, dass er sich dem Thema Energieeffizienz in der Antriebstechnik definitiv stellen muss, will er heute und in Zukunft weltweit erfolgreich sein.

Internationale Zeitschiene für die Einführung von Energieeffizienzklassen für Standard-Asynchronmotoren

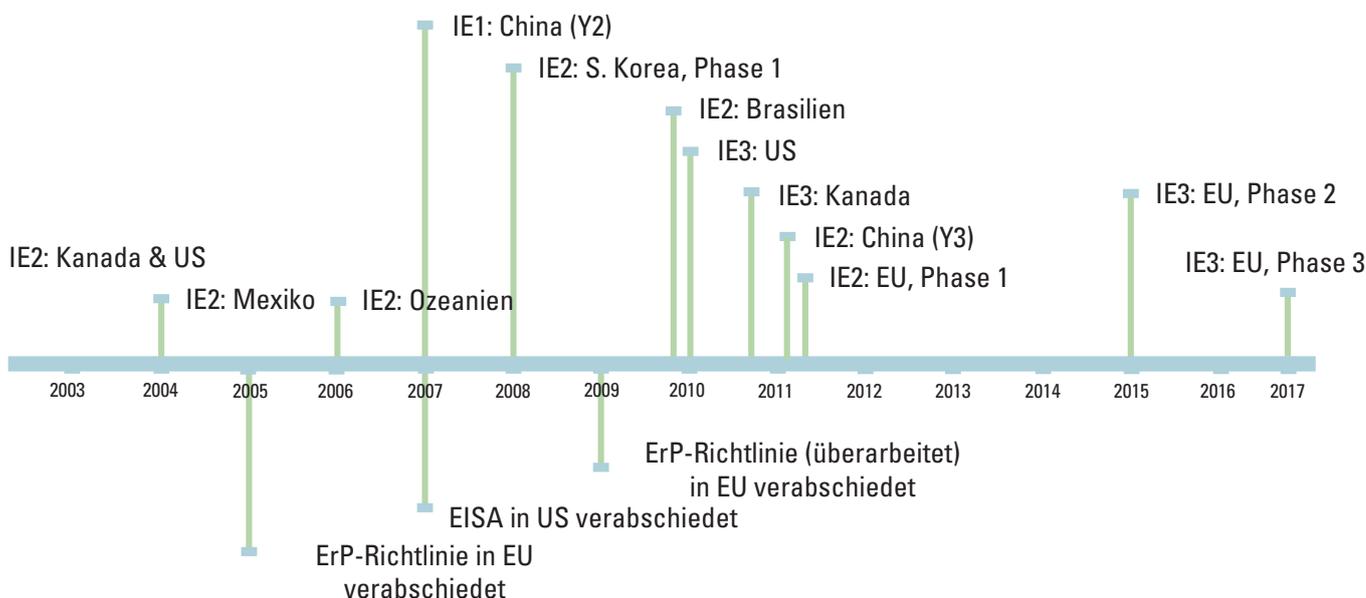


Abb. 2: Internationale Zeitschiene für die Einführung von Energieeffizienzklassen für Standard-Asynchronmotoren, Quelle: IMS Research

⁹ Siehe Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009

¹⁰ Verordnung (EU) Nr. 4/2014 der Europäischen Kommission vom 6.

Januar 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 640/2009 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

¹¹ Deutsche Energie Agentur GmbH (dena), Dipl.-Ing. Günther Volz, Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie“, 2010

Auswirkungen der Umstellung auf IE3 auf die Motor-Konstruktion

Durch die ErP-Richtlinie bzw. die Motorenverordnung sind die Hersteller von Elektromotoren gezwungen, einige konstruktive Veränderungen an ihren Produkten vorzunehmen (siehe Abbildung 3). Diese beeinflussen auch die elektrischen Eigenschaften des Motors. So reduzieren dickere Wicklungsdrähte im Stator sowie dickere Rotorstäbe und Kurzschlussringe den ohmschen Widerstand. Eine optimierte Blechschnittgeometrie senkt die magnetischen Streuverluste. Hochwertigeres Blechmaterial verringert Hysterese-Verluste.

All das führt dazu, dass hocheffiziente Motoren induktiver sind. Das liegt daran, dass die ohmschen Verluste $P_v = I^2 R$ geringer ausfallen. Infolgedessen steigen die Einschaltströme. Das heißt, dass sich die Anforderungen an die Schaltgerätetechnik wie Schütze und Motorschutzschalter ändern.

Die erhöhten Anlaufströme können dazu führen, dass das Schutzelement unter Umständen auslöst, obwohl kein Fehler oder Kurzschluss vorliegt. Weiterhin kann es beim Schütz zu Kontaktabhebungen kommen, die das Gerät zusätzlich thermisch belasten und im Extremfall zum Verschweißen der Kontakte führen. Das Verschmelzen der Kontakte kann kostspielige

Maschinen-Stillstände und aufwändige Service-Arbeiten verursachen. Außerdem wird die Lebensdauer der Schütze negativ beeinflusst.

Auswirkungen der erhöhten Anlaufströme auf die Schutzorgane

Aufgrund der geschilderten Veränderungen in der Konstruktion hocheffizienter Motoren und den möglichen Risiken für den Anwender sind Hersteller von Schutzorganen gefordert, ihre Geräte auf die geänderten Bedingungen hin zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechend anzupassen. Denn spätestens bis zum 1. Januar 2015 erwarten Anwender sichere, zuverlässige Lösungen, die den Anforderungen von Motorschutzorganen im Zeitalter der Energieeffizienzklasse IE3 entsprechen.

Studie zum Verhalten von Schaltgeräten beim Direktanlauf von IE3-Elektromotoren

Als einer der weltweit führenden Experten für das sichere Schalten, Schützen und Antreiben von Motoren hat das Energiemanagement Unternehmen Eaton eine Studie durchgeführt, um das Verhalten von Motorschutzorganen detailliert in Praxis-

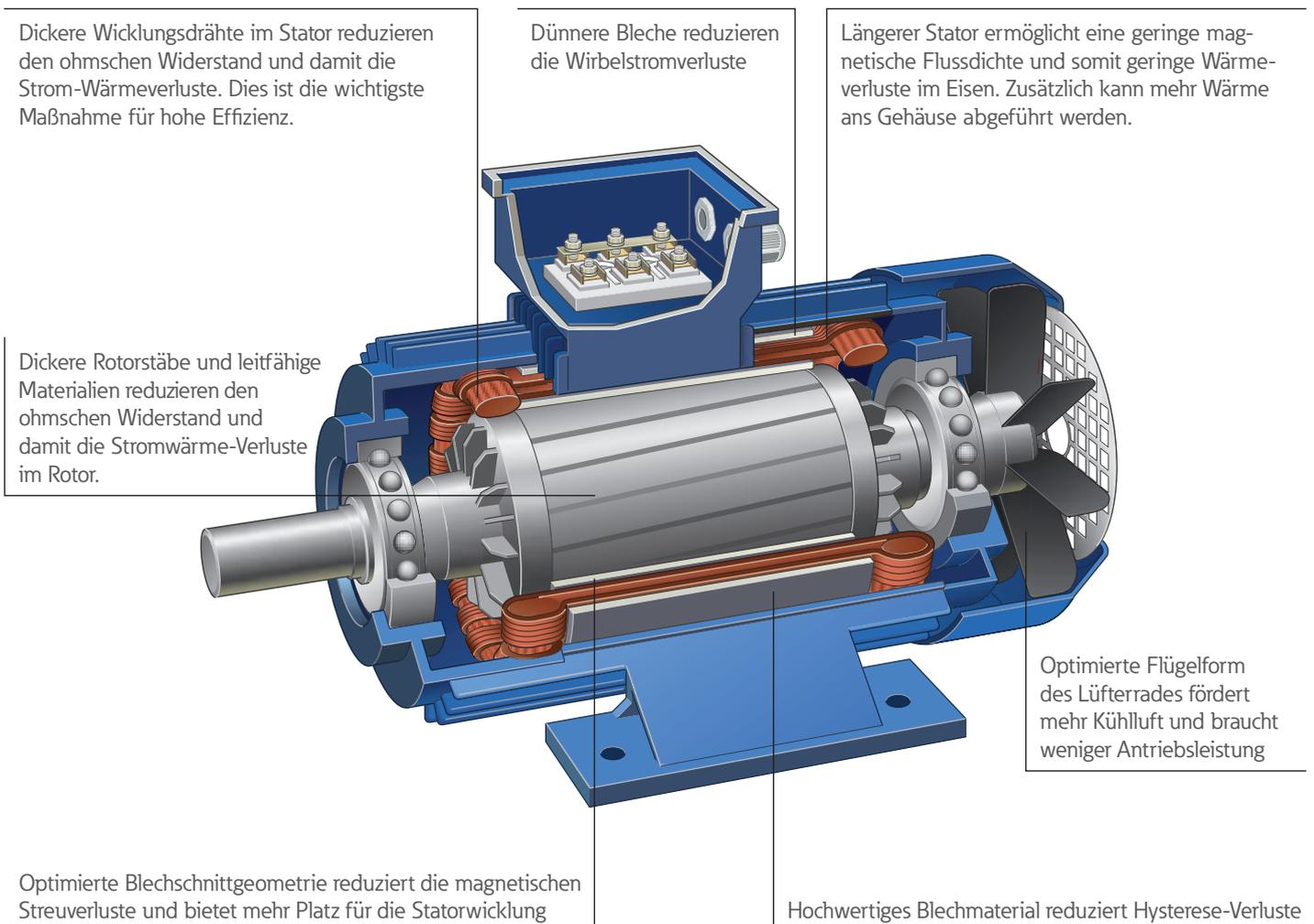


Abb.3: Hocheffiziente Motoren sind aufgrund veränderter elektrischer Eigenschaften induktiver, womit die Einschaltströme steigen, Quelle: Eaton

tests zu untersuchen. Um zu prüfen, wie sich die konstruktiven Veränderungen an IE3-Motoren auf Schutzorgane auswirken, hat Eaton Tests mit IE3-Motoren verschiedener namhafter Hersteller durchgeführt. Beispielfähig sollen hier die Ergebnisse drei unterschiedlicher hocheffizienter Fabrikate vorgestellt werden:

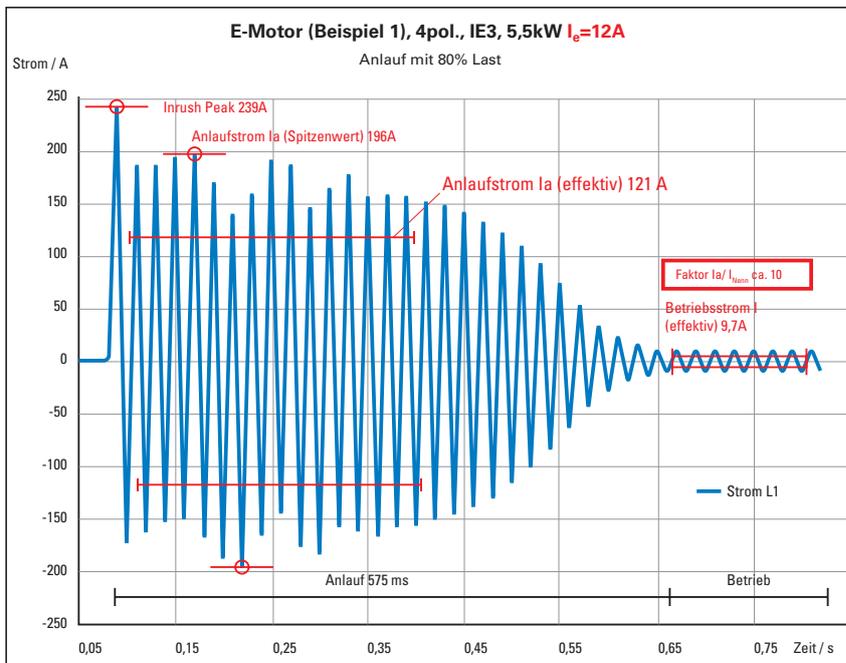


Abb. 4:
Anlaufverhalten eines 5,5 kW IE3-Elektromotors (Fabrikat 1) mit $I_{Nenn} = 12 A$ – Der effektive Anlaufstrom I_a ist um ein 10faches höher als der Nennbetriebsstrom, Quelle: Eaton

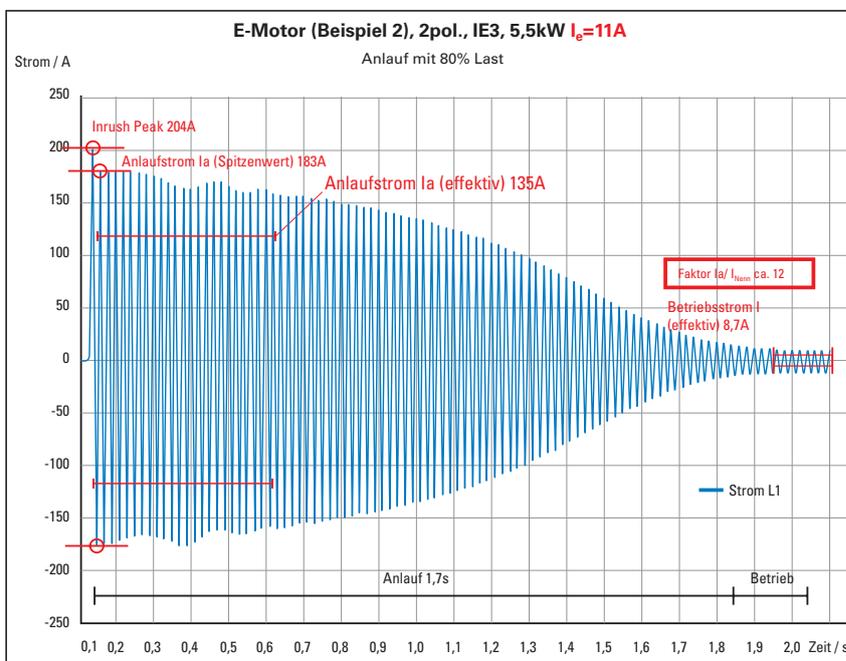


Abb. 5:
Anlaufverhalten eines 5,5 kW IE3-Elektromotors (Fabrikat 2) mit $I_{Nenn} = 11 A$ – Der effektive Anlaufstrom I_a ist um ein 12faches höher als der Nennbetriebsstrom, Quelle: Eaton

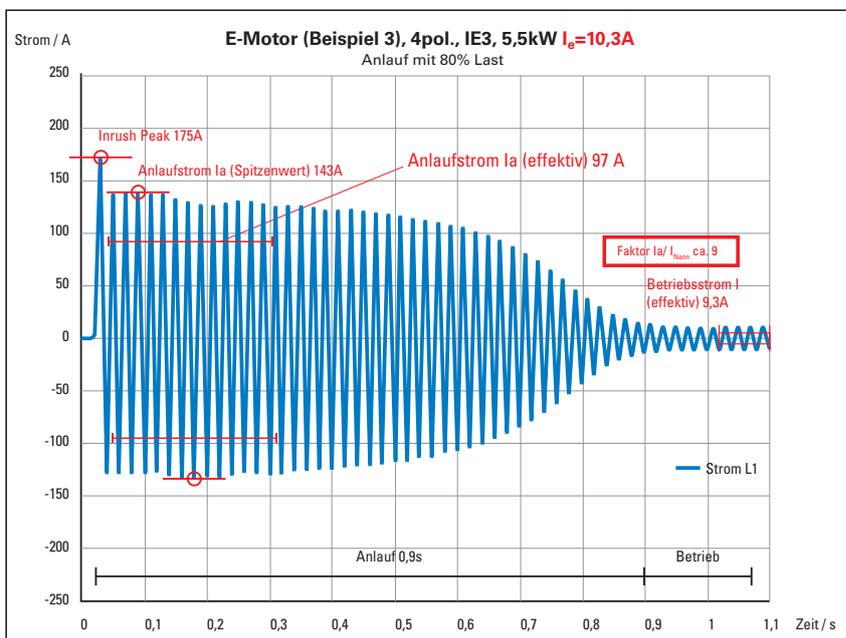


Abb. 6:
Anlaufverhalten eines 5,5 kW IE3-Elektromotors (Fabrikat 3) mit $I_{Nenn} = 10,3 A$ – Der effektive Anlaufstrom I_a ist um ein 9faches höher als der Nennbetriebsstrom, Quelle: Eaton

Folgende Anlauffaktoren wurden für die getesteten IE3-Elektromotoren im Rahmen der Studie ermittelt:

Elektromotor		Fabrikat 1	Fabrikat 2	Fabrikat 3	Ergebnis
Effizienzklasse		IE3	IE3	IE3	IE3
Leistung	kW	5,5	5,5	5,5	5,5
Nennstrom I _n	A	12	11	10,3	12
Messwerte					
Anlaufspitze (Maximalwert)	A	240	204	172	
Anlaufspitze (effektiv)	A	170	144	122	
Anlaufstrom I _a (Maximalwert)	A	200	193	141	
Anlaufstrom I _a (effektiv)	A	124	135	96	
Laststrom I _n (effektiv)	A			10,8	
Faktoren					
Anlaufspitze (Maximalwert)		20,0	18,5	16,7	20
Anlaufspitze (effektiv)		14,1	13,1	11,8	14
Anlaufstrom I _a (Maximalwert)	[-]	16,7	17,5	13,7	17
Anlaufstrom I _a (effektiv)		10,3	12,3	9,3	12

Abb. 7: Anlaufverhalten der getesteten 5,5 kW IE3-Elektromotoren im Vergleich, Quelle: Eaton

Ein Vergleich der Ergebnisse der Studie mit den Katalogdaten der getesteten Fabrikate ergab, dass die Werte für den Anlaufstrom im Praxistest höher sind als von den Herstellern angegeben. Außerdem zeigten die Tests, dass die Anlaufströme der IE3-Motoren deutlich höher ausfallen als die von IE2-Motoren – im Vergleich zu IE1-Motoren sogar um das 1,25fache.

Die steigenden Anlaufströme bei IE3-Motoren führen auch dazu, dass in den entsprechenden Gremien bereits eine Änderung der entscheidenden Norm IEC/EN 60 947¹² diskutiert wird. Diese sieht eine Anhebung der geforderten Mindest-Anlauffaktoren für Schutzorgane vor. Die Norm IEC/EN 60 947 beschreibt die konstruktiven Merkmale, Funktionseigenschaften und Prüfungen von Niederspannungsschaltgeräten und findet sich in der deutschen Vorschrift VDE 0660 wieder.

Herausforderung für die Hersteller von Schalt- und Schutzorganen

Die bereits skizzierte Entwicklung zwingt Hersteller von Schaltgeräten dazu, ihr vorhandenes Portfolio zu überprüfen und zu optimieren. So wurden im Rahmen der Studie sowohl Leistungsschütze für Direktanlauf in öffentlichen und nichtöffentlichen Netzen sowie für Stern-Dreieck-Anlauf und im Zusammenwirken mit Softstartern oder Frequenzumrichtern auf IE3-Tauglichkeit überprüft. Auch das Ansprechverhalten von mechanischen und elektrischen Motorschutzschaltern wurde getestet.

¹² DIN EN 60947-1:2011-10; VDE 0660-100:2011-10, Niederspannungsschaltgeräte - Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2007 + A1:2010); deutsche Fassung EN 60947-1:2007 + A1:2011

Im Folgenden werden sowohl die Auswirkungen der erhöhten Anlaufströme auf die verschiedenen Schalt- und Schutzorgane als auch mögliche Lösungswege aufgezeigt.

- **Schütze:** Die Tests ergaben, dass Schütze gegebenenfalls für die höheren Anlaufströme der IE3-Motoren optimiert werden müssen. Eine mögliche Lösung ist die Erhöhung der Kontaktdruckkraft. Die Herausforderung hierbei besteht darin, eine optimale Balance zwischen weiterhin geringer Antriebsleistung (Energieeffizienz) und gleichzeitig erhöhter Kontaktdruckkraft (Sicherheit) zu finden, sodass auch die höheren Anlaufströme der hocheffizienten Motoren beherrscht werden.
- **Mechanischer Motorschutzschalter:** Bei den Tests kam es trotz der erhöhten Anlaufströme zu keinen ungewollten Auslösungen. Im Bereich des Anlaufspitzenstromes sind jedoch noch mögliche Toleranzen des Magnetauslösers zu berücksichtigen. Je nach Toleranzlagen besteht daher die Gefahr von Fehlauflösungen. Die Lösung: Um Fehlauflösungen während des Motoranlaufs zu vermeiden, müssen die Ansprechgrenzen des Kurzschlussauslösers erhöht werden. Dies ist – abhängig vom jeweiligen Strombereich – durch eine stärkere Feder bzw. höhere Raststellung der Feder des elektromechanischen Auslösers möglich. Zum anderen durch Anhebung der Kennlinie des elektronischen Kurzschlussauslösers (Auslöseblock). Dies kann durch Änderungen des Wandlers mithilfe einer stärkeren Sekundärwicklung oder Anpassungen der Elektronik-Hardware (Bypass-Widerstand) bzw. -Software (Auslösekennlinie) geschehen.

Praxistipp: Was es bei der Wahl der Schutzorgane zu beachten gilt

Die meisten Neuerungen, die mit der Einführung der IE3-Motoren einhergehen, betreffen die Hersteller von Elektromotoren und Schaltgeräten. Aber auch für Anwender gibt es einiges bei der Wahl passender Schutzorgane zu beachten. Zum Beispiel die oben beschriebenen Toleranzen des Magnetauslösers im Bereich des Anlaufspitzenstroms, die bis zu 20% betragen können. Um sich sicher zu sein, dass sich Auslöse- und Motor-kennlinie beim Motoranlauf trotz der erhöhten Anlaufströme nicht berühren und somit Fehlauflösungen der Schutzorgane auftreten können, gilt es die beiden Kurven im Vorfeld anwendungsspezifisch abzugleichen. Hierbei helfen Tools wie Eatons Programm Curve Select.

Außerdem sollten Anwender darauf achten, dass die eingesetzten Schaltgeräte und Motorschutzorgane in der Anwendung mit hocheffizienten Motoren tatsächlich IE3-ready sind. Dies ist unbedingt notwendig, da ansonsten die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Maschinen und Anlagen auf dem Spiel stehen. Daher gilt es, bei der Auswahl der Lieferanten von Schutzorganen große Sorgfalt walten zu lassen und wirklich nur auf Produkte zu setzen, die die neuen Anforderungen nachgewiesenmaßen erfüllen. Damit Anwender ganz sicher sein können, dass ihr Produkt IE3-ready ist, hat Eaton eine entsprechende Filterfunktion in sein praktisches Auswahl-Tool „Motorstarter-Konfigurator“ integriert. Damit fällt es Interessenten spielend leicht, die passende Motorstarterlösung für die jeweilige Anwendung zu finden.

Zuletzt sollten Anwender auf Markenprodukte setzen. Denn nur bei den namhaften Herstellern ist davon auszugehen, dass sie ausreichende Prüfungen vorgenommen haben, um die IE3-Tauglichkeit ihrer Produkte sicherzustellen. Es empfiehlt sich

außerdem, für den Motorschutz nur Schütze bzw. Motorschutzschalter einzusetzen, die auch hierfür vorgesehen sind. Denn Hilfsschütze oder Spezialschütze, wie sie beispielsweise bei Heizungs- und Lichtanlagen bzw. Motoren mit geringer Schalthäufigkeiten Anwendung finden, verfügen nicht über eine ausreichende Kontaktdruckkraft und sind daher nicht für den Anlauf von IE3-Motoren geeignet. Auswahltools, wie das von Eaton, verhindern, dass Anwender in eine Falle tappen.

Fazit

Seit über 100 Jahren ist die Entwicklung von hochwertigen Schaltgeräten wie Schützen und Motorstartern, den neuen Variable Speed Startern (VSS) PowerXL DE1 oder PowerXL Frequenzumrichter eine Kernkompetenz von Eaton. Als einer der führenden Schaltgeräte-Hersteller hat das Energiemanagement Unternehmen seine Produktpalette intensiv auf die Tauglichkeit für Motoren der Energieeffizienzklasse IE3 hin geprüft und entsprechende Maßnahmen ergriffen, um diese zu garantieren.

Anhebung der Auslösegrenzwerte: Nach eingehenden Tests hat Eaton die Schütze DIL sowie die Motorschutzschalter PKZ und PKE auf die veränderten Anforderungen der IE3-Motoren hin optimiert. Um höchste Zuverlässigkeit und Sicherheit zu gewährleisten, hob der Experte für Motorschutzlösungen die

Ansprechgrenzen des Kurzschlussauslösers an, da der bisherige Anlauffaktor acht (Anlaufspitzenstrom zu Betriebsstrom), wie in der DIN EN 60947-4-1 derzeit spezifiziert, für IE3-Motoren nicht ausreicht. Eaton setzt bei seinen Produkten sogar einen Anlauffaktor 12 bis 15,5 an, um auf Nummer sicher zu gehen und die Zukunftsfähigkeit der Produkte zu gewährleisten. Die Schütze schaffen weiterhin den Spagat, eine möglichst geringe Halteleistung und damit optimale Energieeffizienz aufzuweisen und dennoch die erhöhten Anlaufströme von IE3-Motoren sicher schalten zu können.

Klare Kennzeichnung: Sowohl die Leistungsschütze der DIL-Serie als auch die Motorschutzschalter der Produktfamilien PKZ und PKE eignen sich bereits heute für den sicheren Betrieb von IE3-Motoren. Um dies kenntlich zu machen und Anwendern die Auswahl der Produkte zu erleichtern, führt das Unternehmen eine klare Kennzeichnung (siehe Abb. 9) ein, die die entsprechenden Produkte eindeutig als „IE3-ready“ ausweist. Somit können Anwender sicher sein, dass keine bösen Überraschungen auf sie warten. Besonders wichtig ist die Kennzeichnung, da es durch die globalen Liefergebiete des Maschinenbaus und die schrittweise Einführung der effizienteren Motoren zu gemischten Lagerbeständen kommen kann. Bei diesen besteht das Risiko, dass Komponenten für den Anlauf von IE3-Motoren eingesetzt werden, die gar nicht dafür geeignet sind.

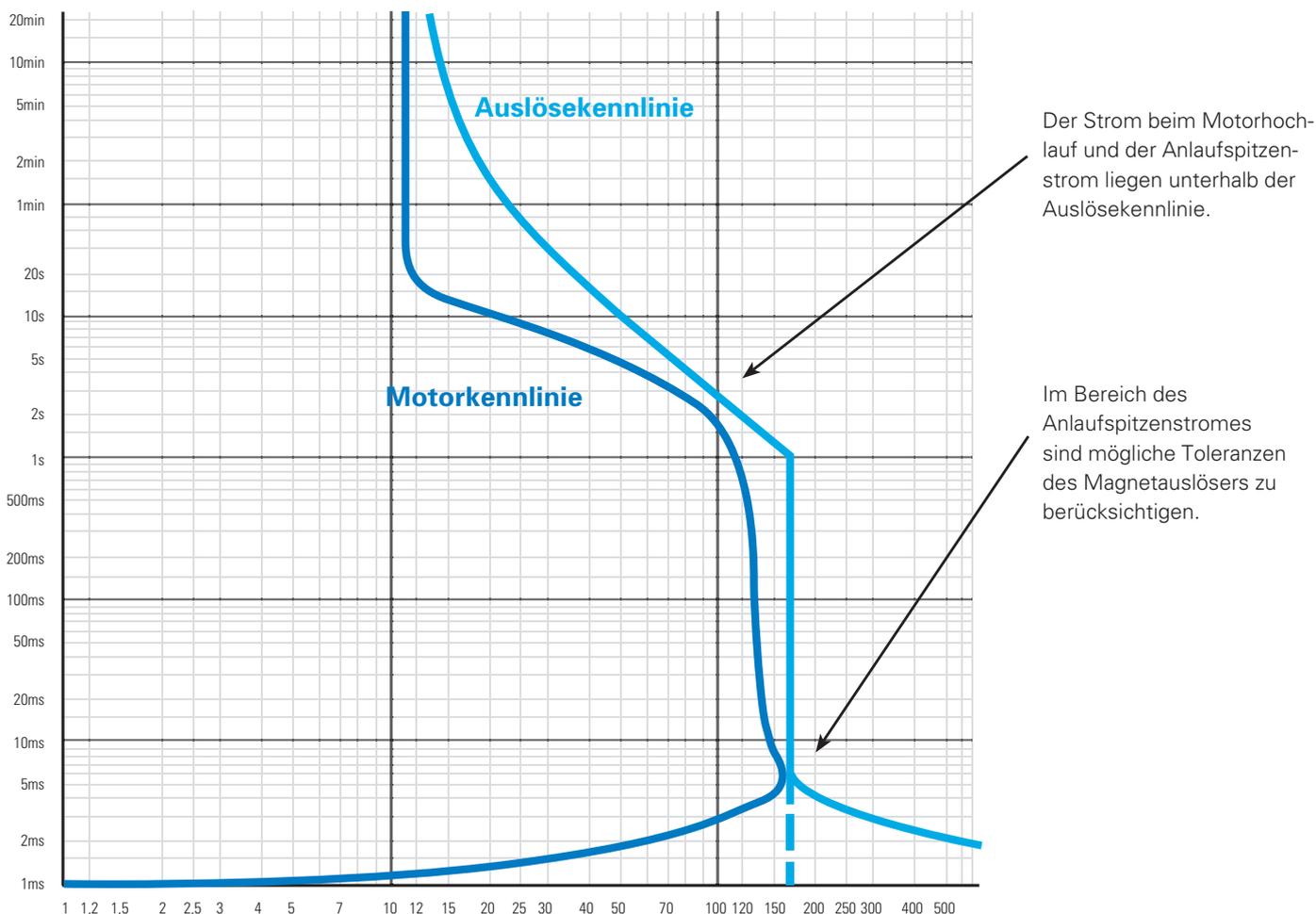


Abb. 8: Auslöseverhalten eines mechanischen Motorschutzschalters beim Testlauf mit einem 5,5 kW IE3-Elektromotor, Quelle: Eaton



Abb. 9: Die Schütze DIL sowie die Motorschutzschalter der Produktfamilien PKZ und PKE sind IE3-ready, Quelle: Eaton

Eine globale Lösung für alles: Als einer der ersten Hersteller bietet Eaton eine Lösung, die nachgewiesenermaßen sowohl IE2- als auch IE3-Motoren abdeckt – und das weltweit. Das

bedeutet, dass sich der Anwender trotz der neuen Richtlinie keine Gedanken um die verschiedenen Energieeffizienzklassen machen muss, solange er auf Produkte von Eaton setzt. Dadurch, dass eine Produktreihe nun sowohl IE2 als auch IE3 abdeckt, erspart dies dem Anwender unnötigen Mehraufwand bei Projektierung und Lagerhaltung.

Zukunftsfähigkeit: Es wird bereits an einem Normenentwurf zur Aktualisierung der DIN EN 60947-4-1 für IE3-Motoren gearbeitet. Mit den Schutzorganen von Eaton erhält der Anwender eine zukunftsfähige Lösung, die ihn bereits heute auf mögliche Normänderungen vorbereitet. In der Projektierung ändert sich für den Anwender nichts, da Eaton die Entwicklungsarbeit bereits für ihn übernommen hat.

DIL



PKE



PKZM



Literaturverzeichnis:

- Umweltbundesamt, Presseinformation Nr. 53/2009, Energieeffizienz bei Elektromotoren, 2009 http://www.umweltbundesamt.de/uba-infopresse/2009/pd09-053_energieeffizienz_bei_elektromotoren.htm
- Richtlinie 2009/125/EG zur Schaffung eines Rahmens zur Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren
- 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
- Richtlinie 2005/32/EG zur Schaffung eines Rahmens zur Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren
- ZVEI, Motoren und geregelte Antriebe – Normen und gesetzliche Anforderungen an die Energieeffizienz von Niederspannungsdrehstrommotoren, 2013
- Umweltbundesamt, Presseinformation Nr. 53/2009, Energieeffizienz bei Elektromotoren, 2009
- Verordnung (EU) Nr. 4/2014 der Europäischen Kommission vom 6. Januar 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 640/2009 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
- Deutsche Energie Agentur GmbH (dena), Dipl.-Ing. Günther Volz, Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie“, 2010
- DIN EN 60947-1:2011-10; VDE 0660-100:2011-10, Niederspannungsschaltgeräte - Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2007 + A1:2010); deutsche Fassung EN 60947-1:2007 + A1:2011
- EC 60034-30: 2008, Norm zu den Wirkungsgradklassen für Niederspannungsmotoren
- Eaton, Günter Baujan, Ralf Thar, Jan Nowak, Studie „Neue ErP Richtlinie: Schützen und Schalten von IE3-Motoren“, 2014

Motorstarterkombinationen

Standard

Moeller® series



Motordaten			Motorschutz- schalter	Schütz Zuordnungs- art „1“	Schütz Zuordnungs- art „2“
AC-3 380V 400V 415V P	Bemessungs- betriebsstrom 400V I_e	Bemessungs- kurzschluss- strom 380-415V I_q			
kW	A	kA			

PKZM0 ...+DIL M7 bis DIL M15



PKZM0 ...+DIL M17 bis DIL M32



PKZM4 ...+DIL M38 bis DIL M65



NZM...+DIL M72 bis DIL M500



0,06	0,21	150/50*	PKZM0-0,25	DILM7-...	DILM7-...
0,09	0,31	150/50*	PKZM0-0,4	DILM7-...	DILM7-...
0,12	0,41	150/50*	PKZM0-0,63	DILM7-...	DILM7-...
0,18	0,6	150/50*	PKZM0-0,63	DILM7-...	DILM7-...
0,25	0,8	150/50*	PKZM0-1	DILM7-...	DILM7-...
0,37	1,1	150/50*	PKZM0-1,6	DILM7-...	DILM7-...
0,55	1,5	150/50*	PKZM0-1,6	DILM7-...	DILM7-...
0,75	1,9	150/50*	PKZM0-2,5	DILM7-...	DILM7-...
1,1	2,6	150/50*	PKZM0-4	DILM7-...	DILM7-...
1,5	3,6	150/50*	PKZM0-4	DILM7-...	DILM7-...
2,2	5	150/50*	PKZM0-6,3	DILM7-...	DILM7-...
3	6,6	150/50*	PKZM0-10	DILM7-...	DILM17-...
4	8,5	150/50*	PKZM0-10	DILM9-...	DILM17-...
5,5	11,3	50	PKZM0-12	DILM12-...	DILM17-...
7,5	15,2	50	PKZM0-16	DILM17-...	DILM17-...
11	21,7	50	PKZM0-25	DILM25-...	DILM25-...
15	29,3	50	PKZM0-32	DILM32-...	DILM32-...
18,5	36	50	PKZM4-40	DILM40	DILM40
22	41	50	PKZM4-50	DILM50	DILM50
30	55	50	PKZM4-58	DILM65	DILM65
34	63	50	PKZM4-63	DILM65	DILM65
37	68	50	NZMN1-M80	DILM80	DILM80
45	81	50	NZMN1-M100	DILM95	DILM95
55	99	50	NZMN1-M100	DILM115	DILM115
75	134	50	NZMN2-M160	DILM150	DILM150
90	161	50	NZMN2-M200	DILM185A	DILM185A
110	196	50	NZMN2-M200	DILM225A	DILM225A
132	231	50	NZMN3-ME350	DILM250	DILM250
160	279	50	NZMN3-ME350	DILM300A	DILM300A
200	349	50	NZMN3-ME350	DILM400	DILM400
250	437	50	NZMN3-ME450	DILM500	DILM500

* Zuordnungsart 2



Motordaten			Motorschutz- schalter	Schütz Zuordnungs- art „1“	Schütz Zuordnungs- art „2“
AC-3 380V 400V 415V	Bemessungs- betriebsstrom 400V	Bemessungs- kurzschluss- strom 380-415V			
P	I_e	I_q			
kW	A	kA			

PKE ...+DIL M7 bis DIL M12		0,06	0,21	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
		0,09	0,31	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
		0,12	0,41	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
		0,18	0,6	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
		0,25	0,8	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
		0,37	1,1	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
PKE ...+DIL M17 bis DIL M32		0,55	1,5	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
		0,75	1,9	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
		1,1	2,6	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
		1,5	3,6	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
		2,2	5	100	PKE12/XTU-12	DILM7-...	DILM17-...
		3	6,6	100	PKE12/XTU-12	DILM7-...	DILM17-...
PKE 65 ...+DIL M40 bis DIL M65		4	8,5	100	PKE12/XTU-12	DILM9-...	DILM17-...
		5,5	11,3	100	PKE12/XTU-12	DILM12-...	DILM17-...
		7,5	15,2	100	PKE32/XTU-32	DILM17-...	DILM17-...
		11	21,7	100	PKE32/XTU-32	DILM25-...	DILM25-...
		15	29,3	100	PKE32/XTU-32	DILM32-...	DILM32-...
		18,5	36	80	PKE65/XTUW-65	DILM40	DILM40
NZM...ME...+DIL M80 bis DIL M500		22	41	80	PKE65/XTUW-65	DILM50	DILM50
		30	55	80	PKE65/XTUW-65	DILM65	DILM65
		34	63	80	PKE65/XTUW-65	DILM65	DILM65
		37	68	100	NZMH2-ME90	DILM80	DILM80
		45	81	100	NZMH2-ME90	DILM95	DILM95
		55	99	100	NZMH2-ME140	DILM115	DILM115
		75	134	100	NZMH2-ME140	DILM150	DILM150
		90	161	100	NZMH2-ME220	DILM185A	DILM185A
		110	196	100	NZMH2-ME220	DILM225A	DILM225A
		132	231	100	NZMH3-ME350	DILM250	DILM250
		160	279	100	NZMH3-ME350	DILM300A	DILM300A
		200	349	100	NZMH3-ME350	DILM400	DILM400
		250	437	100	NZMH3-ME450	DILM500	DILM500

Eatons Ziel ist es, zuverlässige, effiziente und sichere Stromversorgung dann zu bieten, wenn sie am meisten benötigt wird. Die Experten von Eaton verfügen über ein umfassendes Fachwissen im Bereich Energiemanagement in verschiedensten Branchen und sorgen so für kundenspezifische, integrierte Lösungen, um anspruchsvollste Anforderungen der Kunden zu erfüllen.

Wir sind darauf fokussiert, stets die richtige Lösung für jede Anwendung zu finden. Dabei erwarten Entscheidungsträger mehr als lediglich innovative Produkte. Unternehmen wenden sich an Eaton, weil individuelle Unterstützung und der Erfolg unserer Kunden stets an erster Stelle stehen. Für mehr Informationen besuchen Sie www.eaton.eu/electrical.

Eaton Electric GmbH
Kunden-Service-Center
Postfach 1880
53105 Bonn

Auftragsbearbeitung

Kaufmännische Abwicklung
Direktbezug
Tel. 0228 602-3702
Fax 0228 602-69402
E-Mail: Bestellungen-Bonn@eaton.com

Kaufmännische Abwicklung
Elektrogroßhandel
Tel. 0228 602-3701
Fax 0228 602-69401
E-Mail: Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com

Technik

Technische Auskünfte / Produktberatung
Tel. 0228 602-3704
Fax 0228 602-69404
E-Mail: Technik-Bonn@eaton.com

Anfragen / Angebotserstellung
Tel. 0228 602-3703
Fax 0228 602-69403
E-Mail: Anfragen-Bonn@eaton.com

Qualitätssicherung / Reklamationen
Tel. 0228 602-3705
Fax 0228 602-69405
E-Mail: Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com

Zentrale

Tel. 0228 602-5600
Fax 0228 602-5601

Schweiz
Internet: www.eaton.ch

Lausanne

Eaton Industries II Sàrl
Avenue des Baumettes 13
1020 Renens
Tel. +41 58 458 14 68
Fax +41 58 458 14 69
E-Mail: lausanneswitzerland@eaton.com

Zürich

Eaton Industries II GmbH
Im Langhag 14
8307 Effretikon
Tel. +41 58 458 14 14
Fax +41 58 458 14 88
E-Mail: effretikonswitzerland@eaton.com

Österreich

Internet: www.eaton.at

Wien

Eaton GmbH
Scheydgasse 42
1215 Wien, Austria
Tel. +43 (0)50868-0
Fax: +43 (0)50868-3500
Email: InfoAustria@Eaton.com

After Sales Service

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Straße 7-11
53115 Bonn
Tel. +49 (0) 228 602-3640
Fax +49 (0) 228 602-1789
Hotline +49 (0) 1805 223822
E-Mail: AfterSalesEGBonn@Eaton.com
www.eaton.eu/aftersales

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn / Germany

© 2015 by Eaton Corporation
Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany 03/15
Bezeichnung: WP042001DE
ip Maj 2015
Artikelnr.: 179525



Eaton ist ein eingetragenes Warenzeichen der Eaton Corporation.

Alle anderen Warenzeichen sind Eigentum der entsprechenden Eigentümer.

SmartWire-DT® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Eaton Corporation.



Powering Business Worldwide