



Nationale EMA-Fachtagung 2021 (1)

VIRTUELL UND KOMPAKT Im Fokus der diesjährigen nationalen Fachtagung mit 120 Teilnehmern aus vielen Städten der Republik und Referenten auch aus dem europäischen Ausland, standen Vorträge rund um die Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und zum Thema Kreislaufwirtschaft.

*Peter Behrends,
Redaktion »ema«*

Am 6.5. hatten die Maschinenbauerkollegen Gelegenheit, sich u. a. über Neuerungen im Groß- und Kleinmaschinenbau, Energiespartmotoren und Nachhaltigkeit zu informieren. Nur die Möglichkeit von Angesicht zu Angesicht mit Kollegen zu diskutieren war online nicht wirklich möglich.

An dieser Stelle nochmals einen herzlichen Dank an die Organisatoren und Moderatoren *Yvonne Welker* und *Daniel Erdmann* und die ZVEH-Kollegen hinter den Kulissen, die für eine reibungslose Veranstaltung sorgten. Im nächsten Jahr soll die internationale Tagung vom 19.–21. Mai 2014 (hoffentlich) in Präsenz in der Schweiz stattfinden.

Nachdem *Daniel Erdmann*, Referent Technik und Wirtschaft des ZVEH und *Thomas Bürkle*, Vizepräsident des ZVEH und Sprecher des Bereichs Elektromaschinenbau im Fachbereich Technik die anwesenden Kolleginnen und Kollegen begrüßt hatten, legte man auch gleich los mit einem kompakten Programm aus 14 Vorträgen, die jeweils etwa 30 Minuten dauerten.

Retrospektive

Im Jahre 2015 vereinbarten auf der Weltklimakonferenz in Paris 195 Staaten, darunter auch Deutschland, die durchschnittliche globale Erderwärmung »deutlich« zu begrenzen. Bei der Erreichung der Ziele dieses völkerrechtlich bindenden Klimaschutzabkommens wird der Wirtschaft eine Schlüsselrolle zukommen.

Unternehmen müssen in Zukunft nicht nur über die eigenen Emissionen in ihren Betrieben nachdenken, sondern auch über die Emissionen, die mit dem Energiebezug und die in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette entstehen, nachdenken. Dabei berücksichtigt ein »unternehmerisches Klimamanagement« die Erfassung, Vermeidung und aktive Minderung relevanter Emissionsquellen der gesamten Wertschöpfungskette und des Lieferkettenmanagements. Studien zeigen, dass trotz Kosten der Nutzen eines Klimamanagements letztendlich überwiegt.

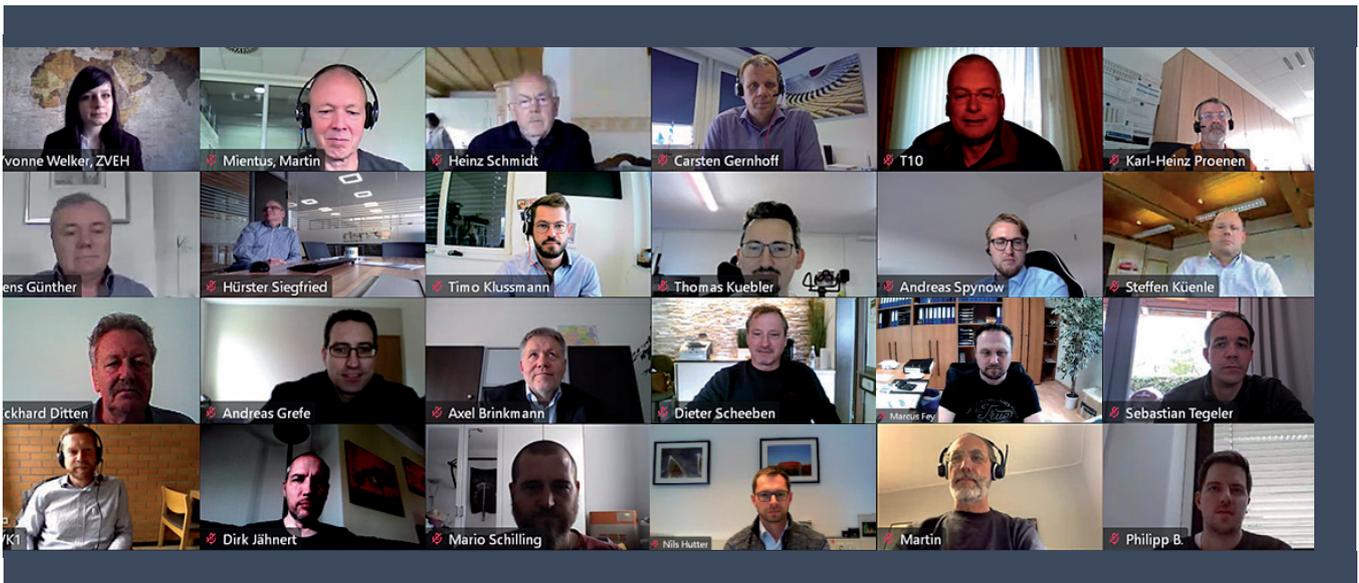
Auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sollten jetzt ins Klimamanagement mit einer Nachhaltigkeitsstrategie einsteigen.

Solche Verhaltens- und Verfahrensweisen werden sich anlässlich wandelnder politischer Klimaziele, Informationsbedarfen von Kunden und Preisschwankungen von Energie- und Rohstoffpreisen für Betriebe zunehmend zum Geschäftsfaktor.

Der Einstieg ins Klimareporting, also der Bereitstellung von Informationen zu den unternehmensbedingten Treibhausgasemissionen und zu Reduktionszielen eines Unternehmens, erfolgt über die Erfassung des sogenannten »CO₂-Fußabdrucks« oder auch »Corporate Carbon Footprint« (CCF). Dieser beschreibt alle unternehmensbedingten Treibhausgasemissionen einschließlich vor- und nachgelagerter Unternehmensprozesse.

Greenhouse Gas Protocol und ISO 14064

Zur Erkennung der bestehenden Emissionsquellen eines Unternehmens ist die detaillierte Unterscheidung direkter und indirekter Emissionsquellen von großer Bedeutung. Das »Greenhouse Gas Protocol« (GHG Protocol) ist hierfür der meistgenutzte Methodenstandard. Dieses Protokoll definiert die



Grundsätze der Relevanz, Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz und Genauigkeit. Daneben gibt es Bestrebungen der Normierungsinstitutionen DIN und ISO, Standards zu etablieren. Als Grundlage für das Berechnen und Verifizieren des CO₂-Fußabdrucks eines Unternehmens kann die international anerkannte Umweltmanagementnorm ISO 14064 herangezogen werden.

Direkte und indirekte Emissionsquellen

Bei der Kategorisierung des CO₂-Fußabdrucks ist besonders die Einteilung der Emissionen in drei sogenannte »Scopes« relevant. Während Scope 1 alle direkten, das heißt selbst durch Verbrennung in eigenen Anlagen erzeugten, Emissionen umfasst, werden mit Scope 2 alle Emissionen beschrieben, die mit eingekaufter Energie (z. B. Elektrizität, Fernwärme) verbunden sind. Scope 3 wiederum umfasst die indirekten Treibhausgasemissionen (z. B. durch Geschäftsreisen oder durch gekaufte Waren und Dienstleistungen).

Das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderte Gemeinschaftsprojekt des »World Wide Fund for Nature« (WWF) Deutschland und dem »Carbon Disclosure Project« (CDP) bietet seit 2014 deutschlandweit Veranstaltungen zur Unterstützung und zum Austausch rund um die Themen CO₂-Fußabdruck und Klimareporting an. Daneben wurden verschiedene Publikationen erarbeitet, die Unternehmen den Einstieg in das Klimamanagement erleichtern.

CDP ist eine internationale Non-Profit-Organisation mit dem Ziel, dass Unternehmen

und Kommunen ihre Umweltdaten wie THG-Emissionen oder den Wasserverbrauch veröffentlichten. WWF als eine der größten internationalen Natur- und Umweltschutzorganisationen setzt sich in Deutschland seit 2006 verstärkt für eine Vereinheitlichung der unternehmerischen Klimaberichterstattung ein.

Energieeinsparung bei Elektromotoren

Wie auch andere Referenten wies *Ralf Weber* von ABB in seinem Vortrag über Anforderungen zur Energieeffizienz auf die Auswirkungen auf den Klimaschutz und die neuen Vorgaben der EU-Richtlinie für energieverbrauchende bzw. energiebezogene Produkte (Ökodesignrichtlinie) hin (**Bild 1**).

In der EU sind etwa acht Milliarden Elektromotoren im Einsatz, die fast 50% des in der EU erzeugten Stroms »verbrauchen«. Ein Elektromotor wird in der Regel definiert als ein Gerät, das elektrische Energie in mechanische Rotationsenergie (in Form von Drehmoment und Drehzahl) umwandelt. Mit einer großen Vielfalt an Technologien, Anwendungen und Größen, von kleinen Motoren für den Betrieb von Kühlventilatoren in Computern bis hin zu sehr großen Motoren mit mehreren 10MW Leistung, ist der Bereich ist sehr verschiedenartig.

Die derzeit geltende Verordnung wird mit Wirkung zum 1. Juli 2021 durch die Verordnung (EU) 2019/1781 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Elektromotoren und Drehzahlregelungen aufgehoben und ersetzt. Die neuen Vorschriften gelten ab dann auch für mehrere bisher nicht erfasste

Induktionsmotoren, beispielsweise

- kleinere Motoren mit einer Leistung zwischen 120W und 750W
- größere Motoren mit einer Leistung zwischen 375kW und 1000kW
- 60-Hz-Motoren
- achtpolige Motoren und Einphasenmotoren (erst ab Juli 2023).

Darüber hinaus wird das Anforderungsniveau steigen, da Dreiphasenmotoren mit einer Nennausgangsleistung zwischen 0,75kW und höchstens 1000kW bis Juli 2021 das Effizienzniveau der Klasse IE3 erreichen müssen. Motoren mit einer Leistung zwischen 75kW und 200kW müssen ab Juli 2023 das Effizienzniveau der Klasse IE4 erreichen.

Die Verordnung enthält außerdem Vorschriften für die Effizienz von Drehzahlregelungen, für die ebenso – wie für Motoren – Informationsanforderungen gelten, z. B. in Bezug auf die Effizienz bei verschiedenen durch Drehzahl und Drehmoment definierten Betriebspunkten. Dies wird Ingenieuren dabei helfen, die Effizienz ganzer Systeme zu optimieren. Je nach Leistung und Verwendung kann ein effizienterer Motor über seine Lebensdauer Einsparungen von einigen wenigen Euro bis hin zu mehreren Zehntausend Euro bewirken.

Im Rahmen der geltenden Verordnung führte die Verwendung effizienterer Motoren bis 2020 jährlich zu Energieeinsparungen in Höhe von 57TWh. Unter Berücksichtigung der Gesamtwirkung der überarbeiteten Verordnung werden die jährlichen Einsparungen bis 2030 auf 110TWh ansteigen, was dem Stromverbrauch der Niederlande entspricht.

EU-Verordnung zu Öko-Design-Anforderungen

Verordnung der Kommission EU 2019/1781 legt neue Anforderungen für Elektromotoren fest

Aktuelle Verordnung für Elektromotoren

- Drehstrommotoren bis 375 kW
- Min. IE3 (direkt am Netz)
- Min. IE2 + Frequenzumrichter

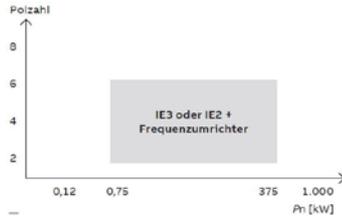


Abbildung 1: Aktuelle Verordnung bis 30.06.2021

Schritt 1: Ab dem 01.07.2021

- Drehstrommotoren bis 1000 kW
- Min. IE3 (direkt am Netz)
- **Min. IE3 + Frequenzumrichter**

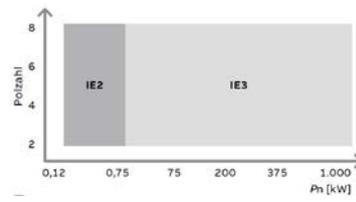


Abbildung 2: Schritt 1 ab dem 01.07.2021

Schritt 2: Ab dem 01.07.2023 (Ergänzungen zu Schritt 1)

- Drehstrommotoren bis 1000 kW
- **Min. IE4 (direkt am Netz) 75 – 200 kW**
- Min. IE3 + Frequenzumrichter

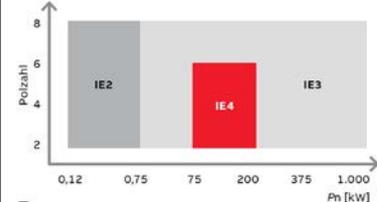


Abbildung 3: Schritt 2 Einführung von IE4

Quelle: ABB

→ Bild 1: Die kommenden Schritte gemäß der Öko-Design-Verordnung der EU

Dies bedeutet, dass jährlich 40 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen vermieden und die jährlichen Energiekosten der Haushalte und der Industrie in der EU bis 2030 um rund 20 Milliarden Euro sinken werden.

Wie konstruiert man einen IE5-Motor?

Gregor Dietz aus dem Hause SEW-Eurodrive sprach über Motordesign und wie es gelingt, einen Motor noch energiesparender zu machen. Ganz einfach: man reduziert die Verluste! Das gelingt, wenn man beispielsweise bei den stromabhängigen Verlusten ($P_V = I^2 \cdot R$) den Leiterquerschnitt vergrößert und im klassischen Kurzschlussläufer Kupfer (elektrische Leitfähigkeit $\kappa \geq 56 \text{ m} / (\Omega \cdot \text{mm}^2)$) statt Aluminium (elektrische Leitfähigkeit $\kappa = 36 \text{ m} / (\Omega \cdot \text{mm}^2)$) verwendet.

Eisenverluste sind von der Spannung, der Frequenz und der Permeabilität der verwendeten Elektrobleche abhängig. Hier kommen für gute Wirkungsgrade Reluktanzmotoren zum Einsatz. Da sie im Läufer weder eine Aluminium- noch eine Kupferwicklung besitzen, treten da auch keine Stromwärmeverluste in Erscheinung. Die synchrone Drehzahl sorgt zusätzlich dafür, dass auch keine Spannungen in die Läuferbleche induziert werden. Es gibt also auch keine Ummagnetisierungs- (Hysterese-) und Wirbelstromverluste. Die geringere Verlustleistung insgesamt zieht konsequenterweise ein neues Lüfterdesign nach sich, mit der Folge, dass auch die drehzahlabhängigen Reibungsverluste kleiner und Motorengeräusche reduziert werden.

Im Fokus: der Synchronreluktanzmotor

Kernstück des Antriebspaketes dieser Maschine ist ein magnetloser Motor, der die Anforderungen der Wirkungsgradklasse IE4 erfüllt. Nachgewiesenermaßen sind die Energieeinsparungen bei Pumpen und Lüftern mit Drehzahlregelungen am Höchsten. Hinzu kommt die hervorragende Effizienz der Synchronmotorentechnik im Teillastbereich. Für den Einsatz von nichtnetzanlauffähigen Reluktanzmotoren sind allerdings zusätzlich Frequenzumrichter notwendig.

Im Gegensatz zu anderen IE4-Motoren mit Permanentmagneten orientieren sich die meisten IE4-Synchronreluktanzmotoren an den von CENELEC harmonisierten Kombinationen aus Baugröße und Leistung. Das bedeutet, die Nachrüstung auf die höchste Effizienzstufe ist einfach, ohne mechanische Änderungen möglich, so dass die Amortisierungszeit der Gesamtinvestition sehr kurz ist. Erstmals braucht man bei einer gegebenen Ausgangsleistung im Hinblick auf den kombinierten Energieverbrauch von Motor und Frequenzumrichter nicht mehr zu raten. Der Wirkungsgrad des Pakets aus Motor und Frequenzumrichter wird zum Nachweis der Effizienz durch Messung ermittelt. Beim Effizienzvergleich verschiedener Alternativen muss sichergestellt sein, dass die Effizienzwerte für das Gesamtpaket und alle genutzten Drehzahlen betrachtet werden.

Unübertroffene Zuverlässigkeit

Der außergewöhnlich kühl laufende Rotor hält die Temperatur der Motorlager sehr nied-

rig und erhöht so die Lagerzuverlässigkeit. Darüber hinaus liegt der Anstieg der Wicklungstemperatur bei einem IE4-Synchronreluktanzmotor deutlich unter Klasse B. Durch diese Faktoren steigt die Zuverlässigkeit der Motoren auf ein neues Niveau und es wird ein kontinuierlich laufender Prozess sichergestellt.

Synchronreluktanzmotoren verbinden einen innovativen Rotor mit konventioneller Statortechnik. Sie erhalten die Leistung eines Permanentmagnetmotors und die Kosteneffizienz, Einfachheit und Wartungsfreundlichkeit eines Asynchronmotors. IE4-Antriebspakete bestehen aus einem Synchronreluktanzmotor mit dazu passendem Frequenzumrichter.

Die Idee ist einfach: ABB kombiniert die konventionelle, bewährte Stator-Technologie und ein komplett neues, innovatives Rotor-design mit der führenden Industrial-Drive-Umrichtertechnologie und anwendungsspezifischer Software. Abschließend wird das Gesamtpaket für Pumpen- und Lüfteranwendungen optimiert.

Der neue Rotor hat keine Magnete und keine Wicklungen (Bild 2). Dadurch entstehen weniger Verluste – der Motor bleibt kühl. Als Ergebnis erhalten sie die Stufe IE4, Super-Premium-Effizienz. Das bedeutet einen niedrigen Energieverbrauch, speziell im Teillastbetrieb mit Drehzahlregelung.

Höchste Zuverlässigkeit minimiert Stillstandszeiten

IE4-Synchronreluktanzmotoren zeichnen sich durch sehr geringe Wicklungstemperaturen aus. Dieser Vorteil erhöht die Zuverlässigkeit.

sigkeit und die Lebensdauer der Wicklung. Eine Erhöhung der Wicklungstemperatur von 10K – so sagt die Faustformel – halbiert die Lebenserwartung der Maschine. Wichtiger noch ist, dass der kühl laufende Synchronreluktanzrotor die Lagertemperatur erheblich vermindert – dies ist ein wichtiger Faktor, denn Lagerschäden verursachen etwa 70% der ungeplanten Motorausfälle. Auch wenn ein Lager ausgetauscht werden muss, sind keine magnetischen Kräfte im Spiel, wie bei einem Permanentmagnetmotor – damit ist der Lagertausch genauso schnell und einfach, wie bei einem Asynchronmotor durchführbar.



Quelle: ABB

→ Bild 2: Flusssperrschnitt eines Synchronreluktanzmotors

Motor-Highlights:

- Motoren erfüllen die IE4-Effizienzstufen gemäß IEC 60034-30-1.
- Unübertroffene Zuverlässigkeit durch sehr niedrige Wicklungs- und Lagertemperaturen.
- Gleiche Leistung und Baugrößenkombinationen erlauben den Austausch von Standard-Asynchronmotoren.
- Gleiche Ersatzteile, einfach zu bestellen und auszutauschen, günstige Lagerhaltung.
- Keine Magnete, kein Käfigläufer – was nicht vorhanden ist, kann auch nicht kaputtgehen.
- Wartung mit der von Asynchronmotoren vergleichbar – wartungsfreundlich.

Frequenzumrichter-Highlights:

- Die Inbetriebnahme ist so einfach wie bei Asynchronmotoren – einfach nur die Parameter des Motortypenschilds eingeben, wie bei jedem normalen Asynchronmotor.
- Die abgestimmten Antriebseinstellungen können in einer Memory-Unit gespeichert werden.

- Sie enthält alle für die Programmierung des Antriebs erforderlichen Informationen und kann auf einfache Weise vor Ort in einem neuen Umrichter installiert werden.
- Treibt jeden Motor an – derselbe Antrieb kann Asynchron-, Permanentmagnet- und Synchronreluktanzmotoren antreiben und bei Bedarf auch bei anderen Motoren eingesetzt werden.
- Schlanke Bauform – der Umrichter benötigt wenig Platz im Schaltschrank.
- Direkte Drehmomentregelung – präzise Regelung, die auch ohne Rückführgeräte und Inkrementalgeber die Produktqualität, Produktivität und Zuverlässigkeit erhöht.

Fazit

SynRM-Motoren von ABB verfügen über die höchste Energieeffizienz-Klassifizierung IE5 und weisen im Vergleich zu IE2-Motoren bis zu 50% geringere Energieverluste auf. Kunden können damit die Energieeffizienz und Zuverlässigkeit erhöhen sowie die Nachhaltigkeit verbessern. Die Motoren erfüllen nun die Kriterien der neuen Ultra-Premium-Energieeffizienzklasse IE5, die von der Internatio-

nalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) festgelegt wurden. Die Motoren bieten Anwendern daher die Möglichkeit, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen zu senken und gleichzeitig von einer höheren Produktivität und geringeren Lebenszyklus-Kosten zu profitieren.

Weitere Vorteile der IE5-SynRM-Motoren sind die niedrigeren Lager- und Wicklungstemperaturen, die für höhere Zuverlässigkeit und längere Lebensdauer sorgen. Mit dieser Konstruktion werden auch die Motorengeräusche reduziert, wodurch ein angenehmeres Arbeitsumfeld geschaffen wird.

Die neuen Motoren eignen sich für den Einsatz in zahlreichen anspruchsvollen Industrieanwendungen und ermöglichen bei jeder Geschwindigkeit eine präzise Steuerung und hohe Effizienz – gerade bei Teillasten. Sie sind daher eine ideale Alternative zu herkömmlichen Asynchronmotoren in Pumpen, Lüftern und Kompressoren sowie für komplexere Anwendungen wie Extrusionsmaschinen, Mischaggregate, Winden und Förderanlagen. Asynchronmotoren können problemlos durch IE5-SynRM-Motoren ausgetauscht werden, da sie dieselbe Größe und Ausgangsleistung aufweisen. Mechanische Änderungen sind somit nicht erforderlich.

IE5-SynRM-Motoren erfüllen die Anforderungen der Effizienzklasse gemäß IEC TS 60034-30-2 und sind in den Baugrößen IEC 132-315 mit einer Ausgangsleistung von 5,5...315kW erhältlich. Sie können als Komponenten eines hocheffizienten Motor-Umrichterpakets mit drehzahlgeregelten Antrieben von ABB eingesetzt werden.

In einem zweiten Teil des Nachberichts zur EMA-Tagung gehen wir auf Themen im Bereich des Verbands und weitere Beiträge ein.

(wird fortgesetzt)

STEINLEN Wir bewegen was!

ELEKTRISCHE ANTRIEBSTECHNIK

Vertrieb, Reparatur und Service für

- Getriebemotoren
- Industriebremsen
- Kupplungen
- Frequenzumrichter
- Pumpentechnik

Standort Großburgwedel
Tel. 05139 8070-0

Standort Hamburg
Tel. 040 73203-07/08

Standort Bremerhaven
Tel. 0471 97201-0

www.steinlen.de