

Ventilatorertechnik 2.0

EC-Motoren auf dem Vormarsch gemäß ErP 2013 und ErP 2015

Dipl.-Ing. Markus Best

Elektronisch kommutierte Ventilatormotoren sind auf dem besten Weg, im Lüftungstechnischen Alltag Standard zu werden: Sie ermöglichen eine stufenlose, nahezu lineare Regelung über den gesamten Drehzahlbereich, bieten deutlich höhere Ventilatoren-Wirkungsgrade, arbeiten verschleiß- und wartungsfrei und erfüllen zudem bereits heute die zukünftigen Vorgaben der ErP 2013 und der ErP 2015. Vermeintlich höhere Investitionskosten rechnen sich aufgrund der höchst effizienten Betriebsweise nach kurzer Zeit.

Kaum ein Thema dominiert den europäischen Politikalltag so sehr, wie die Steigerung der Energieeffizienz bzw. die Senkung des Energieverbrauchs.

Verdeutlicht wird dies durch eine Fülle an Richtlinien und Gesetzen mit immer stärker werdenden Auswirkungen auf Industrie und Endverbraucher: So wurde im Jahr 2005 von der EU die „Energy using Products Directive“ (EuP Richtlinie) verabschiedet, die 2009 in die „ErP Richtlinie“ (Energy related Products Directive) umbenannt wurde – in Deutschland besser bekannt als „Öko-design Richtlinie“. Darin werden Einsparpotentiale energieverbrauchender Produkte festgelegt und Mindestanforderungen bestimmt. Erste Auswirkungen der Gesetzgebung sind bereits

beim Endverbraucher angekommen; wie beispielsweise das Verbot von konventionellen Glühbirnen. Viel stärker bemerkbar machen sich die Konsequenzen der unterschiedlichsten Vorgaben allerdings bei der technischen Gebäudeausrüstung, speziell in der Lüftungs- und Klimatechnologie, denn ein erheblicher Anteil am europäischen Gesamtenergiebedarf von 410 TWh wird jährlich von Lüftungsventilatoren verbraucht. Gesetzliche Vorgaben wie die ErP 2013 und ErP 2015 zielen darauf ab, diesen Verbrauch signifikant zu minimieren. In der ersten Stufe der ErP werden ab Anfang 2013 circa 30 % aller heute gängigen Ventilatoren in der

EU vom Markt verschwinden. Die Verschärfung der energetischen Ansprüche durch die ErP 2015 sorgt zwei Jahre später für weitere 20 %. Betroffen sind



Abb.1: EC Motoren sind kollektorlose Gleichstrommotoren mit Nebenschlusscharakteristik, die speziell für den Einsatz in Lüftungs- und Klimatechnischen Anlagen entwickelt wurden.

nahezu alle Ventilatoren im Leistungsspektrum von 125W bis 500kW. Diese drastisch gestiegenen Effizienzansprüche bringen enorme Anforderungen an die Klima- und Lüftungstechnikindustrie mit sich. Durch den Einsatz der elektronisch kommutierten Antriebstechnologie (Electronically Commutated = EC) ist es bereits heute möglich, im Bereich der Lüftung deutlich Energie einzusparen und so den gestiegenen Ansprüchen mehr als gerecht zu werden. Das lässt vermuten, dass sich diese neue Motorenart durchsetzen und sie im Lüftungstechnischen Alltag zum Standard wird – ähnlich wie es vor einiger Zeit bei der Pumpentechnik

der Fall war: Hier ist der Antrieb mittels Permanentmagnetstrommotor längst Alltag. Bundesweite und regionale Förderprogramme unterstützen den Austausch alter Heizungsumwälzpumpen durch moderne Effizienzpumpen und beschleunigten somit die Marktakzeptanz.

WIE FUNKTIONIEREN EC-MOTOREN?

Grundsätzlich handelt es sich bei einem EC-Motor, s.Abb.1 um einen Gleichstrommotor, jedoch wurde der sonst übliche Kommutator mit Bürsten zur Stromwendung durch eine elektronische Schaltung ersetzt. Daher wird dieser Motorentyp auch als „elektronisch kommutierter Motor“ bezeichnet. Weiterhin sind üblicherweise Stator und Rotor vertauscht. Es handelt sich also nicht um einen Innen- sondern um einen Außenläufermotor. Darunter versteht man, dass das Magnetfeld durch einen ringförmigen Permanentmagneten im Rotor erzeugt wird. Das Statorblechpaket mit den Spulen ist fest mit dem Lagerdeckel des Motors verbunden. Im Gegensatz zum herkömmlichen AC-Motor (Wechselstrommotor, AC = Alternating Current) dreht sich dieser nicht mit. Die Winkelstellung des Permanentmagneten im Rotor wird über drei Hall-Sensoren erfasst und von einer, im Motor integrierten, Elektronik ausgewertet. Anhand der Winkelstellung des Rotors und der gewünschten Drehrichtung werden von der Elektronik die entsprechenden Spulen

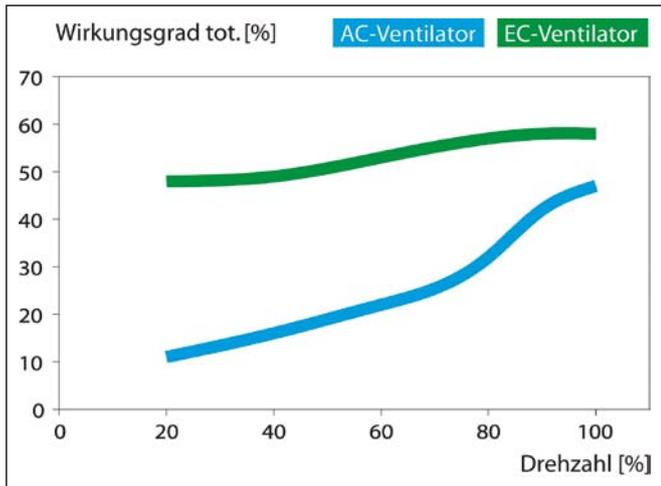


Abb.2: Bei AC-Motoren müssen Wirkungsgradverluste in Kauf genommen werden, bei EC Motoren nicht

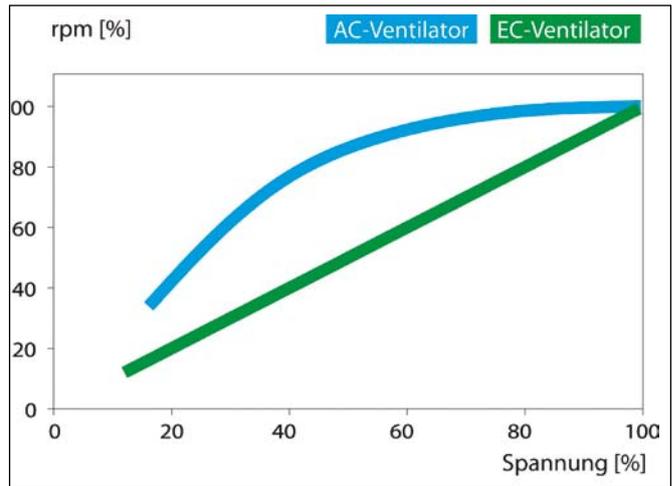


Abb.3: Bei Spannungsreduktion besteht der EC-Motor durch seine nahezu proportionale Kennlinie

bestromt, um das erforderliche Drehmoment zu erzeugen. Durch die elektronische Kommutierung entsteht, außer in der Lagerung, kein Verschleiß. Die Standzeit des Motors wird so nur noch durch die Lagerung bestimmt – werden Longlife Kugellager eingesetzt, kann von einer sehr hohen Ventilatorstandzeit ausgegangen werden. EC-Motoren bestehen zudem durch ihre Laufruhe: Motorstörgeräusche durch auf dem Motor Kollektor schleifende Kohlebürsten und Magnetisierungsbrummen durch Stufen trafos bei Drehzahlregelung entfallen bei dieser Technologie gänzlich.

Schlupf (Drehzahldifferenz zwischen Stator und Rotor) zu verstehen. Durch die Optimierung der Regelbarkeit wird aber gleichzeitig eine Reduktion des Motorwirkungsgrades in Kauf genommen. Der Wirkungsgrad eines Elektromotors definiert sich aus dem Verhältnis von mechanischer Ausgangsleistung zu elektrischer Eingangsleistung. Im Gegensatz zum EC-Motor, der nahezu verlustfrei arbeitet, treten im AC-Motor Eisen-, Ständerwicklungs-, Rotor-, Reibungs- und lastabhängige Zusatzverluste auf. Im Volllastbetrieb (max. Drehzahl) ist der Unterschied zwischen den beiden Technologien even-

kennfeld bleibt, knickt die Wirkungsgradkurve bei AC-Motoren im Teillastbetrieb erheblich ab (s. Abb.2).

Lüftungs- und Klimaanlage werden in der Regel bedarfsorientiert betrieben. Der Lüftungsbedarf wird aufgrund unterschiedlichster Kenngrößen (z. B. Lufttemperatur, Feuchtigkeit, CO₂-Gehalt, etc.) ermittelt und der notwendige Luftvolumenstrom daraus abgeleitet. Ähnlich wie bei Wärmeerzeugern erfolgt die Dimensionierung der Anlagen auf Basis einer Worst-Case-Betrachtung. Das heißt, eine Anlage wird für die maximal zu erwartende Last ausgelegt. Betrieben wird sie jedoch größtenteils in Teillast. Besonders in diesem Betriebspunkt zeichnen sich die Vorteile der EC-Technik deutlich ab. Während Standard AC-Motoren durch Stufentransformatoren oder Phasenanschnittsteuerung in die Teillast gesteuert werden können, sind bei EC-Motoren die Regelkomponenten bereits in der Kommutierelektronik integriert. Dadurch wird zur Drehzahlregelung lediglich ein 0 - 10 V Steuersignal (Drehzahlpotentiometer) benötigt. Die bereits im Motor integrierte Elektronik ermöglicht zusätzlich noch weitere Regelungsvarianten wie eine Druck- oder Volumenstromkonstantregelung. Hierfür sind kostengünstige Universalregelgeräte erhältlich.

Abb.3 zeigt die Drehzahlcharakteristik von AC- und EC-Motoren bei Spannungsreduktion auf. Der EC-Motor besteht durch seine nahezu proportionale Kennlinie (% Spannung = % Drehzahl), der AC-Motor verhält sich dagegen we-

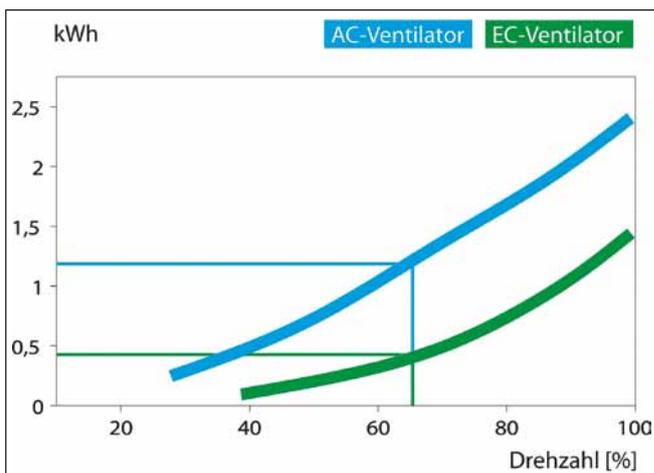


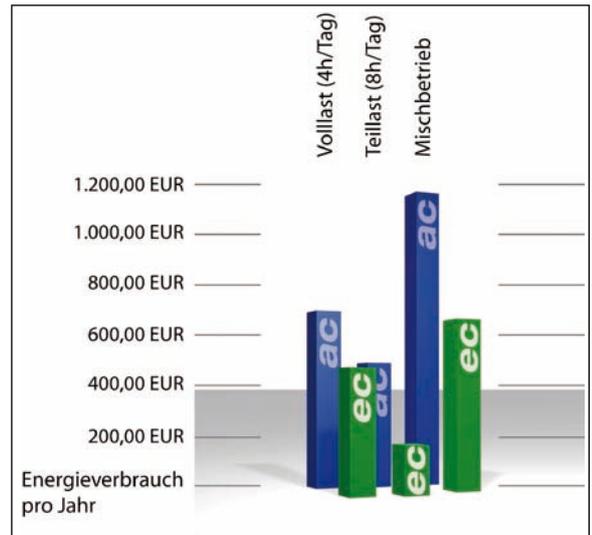
Abb.4: Da Ventilatoren größtenteils drehzahlregelt betrieben werden, kann durch Einsatz von EC Ventilatoren eine Reduktion der Betriebskosten auf die Hälfte erzielt werden. (Grafik: Helios Ventilatoren)

DIE ZAHLREICHEN STÄRKEN

AC-Motoren werden in der Regelbarkeit durch sogenanntes „Weichmachen“ verbessert. Ein „weicher AC-Motor“ ist als Synonym für einen Motor mit hohem

tuell noch nicht so maßgeblich, aber im Teillastbereich wird die Effizienzdifferenz mehr als deutlich: Während der Motorwirkungsgrad bei EC-Motoren nahezu unverändert im kompletten Drehzahl-

	AC Type GDB 710/6/6	EC Type GDB EC 710	Einsparung
Betriebsart (BA 1) Elektrische Leistungsaufnahme W Betriebsstunden p.a. (bei 4h/Tag) Energieverbrauch kWh/a Stromkosten p.a. (0,2369 Euro/kWh) Ersparnis in % p.a.	Volllast 100 % 1.930 1.470 2.837 672,11	Volllast 100 % 1.295 1.470 1.904 451,06	933 kWh/a 221 Euro p.a. 33 %
Betriebsart (BA 2) Elektrische Leistungsaufnahme W Betriebsstunden p.a. (bei 8h/Tag) Energieverbrauch kWh/a Stromkosten p.a. (0,2369 Euro/kWh) Ersparnis in % p.a.	Teillast 50 % (140V) 700 2.920 2.044 484,22	Teillast 50 % (5V) 260 2.920 759 179,80	1.285 kWh/a 304 Euro p.a. 63 %
Mischbetrieb (BA 1 + BA 2) Energieverbrauch kWh/a Stromkosten p.a. (0,2369 Euro/kWh) Ersparnis in % p.a.	Mischbetrieb 4.881 1.156,33	Mischbetrieb 2.663 630,86	2.218 kWh/a 525 Euro p.a. 45 %



Tab. 1 und Abb.5: Die Beispielrechnung verdeutlicht es: bis zu 30 % Energieeinsparung im Volllastbetrieb und bis über 50 % bei Drehzahlregelung durch Einsatz der EC-Technologie

sentlich unvorteilhafter. Daraus ist der Energieverbrauch im Regelbereich abzuleiten. Abb.4 sowie die Beispielrechnung in Tab.1 u. Abb.5 verdeutlichen das erhebliche Einsparpotential: Während die Differenz der Leistungsaufnahme im Nenndrehzahlbereich bei etwa 30 % liegt, erhöht sich dieser Abstand im drehzahlgeregelten Betrieb auf circa 50 %. Lüftungsgeräte mit AC-Motor bieten im Hinblick auf die Investitionskosten einen Kostenvorteil – dieser bezieht sich jedoch ausschließlich auf den Ventilator. Sobald die üblicherweise erforderliche Drehzahlregelung mit in die Betrachtung einbezogen wird, gleicht sich der vermeintliche Vorteil schnell wieder aus: AC-Motoren werden häufig mittels kostenintensivem Trafostufenschalter oder Frequenzumrichter drehzahlgeregelt. Bei EC-Ventilatoren hingegen wird bauseitig die Netzspannung direkt am Motor angeschlossen und durch die im Motor integrierte Elektronik in eine entsprechende Gleichspannung umgewandelt. Zur Regelung der Drehzahl ist nur noch ein Steuersignal (0 - 10 V) vom Sollwertgeber notwendig. Als Feldgeräte kommen daher preisgünstige Potentiometer zum Einsatz. Vergleicht man nun die Gesamtkosten aller notwendigen Komponenten der Lüftungstechnischen Investition (AC = Ventilator + Trafostufenschalter bzw. Frequenzumrichter; EC = Ventilator + Potentiometer), gleichen sich diese nahezu aus. Spätestens bei der Kostenumlegung auf den Lebenszyklus (Life Cycle Costing)

besitzen Lüftungssysteme mit EC-Antriebstechnologie unschlagbare Vorzüge. Auch bei der Amortisationsrechnung ergibt sich eine kurze Amortisationszeit – sofern neben den höheren Beschaffungskosten auch die wirtschaftlichere Steuerungslösung sowie der geringere Installationsaufwand berücksichtigt werden.

FAZIT

Die EC-Antriebstechnologie bietet beim Bau und Betrieb von Lüftungsanlagen zahlreiche Vorteile wie z. B. eine maximale Wirkungsgraderreichung im Teillastbetrieb, stufenloses lineares Regelverhalten, integrierte Regelungselektronik, geräuscharmen und laufruhigen Betrieb sowie universelle Einsetzbarkeit in einem

breiten Spannungsbereich. Hinzu kommt, dass Ventilatoren mit EC-Technologie bereits heute die zukünftigen Vorgaben der ErP 2013 und ErP 2015 erfüllen. Vermeintlich höhere Investitionskosten rechnen sich aufgrund der höchst effizienten Betriebsweise bereits nach kurzer Zeit. Das alles wird dafür sorgen, dass die schon heute häufig eingesetzte Technologie künftig – vor allem in kleinen und mittleren Leistungsbereichen – nahezu alternativlos sein wird.

Autor

Dipl.-Ing. Markus Best,
Bereichsleiter Vertrieb TGA
Helios Ventilatoren
Villingen-Schwenningen
Foto/Grafiken: Helios Ventilatoren
www.heliosventilatoren.de

IMPRESSUM

HERAUSGEBER IHKS Industrieverband Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik Bayern, Sachsen und Thüringen e.V.
82152 Planegg bei München, Tel: (0 89) 36 03 50 90

REDAKTIONSLEITUNG Wolfgang Kirkam, IHKS-Pressereferat,
Schweigerstr. 14, 81541 München,
Tel: (0 89) 66 33 99, Fax:- 62 42 37 44
E-Mail: kirkam@ihks-fachjournal.de

REDAKTIONSTEAM Marion Habeder, Monika Huber

ONLINE-REDAKTION Andreas Stüber

LAYOUT & GRAFIK Karlheinz Blaß

FACHJOURNAL & MEDIA-DATEN www.ihks-fachjournal.de

AUFLAGE 15 000 Exemplare

DRUCK Druckerei Weber Offset, 80993 München

Mit Namen gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung der Verfasser wieder und müssen nicht mit der des Verlages übereinstimmen.