

KSB SuPremE® in IE5* – Pumpenmotoren können zu Sparmeistern werden



KSB Pumpen mit dem neuen KSB SuPremE® in IE5* Motor inkl. PumpMeter

Sparen Sie Energiekosten von bis zu 70 Prozent und mehr: mit dem effizientesten magnetfreien Pumpen-antrieb der Welt. Der KSB SuPremE® ist so energie-effizient, dass er die Effizienz-Anforderungen nach IE5* erfüllt. Entdecken Sie die Vorteile der Synchronmotor-Technologie und lernen Sie die Funktionsweise dieser innovativen Antriebslösung kennen.

Seit Januar 2015 müssen Pumpenmotoren die Effizienz-klasse IE3 erfüllen; neu in den Verkehr gebrachte IE2-Motoren müssen ab diesem Termin drehzahlregelt betrieben werden.

*IE5 gem. IEC/TS 60034-30-2 bis 15/18,5 kW (nur bei Typ 1500 rpm in 0,55 kW, 0,75 kW, 2,2 kW, 3 kW, 4 kW: IE5 in Vorbereitung)

Effizienzklassen senken den Energiebedarf

Mit der Einführung von Effizienzklassen senken EU-Verordnungen den Energiebedarf für Pumpenantriebe. Hocheffiziente Pumpenmotoren erfüllen aber nicht nur EU-Vorgaben, sondern entlasten Unternehmen zusätzlich bei den Energiekosten. Aktuelle Entwicklungen ermöglichen dabei kurze Amortisationszeiten.

Auch für trocken aufgestellte Pumpenmotoren gelten nach den aktuellen IEC-Normen Effizienzklassen. Die europäische Kommission setzt seit Juli 2011 mit den Verordnungen EG640/2009 und EG4/2014 die Antriebe von Pumpen auf Stromdiät. Seit Januar 2015 müssen Asynchronmotoren zwischen 7,5 und 375 kW das Effizienzniveau IE3 erfüllen; neu in den Verkehr gebrachte IE2-Motoren müssen ab diesem Zeitpunkt mittels Frequenzumrichter drehzahl geregelt betrieben werden.

Wirkungsgrad bei Teillast ist mit entscheidend

Für den Beschluss zur Eindämmung des Energiebedarfs von Pumpenmotoren gibt es gute Gründe: Ein knappes Drittel des gewerblichen Stromverbrauchs entfällt auf den Antrieb von Pumpenmotoren. Investitionen in sparsame Pumpenantriebe können sich in kurzer Zeit amortisieren – nicht nur wegen der Effizienzklasse: Entscheidend sind vor allem die Prozesse hinter den Pumpen, da Pumpenmotoren nicht der Hauptverbraucher der Energie sind, sondern diese in mechanische Energie umwandeln.

Eine grundlegende Schwäche konventioneller Elektromotoren ist, dass sie ihren besten Wirkungsgrad nur innerhalb eines schmalen Bereichs um den Betriebspunkt herum erzielen. Über diesen Bereich hinaus fällt der Wirkungsgrad stark ab. In hydraulischen Systemen wie Heiz- und Kühlkreisläufen oder prozesstechnischen Anwendungen hat diese Eigenschaft einen erheblichen Einfluss auf die Stromrechnung: Weil dort über die meiste Zeit Teillastbetrieb herrscht, arbeiten Pumpen und ihre Motoren nur selten in einem günstigen Wirkungsgradbereich. Etwa 50 % der Betriebszeit rotieren die meisten Pumpen in einem Lastbereich, der unterhalb von 25 % der Nennleistung liegt (*Abbildung 1*).

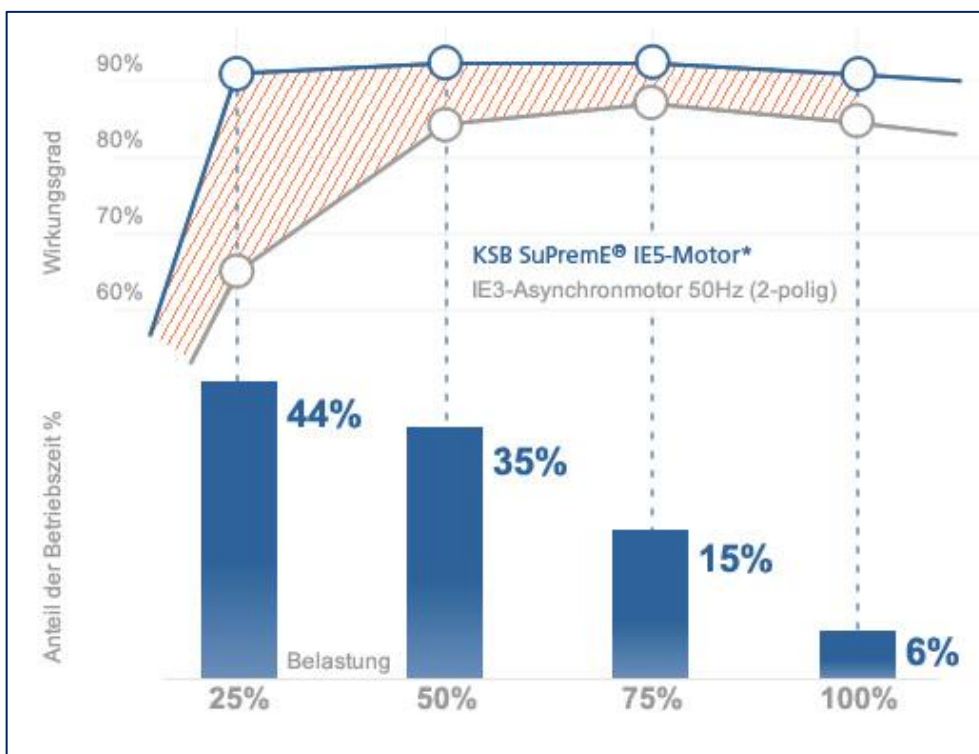


Abbildung 1 / Wirkungsgradvergleich

Durchbruch für neue Motorentechnik – der Synchronreluktanzmotor

Die aktuellen Vorgaben der EU hatten einen Anteil daran, dass einer seit fast einem Jahrhundert bekannten Technik zum Durchbruch verholfen werden konnte. Der Synchronreluktanzmotor führte sein Dasein über Jahrzehnte nur in der Fachliteratur über Elektromotoren, die diesem Motorenprinzip jedoch keine Praxistauglichkeit attestierte. Wie sich Jahrzehnte später herausstellen sollte, fehlte es für eine zuverlässige Funktion im Grunde nur an geeigneten Steuerungskomponenten, die heute problemlos verfügbar sind. In den 1990er-Jahren befasste sich ein Professor an der Universität von Turin, Alfredo Vagati, mit dem Synchronreluktanzmotor. Auf der Suche nach einem geeigneten Umrichter für seine Forschungsarbeiten wandte er sich an das italienische Technologieunternehmen Itaco/Reel s.r.l., das im Juli 2010 durch den Frankenthaler Pumpenhersteller KSB übernommen wurde.

Weil KSB seit rund 80 Jahren auch Spezialelektromotoren baut, erkannten die für die Antriebsentwicklung verantwortlichen Spezialisten das Potenzial des Synchronreluktanzmotors. Um daraus einen modernen und hocheffizienten Antrieb zu entwickeln, waren noch einige Entwicklungsschritte nötig. Den Ingenieuren von KSB gelang es schließlich, den Motor in einer Serienproduktion zu fertigen.

Synchronreluktanzmotor: Der Schlupf ist weg

Im Jahr 2009 präsentierte der Pumpenhersteller KSB den Synchronreluktanzmotor erstmals auf der Hannover-Messe (*Abbildung 2*). Der Fachwelt galt es dabei zunächst den Unterschied zum konventionellen Asynchronmotor zu vermitteln. Dieser besteht zunächst darin, dass der Rotor sich synchron mit dem Drehfeld des speisenden Netzes dreht. Beim Synchronreluktanzmotor kommt die Drehbewegung dadurch zustande, dass sich normales Eisenblech in einem Magnetfeld von Natur aus so ausrichtet, dass der magnetische Kreis den geringstmöglichen Widerstand hat. Abhängig von der Last stellt sich dabei ein entsprechender Polradwinkel ein. Damit der Rotor synchron zu dem im Stator umlaufenden Magnetfeld dreht, sind die Bestimmung der Rotorlage sowie ein Betrieb am Frequenzumrichter mit entsprechendem Ansteuerverfahren die notwendigen Voraussetzungen. Bei KSB-Pumpenmotoren wird die Rotorlage durch den Frequenzumrichter Pumpdrive indirekt über die elektrischen Werte der dreiphasigen Wicklung bestimmt. Da der Rotor auch keine Kurzschluss- oder Erregerwicklung zum Betrieb benötigt, treten dort fast keine Verluste auf.

Der Begriff Synchronmotor bedeutet, dass der Elektromotor synchron mit der Speisefrequenz läuft. Ein vierpoliger Motor dreht somit bei 50 Hz mit 1500 min^{-1} . Um 3000 min^{-1} zu erreichen, erzeugt der KSB-Umrichter die doppelte Ausgangsfrequenz. Der seit Jahrzehnten für den Antrieb von Pumpen gebräuchliche Asynchronmotor (*Abbildung 3*) läuft vereinfacht ausgedrückt mit einer lastabhängigen Drehzahlabweichung (Schlupf), sodass die Nenndrehzahl für vierpolige Motoren bei 50 Hz nicht exakt 1500, sondern zum Beispiel 1450 min^{-1} beträgt. Beim Reluktanz-Synchronmotor ist die Drehzahl nicht lastabhängig und kann bis 4200 min^{-1} variiert werden. Diese Präzision bietet den Vorteil, dass der Förderstrom mit ausreichender Genauigkeit rein über Drehzahl und Leistung ermittelt werden kann.



Abbildung 2 / In Kombination mit einer Pumpe der Baureihe Etaline bietet KSB die Pumpe mit einem IE4-Motor bis 18,5 kW ohne Aufpreis an. Anlagenbetreiber profitieren damit von einer kurzen Amortisationszeit.



Abbildung 3 / Das seit 100 Jahren bewährte Prinzip des Asynchronmotors ist nach wie vor auch der perfekte Pumpenantrieb. Die künftigen Anforderungen an die Energieeffizienz wird diese Motorenbauart jedoch nur noch schwer erfüllen können.

Rotor des Elektromotors aus Eisen und Luft

Das augenfälligste Merkmal des Motors ist der Rotorkörper aus gestanzten Blechen, die in großer Anzahl gestapelt auf eine Welle geschoben sind (Abbildung 4). Längs des Umfangs weist der Rotor gestanzte Aussparungen auf, die einen stark schwankenden magnetischen Widerstand bewirken. Diese Führung gibt dem Rotor im Statorfeld eine Vorzugsrichtung und folgt dessen Drehbewegung. Das patentierte Konstruktionsprinzip des Synchronreluktanzmotors bewirkt einen niedrigen Geräuschpegel, reduziert die Drehmomentwelligkeit und sorgt damit insgesamt für Laufruhe.

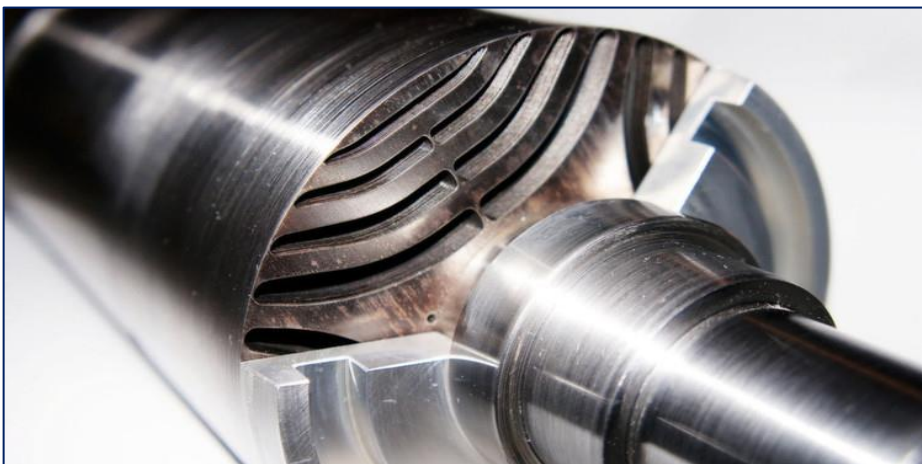


Abbildung 4 / Die Abbildung zeigt den Rotorblock eines Synchronreluktanzmotors, der aus einer Vielzahl von Blechen mit Aussparungen besteht.

Synchronreluktanzmotor bietet hohen Wirkungsgrad im Teillastbetrieb

Eine entscheidende Anforderung an den Einsatz von Pumpenmotoren für Anwendungen in der Gebäudetechnik und für industrielle Anwendungen ist die Regelbarkeit. Leistungsanpassung für Asynchronmotoren ist nur möglich, wenn die Netzfrequenz in den Wicklungen geändert wird. Für die Leistungsanpassung sind elektronische Frequenzumrichter aktueller Stand der Technik. Beim Betrieb von Drehstrommotoren an einem Frequenzumrichter können die Drehzahlen von null bis zur Nenndrehzahl stufenlos verändert werden. Damit ist auch eine der wichtigsten Eigenschaften des Synchronreluktanzmotors hervorzuheben, die sich in einem hohen Wirkungsgrad bei Teillast zeigt. Wie der Hersteller KSB erläutert, erreicht der Motor auch bei einem Betrieb mit 25 % der Nenndrehzahl an einer quadratischen Last (bei drehzahlgeregelten Strömungsmaschinen und fester Anlagenkennlinie steigt der Drehmomentbedarf quadratisch mit der Drehzahl an) mehr als 95 % des Nennwirkungsgrades (Abbildung 5). Praxiserfahrungen zeigen, dass mit dem Austausch vorhandener Pumpenmotoren gegen Synchronreluktanzmotoren beim Pumpenstromverbrauch Einsparungen von über 25 % erzielbar sind (Abbildung 6).

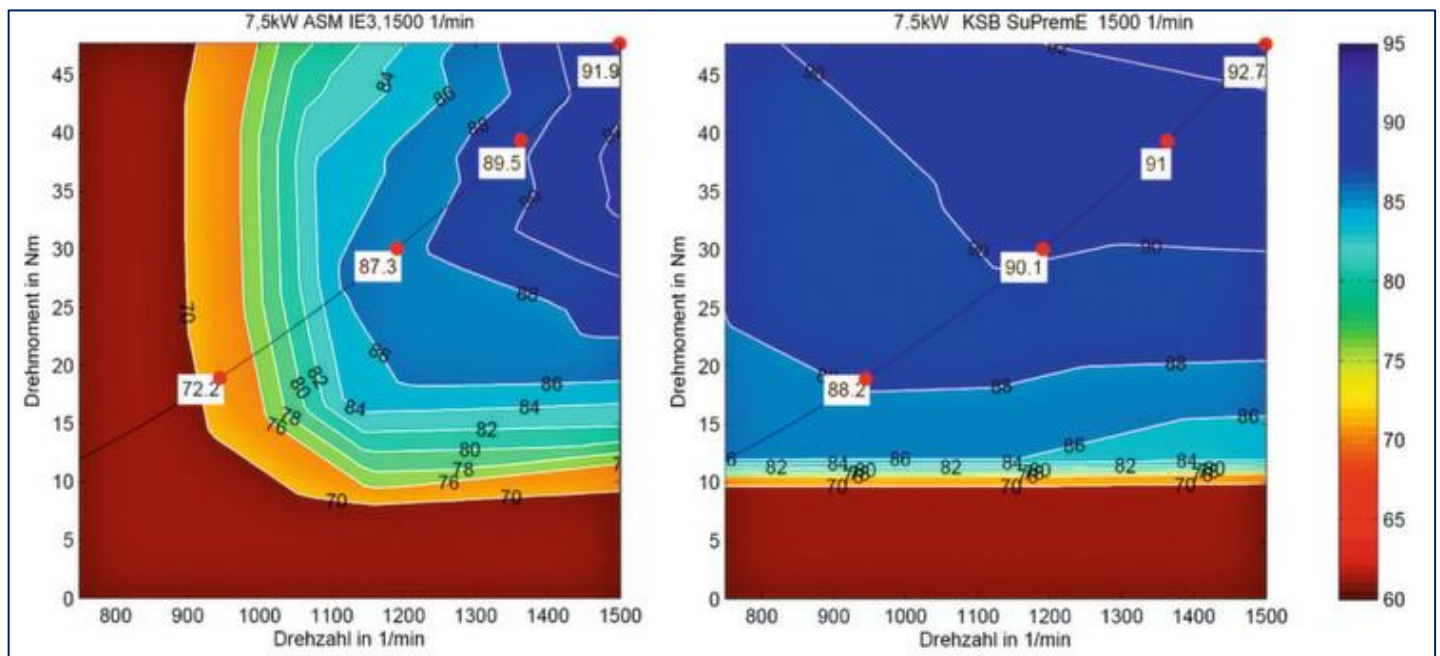


Abbildung 5 / Der Wirkungsgrad eines Synchronreluktanzmotors erreicht auch bei Teillast sehr gute Werte. Die Grafik zeigt die Wirkungsgrade eines 7,5 kW-Motors mit einer Nenndrehzahl von 1500 U/min.

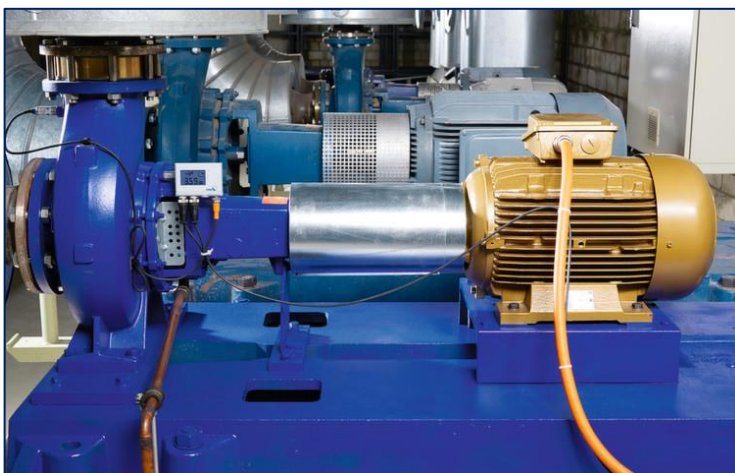


Abbildung 6 / Durch den Austausch der Hauptumwälzpumpe für die Gebäudebeheizung im Verlagshaus Gruner + Jahr in Hamburg gegen eine Etanorm-Pumpe mit Supreme-Motor konnte der Pumpenstromverbrauch um 28 % reduziert werden.

Die mechanische Komplexität des Synchronreluktanzmotors zeigt sich geringer als bei einem Asynchronmotor. Aus den konstruktiven Merkmalen und der Wirkungsweise resultiert auch eine längere Lebensdauer der mechanischen Teile. Mit ein Grund hierfür ist, dass eine minimierte Verlustleistung auch eine geringere Wärmeentwicklung des Aggregats bedeutet. So soll das Lager eines Synchronmotors rund 20.000 bis 30.000 Betriebsstunden halten – bei Pumpen in größeren Leistungsbereichen reduzieren sich damit die Wartungskosten und das Risiko von Ausfällen.

Synchronreluktanzmotor spart auch Energie durch sein geringeres Gewicht

Ein im Wortsinn gewichtiger Unterschied besteht auch im Gewicht, was sich besonders in größeren Leistungsbereichen bei Transport und Montage bemerkbar macht. So weist zum Beispiel ein 75 kW-Synchronmotor ein Gewicht von 411 kg auf, während ein IE4-Asynchronmotor 745 kg auf die Waage bringt. Für den Bau von Synchronmotoren sind weder Magnetwerkstoffe noch sogenannte Seltene Erden nötig (*Abbildung 7*). Damit stellt diese Technik auch einen Ausweg aus dem Verbrauch von Rohstoffen dar, deren Gewinnung mit großem Aufwand und umweltschädlichen Folgen verbunden ist.



Abbildung 7 / Serienproduktion des Supreme-Motors bei KSB.

Fazit: Die gesetzlichen Vorgaben schreiben ab Januar 2015 für alle Pumpenmotoren das Effizienzniveau IE3 und für IE2-Motoren den Betrieb in Kombination mit Drehzahlregelung vor. Für Januar 2017 steht bereits eine Erweiterung dieser Vorschrift auf den Leistungsbereich von 0,75 bis 5,5 kW in Aussicht.

In der Gebäudetechnik zählen die Anwendungsbereiche Heizen und Kühlen zu den wichtigsten Einsatzbeispielen für drehzahlgeregelte Pumpen mit hocheffizienten Antriebsmotoren. In diesen Bereichen herrscht durch schwankenden Leistungsbedarf häufiger Teillastbetrieb. Für die Wärmeversorgung von Gebäuden werden über einen großen Teil des Jahres oftmals nur 10 bis 20 % der verfügbaren Förderleistung benötigt. Pumpen mit konventionellen Asynchronmotoren arbeiten dabei in einem ungünstigen Wirkungsgradbereich. Der Austausch eines Asynchronmotors der Klasse IE2 gegen eine Reluktanz-Synchronmaschine spart abhängig von Baugröße und Lastprofil bis zu 25 % an elektrischer Energie ein. Mit der Technik des Synchronreluktanzmotors kann darüber hinaus vollständig auf Magnetwerkstoffe insbesondere auf Basis seltener Erden verzichtet werden und damit eine optimale Ressourceneffizienz erzielt werden.

Hintergrund: Das Einsparpotenzial von IE5-Motoren im Vergleich zu IE2-Asynchronmotoren

Fazit: Die gesetzlichen Vorgaben schreiben ab Januar 2015 für alle Pumpenmotoren das Effizienzniveau IE3 und für IE2-Motoren den Betrieb in Kombination mit Drehzahlregelung vor. Für Januar 2017 steht bereits eine Erweiterung dieser Vorschrift auf den Leistungsbereich von 0,75 bis 5,5 kW in Aussicht.

In der Gebäudetechnik zählen die Anwendungsbereiche Heizen und Kühlen zu den wichtigsten Einsatzbeispielen für drehzahlgeregelte Pumpen mit hocheffizienten Antriebsmotoren. In diesen Bereichen herrscht durch schwankenden Leistungsbedarf häufiger Teillastbetrieb. Für die Wärmeversorgung von Gebäuden werden über einen großen Teil des Jahres oftmals nur 10 bis 20 % der verfügbaren Förderleistung benötigt. Pumpen mit konventionellen Asynchronmotoren arbeiten dabei in einem ungünstigen Wirkungsgradbereich. Der Austausch eines Asynchronmotors der Klasse IE2 gegen eine Reluktanz-Synchronmaschine spart abhängig von Baugröße und Lastprofil bis zu 25 % an elektrischer Energie ein. Mit der Technik des Synchronreluktanzmotors kann darüber hinaus vollständig auf Magnetwerkstoffe insbesondere auf Basis seltener Erden verzichtet werden und damit eine optimale Ressourceneffizienz erzielt werden.

Am Beispiel des 7,5-kW-Motors ergibt sich für den Anlagenbetreiber an einem einzigen Motor dieser Nennleistung eine jährliche Einsparung von 1380 kWh. Das Aggregat reduziert die CO₂-Emissionen im Vergleich zu einer geregelten Pumpe mit Asynchronmotor um 815 kg pro Jahr. Der 7,5-kW-Motor stellt nach Informationen des Herstellers KSB ein geeignetes Beispiel dar, da diese Leistungsgröße an den verkauften Stückzahlen einen Anteil von 19 % hat.

Vergleich der Wirkungsgrade von marktgängigen IE2-Motoren mit Synchron-Reluktanzmotoren der Baureihe SuPremE von KSB				
Förderstrom	100 %	75 %	50 %	25 %
Wirkungsgrad IE2-Motor	88,1 %	85,2 %	77,5 %	39,2 %
Wirkungsgrad SuPremE-Motor	92,1 %	91,2 %	87,8 %	63,2 %
Zeitanteil	6 %	15 %	35 %	44 %
Quelle: KSB AG				