

# Effizient unter Wasser

Ein Pumpenhersteller bringt jetzt den weltweit ersten Permanentmagnetmotor für Unterwasseranwendungen auf den Markt. Er verbindet jahrzehntelange Erfahrung in Bau und der Entwicklung von Unterwassermotoren mit der energieeffizienten Permanentmagnetmotor-Technik.

Michael Klahn, Georg Schmidt und Wolfgang Tillmann \*

Getrieben durch steigende Energiekosten und ein wachsendes Umweltbewusstsein geriet in den letzten Jahren die Energieeffizienz elektrischer Antriebe zunehmend in den Fokus von Politik und öffentlicher Wahrnehmung. Mittlerweile haben zahlreiche Länder verbindliche Standards für die Energieeffizienz von Normmotoren eingeführt. Diese Forderungen gelten aufgrund der besonderen Umstände noch nicht für Unterwassermotoren. Allerdings ist es absehbar, dass in den nächsten Jahren eine Effizienzregelung auch für Unterwassermotoren verbindlich werden wird. Weiter führen derzeit viele Unternehmen ein systematisches Energiemanagementsystem nach ISO 50001 ein. Dieses ist eine Voraussetzung für die Be-

freiung von der EEG-Umlage und gegebenenfalls für die Entlastung von der Strom- und Energiesteuer. Die Umrüstung auf energieeffiziente Pumpen und Antriebe stellt sich hierbei häufig als eine der effektivsten Maßnahmen zur Energieeinsparung heraus. Bei Induktionsmotoren gibt es nur begrenzte Möglichkeiten, die Effizienz zu erhöhen.

## Technologiewechsel mit Potential

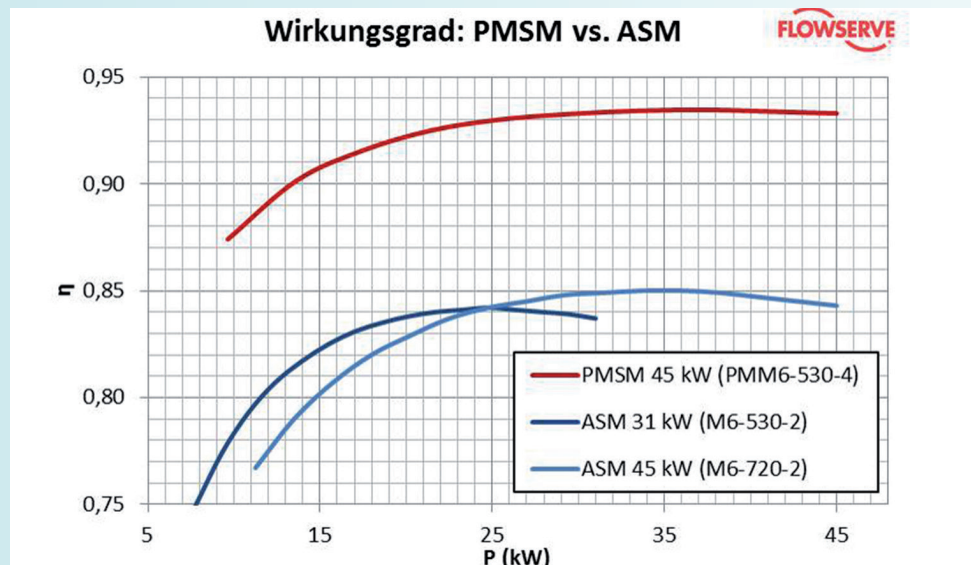
Maßnahmen wie verlustärmere Elektro-Bleche, die Nachbehandlung der Blechkanten, höhere Kupfer-Füllfaktoren sowie reibungsärmere Lager und Dichtungen können die Verluste bei vertretbarem Aufwand nur um wenige Prozentpunkte senken. Die ein-

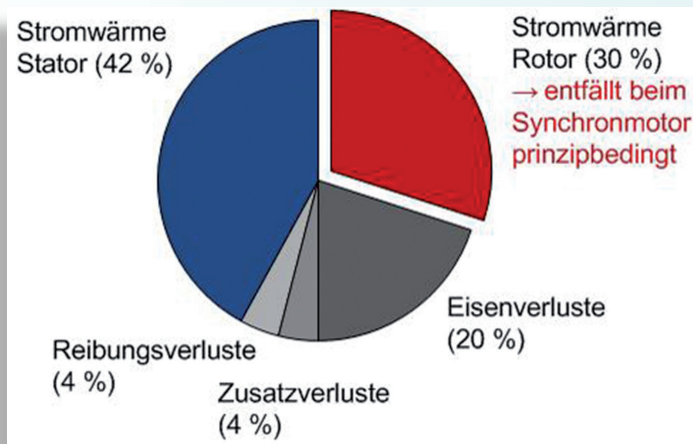
zige Chance für eine erhebliche Wirkungsgradsteigerung bietet der Übergang vom Asynchron- zum Synchronmotor. Gegenwärtig verursachen Rotorverluste etwa 30% der Gesamtmotorverluste. Durch den Umstieg vom stromdurchflossenen – und somit verlustbehafteten – Asynchron-Rotor auf einen nicht durchflossenen Synchron-Rotor lassen sich die Rotorverluste fast vollständig eliminieren.

Permanentmagnet-Synchronmotoren (PMSM) werden bereits seit geraumer Zeit in Anwendungen eingesetzt, wo hohe Effizienz erforderlich oder der Platz begrenzt ist. Diese Kriterien gelten auch für Unterwassermotoren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Induktionsmotoren benötigen PMSM einen Frequenzumrichter, da sie nicht selbstständig am Drehstromnetz anlaufen können. Die Energieeinsparungen übersteigen aber bei weitem die Investitionskosten für das Gesamtsystem bestehend aus Umrichter und PMSM.

Die Motortemperatur bestimmt wesentlich die Zuverlässigkeit des Antriebs. Höhere Temperaturen verringern die Lebensdauer der Motorwicklung. Nach dem Gesetz von Montsinger kann sich durch eine Verringerung der Temperatur der Motorwicklung um 8 K die Lebensdauer des Motors verdoppeln. Geringere Verluste im Motor senken die Motortemperatur und erhöhen somit die Zuverlässigkeit. Bei gleichen Erwärmungsbedingungen führt dies zu niedrigeren Innentemperaturen und somit zu einer

Wirkungsgradvergleich von Motoren gleicher Leistung und Baugröße.





Durch den Umstieg vom stromdurchflossenen Asynchron-Rotor auf einen nicht durchflossenen Synchron-Rotor lassen sich die Rotorverluste fast vollständig eliminieren.

Erhöhung der Lebensdauer von Wicklung, Dichtungen und Lagern. Alternativ lässt sich der Motor höher belasten oder in einem wärmeren Medium betreiben.

Flowserve hat das Projekt Permanentmagnet-Unterwassermotor im Jahr 2010 gestartet. Die Entwickler haben das Design mehrfach optimiert, um Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit sicher zu stellen.

### Testphase mit Bravour bestanden

Der endgültige Entwurf basiert auf der bewährten, vorhandenen Motorkonstruktion mit modifiziertem Stator und Rotor. Die spezielle Edelstahlbandage des Rotors schützt die Dauermagneten zuverlässig vor Korrosion.

Ein umfangreiches Testprogramm beinhaltete spezielle Tests im Prüffeld von Flowserve. Viele Leistungstests wurden zusätzlich auf einem Teststand an einer technischen Hochschule durchgeführt. Um die Leistung und Zuverlässigkeit des neuen Produktes in der Praxis zu beweisen, bat das Unternehmen seinen langjährigen Kunden Rheiner Energie, einen Feldversuch mit dem ersten Prototyp mit Permanentmagnetmotor und einer Pleuger Pumpe PN 82-1 durchzuführen.

Für die Durchführung des Versuches bot sich die im Norden von Köln angelegte Brunnengalerie Langel an. Im September 2011 baute Flowserve eine Unterwasserpumpe mit dem Prototyp des Permanentmagnetmotors in einen der Brunnen ein. Die Förderdaten der

Hydraulik sind exakt auf die Belange angepasst. Nach 5.000 Stunden kontinuierlichen Betriebs wurde der Motor demontiert und untersucht. Es wurden keine Anzeichen von Verschleiß oder anderen Problemen festgestellt. Seitdem läuft der Motor im Dauerbetrieb. 18.000 Stunden störungsfreier Betrieb reduzieren den Energieverbrauch um etwa 9.000 kWh, dies entspricht mehr als 5 t CO<sub>2</sub>. Basierend auf dem geringeren Energieverbrauch beträgt die Amortisationszeit für die Investition in einen solchen Motor zwischen 2 bis 3 Jahren.

### Attraktive Alternative

Die ersten Unterwassermotoren, die Flowserve anbietet, sind der PMM6-270-4 und der PMM6-530-4. Diese 6-Zoll-PMSM decken die komplette Palette der vorhandenen 6-Zoll-Induktionsmotoren ab.

\* Dr.-Ing. Michael Klahn, Georg Schmidt und Wolfgang Tillmann, Flowserve Hamburg GmbH