

Jahresbericht 2003, 12. Dezember 2003

Projekt

Prototyp Energiesparmotor

Autor und Koautoren	Jörg Weingartner
beauftragte Institution	Bächli AG
Adresse	Reinacherstrasse 12, 6010 Kriens-Obernau
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 320 32 00 / j.weingartner@baechli.com
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	100 487/ 150 600
Dauer des Projekts (von – bis)	1.November 2003 bis 30. April 2004

ZUSAMMENFASSUNG

Der erste Auftrag *Energiesparmotor* im Jahre 2002 erteilt, vom BFE an *Circle Motor AG*, war die Prüfung der technischen Machbarkeit und der Marktfähigkeit.

Das Ziel des zweiten Auftrags BFE ist das Wicklungsverfahren und die Statorkonstruktion zu optimieren in Bezug auf den Wirkungsgrad.

Drei verschiedene 230 Volt Wicklungsarten (die Ringspulenwicklung, die Stabkernwicklung und die Spulenwicklung) werden geprüft und in Prototypen hergestellt. Die Auswertung erfolgt zum einen in einer Simulation *FEMM* und zum andern auf dem Prüfstand der HTA Luzern. Die Energiesparmotoren mit den optimierten Statoren werden mit Asynchronmotoren der Effizienzklassen eff1 / eff2 verglichen bezüglich dem Wirkungsgrad und den Kosten. Die Nennleistung der Motoren beträgt 250W.

Dieses Projekt begann Ende November 2003. In diesen drei Wochen lag der Schwerpunkt in der Konstruktion und in der Magnetfluss-Simulation der verschiedenen Wicklungen. Die Simulation basiert auf der *Finite Element Methode*.

Projektziele

Die Hälfte der el. Energie wird in der Industrie in Elektromotoren verbraucht. Asynchronmotoren im Leistungsbereich unter 1 kW, die im Teillastbereich an einem Steuergerät betrieben werden, arbeiten mit einem schlechten Wirkungsgrad.

Im ersten BFE-Projekt *Energiesparmotor* im Jahre 2002 wurde ein Prototyp hergestellt. Bei einem Vergleich von Asynchronmotoren und des oben erwähnten Prototyps auf einem Prüfstand der FHZ resultierten interessante Werte: Der Energiesparmotor verfügt über eine Konstanz der eingesparten elektrischen Energie von etwa 60 Watt über den ganzen Lastbereich, beim Vergleich der beiden Motorenarten. Die Begründung liegt in der hohen Differenz der Wirkungsgrade im tieferen Teillastbereich und der grösseren absoluten Leistung im Nennlastbereich bei noch vorhandener Differenz der Wirkungsgrade. Die Nennleistung der gemessenen Motoren war 250 Watt.

Eine Hochrechnung im Leistungsbereich 180Watt bis 1.1 kWatt ergibt eine mittlere eingesparte Leistung zwischen Energiespamotoren und Normmotoren von etwa 100W. Pro Jahr werden 30'000 Normmotoren mit Frequenzumformern von Firmen mit Sitz in der Schweiz verkauft. Rechnet man mit der gleichen Menge von importierten, wie exportierten Antrieben und mit einer Lebensdauer von 25'000 Stunden pro Motor über 5 Jahre und einer Einschaltdauer von 50%, so ergibt sich eine eingesparte Energiemenge von 38 Mio. kWh pro Jahr in der Schweiz. Diese Energiemenge erzeugt ein mittleres Flusskraftwerk mit einer Generatorleistung von 4 MW. Bei einem mittleren kWh Preis von 15 Rappen ergeben sich eingesparte Energiekosten von 6 Mio CHFr.

Der Energiespamotor kann sich im Marktsegment der automatischen Türen, Gebäudetüren, Lifttüren durchsetzen. In der Schweiz sind 120'000 Aufzüge und 200'000 automatische Türen in Betrieb.

Das Ziel in der verbliebenen Zeit dieses Jahres ist es, die verschiedenen Wicklungsarten (Ringwicklung, Stabkernwicklung und Spulenwicklung einer ASM) bezüglich ihres Wirkungsgrades zu analysieren. Dazu braucht es Simulationen im FEMM, das auf die Finite Element Methode basiert. Durch diese Simulation kann einfach die magnetische Flussdichte im Luftspalt bestimmt werden, die für das Drehmoment entscheidend ist.

Ferner werden die technischen Unterlagen der Prototypen so weit erarbeitet, dass diese im Frühjahr 04 hergestellt werden können.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Zuerst wurden zwei wesentliche Punkte abgeklärt:

- Die Segmentmagnete könnten durch einen Magnetring ersetzt werden.
- Ein Eisenpulverkern könnte anstatt dem gebleichten Eisenkern verwendet werden.

Eisenpulverkerne haben den Vorteil, dass sie bei hoher Temperatur geringe Verluste gegenüber dem gebleichten Eisenkern aufweisen.

Ferrite hoher Permeabilität sind zur Verhinderung von Sättigung meist mit einem Luftspalt versehen. Auf diesen, in der Regel einzelnen Spalt, konzentriert sich der Streufluss innerhalb der Struktur. Ein Pulverkern weist demgegenüber eine verteilte Spaltstruktur auf, wodurch sich der Streufluss nicht auf einen Punkt konzentrieren kann.

Ein weiterer Vorteil ist: Der Pulverkern kann gut mechanisch verarbeitet werden. So ist eine individuelle Anpassung der Kerngrösse kein Problem. Aus diesen Gründen wird der Prototyp aus einem Pulverkern hergestellt.

Die Magnetringe weisen momentan noch nicht ein solch starkes Magnetfeld auf, wie die Neodymmagnete. Deshalb wird auf diese Technologie in diesem Projekt verzichtet.

Auf die Konstruktion des Magnetringes ist zu achten, da sich sonst der magnetische Fluss im Luftspalt kurzschließt und so enorme Verluste entstünden.

Auf den Wirkungsgrad hat der Magnetring keinen Einfluss, da der magnetische Fluss der Permanentmagnete „gratis“ zu Verfügung steht. Es würde bei grossen Serien die Herstellung erleichtern.

Weiter wurden zum Teil bereits technische Zeichnungen für die drei verschiedenen Wicklungstypen angefertigt und mit dem *FEMM* erste Simulationen durchgeführt.

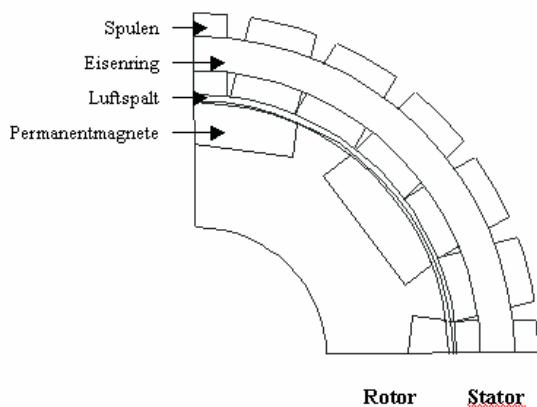


Fig. 1
Technische Zeichnung des Energiesparmotors mit einer Ringwicklung

Ein Viertel des Energiesparmotors wurde mit der Ringspulenwicklung gezeichnet (siehe Fig.1) und mit dem Simulationsprogramm FEMM der magnetische Fluss abgebildet (siehe Fig.2).

Gut ersichtlich ist der magnetische Flussverlauf, wie er sich über die Spulen schliesst.

Mit dieser Darstellung kann im Simulationsprogramm *FEMM* der mittlere magnetische Fluss im Luftspalt berechnet werden. Mit diesem Wert können die elektrischen Größen des Motors berechnet werden.

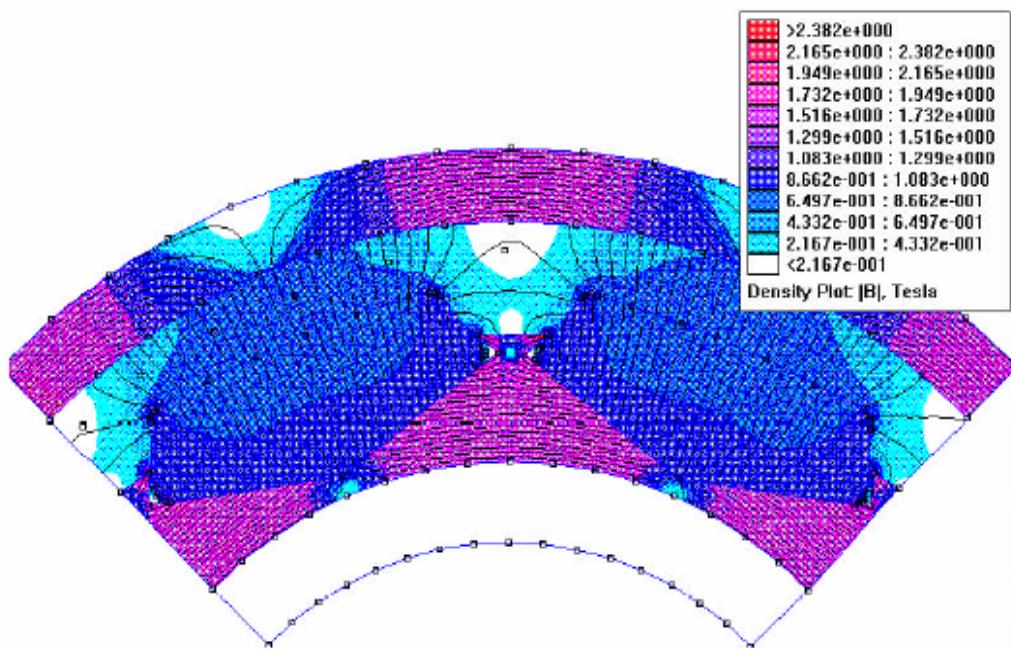


Fig. 2
Magnetischer Flussverlauf der Ringspulenwicklung

Nationale Zusammenarbeit

Nächstes Jahr werden die Prototypen an der *HTA Luzern* auf dem Motor-Prüfstand getestet und ausgewertet.

Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Das Projekt *Prototyp Energiesparmotor* hat erst Ende November 2003 begonnen. Die wesentlichen Schritte werden somit erst im 2004 geschehen.

Referenzen

- [1] **BFE Schlussbericht Energiesparmotor Oktober 2002**
Markus Lindegger, Circle Motor AG