

Jahresbericht 2005, 30. Oktober 2005

Integral-Spamotor im Leistungsbereich < 1kW

Autor und Koautoren	M. Lindegger, H. H. Kreuzer, G. Lischer
beauftragte Institution	CIRCLE MOTOR AG
Adresse	Tannackerstrasse 25
Telefon, E-mail, Internetadresse	031 952 52 52 info@circlemotor.ch www.circlemotor.com
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	100915 / 151073
Dauer des Projekts (von – bis)	26. Juli 2004 bis 30. April 2007

Zusammenfassung

Im 2005 (Phase 2) konnten folgende drei Industriepartner für das Projekt Integral – Sparmotor gewonnen werden:

EMT Ingenieurbüro für Elektro-Maschinen-Technik GmbH, Theresienstrasse 1, D-71384 Weinstadt-Grossheppach, spezialisiert in der weltweiten Beschaffung für Materialien und Werkstoffen für el. Maschinen.
EMB Elektromaschinenbau GmbH, Industriestrasse 32, D-88441 Mittelbiberach, spezialisiert in der Fertigung von el. Maschinen.

Kottmann Technik AG, Sumpfstrasse 26, CH – 6312 Steinhausen, spezialisiert in der Herstellung von mech. Dreh- und Frästeilen.

Sehr positiv ist der Entscheid der Projektpartner weitere Geschäfts- und Vermarktungsgelegenheiten für Integral-Motoren an der Antriebsmesse SPS in Nürnberg vom 22 – 24. Nov. 2005 zu finden. Am Messestand des Projektpartners EMB wird der Themenkreis Integral – Motoren ausgestellt. Dazu wurde der bestehende Integral-Spamotor aus der Phase 1 mit einer neu entwickelten, kompakten Antriebselektronik ausgerüstet. Durch das IEC Normgehäuse mit Rippen und Ventilator ist dieser Motor für Dauerbetrieb ausgelegt und soll dort eingesetzt werden, wo lange Laufzeiten gefordert sind. Also bei Pumpen, Lüfter etc. Ein zweiter Integral – Sparmotor mit einem genuteten Stator hoher Leistungsdichte, wurde mit einem kompakten Rundgehäuse ohne Ventilator, gebaut. Damit ist dieser Motor nicht für Dauerbetrieb geeignet und soll im Start – Stopp – Betrieb eingesetzt werden, wo kurzzeitig ein hohes Drehmoment gefordert wird, also z.B. bei den automatischen Türen. Wir möchten mit den insgesamt gebauten 5 Ausstellungsmödellen von Integral –Motoren an der Messe SPS, Erkenntnisse über Einsatz und Marktbereiche gewinnen und natürlich mögliche Kunden ansprechen.

Die hauptsächlichen Merkmal der techn. Entwicklung im 2005 sind:

Der Einsatz eines Strom - sparenden Micro Prozessors. Dadurch kann der geringe Speisestrom für die Nie-

Die Suche nach Industriepartnern

Für die Weiterführung des Projekts Integral-Spamotor in die Phase 2 ist die finanzielle Beteiligung von Industriepartnern am Projekt nötig. Der Aufwand der Industriepartner für die Jahre 2005 bis 2006 beträgt gesamthaft 126'000.- CHF. Die Suche nach Industriepartnern erwies sich als schwierig. Das erste Funktionsmuster und die Messdaten dazu standen erst gegen Ende der ersten Projektphase zur Verfügung. Ab diesem Zeitpunkt konnten geeignete Werbemittel erstellt werden. Bis zur mündlichen Zusage von drei Industriepartnern dauerte es bis anfangs Februar. Als Werbemittel diente eine Zusammenfassung des Projektes Integral Sparmotor in deutscher und englischer Sprache, sowie eine CD über Circle Motor AG mit einem Kapitel Integral - Sparmotor. Die Zusammenfassung mit dem Foto des ersten Funktionsmusters, wurde auch auf der Internetseite www.circlemotor.com veröffentlicht. Einige namhafte Firmen wurden angesprochen und Informationsmaterial versandt. Die meisten Firmen reagierten nicht. Beim Nachfragen wurde das Projekt zwar als interessant bezeichnet und für den Entscheid zur Beteiligung am Projekt noch Bedenkezeit gewünscht. Die Technologievermittlung TEVE hat die Circle Motor AG mit gezielten Recherchen unterstützt und auch die Wissens- und Technologietransferstelle des Kantons Bern „innoBE“ wurde zur Beratung beigezogen. Ende Januar 2005 wurde der Integral – Sparmotor am Swissmem - Workshop zum Thema „Effiziente Elektromotoren“ vorgestellt. Ebenfalls wurde an diesem Workshop, von der Biral AG, das Thema „Magnetmotortechnik für Heizungspumpen“ vorgetragen. Dieser Kontakt führte im Juni 05 zu einer Entwicklungszusammenarbeit zwischen Biral AG und Circle Motor AG im Bereich Permanent Magnet Motoren für Umwälzpumpen. Der „Energie-Cluster“ veröffentlichte Ende Januar, per Mail, ein Firmenporträt über Circle Motor AG, mit dem Schwerpunkt Energiespamotor. Dieser Artikel wurde von Herrn Jürg Wellstein, Fachjournalist, Therwil, verfasst. Herr Wellstein gelang es, in der Ausgabe 4/2005 der Technischen Rundschau, zwei Seiten zum Thema Integral - Sparmotor zu platzieren. (Siehe Seite 3 u. 4)Dieser Fachartikel führte zu einem interessanten Kontakt in Norddeutschland, zu einer Firma, die Integral-Motoren für den Betrieb von Hydraulikpumpen, mit entsprechenden Stückzahlen, sucht.

Circle Motor AG arbeitet in einem Netzwerk mit drei Firmen zusammen:

Kottmann Technik AG, Sumpfstrasse 26, CH – 6312 Steinhausen, spezialisiert in der Herstellung von mechanischen Dreh- und Frästeilen.

EMT Ingenieurbüro für Elektro-Maschinen-Technik GmbH, Theresienstrasse 1, D-71384 Weinstadt-Grossheppach, spezialisiert in der weltweiten Beschaffung für Materialien und Werkstoffe für el. Maschinen.

EMB Elektromaschinenbau GmbH, Industriestrasse 32, D-88441 Mittelbiberach, spezialisiert in der Herstellung von el. Maschinen bis ca 5000 Stk pro Jahr.

Diese drei Firmen haben sich am Projekt Integral – Sparmotor beteiligt und verpflichten sich, mit Circle Motor AG zusammen, einen Integral – Sparmotor < 1kW bis 2006 zur Serienreife zu bringen. Als weitere Geschäfts- und Vermarktungsaktivität haben die Projektpartner beschlossen Integral-Motoren an der Antriebs- und Automatisationsmesse SPS in Nürnberg vom 22 – 24. Nov. 2005 auszustellen.

Zum **Themenkreis Integral – Motoren an der Messe SPS** gehören folgende, alle in Permanent - Magnet – Technik und im 2005 als Prototypen gebauten, bzw. weiterentwickelten Motoren: Bild 1 von links nach rechts

1. Erstes Funktionsmuster des 250 W Integral-Spamotors mit IEC 63 Normgehäuse und neuer Elektronik.
2. Prototyp eines 500 W 24V Integral – Motors für den Antrieb von Hydraulikpumpen (Akquisition Kontakt aus techn. Rundschau.) Da es sich um einen 24 V Motor handelt, konnten wir bereits eine Light – Version der Antriebssteuerung aus den BFE Auftrag, Druckluftspeicher Projekt Nr 100985, einsetzen.
3. Prototyp eines 250 W Integral – Sparmotors mit Rundgehäuse und genutetem Stator.

4. Ein Integral – Motor TOTAL, also auch kabellos. Bedienungssignale über Funksteuerung (bei Erfolg Bluetooth), Stromversorgung mit eingebautem Akku.
5. Prototyp eines 24W Integral-Kleinmotors mit einer Nenndrehzahl bis 20'000 U/min.

Die mündliche Zusage der Industriepartner erfolgte bei einem Besuch in Gümligen am 7/ 8.2.05. Die Ausarbeitung der Verträge mit den Arbeits- und Terminplänen benötigte bis zur Unterschrift noch Zeit bis April / Mai. Sinnvollerweise wurde für die Phase 2 die Ausstellung SPS als Meilenstein festgelegt, sodass für die Industriepartner die Dauer der Phase 2 von April bis Ende Nov 2005 vertraglich festgelegt wurde. Phase 3 dauert dann von Dez 05 bis Projektende.



Bild 1. *Integral – Motoren für die Ausstellung SPS 22 – 24. Nov 05 in Nürnberg.*
Alle Motoren in Permanent – Magnet - Technik gebaut.

Elektrische Maschinen

Effizienz durch brushless DC-Technik

Motorische Anwendungen sind für einen Schweizer Elektrizitätsverbrauch von etwa 25 000 GWh verantwortlich. Kleine Verbesserungen im Wirkungsgrad bringen viel. Eine sparsame Gleichstrommaschine mit integrierter elektronischer Kommutierung wird vorgestellt.

JÜRG WELLSTEIN

In der Schweiz werden im Leistungsbereich von 1 bis 22kW überwiegend Normmotoren eingesetzt. Um eine Effizienzsteigerung im Bereich der Elektromotoren zu erreichen, haben das Bundesamt für Energie (BFE) und «Swiss Technology Network» (ehemals SAP) vor kurzem eine freiwillige Vereinbarung unterzeichnet. Damit soll die Nutzung der energetisch effizienteren Motorenklasse eff1 bis 2009 von 8% (Basisjahr 2003) auf 19% gesteigert werden. Der erreichbare Effekt: 43 GWh elektrische Energie, was etwa dem Jahresverbrauch einer Stadt wie Olten oder Aarau entspricht.

Markus Lindegger, Geschäftsführer der Circle Motor AG, weist auf die technologischen und wirtschaftlichen Vorteile der brushless DC-Technik im Energiespamotor hin.



Für kleinere Leistungen

Doch was geschieht im Leistungsbereich unterhalb von 1 kW? Asynchronmotoren dieser Grössenklasse arbeiten mit schlechtem Wirkungsgrad. Im genormten Bereich der Wellenleistung von 180 bis 1100 W erreicht der Wirkungsgrad bei Nennlast im Mittel 60 bis 76 %. Welche Energiesparpotenziale stecken in den rund 30 000 Normmotoren mit Frequenzumformer, die jedes Jahr von Firmen mit Sitz in der Schweiz verkauft werden?

Integral-Motor

Ausgehend von diesen Fragen, hat das BFE in den vergangenen Jahren ein Projekt zur Konzeption eines Energiespamotors unterstützt. Roland Brüniger, der Leiter des EFZ-Forschungsprogramms Elektrizität: «Die Zielsetzung von Energie Schweiz eröffnet uns eine langfristige Chance zur Steigerung der Effizienz und einer damit verbundenen Reduktion des Verbrauchs. Deshalb haben wir die Prototypen-Entwicklung eines Energiespamotors für den unteren Leistungsbereich unterstützt.»

Die Idee eines Integral-Motors, also mit integrierter elektronischer Antriebssteuerung, basierte auf der bürstenlosen DC-Technik. Ende 2004 konnte ein 250-Watt-Funktionsmuster fertig gestellt werden, das die Vorteile einer Gleichstrommaschine aufweist, bei welcher jedoch der mechanische



Brushless DC-Technologie im Gehäuse eines Normmotors. Das Einsatzspektrum für Motoren bis 1 kW Leistung ist breit.

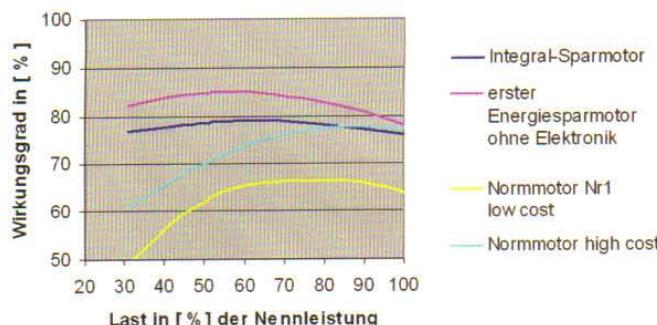
sche Kommutator durch Elektronik ersetzt wurde.

Circle Motor AG

Markus Lindegger, Gründer und Geschäftsführer der Circle Motor AG in Gümligen: «Wir haben uns an diesem Entwicklungsprojekt beteiligt, da wir uns seit der Firmengründung im Jahr 2000 mit brushless DC-Motoren befasst. Es sollten zunächst die technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines 250-Watt-Motors untersucht werden. Danach optimierten wir das Wicklungsverfahren und die Statorkonstruktion. Zu unseren Kompetenzen zählt auch die Entwicklung eines jochbewickelten Stators; wir besitzen sogar ein Patent eines Stators mit eingebauten Motordrosseln.»

Elektrische Maschinen

Motorenvergleich zeigt die Effizienz-Vorteile des Energiespamotors im Teillastbereich. (Bilder: Circle Motor AG)



Links

BFE-Forschungsprogramm «Elektrizität»
www.electricity-research.ch

Energiespamotor
 Circle Motor AG, Tannackerstrasse 25
 3073 Gümligen, Tel. 031 952 52 52
 Fax 031 952 52 53, info@circlemotor.ch
www.circlemotor.com

Illinois Institute of Technology (USA)
www.iit.edu

Besserer Wirkungsgrad im Teillastbereich

Der Integral-Energiespamotor erreicht mit der Steuerung einen maximalen Wirkungsgrad von knapp 80%. Wesentlich bessere Werte als Normmotoren sind im Teillastbereich möglich. Während der Normmotor beispielsweise bei 30% Nennlast nur etwa 50% Wirkungsgrad erreicht, liegt dieser beim bürstenlosen DC-Motor bereits nahe 80%. Über den gesamten Lastbereich können etwa 60 Watt eingespart werden. Daneben sind auch grössere Anlaufmomente gegeben, sodass sich dieser Motor auch für Servo- und Automatikturantriebe eignet.

Messungen

Bei den vergleichenden Messungen der Daten von Energiespamotor und Asynchronmotor (Normmotor) gleicher Leistung (bei 230V und 3000U/min), die auf einem Prüfstand der HTA Luzern durch-

geführt wurden, zeigte der Energiespamotor, zunächst betrieben als Synchronmotor, mechanische Schwingungen. Mit der brushless DC-Steuerung hingegen ergaben sich optimale Resultate.

Wirtschaftlichkeit

Neben den funktionalen Aspekten wurde von Anfang an auch die Wirtschaftlichkeit untersucht. Im Vergleich mit dem Normmotor ist beim Energiespamotor weniger Kupferdraht für die Wicklung notwendig, und die genuteten Statorbleche entfallen ganz. Allein der Stator wird um einen Drittel leichter; das Gesamtgewicht des Motors ist ebenfalls deutlich reduziert.

Um eine kostengünstige Fertigung zu ermöglichen, werden alle Komponenten so ausgelegt, dass sie in ein IEC-Normgehäuse passen. Die Steuerung wird insofern günstiger, als seit kurzem kompaktere Halbleiter-Chips für die Antriebssteuerung von Elektromotoren zur Verfügung stehen. Sowohl die in einem Chip integrierte Antriebsfunktion als auch die erforderlichen Permanentmagnete für den Rotor sind somit kostengünstig einzukaufen.

Träger gesucht

Markus Lindegger: «Der Energiespamotor erbringt neben einer Wirkungsgradsteigerung und wirtschaftlichen Vorteilen auch einen wichtigen Beitrag zur Emissionsreduktion. Dass sich die Suche nach einem Industriepartner

für die Herstellung dennoch als schwierig erwies, hat mich überrascht.» Die Technologievermittlung Energie TEVE und die Wissens- und Technologietransferstelle des Kantons Bern «innoBE» haben diesen Prozess aktiv unterstützt. Mit einem Schweizer und zwei deutschen Partnern arbeitet die Circle Motor AG heute zusammen, um den Energiespamotor in die Phase der Serienfertigung zu bringen. An der kürzlich von Swissmem organisierten Tagung zum Thema «Effiziente Elektromotoren» konnte der Energiespamotor vorgestellt werden. Zurzeit werden Interessenten gesucht, die einen Praxiseinsatz dieser Neuentwicklung ermöglichen können.

Die Circle Motor AG hat mit brushless DC-Motoren in den vergangenen Jahren bereits zwei wichtige Applikationen realisieren können. Zum einen wurde der Typ CM120 dank des hohen Drehmoments bei relativ langsamer Geschwindigkeit und der geringen Einbaugröße als automatischer Türauftrieb bei der von der Schweizer Kaba-Gilgen AG konzipierten Bahnsteigverkleidung der U-Bahn von Hongkong eingesetzt. Zum andern hat die brushless DC-Technik dank des grösseren wählbaren Luftspalts zwischen dem feststehenden Stator und dem Rotor eine Anwendung im Laborgerätebereich gefunden. Im Luftspalt kann eine Kapsel eingelegt sein, die mechanische Wellendichtungen ersetzt.

US-Resultate

Unabhängig von den Schweizer Arbeiten hat auch das Illinois Institute of Technology (USA) das Konzept eines Energiespamotors untersucht. Dabei kam man ebenfalls auf die bürstenlose DC-Technik mit einem Rotor mit Permanentmagneten. Das Institut geht davon aus, dass ungefähr 700 Mio Elektromotoren weltweit in Betrieb sind und 50 Mio jährlich produziert werden.

Jürg Wellstein, Fachjournalist, Therwil

Entwicklungsarbeiten im 2005 (Phase 2)

Arbeiten an der el. Maschine

Bei den Statoren der el. Maschinen gibt es zwei grundlegende Bauweisen, die genuteten und die ungenuteten Statoren. Die genuteten Statoren weisen eine hohe Leistungsdichte auf, haben aber als Nachteil ein magnetisches Rastmoment an der Welle. Ungenutete Statoren (Ringwicklung von Circle Motor und alle Luftspaltwicklungen) haben eine geringere Leistungsdichte, aber als Vorteil kein Rastmoment. Das fehlende Rastmoment auf der Welle und der ruhige Lauf eröffnen in vielen Marktbereichen Vorteile. Deshalb haben wir uns entschlossen, ein Integral-Spamotor mit genutetem Stator und ein Integral-Spamotor mit ungenutetem Stator gegenüberzustellen. Wir möchten durch diese Gegenüberstellung der beiden Motoren an der Messe SPS, durch Besucherreaktionen, Erkenntnisse über Einsatz und Marktbereiche gewinnen.

1) Motor mit ungenutetem Stator

Das erste Funktionsmuster aus der Projektphase 1 ist mit einem ungenuteten Stator, (Ringwicklung) aufgebaut. Da sich der Aufbau (Stator, Rotor, IEC 63 Normgehäuse) bewährt hat, wurde eine Weiterentwicklung dieses Funktionsmusters beschlossen. Der ursprüngliche Aufbau der Hallsensoren am Funktionsmuster in der Phase 1 führte zu unbrauchbaren Hallsignalen und zu einer zeitraubenden Justierung. Als Lösung dieses Problems wird der Rotor direkt mit den drei Hallsensoren, die durch einen Zwischenring positioniert und gehalten werden, abgetastet. Durch diese Montageart der Hallsensoren entfällt die ursprüngliche Encoderscheibe auf der Welle. Da die Verbindung der Hallsensoren zum Antriebsprint mit Kabeln erfolgt, ist es nicht mehr nötig den Hauptprint im Motor unterzubringen. Begründet in der einfacheren Verkabelung (Verbindung Netz zu Motor) und der Montage, haben wir uns entschlossen den Antriebsprint in den Klemmenkasten zu verlegen. Möglich wurde dies durch Platzeinsparung bei der Elektronik und durch einen etwas grösseren Klemmenkasten. Durch das IEC Normgehäuse mit Rippen und Ventilator ist dieser Motor für Dauerbetrieb ausgelegt und soll dort eingesetzt werden, wo lange Laufzeiten gefordert sind. Also bei Pumpen, Lüfter....

Bei der Jochwicklung mit ungeteiltem Ringkern muss, zur Fertigung der Wicklung, die gesamte Kupfermenge pro Phase auf ein Magazin gebracht werden. Mit diesem Magazin wird der Kupferdraht durch das Innere des Ringkerns hindurchgefädelt. Für den Betrieb an Netzspannung benötigt die Wicklung des 250W Stators eine relativ hohe Windungszahl, was die Herstellungszeit der Wicklung erhöht. Die deutschen Industriepartner (EMB / EMT) haben einen geteilten Kern entwickelt und erfolgreich getestet. Dabei können die Spulenkörper ausserhalb des Ringkerns, auf konventionellen Wickelmaschinen, bewickelt werden. Anschliessend werden die bewickelten Spulenkörper auf die beidem Kernhälften aufgeschoben und die beiden Hälften zu einem geschlossenen Ring zusammengeklippt. Dieses Herstellungsverfahren des Stators benötigt bedeutend weniger Zeit und senkt die Herstellungskosten.

2) Motor mit genutetem Stator

Der genutet Stator ist mit einer konventionellen 6 poligen, dreiphasigen Wechselstromwicklung ausgeführt. Als Blechschnitt ist der Typ BDC71/6.6236 der deutschen Firma Kienle+Spiess eingesetzt. Dieser Blechschnitt wurde speziell für brushless DC Maschinen entwickelt. Die Reduktion des magnetischen Rastmoments wird durch schrägstellen der Nuten des Statorblech's erreicht. Der 6 polige Rotor ist mit 5 NdFeB-Magnetstreifen pro Pol $L * b * h = 20 * 5 * 2.5$ mm hergestellt. Aussparrungen am Rotor reduzieren das Massenträgheitsmoment. Die achsiale Eisenlänge der Stators und des Rotors betragen 20mm. Da genutete Statoren eine höhere Leistungsdichte aufweisen, wurde für den Einbau ein kompaktes Rundgehäuse ohne Ventilator gewählt. Damit ist dieser Motor nicht für Dauerbetrieb geeignet und soll im Start – Stopp Betrieb eingesetzt werden, wo kurzzeitig ein hohes Drehmoment gefordert wird, also z.B. bei den automatischen Türen.....

Antriebselektronik

Hardware

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Luzern ist mir der Micro - Prozessor MSP 430 von Texas Instruments aufgefallen. Dieser kostengünstige Prozessor wurde für batteriebetriebene Geräte entwickelt. Die Stromaufnahme liegt im Betrieb mit allen eingeschalteten Funktionen unter 1 mA. Beim Einsatz dieses Prozessors in Antriebssteuerungen kann der Speisestrom direkt mittels Vorwiderstand aus dem 325V Zwischenkreis abgeleitet werden. Die getaktete Stromversorgung, welche bei der Elektronik der Phase 1 mit schlechtem Wirkungsgrad lief, entfällt damit. Die Spannungsversorgung der High-Side Leistungstransistoren kann nun nicht mehr über galvanisch getrennte Anzapfungen des Schaltregler-Trafos, wie in Phase 1 realisiert, erfolgen. In der neuen Schaltung erfolgt diese Spannungsversorgung über Bootstrap Dioden. Hallsensoren sind Bauelemente, die relativ viel Strom benötigen. Da die Stromversorgung über den 325V Zwischenkreis erfolgt, werden zur Leistungseinsparung, die drei Hallsensoren nur dann mit Strom versorgt, wenn deren Signale vom Prozessor gelesen werden. Die Bedienung, Hoch- Tielauf, erfolgt über zwei Taster.



Bild 2. Neue kompakte Antriebselektronik

Software

Zum Micro Prozessor wurde ein Entwicklungswerkzeug gekauft. Diese besteht aus einer Labor-Printplatte mit einem MSP 430 Prozessor, wobei alle Pins über eine Buchsenleiste zugänglich sind. Die Printplatte wird mittels Adapter mit dem PC verbunden. Mit einer Benutzeroberfläche auf dem PC können Programme in C und Assembler, erstellt, in den Flash Speicher des Prozessors geladen, und gedebugt werden.

Das Konzept der Software ist so aufgebaut, dass alle 70 usec ein Interrupt ausgelöst wird. Diese 70 usec bestimmen die Taktfrequenz von ca 15 kHz. In der Interrupt-Routine werden die Hallsensoren mit Strom versorgt und gelesen. An Hand der drei Hallsignale werden die 6 Leistungstransistoren geschalten. Ebenfalls in der Interrupt-Routine erzeugt eine Timerfunktion die Pulsweitenmodulation für die Drehzahlverstellung. Begründet in der kurzen Durchlaufrzeit von 70 usec für die Interrupt-Routine wurde das Programm in Assembler geschrieben.

Das Hauptprogramm ist mit 64 verschiedenen Drehzahlen aufgebaut, die mit dem Hoch-, Tielauf-taster verändert werden. Die 64 Drehzahlen sind als Tabellenwerte der Pulsweitenmodulation gespeichert und werden entsprechend an die Interrupt-Routine weitergegeben. Beim Betätigen eines Tasters wird die Drehzahl stetig verändert, bis der neue Wert erreicht ist.

Die Einarbeitung, in den für mich neuen Microprozessor MSP 430, war zeitintensiv. Die Fachhochschule Luzern hat mich mit einigen guten Ratschlägen unterstützt. Besten Dank.

Nationale Zusammenarbeit

Hochschule Technik+Architektur Luzern, Beratung Prozessor MSP 430, Leitung Prof. F.Gehrig.

Industriepartner CH

Kottmann Technik AG, Herr Georg Lischer, Sumpfstrasse 26, CH-6312 Steinhausen

Internationale Zusammenarbeit (deutsche Industriepartner)

EMT Ingenieurbüro für Elektro-Maschinen-Technik GmbH, Herr Hans-Hubert Kreuzer, Theresienstrasse 1, 71384 Weinstadt-Grossheppach.

EMB Elektromaschinenbau GmbH, Herr Markus Schmitz, Industriestrasse 32, D-88441 Mittelbibereich.

Bewertung 2005 und Ausblick 2006

Die Suche nach Industriepartnern mit finanzieller Beteiligung am Projekt Integral – Sparmotor erwies sich schwieriger und benötigte mehr Zeit als erwartet. Industriepartner, ausserhalb eines bestehenden Netzwerkes zu finden, erachte ich aus heutiger Sicht als aussichtslos. Circle Motor AG arbeitet in einem Netzwerk mit drei Firmen zusammen mit der Kompetenz, der mech. Fertigung, Beschaffung von Materialien für Elektromotoren und Herstellung von el. Maschinen. Diese drei Firmen haben sich glücklicherweise am Projekt Integral – Sparmotor beteiligt. Sehr positiv ist der Entscheid der Projektpartner weitere Geschäfts- und Vermarktungsaktivität für Integral-Motoren an der Messe SPS in Nürnberg vom 22 – 24. Nov. 2005 zu finden. Am Messestand des Projektpartners EMB wird der Themenkreis Integral – Motoren ausgestellt. Nebst den Sparmotoren bietet sich bereits die Gelegenheit einen 24 V 500 W Integral - Motor mit einer Light – Antriebssteuerung aus dem BFE Forschungsauftrag Druckluftspeicher Nr 100985 zu zeigen. Aus Besucherreaktionen erhoffen wir uns noch Hinweise zur Weiterentwicklung für das nächste Jahr (Phase 3) über Einsatzgebiete, Marktbereiche und natürliche über mögliche Kunden.

Folgende techn. Entwicklungsarbeiten stehen in der Phase 3 (2006) noch an:

Vertieftes Austesten der Steuerung. Redesign.

Leistungs- und Wirkungsgrad Messungen an den Motoren.

Hallsensoren

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Montage und Justierung der Hallsensoren einen Aufwand und Kostenfaktor darstellt. In der Phase 2 wurde deshalb eine Software - Routine geschrieben, die den Integral – Sparmotor als Synchronmotor, vom Stillstand aus anlaufen lässt. In der Phase 3 soll getestet werden, ob beim Erreichen einer Mindestdrehzahl, die Umschaltung vom synchron, in den effizienten brushless DC Betrieb möglich ist. Die Kommutierung würde dann von der induzierten Wicklungsspannung abgeleitet. Bei Erfolg würden die Hallsensoren wegfallen.

Fragen zur PFC Powerfaktorkorrektur, EMV klären.

Kalkulation und bei Bestellungen Produktionsstandorte evaluieren.

Referenzen und Quellenverzeichnis

[1] Bericht Technische Rundschau Ausgabe 4 / 2005 Effizienz durch brushless DC – Technik

Links im Internet zu den Datenblättern der verwendeten Bauteile.

[2] Verwendeter Micro Prozessor MSP 430

<http://www.mathar.com/msp430.html>

<http://www.mikrocontroller.net>

Bug-List:

<http://www.ti.com/cgi-bin/sc/buglist.cgi?bug=RES3>

Quellenverzeichnis der Fotos:

CIRCLE MOTOR AG, Tannackerstrasse 25, CH-3073 Gümligen: Alle Fotos.