



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

*das wichtigste Produkt des BCM ist WISSEN. Fortwährende Kompetenzbildung ist die Basis des Schaffens am BCM. Dabei ergibt sich die große Herausforderung, zum einen die vielfältigen Entwicklungsaufträge aus den Unternehmen durchzuführen, zum anderen aber auch ständig neues Wissen aufzubauen. Als eine wichtige Säule bildet dabei der Ertrag aus den Dienstleistungsaufträgen und Entwicklungsprojekten die Grundlage, die elektronische Ausstattung in den verschiedenen Laboratorien auf dem modernsten Stand zu halten. Die zweite Säule ist in der Wissensbildung zu sehen, um sich der Industrie auch zukünftig als kompetenter Ansprechpartner anbieten und behaupten zu können. Diesen Wettbewerbsvorteil durch Innovationen und Patente gilt es unbedingt zu bewahren, mit dem Ziel, immer etwas schneller als die Wettbewerber zu sein. Das verlangt eine hohe Flexibilität des Personals, in der der hauptsächliche Erfolg des BCM zu sehen ist. Auch in den Beiträgen in dieser Ausgabe des BCM-Infos wird am Beispiel der Direktantriebstechnik einmal mehr die Schere zwischen Entwicklungsarbeit und hochqualitativer Forschung deutlich. Die laufenden Projekte geben einen Eindruck über die Alltagsprobleme in den Unternehmen, die durch die Unterstützung des BCM gelöst werden können. Es werden aber auch Forschungs- und Entwicklungsergebnisse präsentiert, die u. a. auf der Hannover-Messe oder CeBIT im Jahr 2008 präsentiert wurden oder sogar zu einer sehr erfolgreichen Dissertation zu einem innovativen Direktantrieb eines BCM-Mitarbeiters geführt haben.*

## **Im Blickpunkt**

### **Direktantriebstechnik am BCM**

Seit einigen Jahren ist ein immer stärkerer Trend zu Antriebslösungen mit Direktantrieben zu verzeichnen. Ein Getriebe unterliegt sehr hohen Belastungen. Es braucht viel Platz und Energie, und es ist wartungsintensiv. Die Direktantriebe hingegen sind Antriebe, bei denen der Motor direkt mit der Arbeitsmaschine verbunden ist. Der Motor wird so ausgelegt, dass er direkt die Drehzahl der Arbeitsmaschine hat und daher kein Getriebe mehr braucht. Kurz: Die mechanische Kraft wird dort erzeugt und übertragen, wo sie gebraucht wird. So sind die Antriebseinheiten insgesamt kleiner, leichter, arbeiten effektiver und letztlich auch kostengünstiger.

Mit mehr (Verlust-) Leistung pro Volumeneinheit bringen die an die Direktantriebe geforderten Leistungsmerkmale allerdings auch eine systemgefährdende Wärmeentwicklung mit sich. Am BCM wurden und werden durch die thermische Modellierung beim Entwurf zur Konstruktion der Direktantriebsmaschinen bis hin zur Kühlungsart wirksame Gegenmaßnahmen für diese Problematik umgesetzt. Zur Aufrechterhaltung der sehr hohen Produktqualität muss die Maschinen-Innentemperatur während des Betriebs dabei unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant auf dem gewünschten Niveau gehalten werden. Neben der Maschinenentwicklung beinhaltet auch das Zusammenwirken der modernen Signal- und Leistungselektronik ein großes Optimierungspotential. Die folgenden Artikel beschreiben verschiedenen Arbeiten am BCM zu dieser Thematik.

## Entwicklung integrierter Direktantriebe für Arbeitswalzen an Vliesstoffkrepeln

### Der ENDRIVE auf der Hannover-Messe

Um eine Walze in ihre Drehbewegung zu versetzen wird mit Hilfe eines Getriebes die Drehung eines Motors auf die Walze übertragen. Dadurch wird die Drehzahl angepasst und die Walze dreht sich in der gewünschten Geschwindigkeit. In einem interdisziplinären Forschungsprojekt der Spinnbau GmbH, der Lloyd Dynamowerke GmbH & Co. KG (LDW) und dem BCM entstand ein getriebeloses System: ein schlank gehaltener und leistungsstarker Synchron-Direktantrieb namens „ENDRIVE“ (Enclosed Drive). Er ist in der Lage, eine sechs Meter lange Walze mit einem Durchmesser von nur 10 cm, wie beispielweise zur Beförderung von Fliesstoffen eingesetzt, ins Rotieren zu bringen.

Durch den Spezialaufbau kann auf ein Getriebe vollständig verzichtet werden. Das ist gewünscht, denn ein Getriebe unterliegt sehr hohen Belastungen. Es braucht viel Platz und Energie, und es ist wartungsintensiv.

Im Rahmen des Projektes wurde das Gesamtsystem, bestehend aus Arbeitswalze und Synchronmaschine bei der Bremer Spinnbau GmbH inzwischen in einem Testlauf erfolgreich in Betrieb genommen. Dabei arbeitet der Motor als frequenzumrichter gespeister Direktantrieb. Der Außenläufer des Motors und Arbeitswalze sind fest miteinander verbunden. Durch die vorteilhafte Lagerung des Systems auf der Antriebsseite über das Motorlager entsteht eine sehr kompakte Antriebslösung.

Mit Hilfe eines innovativen Wasserkühlsystems in der Hohlwelle werden auch die thermischen Anforderungen an das Fliesstofffördersystem bewältigt. Dadurch kann das in derartigen Antriebssystemen auftretende und in der Textilindustrie besonders kritische Hitzeproblem sicher gelöst werden. An der Außenhaut der Walze wird eine Temperaturerhöhung über einem Kelvin zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Den Direktantrieb halten die Projektpartner besonders geeignet für die eingesetzten langen und schlanken Walzen bis zu sechs Metern Länge und darüber hinaus sowie für Drehzahlen bis zu 1.000 Umdrehungen pro Minute. Außerdem überzeugt auch die große Leistungsdichte des Systems. Handelsübliche Motoren kommen nicht auf derartig gute Werte. Deren Gesamtwirkungsgrad sinkt prinzipbedingt zumeist durch die Getriebeverluste.



*Der entwickelte Walzeninnenantrieb wurde auf der Hannover Messe 2008 vom 21. bis 25. April der Öffentlichkeit vorgestellt*

Die technischen Maße und Werte sind beeindruckend: Das System ist 679 mm lang, wovon die überstehende Welle mit Kühlsystem 232 mm misst. Der Durchmesser des Gesamtsystems beträgt 96 mm, der der Welle 50 mm, und die Einbautiefe der Walze hat 413 mm. Der PM-Servomotor wird von einem Frequenzumrichter mit einer 3-phasigen, modulierten Wechselspannung gespeist. Strom- und Drehzahlregelung sind im Umrichter implementiert, der über ein Notebook konfiguriert werden kann. Ein Inkrementalgeber liefert die aktuelle Motordrehzahl an den Umrichter zurück. Über eine externe Bedienbox können Sollwertvorgaben an den Umrichter gegeben oder analoge Signale ausgelesen werden. Mit Hilfe eines Oszilloskops und einer Strommesszange wird der Stromverlauf einer Phase visualisiert. Damit kann zum Beispiel auch das Drehzahlsignal von der externen Bedienbox dargestellt werden. Das Antriebssystem kann problemlos das 1,5-fache des Nennmoments aufbringen.

**Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Holger Raffel  
Bremer Centrum für Mechatronik  
Telefon: +49 421 / 218 62690  
eMail: raffel@mechatronik-bcm.de

**Optimierung der Betriebseigenschaften permanentmagneterregter Transversalflussmaschinen als Servo-Direktantriebe**

**Promotion:** Dr.-Ing. Uwe Werner  
am Institut für elektrische Antrieb, Leistungselektronik und Bauelemente der Universität Bremen

In Direktantriebsanwendungen in industriellen Produktionsanlagen werden heutzutage auch zunehmend Servoantriebe eingesetzt.

Dabei werden meistens spezielle Antriebe basierend auf konventionellen Konzepten, als High-Torque-Lösungen oder umfangreiche Getriebeösungen mit Normmotoren verwendet. Eine Alternative hierzu ist die Transversalflussmaschine, die gegenüber den herkömmlichen Drehfeld- und Gleichstromantrieben ein grundsätzlich anderes Aufbaukonzept aufweist. Dieses Maschinenkonzept stellt prinzipbedingt hohe Drehmomente bei niedrigen Drehzahlen und kleiner Bauform mit entsprechend niedrigem Gewicht bereit. Die Hauptnachteile, die bislang einem Einsatz entgegenstehen, sind die hohe Drehmomentwelligkeit und die Normalkraftschwankungen, die zu Geräuschen und Vibrationen führen. Für den Einsatz als Direktantrieb ist ein schwankungsarmes Drehmoment an der Welle jedoch Voraussetzung und für Servomotoren kommt die Anforderung guter Positionierbarkeit hinzu. Deshalb ist eine besondere Regelung der Transversalflussmaschine, mit der die Momentenschwankungen und die Normalkraftschwankungen minimiert werden, eine notwendige Weiterentwicklung zur Anwendbarkeit dieses Maschinentyps. Die Konzeption und die Umsetzung dieser Regelungsstruktur zur Reduktion der Welligkeiten werden vorgestellt und an einer Versuchsmaschine verifiziert.



*Die Transversalflussmaschine am Prüfstand*

## **Direkt angetriebene Vorschubachsen - Synchronisierte Bewegungen tragen zur Prozessoptimierung bei**

Die mechanische oder steuerungstechnische Überlagerung von Achsbewegungen ist in der Produktionstechnik weit angewendet und bekannt. Zunehmend rückt für eine weitere Prozessoptimierung in das Zentrum des Interesses, Bewegungsgrößen auf den technologischen Prozess selbst abzustimmen. Wirkungsweise, Aufbau und insbesondere die steuerungstechnische Einbindung solcher Vorschubeinheiten werden anhand von drei Fertigungsprozessen dargestellt - einem inkrementellen Umformverfahren, einem Unrunddreh- und einem Wickelprozess.

### **1. Vorschub für ein inkrementelles Umformverfahren**

Im Fachgebiet Fertigungseinrichtungen am BCM wurde der Prototyp einer Vorschubachse zur Entwicklung und Erprobung einer geeigneten steuerungstechnischen Verknüpfung zwischen Bearbeitungsprozess und dem abgestimmten stufenförmigen Bewegungsprofil realisiert. Durch den Einsatz einer hydrostatischen Führung mit Umgriff des Vorschubschlittens werden insbesondere bei den periodischen Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgängen günstige Reibungsverhältnisse erzielt und ungewünschte Losbrechmomente, wie sie bei Gleitführungen bzw. Wälzführungen auftreten können, vermieden. Da beim Linearmotor in Einzelanordnung erhebliche magnetische Anziehungskräfte zwischen Primär- und Sekundärteil wirken, ist der Einsatz der hydrostatischen Führung durch ihr flächiges Tragverhalten gegenüber einer wälzgelagerten Führung vorteilhaft.

### **2. Unrunddrehprozess mit Fast-Tool-Servo**

In der zweiten Anwendung geht es um die Fertigung von zylindrischen Kreisringen durch einen Außenlängsdrehprozess. Dazu wird das Werkzeug durch eine hochdynamische Vorschubachse entsprechend einer vorgegebenen Ovalität oder zur Kompensation einer Verformung durch die Werkstückaufspannung nachgeführt. Das Gesamtsystem beinhaltet die In-Prozessmesstechnik zur kontinuierlichen Erfassung der Kontur, die notwendige Regelung und die Vorschubeinrichtung. Die Schneidenverstellung wird durch einen Lineardirektantrieb mit Festkörpergelenken realisiert.

### **3. Hochdynamische Verlegeachse für einen Wickelprozess**

In einem Kooperationsvorhaben der Adolf Müller Maschinenfabrik GmbH & Co. KG aus Scheeßel und dem BCM wurde ein Lineardirektantrieb für die Verlegeachse konstruiert. Solche Antriebe werden bei Werkzeugmaschinen insbesondere für Antriebsaufgaben mit hohen Anforderungen an Dynamik und Regelverhalten eingesetzt. Um das Potential dieser Antriebstechnik für einen Kreuzspulprozess nutzen zu können, ist es erforderlich, die Materialverteilung in Abhängigkeit der Parameter Drehzahl, Verlegesteigung und Randstoppeinstellungen zu kennen. Das Ergebnis dieser Betrachtung ist ein optimiertes Geschwindigkeitsprofil für die Verlegeachse, wodurch eine möglichst gleichmäßig zylindrische Form des gewickelten Materials ermöglicht wird.

#### **Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Volker Piwek

Universität Bremen

Telefon: +49 421 / 218 4681

eMail: piwek@mechatronik-bcm.de

## Abgeschlossene Projekte

### 3~ Bordnetz-Leistungsfaktorkorrektur

In Kooperation mit dem BCM arbeiteten die Bremer Firma Aircraft Elektro/Elektronik System GmbH (AES) gemeinsam an einer internationalen Produktinnovation: der PFC für dreiphasige Bordnetze in Flugzeugen (Power Factor Correction).

Im Gegensatz zu den üblicherweise verwendeten Spannungsnetzen mit 50 Hertz (Hz) werden an Bord von Flugzeugen Netze mit höheren Frequenzen z. B. 400 Hz und neuerdings so genannte „variable-frequency-Netze“ (VF-Netze) genutzt, in denen Frequenzen zwischen 360 und 800 Hz auftreten. Bei allen Netzen treten bei der Leistungswandlung harmonische Oberwellen also störende Verzerrungen auf, die üblicherweise mit PFC Schaltungen gemindert werden, aber im hohen Frequenzbereich auf dem Markt bisher nicht erhältlich sind.

AES hat als Hersteller von Leuchtsystemen und Netzteilen für den Flugzeugbau dieses Problem erkannt und sich zusammen mit dem BCM-Mitgliedsinstitut IALB (Institut für elektrische Antriebe, Leistungselektronik und Bauelemente) von der Universität Bremen, eine Einrichtung mit dem notwendigen Anforderungsprofil, in die Erforschung der entsprechenden Lösungen begeben.

Im Rahmen eines vom Lande Bremen geförderten Projektes unterschrieben beide Partner den Kooperationsvertrag und arbeiten seitdem an der Entwicklung eines elektronischen Frequenzwandlers für VF-Netze.

Neben seinem Haupteinsatzgebiet an Bord eines Flugzeugs kann das neue System überall da gesehen werden, wo andere Spannungsnetze außer den üblichen 50 Hertz-Netzen Verwendung finden, z. B. in der Schiffbauindustrie oder im Eisenbahnbau.

Das Konzept und erste Prototypen wurden bereits der Öffentlichkeit präsentiert. Einerseits auf der Hamburger Messe Aircraft Interiors Exhibition AIX in den Jahren 2007 und 2008, andererseits auf dem 2. Bremer Mechatronik-Tag des BCM und bei der 10-Jährigen Jubiläumsfeier der Fa. AES.



*Präsentation des neuen Frequenzumrichters auf dem AES-Technologietag*

Das Interesse und die Resonanz waren sehr groß, was wiederum dafür spricht, dass richtige Konzept umgesetzt zu haben. Und es wurde allseits bestätigt: ein vergleichbares Produkt mit derartigen innovativen Eigenschaften ist derzeit am Markt nicht verfügbar. Das bereits hinzugewonnene Know-how aus dem Software- und Hardwarebereich lässt sich auf andere Entwicklungen übertragen und stellt somit sicher, dass für das Unternehmen auch zukünftige Produktanforderungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik in Flugzeugen erfüllt werden können.

#### Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Holger Raffel  
Bremer Centrum für Mechatronik  
Telefon: +49 421 / 218 62690  
eMail: raffel@mechatronik-bcm.de

**Personalien**

**Susanne Mindermann:** Im August 2005 trat Frau Susanne Mindermann ihre Stelle am BCM an. Ihr Verantwortungsbereich lag im Sekretariat, das sie aufbaute und als funktionsfähige Einrichtung etablierte. Insbesondere aber auch ihr Engagement bei der Organisation der ersten beiden Bremer Mechatronik-Tage des BCM ist dankenswert. Im Jahr 2008 näherte sich das vom Bundesland Bremen geförderte Investitionsvorhaben ‚BCM‘ dem Ende und damit auch der Anschubfinanzierung. Es galt nun vorrangig, das BCM-Personal in die langfristige Weiterbeschäftigung zu überführen.

Frau Mindermann nahm die Möglichkeit wahr, entfristet auf einer universitären Stelle im Fachbereich ‚Kulturwissenschaften‘ zu arbeiten und verließ das BCM.



Das gesamte BCM-Team dankt Frau Susanne Mindermann für ihren Einsatz bei den verschiedenen Tätigkeiten am BCM. Mit ihrer Arbeit hat auch sie einen wichtigen Anteil zum nachhaltigen Erfolg des Centrums beigetragen. Wir wünschen ihr für den weiteren beruflichen Werdegang viel Erfolg und privat alles Gute!

**Tagungen und Workshops**

**Institut für Automatisierungstechnik auf der CeBIT 2008**

Vom 4. bis zum 9 März 2008 fand in Hannover die 23. CeBIT, die weltweit größte Messe für Informationstechnik, statt. Das BCM-Institut für Automatisierungstechnik (IAT) war dort mit zwei Forschungsvorhaben, dem Projekt AMaRob und dem Projekt BRAINROBOT, auf dem Stand des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zu Gast. Dort präsentierten sich unterschiedliche vom BMBF geförderte Forschungsprojekte.

Von der wurde ein Rollstuhl mit angebautem Roboterarm gezeigt, der, vom Benutzer bei Bedarf unterstützt, komplexe Handlungssequenzen durchführen kann. Das auf der CeBIT gezeigte Szenario zeigte den Roboterarm, der eine in einem Kühlschrank frei positionierte Flasche herausnimmt, ein Glas vollschenkt, die Flasche abstellt und dem Benutzer das Glas zum Trinken zuführt. Vielfältige ähnliche untereinander verkettete Aktionen sind notwendig, um das Forschungsziel von AMaRob zu erreichen, nämlich den behinderten Nutzern 90 min. Unabhängigkeit von Betreuungspersonen zu ermöglichen.



*Die AMaRob-Gruppe des IAT präsentiert ihren Rollstuhl auf der CEBIT in Hannover*

Auf besonderes Interesse bei den Messebesuchern stieß auch die Steuerung des Roboters mit Hilfe eines Brain-Computer-Interfaces (BCI). Dabei werden Kommandos an den Roboter allein über Gehirnsignale erzeugt, die mittels eines EEG von der Kopfoberfläche abgeleitet werden.

Die BRAINROBOT - Gruppe zeigte ein am IAT entwickeltes Diktiersystem auf der Basis eines BCI und ermöglichte es den Besuchern, ein solches BCI selbst zu testen und mit Hilfe ihrer Hirnströme Worte zu schreiben. Auch diese Aktion erfreute sich großen Zuspruchs des Messepublikums.

Vor allen Dingen in den ersten Tagen war der Bereich des BMBF-Standes, in dem das IAT angesiedelt war, ein großer Magnet für die Presse, so dass auch eine sehr positive Außendarstellung erreicht wurde.



Die BRAINROBOT- Gruppe zeigt ein am IAT entwickeltes Diktiersystem

## Business Life 2008

Vom 16. bis 17. September 2008 präsentierte das BCM zusammen mit dem Industriepartner K-Robotix GmbH im Foyer des Congress Centrum Bremen auf der Business Life den Prototyp der ‚Pac-Box‘, ein Modul zur Aufnahme von unverpackten Lebensmitteln, die sortiert abgelegt werden sollen. Dieser Teil einer Roboter-gestützten Verpackungslinie wurde mit der Unterstützung der Bremer Investitionsgesellschaft entwickelt.



Messestand auf der Business Life 2008

## Veröffentlichungen

Magazin der Handelskammer: Wirtschaft in Bremen „Bremer Centrum für Mechatronik erfolgreich“, 1.4.2008.

Weser-Kurier „Bremen ist wieder mit von der Partie“, 23.4.2008.

BIGnews, Magazin von BIG Bremen - Die Wirtschaftsförderer „TriakOR prüft getriebte Wässerchen“, 1.7.2008.

Impulse aus der Forschung, Universität Bremen „Technikschub für die Industrie - Regionale Wirtschaft kooperiert mit Bremer Centrum für Mechatronik“, 1.8.2008.

Magazin der Handelskammer: Wirtschaft in Bremen „Kleines Kraftpaket TRANSKON“, 1.9.2008.

## **Bremer Centrum für Mechatronik**

### **Anschrift:**

BCM Geschäftsleitung  
Dr.-Ing. Holger Raffel  
Otto-Hahn-Allee, NW1  
28359 Bremen

### **Kontakt:**

Tel.: +49 (0)421 - 218 62690  
Fax: +49 (0)421 - 218 4318  
E-Mail: [raffel@mechatronik-bcm.de](mailto:raffel@mechatronik-bcm.de)

### **Weitere Informationen:**

[www.mechatronik-bcm.de](http://www.mechatronik-bcm.de)

Redaktionsschluss: 15. Januar 2009