

Liebe Leser,

*Mechatronik-Kompetenzen in Bremen bündeln, das ist seit der Gründung 2005 ein Auftrag des Bremer Centrums für Mechatronik (BCM). Seither ist das BCM in vielen Kooperationsprojekten mit der Industrie tätig. Und die Nachfrage nach mechatronischem Know-how ist ständig steigend. In Zeiten einer boomenden Elektroindustrie ist diesbezüglich auch kein Ende der positiven Marktlage abzusehen. Auch im Maschinenbau sind die Auftragsbücher der Industrie prall gefüllt und die IT-Branche meldet höchsten Bedarf an Spezialisten. Wenn es dann auch noch darum geht, alle Fachrichtungen in der Qualifikation eines Experten zu finden, sind die Möglichkeiten stark begrenzt. Hier sind Mechatroniker gefragt, die die Bereiche Elektrotechnik, Mechanik und Informationsverarbeitung beherrschen.*

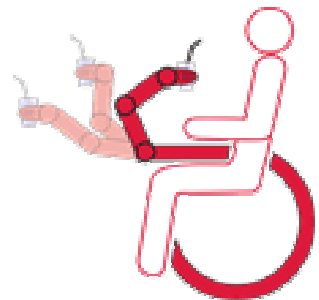
*Die vorliegende Ausgabe zeigt einen selektiven Überblick über die Projektarbeiten am BCM. Im Blickpunkt steht dabei das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Vorhaben ‚Autonome Manipulatorsteuerung‘ für Rehabilitationsroboter, das im Institut für Automatisierungstechnik von Prof. Gräser durchgeführt wird.*

*Als stellvertretender Sprecher leitete Herr Prof. Dr. Manfred Hoppe die Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung und baute den Bereich Aus- und Weiterbildung im Geschäftsfeld ‚Industrielle Mechatronik-Systeme‘ maßgeblich auf. 2007 ist er in seinen Ruhestand getreten. Das BCM dankt Herrn Prof. Dr. Hoppe für seine engagierte Arbeit und wünscht ihm für die Zukunft Gesundheit und alles Gute.*

## Im Blickpunkt

### AMaRob: Autonome Manipulatorsteuerung für Rehabilitationsroboter

Der Anteil von älteren Menschen an der Gesamtbevölkerung wird sich ebenso wie der Anteil von Menschen mit krankheitsbedingter Behinderung in den kommenden Jahren aufgrund des demographischen Wandels stark verändern. Ein Aspekt, der diesen Wandel hervorruft, ist die immer besser werdende medizinische Versorgung und der damit verbundene Anstieg der durchschnittlichen Lebenserwartung eines Menschen.



Dieser Umstand birgt jedoch Probleme in Bezug auf die Versorgung von Menschen, die nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt autonom leben können. Aus diesem Grunde besteht im Bereich der Rehabilitationsrobotik zur Unterstützung von behinderten und kranken Personen die Forderung, dass eine volle Autonomie für mindestens 1,5 h im privaten oder beruflichen Umfeld ohne Hilfe durch unterstützende Personen sichergestellt werden kann. Das bedeutet, dass komplette Handlungsketten durch einen Rehabilitationsroboter beherrscht werden müssen.

Die Realisierung dieser Anforderungen und die Unterstützung von Menschen mit einem alltagstauglichen Rehabilitationsroboter ist Ziel des Projekts AMaRob, welches am Institut für Automatisierungstechnik (das IAT ist Teil des BCM) bearbeitet wird. Gefördert wird das AMaRob Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

## Ein Projekt mit vielen Partnern

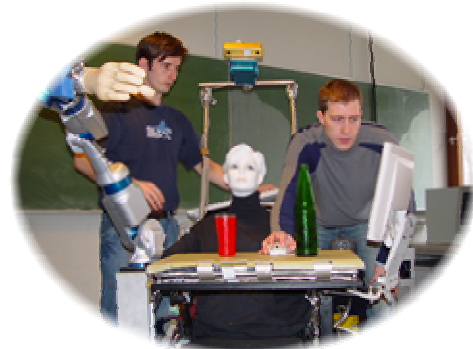
Seit März 2006 wird mit der Unterstützung von 6 Kooperationspartnern der Fortschritt des AMaRob-Projekts vorangetrieben. Die Partner sind:

- **Meyra Ortopedia**  
Meyra entwickelt und produziert Produkte aus dem Rollstuhl-, Reha- und Pflegebereich.
- **amtec - Robotics**  
Amtec entwickelt als Partner der Firma Schunk Leichtbauroboter.
- **Otto Bock**  
Otto Bock entwickelt und vertreibt u. a. Prothesen und Rehabilitationsmittel.
- **IGEL GmbH**  
Die IGEL GmbH entwickelt und vertreibt elektronische Kommunikationshilfen für behinderte Menschen.
- **Rehabilitationszentrum Friedehorst**  
Friedehorst führt neurologische Rehabilitation von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen durch.
- **:i/i/d**  
Das Institut für Integriertes Design beschäftigt sich mit Produkt- und benutzerorientiertem Design.

## Zielsetzung und Ansatz

Forschungen zum Thema Rehabilitationsrobotik werden an vielen Instituten durchgeführt, wobei sich die meisten Arbeiten auf die Navigation des Rollstuhls beziehen und ein kleinerer Teil auf die Kontrolle des Manipulators. Dabei sind eine Reihe von entscheidenden Randbedingungen zu beachten. Bei den Aktionen des Manipulators können weder festgelegte Positionen der Objekte, noch feste Handlungssequenzen vorausgesetzt werden. Die Sensorsignale sind nicht absolut zuverlässig, sondern können durch die Umgebungsbedingungen stark beeinflusst werden. Das Automatisierungssystem muss Sensor gestützt arbeiten und ausgehend vom Anfangszustand und vom zu erreichenden Ziel die Handlungssequenz eigenständig planen, die Realisierbarkeit und Fehlerfreiheit des Plans automatisch überprüfen,

die Korrektheit nachweisen, die Planausführung überwachen und gegebenenfalls an veränderte Umgebungsbedingungen anpassen, also weitere Sensorinformationen einbeziehen oder ggf. neu planen. Forschungen am IAT führten zu dem Ergebnis, dass eine schwache Strukturierung des Roboterumfeldes die Komplexität der Aufgabenstellung senken und die Einsatzfähigkeit des Roboters deutlich erweitern würde. Soweit aus der Literatur und durch wissenschaftliche Kontakte bekannt, gehört das am IAT im Rahmen eines früheren Forschungsprogramms entwickelte FRIEND-II-System bezüglich des Manipulatoreinsatzes zu den am weitesten fortgeschrittenen Systemen.



Das FRIEND-II-System

Das Forschungsvorhaben besteht einmal aus dem unmittelbaren Forschungsanteil zur teilautonomen Steuerung von Manipulatoren und zu einer wesentlichen Komponente in der Festlegung von Szenarien und der Einbettung des Rehabilitationsroboters in Prozessketten. In die Definition und Entwicklung der Prozessketten sind Hersteller, Anwender und öffentliche Einrichtungen, die die spätere Finanzierung der Rehabilitationsroboter für die Anwender übernehmen, einbezogen. Weitere Informationen und Kontaktmöglichkeiten sind auch unter <http://www.amarob.de> zu finden.

### Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Oliver Prenzel  
Universität Bremen  
Telefon: +49 421 / 218 35 94  
eMail: [prenzel@mechatronik-bcm.de](mailto:prenzel@mechatronik-bcm.de)

## Neue Forschungsvorhaben

### Mechatronisches Entwicklungs-Werkzeug für die Auslegung von Spacecrafts (MEWAS)

Im Rahmen der Antragsaufforderung 2007 der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsförderung AiF zum BMBF-Programm „FHprofUnd“ wurde von der Hochschule Bremen das Vorhaben „MEWAS - Mechatronisches Entwicklungs-Werkzeug für die Auslegung von Spacecrafts“ eingereicht und bewilligt. Das Projekt umfasst im Wesentlichen die Finanzierung einer Mitarbeiterstelle über drei Jahre im Geschäftsfeld ‚Aerospace Mechatronics‘ und beginnt voraussichtlich im Mai 2007. Im Projekt arbeiten die Institute für Aerospace-Technologie und für Mechatronische Systementwicklung der Hochschule Bremen mit dem BCM zusammen. Industriepartner ist die OHB System AG, die sich zusätzlich finanziell engagiert.

Das Projekt MEWAS hat den Aufbau eines numerischen mechatronischen Entwicklungswerkzeuges für Entwurf und Entwicklung von autonomen Systemen wie zum Beispiel Satelliten, Sonden oder auch unbemannten Flugsystemen und Plattformen zum Ziel. Im Endausbau soll ein Software-System stehen, mit dessen Hilfe die gesamte Prozesskette mit dem ersten Design beginnend über Subsystem- und Komponenten-Auslegung, detaillierte Entwicklung bis hin zum abschließenden Systemtest abgebildet werden kann. Der Entwicklungsprozess soll in hohem Maße simulationsgestützt durchgeführt werden. Als Basis dient das Simulationswerkzeug MATLAB/*Simulink*. Die Software-Module werden so ausgelegt, dass sie die grundlegenden mechatronischen Charakteristika des Systems bzw. der Subsysteme abbilden. Spezifische Daten werden in einem Datenbanksystem abgelegt, so dass das Software-System mit geringfügigen Anpassungen auf eine Vielzahl mechatronischer Systeme adaptiert werden kann.

Eine klare und reine Auslegung auf die mechatronischen Charakteristika der Unterelemente erlaubt den Aufbau eines modularen Systems mit grundlegenden Bausteinen wie zum Beispiel „Subsystem Energieversorgung“, „Subsystem Antrieb“, „Subsystem Sensorik“, „Subsystem Lage- und Positionserkennung“, „Subsystem Struktur und Thermalhaushalt“ und „Subsystem Datenerfassung/Datenverarbeitung“. Da diese Subsysteme die Grundbausteine vieler solcher Systeme sind, ermöglicht das Entwicklungswerkzeug auf Basis von MATLAB/SIMULINK kombiniert mit einem umfassenden Datenbanksystem die numerische Auslegung einer Vielzahl von autonomen oder teilautonomen Systemen. Damit wird die Möglichkeit eröffnet, das Entwicklungswerkzeug nicht nur in Bezug auf Raumfahrtanwendungen zu vermarkten. Weitere mechatronische Systeme mit einem hohen Autonomiegrad, wie sie zum Beispiel in der Robotik zum Einsatz kommen, können ebenfalls mit diesem Software-System entwickelt werden. Zielgruppe bei der Verwertung der Ergebnisse ist also nicht nur die Raumfahrt-Industrie, die schon Interesse an einem numerischen Satellitensimulator bekundet hat, sondern auch die Fertigungsindustrie mit ihren vielfältigen Robotiksystemen, sowie die Automobil-Industrie, die in hohem Maße auf werkzeuggestützte Entwicklungsprozesse angewiesen ist. Das Software-System beinhaltet zudem Schnittstellen zur realen Außenwelt, so dass Hardware-In-The-Loop Tests mit Stimuli als Input oder aber mit der fertig entwickelten realen Hardware durchgeführt werden können. Die Ergebnisse können im Rahmen von Abnahmetests mit der numerischen Simulation und der dahinter stehenden Spezifikation abgeglichen werden.

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Steckemetz  
Hochschule Bremen  
Tel.: ++49 (0)421 5905 5519  
Email: [steckemetz@mechatronik-bcm.de](mailto:steckemetz@mechatronik-bcm.de)

## Laufende Forschungsvorhaben

### High - Speed - Winder

Viele technische Produkte der Verbrauchsgüterindustrie werden als Vorerzeugnisse in Band- bzw. Streifenform auf Spulen gewickelt benötigt. Für möglichst lange kontinuierliche Produktionszeiten der Endfertigung ohne Unterbrechungszeiten zum Wechseln der Rollen sollen Bänder mit großen Lauflängen eingesetzt werden. Einer stetigen Vergrößerung des Rollendurchmessers sind wegen der überproportional zunehmenden Massenträgheitsmomente und Handhabungsprobleme Grenzen gesetzt. Eine wichtige Weiterentwicklung stellen Wickelmaschinen dar, bei denen das Band in mehreren Spuren in der sog. Kreuzspulentechnik aufgespult wird. Hierdurch können im Vergleich zu herkömmlichen Tellerrollen bis zu 10-fach größere Aufspullängen erreicht werden mit gleichzeitig längerer Maschinenlaufzeit. Für das Verlegen auf Kreuzspulen ist eine axiale Relativbewegung zwischen Band und Rolle erforderlich. Grundsätzlich wird in die beiden Prinzipien mit bewegtem Band und bewegtem Spulenkörper unterschieden (Bild 1). Aktuelle Verlegerantriebe in Wickelmaschinen setzen das mechanische Prinzip der Kugelrollspindel ein, das die Rotationsbewegung eines Antriebsmotors in die Axialbewegung umsetzt. Wegen der prinzipiellen und bekannten mechanischen Nachgiebigkeiten im Antriebsstrang sind dem regelungstechnisch maximal möglichen Beschleunigungsverhalten Grenzen gesetzt. Eine weitere Steigerung kann nur mit alternativen neuartigen Antriebstechniken erreicht werden. Bei einem neuen Maschinenkonzept der Adolf Müller Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Scheeßel kommt ein Lineardirektantrieb für die Verlegeachse zum Einsatz. Solche Antriebe werden bei Werkzeugmaschinen insbesondere für Antriebsaufgaben mit hohen Anforderungen an Dynamik und Regelverhalten eingesetzt.

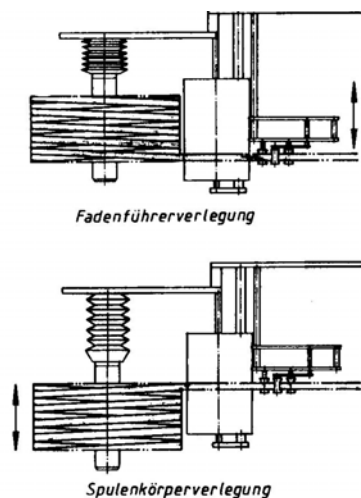


Bild 1: Verlegeprinzipien

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. Aus diesem Grunde wurde eine Simulation des Wickelprozesses entwickelt und mit experimentellen Untersuchungen verglichen.



Bild 2: Messtechnische Ermittlung der Achsbewegung mit dem Laserinterferometer

Dazu wird ein mit einem Laserinterferometer ermitteltes Geschwindigkeitsprofil derart aufbereitet, dass es als Eingangsgröße für die Simulation verwendet werden kann (Bild 2). Der Vergleich zeigt, dass die Simulation ein sehr gutes Abbild der Realität darstellt und eine dynamische Verlegeachse wesentlich zur homogeneren Materialverteilung beitragen kann. Durch die rechnergestützte Beurteilungsmöglichkeit schon im Vorfeld einer Wickelaufgabe lässt sich der Versuchsaufwand verringern bzw. das Spulergebnis besser vorhersagen.



Durch die dreidimensionale Darstellung des Ergebnisses, wie sie aus dem Postprocessing bei Finite-Elemente-Anwendungen bekannt ist (Farbschattierung entspricht der Materialverteilung), wird eine Beurteilung des Wickelzustands erleichtert (Bild 3).

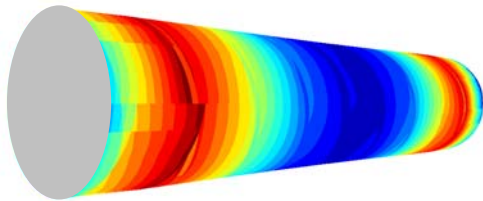


Bild 3: Dreidimensionale Ergebnisdarstellung

Des Weiteren können mit dem Verfahren optimale Prozessparameter ermittelt werden bzw. die Grenzen der Einstellung festgelegt werden. Damit führt das Verfahren zu kürzeren Auflaufzeiten in der Produktion und auch zu einer erhöhten Prozesssicherheit durch bessere Vorgaben für die Maschinenbediener.

**Ansprechpartner:**

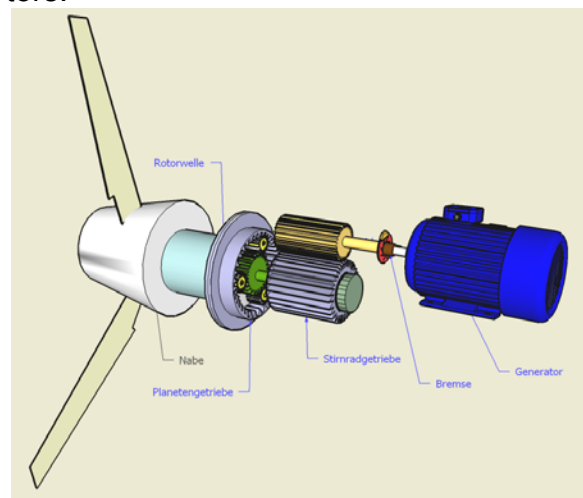
Dipl.-Ing. Volker Piwek  
 Universität Bremen  
 Tel.: ++49 (0)421 218 4681  
 Email: piwek@mechatronik-bcm.de

**Abgeschlossene Projekte**

**Praktikum am BCM**

Vom 2. Januar bis zum 9. März 2007 absolvierten die Herren Li und Wang aus China ein Praktikum im Bereich der regenerativen Energien ein Praktikum am Bremer Centrum für Mechatronik. Das Praktikum fand im Rahmen eines praxisorientierten Fortbildungsprogramms zum Thema „Windenergienutzung“ statt, das von der Organisation InWEnt - Internationale Weiterbildung und Entwicklung gGmbH - organisiert wurde. Das Trainingsprogramm mit mehr als 20 Teilnehmern aus Südamerika und Asien soll einen wichtigen Beitrag zur Förderung erneuerbarer Energien liefern.

Im Rahmen des Praktikums standen die Erarbeitung der Struktur und der Vergleich verschiedener Konzepte von Antriebssträngen von Windenergieanlagen im Vordergrund. Mit dem vorhandenen Wissen wurde eine Modellbildung unter MATLAB/Simulink durchgeführt. Ein weiterer Bestandteil der Arbeit war der Vergleich von verschiedenen Generatorkonzepten sowie die Auslegung eines doppelt-gespeisten 2 MW Asynchrongenerators.



Struktur eines Triebstranges

Das erstellte Simulations-Modell des Antriebsstranges soll es ermöglichen, Rückschlüsse auf die im Antriebsstrang einer Windenergieanlage entstehenden Belastungen zu ziehen. In einem ersten Schritt sollen über die Torsionsmomente der Antriebswelle, die sich aus der Wechselwirkung des Antriebsmomentes und des Lastmomentes ergeben, Aussagen getroffen werden können. Das aufgrund der Wechselwirkung am stärksten belastete Element des Triebstrangs ist das Getriebe, das das Wechselspiel der Momente zu einem großen Teil kompensieren muss.

Besuche bei den Lloyd Dynamowerken (LDW) und einer MATLAB/Simulink Fortbildung zum Thema Signalverarbeitung rundeten das zweimonatige Praktikum ab.

Sowohl die Praktikanten als auch die Mitarbeiter des BCM haben mit der Durchführung dieses Praktikums viele neue Erkenntnisse gewonnen, die sich in der zukünftigen Arbeit gewinnbringend nutzen lassen werden, um die in Deutschland erworbenen Kenntnisse in den Heimatländern zu einer klima- und umweltverträglichen wirtschaftlichen Entwicklung zu nutzen.

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Uwe Werner  
Universität Bremen  
Tel.: ++49 (0)421 218 3285  
Email: werner@mechatronik-bcm.de

**Personalien**

**Prof. Hoppe:** Zum 28. Februar 2007 hat Herr Prof. Dr. Manfred Hoppe, Leiter der Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung FPB, seine Mitarbeit im BCM beendet. Seit Gründung des BCM im Jahr 2005 hat er die Verantwortung für das Arbeitsfeld „Aus- und Weiterbildung“ übernommen und dessen inhaltliche Gestaltung maßgeblich mit beeinflusst. Darüber hinaus war er stellvertretender Sprecher des BCM und ständiger Vertreter in den BCM-Gremien und hat dort auf die besondere Bedeutung seines Arbeitsfeldes hingewiesen. Durch seine vielfältigen Kontakte wurden die erzielten Ergebnisse auch über die Grenzen Bremens hinaus in Workshops, Seminaren oder anderen Veranstaltungen einem größeren Kreis von Interessenten zugänglich gemacht. Bei der Veröffentlichung von Forschungsberichten und ähnlichen Publikationen, wie z. B. der Weiterbildungsstudie zur Mechatronik, hat er sich sehr engagiert und den Mitarbeitern mit Rat und Tat zur Seite gestanden. Das BCM dankt Herrn Prof. Dr. Hoppe und wünscht ihm für die Zukunft Gesundheit und weiterhin viel Schaffenskraft.

**Claus Templin:** Ende Dezember 2006 hat Herr Claus Templin das BCM verlassen. Fast zwei Jahre galt sein Engagement als Bereichsleiter den Bereichen Marketing und Projektmanagement und der Akquisition von Geschäftsfeldern. Das gesamte BCM-Team wünscht Herrn Templin für seine weiteren beruflichen Unternehmungen viel Erfolg und privat alles Gute.

**Carsten Popp:** Seit Anfang des Jahres hat Herr Dipl.-Ök. Carsten Popp den Bereich Marketing und Vertrieb im BCM übernommen. Sein Aufgabenfeld umfasst die Projektakquise bei industriellen Auftraggebern, den Aufbau von Industriekontakten und die Betreuung von Interessenten und Auftraggebern für das gesamte BCM. Fachliche Schwerpunkte sind ebenfalls die Betreuung von Marketingmaßnahmen sowie die Koordinierung von Marketingmaßnahmen zwischen Universität und Hochschule Bremen. Das gesamte BCM-Team wünscht Herrn Popp viel Erfolg und wird ihn bei seinen neuen Aufgaben kräftig unterstützen.

**Tagungen und Workshops**

**puu-Partnertreffen / AUF - Treffen**

Die Förderung innovativer, praxisorientierter Umweltforschungsprojekte ist Zielsetzung des Programms Angewandte Umweltforschung (AUF) des Senators für Bau, Umwelt und Verkehr und der ‚partnerschaft umwelt unternehmen‘ mit ihrem aktuellen Schwerpunkt Wissenschaftstransfer. Auf dem puu-Treffen am 26. Februar bot sich für bremische Unternehmer und Wissenschaftler eine Plattform für einen intensiven Erfahrungsaustausch und die Möglichkeit, neue Kooperationen zu diskutieren.

Das BCM präsentierte das Projekt „Stromübertragung bei der Netzanbindung von Offshore-Windparks“, für das das BCM das Konsortium zusammengestellt hat. Herr Thorsten Petter für das BCM und Frau Kerstin Wessel von der Energiekontor AG stellten sich den Fragen des Moderators Herrn Harm Wurthmann, dem Leiter der puu-Koordinierungsstelle. Auch der dritte Kooperationspartner, Herr Heiko Ross von der Bard Engineering GmbH nahm an der Diskussion teil.

### 3. BCM-Kolloquium „Früherkennung von Weiterbildungsbedarf in der Mechatronik“

Ein Unternehmen muss für seine Qualität Qualifikationen vorhalten und sichern. Dieser Besonderheit wird dahin Rechnung getragen, dass die vorgestellte Bedarfsanalyse über den momentanen Stand der Qualifikationen in den Unternehmen informiert. Die Ermittlung des aktuellen Standes des Weiterbildungsbedarfs ist wichtig, da auf dieser Grundlage branchenspezifische Angebote konzipiert werden. In der Bremer Wirtschaft herrscht allerdings noch ein hoher Bedarf an Weiterbildung auf dem Gebiet der Mechatronik.



Klaus Schinke und Dr. Holger Raffel präsentierten die Bedarfsanalyse

Herr Klaus Schinke präsentierte am 15. Februar die Schlussfolgerungen aus der Bedarfsanalyse zur Fort- und Weiterbildung in der Mechatronik, zu der die aktuelle Studie des BCM an der Universität Bremen gelangte. Die Autoren der Untersuchung befragten hiesige Unternehmen, die mechatronisch arbeiten, zu ihrer derzeitigen Weiterbildungspraxis und zu den aus ihrer Sicht künftig wichtigen Themen. Die Veranstaltung zielte darauf ab, den Betrieben Anhaltspunkte für eine gezielte individuelle Weiterbildung in der Mechatronik vor Ort zu vermitteln.

### Vernetzungskonferenz zur „Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge“

Am 7. März 2007 fand bei der Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS) in Hannover ein aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds geförderte Vernetzungskonferenz statt. Die Zielsetzung der Vernetzungskonferenz lässt sich wie folgt beschreiben: In 2006 und 2007 wurden über das Bundesgebiet 11 Regionalprojekte zur Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge mit dem Ziel durchgeführt, die Durchlässigkeit von beruflicher und hochschulischer Bildung zu verbessern. Gerade auch die Mechatronik ist ein Beispiel dafür, dass die Anrechenbarkeit von beruflicher Bildung auf Hochschulstudiengänge sinn macht. So ist z.B. mit der Einrichtung des Dualen Studiums für Mechatronik ein ergänzender Baustein für die Erhöhung der pauschalierten Durchlässigkeit in Bremen gegeben. Der Aus- und Weiterbildungsbereich des BCM könnte mit Unterstützung des Bundesinstituts für Berufliche Bildung (BIBB) auf Kompetenzentwicklungen in der Mechatronik hinweisen. Die vom Aus- und Weiterbildungsbereich durchgeführte Bedarfsanalyse zur Weiterbildung in der Mechatronik fand reges Interesse. Beim Abschlussplenum wurde von den Beteiligten der Wunsch geäußert, eine weitere Zusammenarbeit zu pflegen.

## **Veröffentlichungen**

Weser-Kurier „Mechatronik im Fokus“,  
14.02.2007.

Kuhfuß, B.; Piwek, V.; Lichthorn, F.:  
„Kreuzwickeln unter der Lupe: Wie mithilfe  
von Simulationsmessungen bessere  
Wickelergebnisse erzielt werden können“,  
C2 Deutschland; Fachmagazin,  
Verlag nimble shows & media GmbH;  
Oberaudorf, Ausgabe 2, 2007.

## **Bremer Centrum für Mechatronik**

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

Kontakt:  
Tel.: +49 (0)421 - 218 7030  
Fax: +49 (0)421 - 218 4318  
E-Mail: raffel@mechatronik-bcm.de

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

Redaktionsschluss: 15. April 2007