

# Die Kraft der Bewegung – von der Komponente zum System

## GMA-Fachbereich 4: Aktoren und Stellsysteme, Mechatronik und Robotik

The Power of Motion – from the Component towards a System  
GMA Technical Section 4: Actuators and Actuator Systems, Mechatronics and Robotics

Klaus Janschek

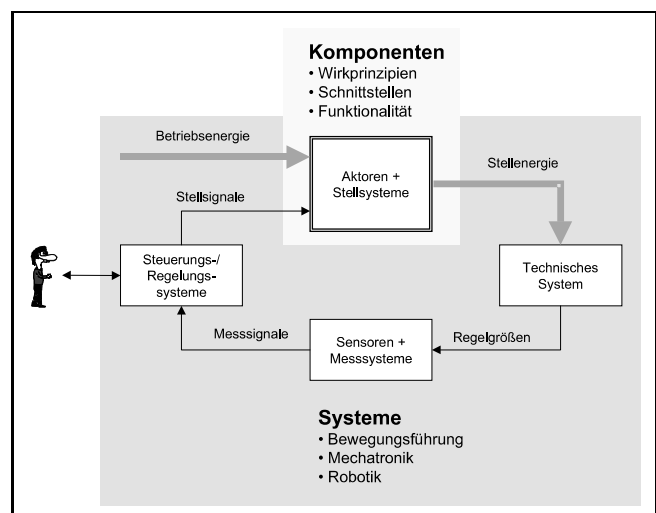
### 1 Der Fachbereich „Aktoren und Stellsysteme, Mechatronik und Robotik“

#### 1.1 Fachliche Inhalte

Die Zeiten, wo Stellgeräte zwar wichtige, aber letztendlich doch eher willenslose Erfüllungsgehilfen zur Lösung von Automatisierungsaufgaben waren, sind längst vorbei. Neben dem „Muskelspiel“ in Form eines wirkungsvollen Leistungsflusses verlangen moderne Automatisierungslösungen in verstärktem Maße eine Einbettung von Stellgeräten in den Informationsfluss eines Automatisierungssystems und eine aktive Teilnahme an dezentralen Entscheidungsprozessen innerhalb der Steuerungs- und Regelungshierarchie. Das Themengebiet der Stelltechnik hat sich damit zu einem breit gefächerten Fachgebiet entwickelt. Heute stellen deren Komponenten selbst komplexe automatisierte Systeme dar. Hochintegrierte Stellsysteme, wiederum integriert in neuartige und leistungsfähige Systeme der Mechatronik und Robotik leisten einen bedeutenden wirtschaftlichen Beitrag zum Einstieg in neue Märkte.

Die spannenden technisch-wissenschaftlichen Themen bewegen sich um Fragestellungen, wie etwa neuartige physikalische Wirkungsprinzipien für Stellaufgaben genutzt werden können, in welcher Art die Antriebs- und Stelltechnik von offenen Lösungen der Informationstechnik profitieren kann, in welcher Weise Bewegungen unter Nutzung moderner Antriebssysteme optimiert werden können oder wie durch Systemkonzepte der Mechatronik und Robotik neue Produktfunktionalitäten geschaffen werden können (Bild 1).

Die Fachausschüsse der GMA [1] sind traditionell mit ehrenamtlichen Vertretern aus Wissenschaft und Industrie besetzt. Dies gibt diesen Fachgremien die einmalige Chance, aktuelle Problemstellungen, neue Lösungsansätze und Schnittstellenfragen auf kurzen und informellen Wegen zu diskutieren und somit für alle Parteien eine Win-Win



**Bild 1:** Komponenten und Systeme – Automatisierungstechnische Themen des Fachbereiches 4.

Situation zu schaffen. Durch die bezüglich der Fachkompetenzen gut gemischte Zusammensetzung der Fachausschüsse kann ein breites Spektrum an automatisierungstechnischen Fragestellungen fundiert behandelt werden: methodische Ansätze für den Entwurf, Vorgehensmodelle für Entwicklungsabläufe bis hin zu Richtlinien und Standardisierungen.

Als Beispiel für die fachliche Arbeit des Fachbereiches findet der geneigte Leser in diesem at-Schwerpunktheft einen wissenschaftlichen Beitrag aus dem Fachausschuss 4.13 „Steuerung und Regelung von Robotern“ zur Programmierung von Robotern.

#### 1.2 Struktur

In der Amtsperiode 2004–2006 wird der Fachbereich 4 durch Prof. Klaus Janschek, Technische Universität Dresden, und als Stellvertreter Dr.-Ing. Hans-Peter Schöner,

DaimlerChrysler Stuttgart, geleitet. Zurzeit sind die folgenden sechs Fachausschüsse aktiv [1]:

- FA 4.11 Leittechnik in der elektrischen Antriebstechnik
- FA 4.12 Bewegungssteuerungen für Be- und Verarbeitungsmaschinen
- FA 4.13 Steuerung und Regelung von Robotern
- FA 4.14 Stellgeräte für strömende Stoffe
- FA 4.15 Mechatronik
- FA 4.16 Unkonventionelle Aktorik

Wie alle GMA-Gremien sind auch diese Fachausschüsse ehrenamtlich besetzt. Die Mitgliedschaft steht prinzipiell allen Interessenten offen und kann gerne über die Fachausschussleiter angefragt werden. In der Regel treffen sich die Ausschüsse zweimal jährlich zu einem Gedankenaustausch. Darüber hinaus gibt es fachspezifische Aktivitäten wie das Erarbeiten von Richtlinien oder die Veranstaltung von Tagungen.

### 1.3 Ziele

Der Fachbereich 4 sieht sich innerhalb der GMA in einer wichtigen Mittlerrolle, weil mit seinen Arbeitsschwerpunkten eine „Automatisierungstechnik zum Anfassen“ verbunden ist: durch die Kraft der Bewegung – Bewegungsmaschinen der Mechatronik und Robotik – können einem breiten Publikum auf attraktive Weise die Vorteile der Automatisierungstechnik sichtbar gemacht werden. Zwar bleiben die eigentlichen AT-Lösungen nach wie vor hinter der Produktschale verborgen (*hidden technology*), aber der Produktnutzen in Form von „intelligenten“ Massenprodukten wird für eine breite Konsumentenschicht unmittelbar greifbar.

Eingebettet in diese Mittelaufgabe orientiert sich die laufende Amtsperiode an folgenden Zielen:

- Erweiterung der Fachausschüsse um aktuelle bzw. zukunftsweisende Themen: Als ein erstes Ergebnis wurde im November 2004 der Fachausschuss Unkonventionelle Aktorik gegründet, Gespräche zur geeigneten Einbindung von Mikro- und Nanosystemen sind in Vorbereitung.
- Erweiterung des Angebotes an Workshops als wissenschaftliche Plattform zur kurzfristigen Fachdiskussion von aktuellen Fragestellungen: Nach einem erfolgreichen Workshop zu Fragen des mechatronischen Systementwurfes im Juni 2004 laufen Planungen für einen gemeinsamen Workshop zu Fragen der Regelung und Steuerung in Kooperation mit methodisch orientierten Fachausschüssen des GMA Fachbereiches 1 „Grundlagen und Methoden“.
- Konsolidierung des Angebotes an Fachtagungen: Neben der erfolgreich eingeführten Konferenzreihe „*Robotik 20XX*“ (GMA in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Robotik, nächste Konferenz in 2006, [2]) soll zukünftig in Kooperation mit dem VDI eine gemeinsame Mechatronik-Konferenz als bedeutende deutschsprachige Plattform etabliert werden

(*Mechatronik 2005* [3]). Für das Jahr 2006 ist die Ausrichtung des internationalen 4<sup>th</sup> *IFAC Symposium on Mechatronic Systems – MECHATRONICS 2006* in Wiesloch/Heidelberg vorgesehen [4].

- Beiträge für eine positive Außenwirkung der Automatisierungstechnik zur Verbesserung der Motivation für ein Ingenieurstudium und zur Gewinnung von neuen GMA-Mitgliedern: hier möchte der Fachbereich speziell über die attraktiven und publikumswirksamen Themengebiete *Mechatronik* und *Robotik* die Förderung von fachbereichsrelevanten Studenten- und Schülerprojekten unterstützen.

## 2 Fachausschuss 4.11 „Leittechnik in der elektrischen Antriebstechnik“

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Günter Schröder, Universität Siegen

Dieser Fachausschuss besteht seit 1988 und hat sich zum Ziel gesetzt, neben dem Erfahrungsaustausch für Mitglieder insbesondere Richtlinien zu erarbeiten und die Kommunikation mit anderen Fachgremien zu pflegen. Derzeit sind 12 Mitarbeiter im Ausschuss aktiv, die sich zu zwei bis drei Sitzungen pro Jahr treffen. Die Mitglieder kommen von Herstellern von Antriebssystemen, Leitsystemen und Leitsoftware, aus Anwendungsbereichen sowie Forschung und Lehre.

Die Arbeit des Ausschusses wird durch drei fachliche Schwerpunkte geprägt:

- Kommunikation in der Antriebstechnik: Hier werden Fragestellungen zu Bussystemen und -technologien, zu Protokollen sowie zu Schnittstellen diskutiert.
- Bedienen und Beobachten von Antrieben: Es werden Vorgaben zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen diskutiert, die Planern und Herstellern helfen, einheitliche Interfaces für das Bedienen und Beobachten von Antrieben zu definieren und zu realisieren.
- Diagnose von Antriebssystemen: Es werden Festlegungen getroffen, welche Daten für die Diagnose von Antrieben relevant sind und in welcher Form und in welcher Art und Weise diese abgerufen werden können bzw. bereitgestellt werden sollen.

Die Ergebnisse der Fachausschussarbeit werden in der Regel als VDI/VDE-Richtlinien veröffentlicht. In der Vergangenheit sind die Richtlinien VDI/VDE 3689 Blatt 1: „PROFIBUS-Profil; Drehzahlveränderliche Antriebe“ sowie VDI/VDE 2186: „Einheitliche Anzeige- und Bedienoberfläche für elektrische Antriebe“ entstanden. Darüber hinaus beteiligt sich der Fachausschuss in loser Folge an Diskussionsforen und Podiumsdiskussionen im Rahmen von Messen sowie an der Ausgestaltung von Fachtagungen.

Aktuell wird im Fachausschuss eine neue VDI/VDE-Richtlinie zur Diagnose von Antrieben erarbeitet. Gegenstand dieser Richtlinie ist die einheitliche Darstellung der (Diagnose-) Daten in Antriebssystemen und die Festlegung

eines Mechanismus zum Auslesen und Transportieren dieser Daten. Die Kommunikation zwischen Feldgeräten und der Leit- bzw. Steuerungsebene wird über XML realisiert. Die geplante VDI/VDE Richtlinie soll dabei die Mechanismen der Diagnose beschreiben und eine Abbildung der Diagnosedaten in einem XML-Datenformat darstellen.

### 3 Fachausschuss 4.12 „Bewegungssteuerungen für Be- und Verarbeitungsmaschinen“

Leiter: Prof. (em.) Dr.-Ing. habil. Rolf Schönfeld, Dresden

Dieser 1990 neu gegründete Fachausschuss ist ein gutes Beispiel für die Zusammenführung der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit in Ost und West nach der Wende. Unter Mitwirkung von etwa 15 Vertretern aus der Industrie, der Forschung und Hochschulen wurde ein intensiver Erfahrungsaustausch aufgebaut. In den vergangenen Jahren sind aus der Ausschussarbeit die folgenden zwei Richtlinien entstanden:

- VDI/VDE 3547: Gütebewertung für Bewegungssysteme und gesteuerte Bewegungsabläufe
- VDI/VDE 3684: Herstellerneutrale Konfiguration von Antriebssystemen – Beschreibung ereignisgesteuerter Bewegungsabläufe mit Funktionsplänen

Im Mittelpunkt der Arbeit stehen elektromechanische Arbeitssysteme unter Betonung ihres Entwurfes und unter besonderer Berücksichtigung energetischer Aspekte. Das schließt den quantitativen Vergleich elektrischer, mechanischer, hydraulischer und pneumatischer Systemlösungen ein. Daneben sind Fragen des Systementwurfes ebenfalls Gegenstand der Diskussionen.

Zukünftig ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss „Getriebe in der Handhabungstechnik“ der VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb (EKV) unter Leitung von Prof. Corves (RWTH Aachen) vorgesehen. Ein Ziel dabei ist es, die Aktivitäten von Ingenieuren der klassischen Fachrichtungen Maschinenbau und Elektrotechnik insbesondere unter dem Aspekt der Mechatronik noch besser zu bündeln.

### 4 Fachausschuss 4.13 „Steuerung und Regelung von Robotern“

Leiter: Dr. Helge-Björn Kuntze, Fraunhofer IITB Karlsruhe

Dieser 1983 gegründete Fachausschuss ist das Forum für den Erfahrungs- und Informationsaustausch zwischen der Forschung, Herstellung und Anwendung von Robotersystemen. Dabei hat sich dieser Fachausschuss das Ziel gesetzt, einen Beitrag zur Schließung der Lücke zwischen dem, was im Bereich der Forschung möglich ist und was heute in der Praxis Anwendung findet, zu leisten. Zudem werden – vornehmlich aus dem deutschsprachigen Raum – innovative

Ideen und neueste Ergebnisse der Forschung und Entwicklung zu komplexen Aufgabenstellungen der Roboter-Praxis vorgestellt und diskutiert.

Sehr gut bewährt hat sich das Konzept, in den Mittelpunkt der Fachausschusssitzungen ein zentrales Thema zu stellen, zu dem ca. 6–8 Referenten aus dem Kreis des Fachausschusses oder andere kompetente Vertreter aus Forschung oder Praxis einen Vortrag (20–40 Minuten) halten, dem sich jeweils eine ausgiebige Diskussion anschließt. Schwerpunktthemen der Vergangenheit waren z. B.: Neue Steuerungsstrukturen, Off-line Programmierungen, Positionsregelungskonzepte, intelligente Sensorkonzepte, Techniken der Koordinatentransformation, Serviceroboter oder Mensch-Roboterkooperation. Neben der Vermittlung neuester Erkenntnisse werden auch allgemein interessierende Informationen z. B. über internationale Konferenzen und Förderprogramme angeboten.

Die Sitzungen finden halbjährlich wechselweise in Frankfurt und bei Firmen bzw. Instituten statt. Letzteres erlaubt es den Mitgliedern des Fachausschusses, praktische Anwendungen und Forschungsergebnisse direkt vor Ort zu sehen. Von den 85 Fachausschussmitgliedern nehmen etwa 30 bis 40 Vertreter regelmäßig an den Sitzungen teil.

Der Fachausschuss hat die bisher in Deutschland stattfindenden Robotikkonferenzen allein bzw. in Kooperation mit anderen Gremien der Robotik organisiert. Seit dem Jahr 2000 wird die Konferenz unter dem Titel „Robotik 20XX“ im Zweijahresrhythmus gemeinschaftlich unter dem Dach der Deutschen Gesellschaft für Robotik (DGR) veranstaltet [2]. Die bisherigen Tagungen fanden 2000 in Berlin, 2002 in Ludwigsburg und 2004 am Rande der Messe AUTOMATICA in München statt. Die nächste Konferenz „Robotik 2006“ ist erneut in München vorgesehen (18.–19. Mai 2006).

### 5 Fachausschuss 4.14 „Stellgeräte für strömende Stoffe“

Leiter: Manfred Kastl, Clariant AG, Frankfurt

Wie wichtig und wie konstruktiv der Erfahrungsaustausch von Herstellern und Anwendern sein kann, zeigen die Aktivitäten des Fachausschusses 4.14 „Stellgeräte für strömende Stoffe“. Von den 25 Ausschussmitgliedern sind etwa zu gleichen Teilen Hersteller- und Anwendervertreter im Ausschuss präsent. Zum Arbeitskreis „Stellgeräte“ der NAMUR besteht eine enge Kooperation.

Die Ergebnisse münden häufig in VDI/VDE-Richtlinien. In den vergangenen drei Jahren entstand beispielsweise die Richtlinie VDI/VDE 3847, in der eine neue fabrikatunabhängige Schnittstelle zwischen Stellgeräten und Stellungsreglern erarbeitet und festgeschrieben wurde. Somit wurde eine Forderung der anwendenden Firmen gemeinsam mit den Herstellern diskutiert und letztlich erfolgreich umgesetzt.

Derzeit werden ältere, wichtige VDI/VDE-Richtlinien überarbeitet – dies mit dem Ziel, das sehr umfangreiche und

für den Ingenieur in der Praxis schlecht anzuwendende Normenwerk transparenter zu machen. Begriffe und wesentliche Grundlagen für Kennwerte- und Kennlinien für Stellgeräte und Klappen werden hier zusammengestellt. Zudem wird in einem zusätzlichen Arbeitskreis ein Richtlinienblatt zur VDI/VDE 2650 „Anforderungen an Selbstüberwachung und Diagnose in der Feldinstrumentierung“ erarbeitet, welches sich mit der Diagnose von Stellgeräten befasst.

Wichtig für die Arbeit des Ausschusses ist der gegenseitige Bericht aus der aktuellen internationalen Normungsarbeit und der europäischen Richtliniensetzung. In der Vergangenheit wurde intensiv über die Umsetzung der Druckgeräterichtlinie diskutiert. Die Arbeit des Fachausschusses hat in diesem Punkt dazu beigetragen, dass die Vertreter der Herstellung und der Anwendung ein gleiches Verständnis für die Richtlinie und deren Umsetzung in der Praxis entwickelt haben.

In ähnlicher Weise findet derzeit ein Erfahrungsaustausch im Hinblick auf die neue TA Luft sowie über die internationale Normung zur Sicherheitstechnik (IEC 61508 und IEC 61511) statt.

## 6 Fachausschuss 4.15 „Mechatronik“

Leiter: Prof. Dr. techn. Klaus Janschek, Technische Universität Dresden

Dieser Fachausschuss wurde im Jahre 1999 mit dem speziellen Fokus „Mechatronik in der Luft- und Raumfahrt“ gegründet. Im Jahre 2002 wurde der Fokus auf übergreifende mechatronische Fragestellungen erweitert. Heute sieht sich dieser Fachausschuss als ein ergänzendes Forum zur Bündelung und Diskussion von übergreifenden, anwendungsunabhängigen Aspekten der Mechatronik innerhalb der GMA und andererseits als GMA-Ansprechpartner gegenüber der vielfältigen Mechatronik-Anwenderschaft.

Die aktuellen fachlichen Fragestellungen befassen sich mit dem Systementwurf sowie der Sicherheit, Zuverlässigkeit, Fehlertoleranz von mechatronischen Systemen. Gerade die Frage des Systementwurfes ist für die gesamte mechatronisch orientierte Industrie von fundamentaler Bedeutung, weil damit eng die effiziente Produktgestaltung innerhalb der geforderten kurzen Innovationszyklen verbunden ist. Die diskutierten Themen umfassen dabei multidisziplinäre Methoden, Verfahren und Werkzeuge für Modellierung, Simulation und Entwurf bis hin zum Rapid Prototyping ebenso wie geeignete Vorgehensmodelle.

Dass diese Themen tatsächlich von hoher Relevanz sind, zeigt der große Interessentenkreis der Mitglieder. Von den mehr als 30 Mitgliedern aus Industrie und Hochschulen nehmen in der Regel mehr als 20 an den halbjährlichen Fachsitzungen teil. Als positives Element haben sich auch hier jeweils zwei bis drei Fachvorträge mit anschließender ausführlicher Diskussionsmöglichkeit bewährt. Für eine verbreiterte Diskussion wurde vom Fachausschuss im Juni

2004 in Darmstadt ein gut besuchter Workshop zum Thema „Mechatronischer Systementwurf – Methoden, Werkzeuge, Erfahrungen“ veranstaltet. Gegenwärtig wird eine Bewertung von verfügbaren Entwurfs- und Entwicklungswerkzeugen durchgeführt, deren Ergebnisse bis Mitte 2005 vorliegen und in entsprechender Form veröffentlicht werden.

Weiterhin ist der Fachausschuss auch fachlicher Träger seitens der GMA der zukünftig gemeinschaftlich mit der VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb (VDI-EKV) veranstalteten VDI/GMA Mechatronik Konferenz (erstmalig in 2005, Heidelberg/Wiesloch, [3]).

## 7 Fachausschuss 4.16 „Unkonventionelle Aktorik“

Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Janocha, Universität des Saarlandes

Dieser Fachausschuss ist der derzeit jüngste im Fachbereich 4 und wurde im November 2004 unter Mitwirkung von 14 Experten aus Industrie, Forschung und Lehre in Frankfurt gegründet. Besonders erfreulich ist das überproportional große Interesse der Industrie. Wesentliches Ziel dieses Fachausschusses ist der gegenseitige Informations- und Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der unkonventionellen Aktorik.

Als unkonventionell werden hier Aktoren bezeichnet, deren Funktion weder auf elektromagnetischen noch auf fluidtechnischen Effekten beruht. Nach (stillschweigender) Übereinkunft der Community basiert diese Aktorspezies auf besonderen Eigenschaften neuer oder verbesserter Werkstoffe, und sie steht per definitionem zumindest an der Schwelle eines technischen Einsatzes.

Konkret zählt man beispielsweise piezoelektrische, elektrostriktive und magnetostriktive Festkörperaktoren zu den unkonventionellen Aktoren, ferner Aktoren mit Gedächtnismetall-Legierungen sowie mit elektrisch steuerbaren Flüssigkeiten, so genannte elektro- und magnetorheologische Aktoren, und möglicherweise werden in Zukunft auch Aktoren auf Basis von Hydro- oder Polymer-Gelen hierzu gehören.

Damit ist das Feld umgrenzt, auf dem der Ausschuss sich technisch-wissenschaftlichen Fragestellungen widmen wird. Im Detail werden entwicklungs- und anwendungsbezogene Fragestellungen, Modellierung, Simulation, Aktorwerkstoffe, Systemtheorie, Leistungselektronik, „intelligente“ Aktoren, Self-sensing-Aktoren und andere behandelt werden.

## 8 Ausblick

Wie jede ehrenamtliche Tätigkeit werden auch GMA-Fachausschüsse gleichermaßen durch die von außen anstehenden Problemstellungen und dem Engagement der Mitglieder und insbesondere der Fachausschussleiter getragen. An dieser Stelle, sei deshalb allen aktiven Mitgliedern

des Fachbereiches 4 ganz besonders für ihre vielfältigen persönlichen Beiträge gedankt. Die derzeit behandelten Themen spiegeln zwar brennende aktuelle Fragestellungen wider, sie erheben aber keinerlei Anspruch auf fachliche Vollständigkeit. In diesem Sinne ist der Fachbereich natürlich offen, bei Bedarf jederzeit und kurzfristig in die Diskussion für weitere Themen einzusteigen. Sollten sich deshalb innerhalb der Fachgemeinde neue Fragestellungen ergeben und auf eine ausreichend breite Resonanz stoßen, so können diese gerne an die GMA über die Fachbereichsleitung herangetragen werden.

### Danksagung

Der Autor bedankt sich bei den Leitern der Fachausschüsse für die Arbeiten zu den Arbeitsgebieten der Fachausschüsse. Diese Information wurde in leicht geänderter Form auch für die Vorstellung des Fachbereiches in den GMA-Mitteilungen 1/2005 genutzt.

### Literatur

- [1] GMA Fachbereich 4 – Homepage  
<http://www.vdi.de/vdi/organisation/schnellauswahl/fgkf/gma/organisation/03191/index.php>

- [2] Robotik 2006 Tagung – Homepage  
[http://www.vdi.de/vdi/tsv/t\\_kongresse\\_details/index.php?ID=1000863](http://www.vdi.de/vdi/tsv/t_kongresse_details/index.php?ID=1000863)
- [3] VDI/GMA Mechatroniktagung 2005 – Homepage  
[http://www.vdi.de/vdi/tsv/t\\_kongresse\\_details/index.php?ID=1000807](http://www.vdi.de/vdi/tsv/t_kongresse_details/index.php?ID=1000807)
- [4] 4-th IFAC Symposium on Mechatronics Systems – Mechatronics 2006 – Homepage  
[http://www.vdi.de/vdi/tsv/t\\_kongresse\\_details/index.php?ID=1000838](http://www.vdi.de/vdi/tsv/t_kongresse_details/index.php?ID=1000838)



**Prof. Dr. techn. Klaus Janschek** ist geschäftsführender Direktor des Institutes für Automatisierungstechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Dresden. In der GMA leitet er den Fachbereich 4 sowie den Fachausschuss 4.15. Hauptarbeitsfelder: Informationsfusionierung, Teleautomation, Steuerung verteilter Systeme, Navigation, optische Bildverarbeitung.

Adresse: Institut für Automatisierungstechnik, Technische Universität Dresden, 01062 Dresden, Tel.: +49-351-463-34025,  
 E-Mail: [janschek@ifa.et.tu-dresden.de](mailto:janschek@ifa.et.tu-dresden.de)



Oldenbourg



## *Kooperative und autonome Systeme der Medizintechnik*

Funktionswiederherstellung und Organersatz

**Die technischen und medizinischen Aspekte von Organersatz und Wiederherstellung physiologischer Funktionssysteme in einem Buch.**

Von Autoren, die in dem jeweiligen Arbeitsgebiet führend sind. Lesbar und verständlich für Studenten und Ingenieure, für Ärzte und Klinikpersonal:

- In jedem Kapitel sind automatisierungstechnischer Schwerpunkt und Kern sorgfältig herausgearbeitet.

- Die Darstellung der jeweils notwendigen anatomischen, physiologischen und pathologischen Begriffe und Fakten ist in alle Kapitel eingearbeitet.

- Ein einführendes Kapitel vermittelt system- und regelungstechnisches Basiswissen.

Für moderne Therapieerfolge:  
 Die Brücke zwischen Medizin und Automatisierungstechnik.

Jürgen Werner (Hrsg.) | *Kooperative und autonome Systeme der Medizintechnik* | Funktionswiederherstellung und Organersatz  
 2005. XIV, 502 Seiten, gebunden | € 86,- | ISBN 3-486-27559-3