

Medizintechnik und Biophysik im Forschungszentrum Karlsruhe

U. Knapp, PMT

Arbeiten zur Medizintechnik sind im Forschungszentrum Karlsruhe schon seit langem Bestandteil des FuE-Programms. So wurde bereits 1983 die Herstellung von Radioisotopen für medizinische Anwendungen am Karlsruher Zyklotron aufgenommen und auch die Arbeiten zur Biophysik blicken auf eine längere Vorgeschichte zurück, die weit in die 80er Jahre zurück reicht. Des weiteren wurde 1990, aufbauend auf 15 Jahren Erfahrung aus der für die Kerntechnik entwickelten Fernhandierung und Robotik, eine Kooperation mit dem Klinikum der Universität Tübingen eingegangen, in deren Rahmen die Technik der minimal invasiven Chirurgie erfolgreich vorangetrieben wurde, und in der Folgezeit wurden mit weiteren Kliniken (zuletzt Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie der Universität Jena und Herz- und Kreislaufzentrum der Universität Dresden) Zusammenarbeiten etabliert. Schließlich wurden Anfang 1997 die Aktivitäten zur Medizintechnik und Biophysik organisatorisch zusammengefasst und ein eigenständiger Arbeitsschwerpunkt im FuE-Programm des Forschungszentrums etabliert.

Im vorliegenden Heft sind aktuelle Ergebnisse der FuE-Arbeiten aus dem Arbeitsschwerpunkt dargestellt, die, entsprechend der Vorgeschichte der einzelnen Forschergruppen, im wesentlichen den drei im folgenden dargestellten Themenkreisen zugeordnet sind.

Systemtechnik für Interventionelle Medizin und Diagnostik

Gegenstand ist die Entwicklung telechirurgischer Operationssysteme (siehe Beitrag Voges), wie sie bereits 1995 in einer ersten Laborversion im Forschungszentrum Karlsruhe demonstriert werden konnten [1]. Bestandteile eines solchen vollständigen Operationssystems sind neben den rechnergestützten Operationsmanipulatoren sowohl Einzelinstrumente für spezielle chirurgische Eingriffe (Beiträge Guber und Kneifel) als auch angepasste diagnostische Verfahren (Beitrag Eppler) zur Unterstützung der minimal invasiven Methoden und ebenso auch Simulationssystemen auf der Basis der Virtual-Reality-Technik, mit denen derartige chirurgische Eingriffe im Vorfeld interaktiv trainiert werden können [2]. Zur Zeit konzentrieren sich die Entwicklungen zu diesem Themenkreis auf die Anwendungsfelder Kardiochirurgie (Beitrag Selig und Vogel) und interventionelle Radiologie, d. h. den Einsatz im Hochmagnetfeld von geschlossenen (Beitrag Vagner) und offenen Kernspintomografen.

Entwicklungen für die Rehabilitationsmedizin

Schwerpunkte sind biophysikalische Arbeiten. Die eher grundlagenorientierten Untersuchungen zielen darauf ab, neue, nicht invasive Therapieformen für verschiedene degenerative Erkrankungen (z. B. Schuppenflechte, Morbus Alzheimer) unter Nutzung elektromagnetischer Felder zu finden.

Ausgangspunkt sind hier Untersuchungen an Zellkulturen, um zunächst die dabei relevanten Prozesse auf Ebene der Zellen zu verstehen, bevor die Therapie an Patienten eingesetzt wird. Erste bahnbrechende Erfolge hierzu wurden bereits bei der nebenwirkungsfreien Behandlung der Schuppenflechte mittels Interferenzstrom erzielt (Beitrag Dertinger). Weitere biophysikalische Arbeiten befassen sich mit der Entwicklung von fortgeschrittenen dreidimensionalen Zellkulturen, die ihrerseits Grundlage für die Entwicklung eines Bioreaktors für die funktionale Organunterstützung (extrakorporaler Leberersatz) sind. Sie sind in ein Projekt eingebunden, das von mehreren Zentren der Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) gemeinsam realisiert werden soll. Die noch sehr jungen und im Aufbau begriffenen Arbeiten zur Entwicklung einer mit hoher Funktionalität ausgestatteten myoelektrisch gesteuerten Handprothese in Leichtbauweise sind ebenfalls dem Themenkreis Rehabilitationsmedizin zuzuordnen (Beitrag Schulz).

Radionuklidtechnik

Der dritte Themenkreis befasst sich mit der Herstellung von Radioisotopen für die Medizin. Wie eingangs erwähnt, werden am Karlsruher Zyklotron bereits seit 1983 Radioisotope für medizinische Anwendungen hergestellt. Sie sind vielfach Voraussetzung für moderne bildgebenden Verfahren wie z. B. SPECT (**S**ingle **P**hoton **E**mission **C**omputer **T**omography) und PET (**P**ositron **E**mission **T**omography) zur Un-

tersuchung unterschiedlichster Stoffwechselfvorgänge oder zur Krebsdiagnostik. Im Mittelpunkt stehen hier die kurzlebige Radioisotope Fluor-18, Jod-123, Rubidium-81 (Beitrag Bechtold). Zunehmend werden aber auch Radioisotope als Therapeutika gegen bestimmte Formen des Krebses in Betracht gezogen. Neben der routinemäßigen GMP-gerechten (**Good Manufacturing Practice**) Herstellung solcher Radionuklide richten sich die FuE-Arbeiten deshalb auf die Weiterentwicklung bereits etablierter Herstellungsverfahren, um deren Produktivität zu steigern und damit die Herstellungskosten der entsprechenden Radioisotope zu senken. Aber auch die Entwicklung von Herstellungsverfahren für neue Radioisotope wie beispielsweise Actinium-225 zur Bekämpfung der Leukämie (Beitrag Möllenbeck) spielt eine Rolle. Auch verschiedene Diagnoseverfahren auf der Basis tragbarer Strahlungsmessgeräte zur kontinuierlichen Echtzeitüberwachung von Stoffwechselfparametern wurden in der Vergangenheit bereits vorgestellt [3]. Diese Methode wird unter Nutzung bereits verfügbarer Radioisotope für neue Anwendungsfälle wie beispielsweise der Diagnose beim akuten Lungenversagen weiter entwickelt (Beitrag Bialy).

Der hochgradig multidisziplinäre Charakter der bearbeiteten medizintechnischen Vorhaben setzt die Zugriffsmöglichkeit auf ein breites Spektrum unterschiedlicher Fachkompetenzen voraus, wie sie im Forschungszentrum traditionell gewährleistet ist. So gehören die etwa 110 Mitarbeiter,

die dem Arbeitsschwerpunkt zugeordnet sind, mehrheitlich dem im Juli 1999 gegründeten Institut für Medizintechnik und Biophysik (IMB), der Hauptabteilung Zyklotron (HZY) und dem Institut für Angewandte Informatik (IAI) an und bestimmen die thematischen Schwerpunkte der Medizintechnik im Forschungszentrum. Für eine erfolgreiche Bearbeitung der komplexen Themen ist jedoch die Mitwirkung weiterer Institute und Fachabteilungen wie der Hauptabteilung Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (HPE), der Hauptabteilung Versuchstechnik (HVT) sowie vom Institut für Materialforschung (IMF) unverzichtbar, die im Umfang kleinere, sehr fachspezifische Beiträge leisten. Mit der Zusammenlegung der ehemaligen Ingenieurtechnik und der Biophysik zum neu gegründeten Institut für Medizintechnik und Biophysik (IMB) wurde der Erfordernis nach engerer Zusammenarbeit zwischen den Fachdisziplinen organisatorisch Rechnung getragen.

Medizintechnische Forschung und Entwicklung kann letztlich nur erfolgreich sein, wenn von Anfang an aufs engste mit Medizinern zusammengearbeitet wird. Sie formulieren zunächst die Probleme, denen es mittels Medizintechnik abzuhelpen gilt und sie sind schließlich die Endanwender der angestoßenen Entwicklungen. Ebenso wichtig ist jedoch die Einbindung der medizintechnischen Industrie, die für eine Umsetzung der FuE-Ergebnisse in marktfähige Produkte Sorge zu tragen hat. Schon vor der offiziellen Einrichtung des Arbeitsschwerpunktes war es deshalb

grundlegendes Prinzip unserer Vorgehensweise, eine enge Zusammenarbeit mit diesen beiden Partnern zu praktizieren. So wurde kontinuierlich mit zahlreichen Universitäten und Fachkliniken eine enge Kooperation betrieben, die sich auch in gemeinsamen Projekten z. B. [4], [5] niedergeschlagen hat. Um die Anbindung an die klinische Forschung über die bisher schon etablierten Kooperationen hinaus zu intensivieren und dauerhaft zu etablieren, wird die Leitung für das neu gegründete IMB deshalb gemeinsam mit der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg berufen werden. Und auch mit den Partnern aus der medizintechnischen Industrie wurden und werden Kooperationen gepflegt, die z. T. bereits zu einträglichen vertraglichen Zusammenarbeiten geführt haben.

Innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF) ist das Forschungszentrum Karlsruhe derzeit eine von sieben Einrichtungen, die sich mit Medizintechnik befassen, wobei sich natürlicherweise mehrfach Berührungspunkte unter den Programmen ergeben. Eine Abstimmung und Koordinierung der Aktivitäten im Sinne einer Bündelung der Ressourcen und zur Vermeidung von Doppelarbeit ist deshalb angezeigt und wird durch die Einrichtung eines HGF-Strategiefonds unterstützt, aus dem innovative und strategisch wichtige Projekte innerhalb der HGF gefördert werden. So bewirbt sich das Forschungszentrum beispielsweise in diesem Jahr um Mittel aus diesem Strategiefonds durch Beteiligung an

drei Verbundprojekten mit medizintechnischer Ausrichtung:

- „Entwicklung eines multifunktionalen Zellreaktors für den Einsatz von *in vitro* rekonstituiertem Gewebe in der angewandten Forschung und medizinischen Therapie“ (gemeinsam mit Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF), Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg (DKFZ), GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit und GKSS-Forschungszentrum Geesthacht),
- „Neue Radionuklide für Diagnose und Therapie“ (gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich (FZJ) und
- „Refraktive Chirurgie am Virtuellen Auge“ (gemeinsam mit den Augenkliniken der Technischen Universität Dresden, der Universität Rostock und des Städtischen Klinikums Karlsruhe).

Literatur

- [1] R. Trapp, B. Neisius, E. Holler, M. Englert, *Forschungszentrum Karlsruhe, Nachrichten, Jahrgang 27, 2-3/95, S. 145*
- [2] U. Kühnapfel, *Biomedical Journal, Heft 51, April 1998, S. 4*
- [3] J. Bialy, *Forschungszentrum Karlsruhe, Nachrichten, Jahrgang 27, 2-3/95, S. 139*
- [4] A. Guber, W. Menz, *Forschungszentrum Karlsruhe, Nachrichten, Jahrgang 27, 2-3/95, S. 155*
- [5] H. Fischer, J. Vagner, W.A. Kaiser, *Proceedings of the 5th International Workshop CAS 99, October 14-16, 1999, Erlangen*