

# *Viertes Expertengespräch „Medizintechnik“ (Potsdam, 2013)*

## **Einleitung**

---

Die DFG veranstaltet in loser Folge Expertengespräche zur Medizintechnik. Die ersten beiden Veranstaltungen (in den Jahren 2003 und 2004) waren vor allem verbunden mit dem Beginn der Projektgruppe Medizintechnik bei der DFG. Das dritte Expertengespräch (2008) fand parallel zum Abschluss der Projektgruppe Medizintechnik statt und war dem Rückblick auf die erzielten Ergebnisse sowie dem Ausblick auf bestehende Herausforderungen gewidmet.

Jedes Expertengespräch hatte sowohl die Darstellung der aktuellen und künftigen Forschungsthemen als auch die Diskussion der Randbedingungen und Erfordernisse der Forschung und Förderung zum Inhalt. Das vierte Expertengespräch stand im Kontext verschiedener nationaler Diskussions- und Strategieprozesse zur Medizintechnik und war auch in den fachübergreifenden Strategieprozess der DFG eingebettet.

## **Neue Entwicklungen in der Medizintechnik-Forschung:**

---

Die fachlichen Übersichtsvorträge zeigten exemplarisch nicht nur eine interessante Palette von aktuellen und neuen Themen sondern auch eine beachtliche strukturelle Bandbreite.

Die **Laser-basierte Partikeltherapie** bringt ganz unterschiedliche Experten von der Laserphysik bis zur Radioonkologie zusammen. Gemeinsam versucht man sich an das Ziel heranzuarbeiten, das darin besteht, einen für die Tumorbestrahlung nutzbaren Ionenstrahl zu erzeugen, der nicht aus einer konventionellen Beschleunigeranlage kommt, sondern mit Höchstleistungslasern durch Beschuss dünner Folien entsteht. Dieser neue Ansatz verspricht kompakte und etwa um den Faktor 10 günstigere Partikeltherapieanlagen als bei den existierenden Teilchenbeschleunigerbasierten Varianten. Kürzlich konnten erste Bestrahlungsversuche am Mausmodell durchgeführt werden. Die Herausforderungen der Laser-basierten Partikeltherapie liegen u.a. in der Leistungsfähigkeit der benötigten Petawatt-Lasersysteme (Laserphysik), der Wechselwirkung von Laser und Targets bei der Entstehung der Ionen (Plasmaphysik), der Dosimetrie der Bestrahlung (Medizinische Physik), der biologischen Wirkung dieser Ionenpulse (Strahlenbiologie) und natürlich schließlich der therapeutischen Effizienz (Radioonkologie).

Demgegenüber besteht das Feld der **MR-Bildgebung** aus einer großen Vielfalt von einzelnen Themen, wie sie sich z.B. in den sogenannten Study Groups der ISMRM ([www.ismrm.org](http://www.ismrm.org)) ausdrücken, die den internationalen Wissens- und Forschungsstand im MR-Bereich darstellen. In der MR-Thematik sind verschiedene Arbeitsgruppen in unterschiedlichen Größen tätig und es kommt vor allem auf gute Ideen an. Auch nach über 30 Jahren ist das Feld der Sequenzentwicklung weiter aktiv und relevant. Die Verfügbarkeit immer höherer Magnetfeldstärken bedingt die Diskussion der jeweils geeigneten klinischen Anwendungsgebiete und mit der technischen Entwicklung werden auch immer neue Kontraste für die MR-Bildgebung zugänglich. Das Feld der MR-Bildgebung ist somit nicht ruhiger geworden, sondern vor allem diversifiziert. Aktuelle Geräteentwicklungen sind Hybrid-Geräte, die MRT mit einer anderen Methode kombinieren (z.B. mit PET, mit LINAC-Bestrahlung, mit optischen Methoden, oder mit MALDI-Imaging).

Die **Röntgen-Phasenkontrastbildung** ist im Grunde eine altbekannte Technik, die jedoch in den letzten Jahren große Aufmerksamkeit wegen des Potentials zur medizinischen Bildgebung erlangt hat. Die gitterbasierte Phasenkontrastbildung kann auch ohne kohärente Röntgenstrahlung wie sie z.B. an Synchrotrons verfügbar ist, auskommen und könnte daher für einen breiteren Einsatz in Frage kommen. Aktuell bestehen Anstrengungen, einen Tierscanner mit rotierender Gantry auf diesem Prinzip aufzubauen. Es gilt allerdings auch hier die Technik (kompakte und brillante Röntgenröhren, Gitter hoher Güte) und die Methoden (Rekonstruktion) zu verbessern. Gute Kontraste scheinen interessanterweise Kollagen oder Mikrobläschen - wie als Ultraschall-Kontrastmittel verwendet - zu liefern.

Viel näher an der klinischen Praxis ist die **interventionelle Bildgebung**, bei der eine Bildgebungsmodalität im Operationssaal verfügbar gemacht wird. Die verschiedenen Bildgebungsarten haben dabei spezifische Vorteile und Einschränkungen, aus denen sich unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten ableiten lassen. Gemeinsam ist allen Modalitäten, dass die Bedienung im Operationssaal („Usability“) und die Optimierung des Workflows wichtig sind. Die Bildgebung sollte möglichst intelligent mit den Operationsinstrumenten gekoppelt werden. Operationsplanung könnte zukünftig mit patientenspezifischen Modellen bzw. Simulationen erfolgen. Generell sollte je nach operativem Problem die passende Lösung gesucht werden.

Bei **Bioimplantaten** wird die Verbindung von biologischen und technischen Lösungen angestrebt. Rein technische Komponenten z.B. aus der **Mikrosystemtechnik** verursachen im lebenden Gewebe Probleme, rein biologische Lösungen, wie z.B. künstlich gezüchtete Organe, sind andererseits (noch) nicht verfügbar. Die Entwicklung von biologisierten Implantaten erfordert allerdings viele Akteure und die Anwendung wird durch die diversen bei der Zulassung zu beachtenden Regelwerke erschwert. Forschungsfragen ergeben sich vor allem bezüglich der Grenzflächen zwischen technischer Komponente, Biomaterial und natürlichem Gewebe. Produktionstechnische Herausforderungen bestehen bei Standardisierung, Qualitätssicherung, Lagerfähigkeit und Sterilisierung. Auch die Validierung der Funktion, die Prüfung und die Langzeitstabilität sind bei Bioimplantaten wichtige, häufig noch ungelöste Fragen. Die dafür notwendigen Großtiermodelle sind typisch standortabhängig und nicht konsentiert oder validiert. Die Nanotoxikologie, d.h. die Toxikologie von Nanopartikeln ist ein anderer Aspekt, der erst in der Entwicklung begriffen ist. Patientenspezifische Modelle, basierend auf bildgebender Diagnostik, können patientenspezifische medizintechnische Lösungen ermöglichen, z.B. patientenspezifische Implantate. Die großen Forschungstrends „Personalisierte Medizin“ und „Biologisierung/ Biomarker“ können so in einer **personalisierten Medizintechnik** zusammenkommen.

In der theoretischen **Modellierung und Simulation** geht es um die quantitativ korrekte Darstellung definierter Aspekte des menschlichen Körpers. Über anatomische Strukturmodelle hinausgehend können auch Bewegungen wie z.B. Atmung und Herzschlag modelliert werden. Je nach Fragestellung kommen funktionelle Modellierungen hinzu, z.B. die Elektrophysiologie des Herzens, die von den molekularen Prozessen der Ionenkanäle über die Einzelzellen bis zum Gewebe und Organ aufgebaut werden kann. In der Pharmakologie arbeitet man mit Kompartiment-Modellen, die mit Transferraten z.B. Wirkstofftransport im Körper nachbilden. Herausforderung für alle Modellierung ist die unabhängige Validierung des Modells, seine Abgrenzung bzw. sein Gültigkeitsbereich und die Unsicherheiten bzw. Ungenauigkeiten, die durch die unvermeidlichen Vereinfachungsannahmen bei der Modellierung entstehen. Letztlich ist natürlich auch der erhoffte medizinische Nutzen zu zeigen.

Die bunte Vielfalt der Vorträge und Themen sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich um beispielhafte Forschungsbereiche handelt, die die Forschung in der Medizintechnik bei Weitem nicht vollständig wiedergeben, sondern einzelne Aspekte herausgreifen und darstellen. Themen, die auf früheren Expertengesprächen diskutiert wurden, aber diesmal nicht näher betrachtet wurden, sind z.B. Medizinische Sensorik, Telemetrie, Mikro-Diagnostik, optische und molekulare Bildgebung, Roboter- und Computer-gestützte Chirurgie, so wie intelligente und/oder autonome Regelung von Komponenten. Es gibt auch neue Bereiche wie die Plasmamedizin, die allerdings aus Zeitgründen keine explizite Behandlung im Expertengespräch gefunden haben. IT-Unterstützung und Daten-Management bleiben wichtige Querschnittsthemen.

Neben der interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen ist die enge Verknüpfung von Grundlagenfragen mit medizinischer Anwendbarkeit vielleicht das herausstechende Merkmal der Forschung in der Medizintechnik.

## **Förderstrategien für die Medizintechnik**

---

Die DFG hat für die Medizintechnik im Normalverfahren ein zusätzliches Gremium mit den gewählten Fachkollegiatinnen und Fachkollegiaten verschiedener Fächer eingerichtet, um dem sehr interdisziplinären Charakter der Medizintechnik-Forschung gerecht zu werden. Das freiwillige und zusätzliche Engagement der Gremienmitglieder ist die unabdingbare Voraussetzung für die Existenz und das Funktionieren dieser interdisziplinären Sektion Medizintechnik.

Die deutliche Zunahme an Antragsaktivitäten in der Medizintechnik in den letzten Jahren ist durch die gleichermaßen deutliche Abnahme der generellen Bewilligungsquoten aufgezehrt worden. Dies spiegelt die Situation im gesamten Normalverfahren wider, dass nämlich seit einiger Zeit die Zahl der Anträge und die Summe der beantragten Gelder deutlich schneller wachsen als die durchaus signifikante Steigerung des Budgets für das Normalverfahren.

Die DFG operiert bekanntlich nach dem „bottom-up“ Prinzip, auch bei den koordinierten Verfahren, die aus Initiativen aus der Wissenschaft entstehen. Dabei unterstützt die DFG die Vorbereitung z.B. mit themenbezogenen Rundgesprächen zur Erarbeitung von Konzepten für Schwerpunktprogramme. In diesem Bereich könnten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Medizintechnik aktiver werden, um für neue interessante Forschungsfelder entsprechende Konzeptanträge zu erarbeiten. Die Möglichkeit, Erkenntnistransfer-Projekte bei der DFG zu beantragen, wird bislang nur wenig genutzt, möglicherweise, weil die beteiligten Unternehmen keine finanzielle Unterstützung von der DFG erfahren können.

Ein sehr intensives Nachwuchsförderinstrument sind die sogenannten Nachwuchsakademien, die als „Exzellenzakademie Medizintechnik“ von der Projektgruppe Medizintechnik ersonnen worden waren und vor einigen Jahren unter dem Namen „Nachwuchsakademie“ zum regulären und permanenten Bestandteil des DFG-Förderportfolios gemacht wurden. Bedauerlicherweise ist das Engagement, Nachwuchsakademien durchzuführen, gesunken. Die Initiatoren der „Exzellenzakademie Medizintechnik“ bieten weiterhin ihre Hilfe bei der Planung solcher Veranstaltungen an. Der Kontakt kann über die DFG-Geschäftsstelle hergestellt werden.

Die Diskussion zum Thema DFG-Förderprogramme ergibt, dass sowohl Einzelprojekte als auch koordinierte Verfahren für die Medizintechnik sinnvoll und notwendig sind. Neue Ideen können vielleicht in Einzelprojekten besonders gut umgesetzt werden. Andererseits bereichert die Zusammenarbeit in Verbänden auch über die unmittelbaren Ergebnisse hinaus. Manche Themen können nur im passenden Verbund mehrerer Akteure sinnvoll bearbeitet werden.

Als Konsequenz der DFG-Förderprinzipien ergibt sich, dass für einen Ausbau der Medizintechnik-Förderung durch die DFG nicht strategisch, gesellschaftlich oder wirtschaftlich argumentiert werden sollte, sondern dass der Förderumfang in direkter Beziehung zu den wissenschaftlichen Aktivitäten steht. Je mehr gute Ideen vorgeschlagen werden, desto mehr kann auch die Medizintechnik-Forschung gefördert werden.

## Zusammenfassung

---

Die ingenieurwissenschaftliche Entwicklung von Implantaten und anderen technischen Komponenten scheint zunehmend mit der Biomaterialforschung, dem Tissue Engineering und der Pharmakologie zusammen zu wachsen. Damit wird die potentielle Funktionalität verbessert, aber auch die Komplexität der Projekte erhöht. Im Bereich der Bildgebung besteht auch die Tendenz unterschiedliche Bildgebungsmodalitäten in der Anwendung zusammen zu führen. Vermehrt werden dafür Hybrid-Geräte entwickelt, oft von oder gemeinsam mit Medizintechnik-Unternehmen.

Viele Themen zeigen eine insgesamt mehr oder weniger kontinuierliche Entwicklung, die oft auch von den Rahmenbedingungen des gesamten Gesundheitssystems abhängt. Es werden aber auch immer wieder neue Bereiche aktiv, wie z.B. die laserbasierte Partikeltherapie, die Röntgen-Phasenkontrastbildgebung und die Plasmamedizin. Sehr viele Forschungsprojekte in der Medizintechnik nehmen für sich klinische Relevanz in Anspruch. Dort ist die Einbindung und angemessene Beteiligung von klinischen Medizinern unabdingbar. Davon unabhängig sind bei der DFG natürlich auch Grundlagenprojekte möglich und erwünscht, die ohne direkte klinische Relevanz neue Ideen verfolgen und primär dem Erkenntnisgewinn dienen.

Bei der großen Bandbreite an neuen Ideen, Methoden und Techniken sollte mit zunehmender Anwendungsnähe immer stärker berücksichtigt werden, welche Chancen für einen nutzbringenden medizinischen Einsatz realistisch bestehen. Naturgemäß wird auf dem Weg von der Idee zum Einsatz in der klinischen Routine mit jedem Schritt die Zahl der verfolgten Ansätze abnehmen, während die Kosten für den nächsten Schritt zunehmen. Die Aufgabe der DFG ist dabei die Förderung neuer Ideen und die Entwicklung grundlegender Konzepte. Eine Abstimmung mit anderen Förderern, insbesondere dem BMBF, ist für die DFG aufgrund der offenen und responsiven Verfahren schwierig. Auf der anderen Seite erlaubt es die sehr breit angelegte DFG-Förderung, eine große Bandbreite an Projekten zuzulassen und zu unterstützen.