

Dr. med. Fabian Adams

Fördernummer: AdF1/FE-15

Heimatklinik: Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Urologie
Hugstetterstr. 55
79106 Freiburg

Gastlabor: Max-Planck-Institut für intelligente Systeme (MPI)
Mikro -, Nano –und Molekulare Systeme
Heisenbergstr. 3
70569 Stuttgart

Betreuer: Prof. Dr. Peer Fischer

Projekt: „Urologische Robotik der Zukunft – Miniaturisierte Robotersysteme zur Diagnostik und Therapie der Harnwege“

Projektbeschreibung (Zusammenfassung): Ziel des Vorhabens ist die Konstruktion und experimentelle Erprobung von höchstminiaturisierten Robotersystemen am Harntraktmodell. Aus dem faszinierenden Forschungsfeld der Nanotechnologie und Mikrorobotik können potenziell wertvolle Ergebnisse für die Fachdisziplin Urologie generiert werden. Neue Mikroroboter und kleinst-Manipulatorsysteme für endoskopische Anwendungen haben großes Potenzial die Diagnostik und Therapie der menschlichen Organe, in diesem Fall des Urogenitalsystems, revolutionär zu verbessern. Die Anwendung miniaturisierter mechanischer Systeme wird durch eine exzellente Zugänglichkeit zu pathologischen Strukturen sowie weitere Minimierung des Operationstraumas die Präzision und Qualität der Behandlung maßgeblich erhöhen. Die kabellose Energieübertragung wird die Roboter arbeitsautark machen und relevante Limitationen der Steuerung beheben. Darüber hinaus soll auch die Arbeitslast des Operateurs und damit seine Fehleranfälligkeit verringert werden. Die Implementierung einer intelligenten Algorithmik zur Kontrolle der Bewegungsabläufe wird ein automatischer „learning process“ zur optimierten Positionierung ermöglichen. Auch eine softwarebasierte Erkennung von endoluminalen Bildmustern wird zur Verbesserung der Detektion valider Zielstrukturen führen. In der Medizin besteht ein sehr hoher Bedarf an solchen Systemen.

Die Problemstellung wird am Beispiel des Harntraktes bearbeitet, wobei eine spätere ubiquitäre Anwendung in anderen medizinischen Fachdisziplinen erfolgen kann. Ziel des Gesamtsystems ist aber zunächst Forschungsaspekte zu identifizieren und auszuloten, die die Translation der Technologie in humane Organsysteme ermöglichen. In fernerer Zukunft sollen daraus resultierende Ergebnisse neue Standards für die operative minimal invasive Medizin setzen und innovativen bahnbrechenden Endoskopieapplikationen (wie z. B. energieautarke, mikrorobotische Spiegelung) den Weg ebnen. Das vorgestellte Vorhaben stellt eine wegweisende Entwicklung endoskopischer Techniken dar und schließt an einzigartiges know-how der Forschungsabteilung „Mikro-, Nano- und Molekulare Systeme“ am Max Planck-Institut für Intelligente Systeme unter der Leitung von Herrn Prof. Peer Fischer an. Die simultane Forschung von Technikern und Ärzten wird zu wertvollen, projektfördernden Synergieeffekten führen. Damit ist zu erwarten, dass das präsentierte Konzept eine Vorreiterrolle im Bereich der endoskopischen Innovation einnehmen kann. Übergeordnetes Ziel ist langfristig eine Reduzierung von traumatischen Ereignissen bzw. Komplikationen durch drastische Miniaturisierung von bildübertragenden Medien und Instrumenten im Vergleich zu bisherigen Verfahren. In Zukunft soll damit eine Anwendung am Patienten ohne Narkose machbar sein.

Die Basis der geplanten Versuchsreihen ist ein geeignetes, auf MRT-Daten basierendes Modell der Niere mitsamt ihrer ableitenden Harnwege. Zwei elementare Eigenschaften stehen bei der Konstruktion im Vordergrund: Die anatomische Morphe und die physikalischen Eigenschaften des Modells müssen dem echten Nierengewebe nachgeahmt werden. Auf dem Gebiet der Konstruktion

hochminiaturisierter Roboter besteht am MPI IS eine jahrelange, international einzigartige Expertise. Mehrere Prototypen im Millimeter und Sub-Millimeterbereich stehen zur medizinischen Forschung/Anwendung zur Verfügung. Im Projektverlauf werden auf dieser Basis neue Systeme entwickelt und adaptiert. Der Stipendiat wird im Dialog mit Physikern, Mechatronikern, Elektrotechnikern, und Materialwissenschaftlern medizinisch-relevante Systeme spezifizieren und existierende Prototypen erproben, sowie neue Systeme entwickeln. Im Verlauf soll die weitere Systemforschung und -erprobung am biologischen Modell basierend auf den gesammelten Erfahrungen erfolgen. Hierzu ist ein Schweineorganmodell vorgesehen. Das Gastlabor wird dieses Projekt durch die Bereitstellung von Mitarbeitern der AG Fischer auch personell unterstützen.