

# Biomedizinische Bildanalyse

## Projektleitung

Prof. Dr. Dr.  
Hans-Gerd Lipinski

## Wiss. Mitarbeit

André Bernardini,  
(Promotionsstipendiat  
der FH Dortmund)  
Pascal Behnel  
Sven Olaf Lüttmann  
Dominic Swarat  
Jan Hendrik Terjung  
Thorsten Wagner

## Externe Mitarbeit

Dr. Michael Granseier,  
Bochum  
Mohamad Habes,  
Greifswald  
Christian Imhäuser,  
Essen  
Darius Schippritt,  
Hamburg  
Bastian Thiering,  
Lingen

## Zeitraum

2009–2011

## Förderung

Bundesministerium  
für Wissenschaft und  
Forschung (BMBF);  
Ministerium für  
Innovation, Wissen-  
schaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-  
Westfalen (MiWF);  
Europäischer Fond für  
regionale Entwicklung  
(EFRE);  
FH-EXTRA 2009;  
Fachhochschule  
Dortmund  
Forschungsbudget;  
Land NRW:  
Geräteprogramm

## Zusammenfassung

Die vom Berichtersteller in 2008 gegründete und geleitete Arbeitsgruppe „Biomedical Imaging Group“ forschte im Berichtszeitraum über Methoden zur Erzeugung, Simulation, Visualisierung und Analyse mehrdimensionaler Signaldaten (Bild-daten) aus dem Bereich der Biomedizin. Dazu gehören sowohl Daten, die von Bild erzeugenden Großgeräten (CT, MRT, PET) generiert werden, als auch solche Signal- und Bilddaten, die in der Molekularbiologie und der Transmolekularforschung mit Hochleistungsmikroskopen (Laserscanning, Fluoreszenzmikroskopie, FRET-Technik, Elektronenmikroskopie) gewonnen werden. Zur Finanzierung der Forschungsvorhaben wurden Drittmittel eingeworben und ergänzende Zuwendungen seitens der Fachhochschule Dortmund bereitgestellt. Im Zuge der Forschungsvorhaben wurden 11 Promotionsprojekte betreut, von denen im Berichtszeitraum vier erfolgreich abgeschlossen werden konnten.

## Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden von der Biomedical Imaging Group (BIG) folgende Forschungsvorhaben durchgeführt:

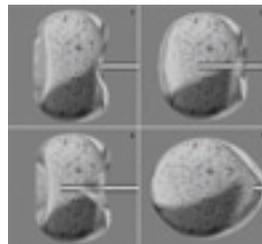


Abbildung 1: Simulation einer Zelldeformation (haptisches Kugelzellmodell). Eindrücken der Zellmembran (1), Perforation (2-3), Herausziehen (4) der Pipette.

## 1. Einzelprojekte

### 1.1 Haptische Zellmodellierung

Die gezielte Penetration vitaler Zellpräparate, z.B. für die Einbringung oder Entnahme von genetischem Material unter Mikroskopkontrolle ist eine Standardmethode der Biomedizin. Um den Eingriff zu üben, müssen vitale Zellen zur Verfügung stehen, was sowohl mit Kosten verbunden ist als auch ethische Probleme aufweisen kann. Daher wurde von BIG ein biophysikalisches Modell einer kugelförmigen Zelle in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biologische Emissionsbewertung (IBE, Münster) entwickelt, das einen realistischen virtuellen Eingriff unter haptischer Kontrolle erlaubt. Das Modell wurde auf verschiedenen wissenschaftlichen Tagungen vorgestellt und publiziert.

### 1.2 Rapid Prototyping von Modell-Zellverbänden

Knochenzellen bilden, ähnlich wie Nervenzellen, Verbindungsstränge aus, die zum Stoff- und Infor-

mationsaustausch in Form eines Zellnetzes dienen. Solche Zellen und ihre Verbindungselemente lassen sich mit 3D-Laserscanningmikroskopen als räumliche Bildinformation erfassen und grafisch rekonstruieren. In Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Dortmund (Prof. Geller) konnten Kunststoffmodelle solcher Netzwerke erzeugt werden. Die Arbeiten wurden zwischenzeitlich erfolgreich abgeschlossen und werden demnächst publiziert.

## 1.3 Klinische Bilddatenverarbeitung

Mit Hilfe von KI-Methoden (Neuronale Netze, Support Vector Machines) wurden in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich Verfahren zur Analyse von speziellen Kernspindaten (UTE-Sequenz) entwickelt. Diese Forschungen konnten erfolgreich abgeschlossen und auf einem internationalen Kongress in den USA vorgestellt werden.

In einem weiteren Teilprojekt werden in Zusammenarbeit mit der Nuklearmedizinischen Universitätsklinik Essen KI-Methoden zur Erkennung von relevanten Merkmalen maligner Schilddrüsentumore in PET-CT-Bildern entwickelt, die eine Prognose bzgl. Krankheitsentwicklung und Therapie ermöglichen sollen.

Ein weiteres Teilprojekt beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Kombination von CT und PET Bilddaten. Dazu werden optimierte Bildverarbei-

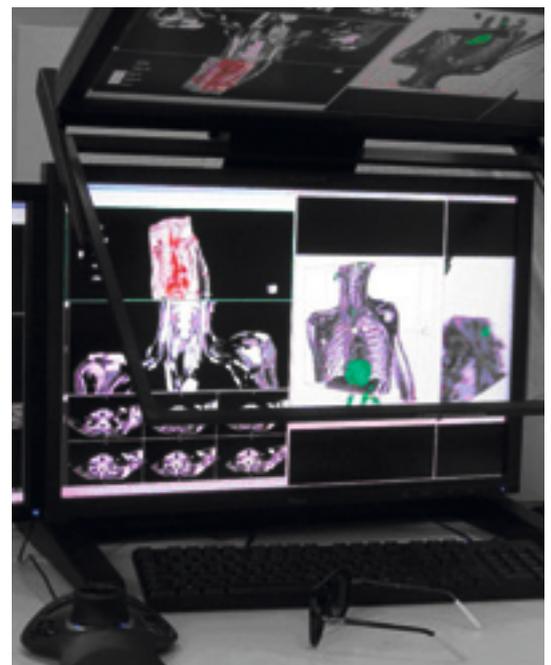


Abbildung 2: Stereoskopischer Arbeitsplatz (Monitor, 3D-Maus, Polarisationsbrille)

### Projektpartner

Forschungsinstitute:  
IBE (Münster),  
IUTA (Duisburg),  
FZJ (Jülich)

### Industriepartner

PartikelAnalytik GmbH  
(Frechen);  
Visus TT GmbH  
(Bochum)  
NanoGEM-Konsortium  
(BASF, Ludwigshafen;  
Bayer TS, Bayer MS,  
Leverkusen;  
BAuA, Berlin;  
BfR, Berlin;  
IGF, Bochum;  
ItN, Saarbrücken;  
WWU, Münster;  
Uni Jena;  
Uni d. Saarlandes, Saar-  
brücken; TU München)

### Promotionspartner

Uni Duisburg-Essen  
(Institut für Molekular-  
biologie, Institut  
für Physiologie,  
Radiologische  
Universitätsklinik/E.  
Hahn-Institut, Nuklear-  
medizinische Universi-  
tätsklinik),  
Uni Witten/Herdecke  
(Grönemeyer-Institut für  
Mikrotherapie)

### Kontakt

Prof. Dr. Dr.  
Hans-Gerd Lipinski  
Fachbereich Informatik  
Fachhochschule  
Dortmund  
Emil-Figge-Str. 42  
44227 Dortmund  
Tel.: 0231 755-6721  
E-Mail: lipinski  
@fh-dortmund.de

tungs-Algorithmen für die Kombination dieser Daten in Zusammenarbeit mit der Radiologischen Universitätsklinik Essen und dem Erwin-Hahn-Institut der Universität Duisburg-Essen im Rahmen eines Promotionsprojektes entwickelt.

### 1.4 Molekularbiologische Bildanalyse

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Molekularbiologie und dem Institut für Physiologie der Universität Duisburg-Essen wurden Methoden zur Bild gestützten Analyse molekularbiologischer Prozesse (Membrantopologien/3D-FRET Technik) durchgeführt, die zwischenzeitlich erfolgreich abgeschlossen werden konnten (ein abgeschlossenes Promotionsprojekt, zwei weitere Promotionsprojekte stehen kurz vor dem Abschluss).

### 2. Drittmittelprojekte

Die im Folgenden beschriebenen Projekte wurden finanziell mit Mitteln des Fachbereichs Informatik und des Rektorats der Fachhochschule Dortmund sowie des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung (MIWF) des Landes NRW, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der EU gefördert.

### 2.1 FH-Extra Projekt „Stereoskopische Visualisierungstechniken für die Biomedizin“

Im Rahmen des FH-Extra-Projektes werden in Zusammenarbeit mit der Firma Visus TT GmbH, Bochum und der Universität Duisburg-Essen Methoden zur stereoskopischen Darstellung und Analyse von räumlichen biomedizinischen Szenarien (Tumorforschung, Radiologie, Angiographie, Herzfunktionsanalyse) entwickelt. Es kommen verschiedene stereoskopische Visualisierungstechniken zum Einsatz. Zudem wurde eine einfache kostengünstige stereoskopische Visualisierungsmethode für eine Leinwandprojektion entwickelt. Erste Ergebnisse wurden auf internationalen Tagungen vorgestellt sowie auf der MEDICA-Messe 2010 vorgestellt. Das Forschungsprojekt wurde im August 2009 begonnen und wird voraussichtlich Ende 2011 abgeschlossen.

### 2.2 BMBF-NanoGEM-Projekt

Das Projekt NanoGEM befasst sich mit den gesundheitlichen Auswirkungen von industriemäßig hergestellten Nanopartikel auf den Menschen. Ein Konsortium, bestehend aus 16 Partnern aus der chemischen Großindustrie und der Messgerätetechnik, verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute sowie Behörden/Bundesanstalten, untersucht diese Auswirkungen. BIG beschäftigt sich in diesem Projekt insbesondere mit der Mess- und Auswertemethodik von Streu-

lichtverhalten frei diffundierender Nanopartikel in Lösungen und die Wechselwirkung der Partikel mit Immunzellen. Es werden bildgestützte Methoden für die optische Nanopartikelmesstechnik sowie Simulations- und Auswertemethoden für die Beobachtung und Analyse von zellulären Reaktionen auf Nanopartikel in vitro entwickelt. Zudem ist BIG für die Internetpräsenz des Konsortiums verantwortlich. Zur Projektvorbereitung konnten mit Hilfe des MIWF-NRW (Geräteprogramm 2008 und Geräteprogramm 2009) und der FH Dortmund wichtige Laborgeräte (Mikroskopieeinrichtungen) gekauft und im BIG-eigenen Forschungslabor im Institut für Biologische Emissionsbewertung (Münster) eingerichtet werden. Das Projekt NanoGEM hat im September 2010 begonnen und wird voraussichtlich Ende 2013 abgeschlossen werden.

### 2.3 Vorbereitende Arbeiten für die Sonderförderung der BMBF-Förderlinie Profil-NT

Das BMBF vergibt für FH-Teilnehmer ausgewählter BMBF-Projekte zusätzliche Fördermittel (Profil\_Neue Technologien; ProfilNT). Zur Projektantrags-Vorbereitung wurden vom Rektorat und dem Fachbereich Informatik Mittel für die Beschaffung

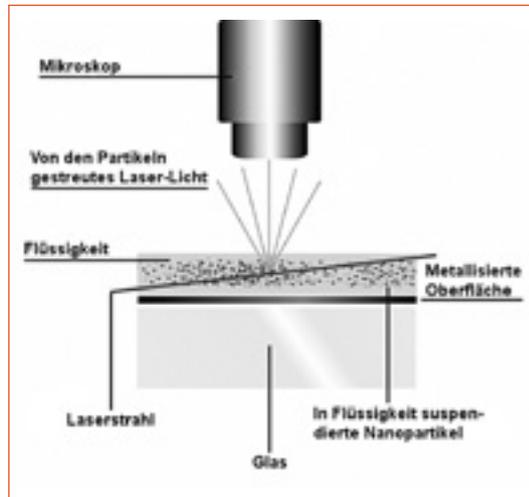


Abbildung 3: Stereoskopische Leinwanddemonstration eines bearbeiteten Bilddatensatzes des Bauchraums des Menschen (Präsentation auf der MEDICA Messe 2010).

eines Tunnelrastermikroskops und die Finanzierung einer wissenschaftlichen Mitarbeiterstelle bereitgestellt, um einen Antrag auf Förderung im Rahmen des ProfilNT vorbereiten zu können. (wissenschaftliche Vorarbeiten). Zwischenzeitlich wurde der Antrag eingereicht, begutachtet und als förderwürdig eingestuft. Eine Förderung durch das BMBF wird ab Oktober 2011 erwartet.

### 3. Forschungspreis der FH Dortmund

Dem Berichterstatter wurde der Forschungspreis der Fachhochschule Dortmund für das Jahr 2009 zuerkannt.



#### 4. Doktorandenbetreuung

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 11 Doktoranden (Absolventen des Masterstudiengangs Medizinische Informatik der Fachhochschule Dortmund) an den Universitäten Duisburg-Essen und Witten/Herdecke betreut. Davon haben folgende Promovenden im Berichtszeitraum erfolgreich ihr Verfahren abgeschlossen: Dr. M. Bloch, Dr. M. Kroll; Dr. K. Melzer (alle Universität Witten/Herdecke); Dr. M. Granseier (Universität Duisburg-Essen).

#### 5. Hinweis auf weitere Informationen

Details zu den Forschungsaktivitäten sind auf der Homepage der Biomedical Imaging Group ([www.biomedical-imaging.de](http://www.biomedical-imaging.de)) und auf der von der Arbeitsgruppe betreuten Homepage des NanoGEM-Projektes ([www.nanogem.de](http://www.nanogem.de)) zu finden.



Abbildung 4: Registrierung des Beugungsmusters von Nanopartikeln in wässriger Lösung mit Hilfe von Laserstrahlen und Visualisierung mit Hilfe einer Mikroskopkamera (obere Abbildung: Messprinzip). Bestimmung der Partikelgröße durch Partikeltracking (untere Abbildung).