



KIT SCIENTIFIC REPORTS 7601

Jahresbericht 2010

Institut für Angewandte Informatik

Horst Haffner (Hrsg.)

Horst Haffner (Hrsg.)

Jahresbericht 2010

Institut für Angewandte Informatik

Karlsruhe Institute of Technology
KIT SCIENTIFIC REPORTS 7601

Jahresbericht 2010

Institut für Angewandte Informatik

Horst Haffner
(Hrsg.)

Report-Nr. KIT-SR 7601

Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
KIT Scientific Publishing
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.ksp.kit.edu

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales
Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft



Diese Veröffentlichung ist im Internet unter folgender Creative Commons-Lizenz
publiziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

KIT Scientific Publishing 2011
Print on Demand

ISSN 1869-9669

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung	3
Kurzfassung	4
Programm Atmosphäre und Klima (ATMO)	
HALO-Erweiterungsinvestitionen	7
Programm Rationelle Energieumwandlung und -nutzung (REUN)	
Simulation und Messtechnik	9
Programm Erneuerbare Energien (EE)	
Effiziente Nutzung geothermischer Energie	13
bioliq Pilotanlage	17
Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft	
Energiesystemanalyse (TIG/ESA)	
Effiziente Energieumwandlung und -nutzung	19
Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft	
Schlüsseltechnologien und Gesellschaft (TIG/ST)	
Nachhaltige Entwicklung	21
Programm BioInterfaces (BIF)	
Biologische Schlüssel-moleküle	25
Programm Nano- und Mikrosysteme (NANOMIKRO)	
System Integration	29
Programm SuperComputing (SuCo)	
SimLab Energy	39
Research Group Distributed Computing	42
Literaturverzeichnis	
Publikationen in ISI Journal Citation Reports referierten Zeitschriften	45
Zeitschriftenartikel und Vorträge, die in gedruckter Form vorliegen	49
Patent- und Offenlegungsschriften	61
Vorträge, die nicht in gedruckter Form vorliegen	62

Einführung

Das Institut für Angewandte Informatik (IAI) ist eine Organisationseinheit des Karlsruher Instituts für Technologie – KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft. Das Institut betreibt Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet innovativer, anwendungsorientierter Informations-, Automatisierungs- und Systemtechnik.

Im Institut werden Systemlösungen für Aufgabenstellungen aus den Programmen Atmosphäre und Klima (ATMO), Rationelle Energie-Umwandlung und -Nutzung (REUN), Erneuerbare Energien (EE), Technologie, Innovation und Gesellschaft (TIG), BioInterfaces (BIF), Nano- und Mikrosysteme (NANOMIKRO) und SuperComputing (SuCo) erarbeitet. Die FuE-Vorhaben umfassen alle Entwicklungsphasen vom Konzeptentwurf bis zur Prototypenstellung und praktischen Erprobung und beinhalten neben der Systemrealisierung auch die Entwicklung neuartiger Informatik- und Automatisierungsmethoden und -werkzeuge, die im Rahmen der Systemerstellung eingesetzt und weiterentwickelt werden. In den FuE-Vorhaben finden aktuelle Konzepte und Techniken aus den Gebieten Wissensverarbeitung (wie z. B. Fuzzy-Konzepte, Künstliche Neuronale Netze, Maschinelles Lernen, Mustererkennung), Kommunikation, Hypermedia, Telepräsenz, Robotik, Bussysteme sowie Mess- und Automatisierungstechnik Anwendung.

Die Vorhaben werden in interdisziplinärer Kooperation mit Partnern aus Industrie, Verwaltung und anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland bearbeitet. Das Institut ist an Projekten der EU, des BMBF, des Landes, der DFG, der AiF und der deutschen Industrie beteiligt. Die Mitarbeiter des Instituts sind vielseitig in Normungsgremien, Fach- und Gutachtergremien sowie Programmkomitees aktiv.

Das Institut wird von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Georg Bretthauer geleitet, der in Personalunion auch Institutsleiter des Schwesterinstituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik (AIA) im Campus Süd des KIT ist.

Am 31.12.2010 waren am Institut für Angewandte Informatik 77 wissenschaftliche Mitarbeiter, 8 sonstige Mitarbeiter, 5 Doktoranden, 24 DHBW-Studenten und 5 Auszubildende beschäftigt.

Nach einem kurzen Überblick über die Arbeiten des Instituts wird über die Ergebnisse im Jahre 2010 berichtet, die Einordnung erfolgt entsprechend der Zuordnung der Vorhaben zu den Programmen des Großforschungsbereichs des KIT. Es schließt sich ein Verzeichnis der im Berichtszeitraum erschienenen Publikationen des Instituts an.

Kurzfassung

Programm ATMO

Für die Verwaltung und Visualisierung der Mess- und Ergebnisdaten des am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) mitentwickelten, flugzeuggestützten Infrarot-Messsystems GLORIA-AB (GLOBAL Radiance Limb Imager for the Atmosphere – Air Borne version) wird eine Datenbankanwendung entwickelt.

Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten ist die Visualisierung der Mess- und Ergebnisdaten mittels geeigneter Visualisierungssysteme. Hierfür wurde auf Basis des vorhandenen prototypischen Datenscanners eine Version entwickelt, welche eine beträchtliche Geschwindigkeitssteigerung in Bezug auf das Lesen der Messdaten im Vergleich zu den bisherigen Prototypen aufweist. Darüber hinaus verfügt diese Version über zusätzliche Funktionen zur Darstellung und Auswertung der Messdaten.

Programm REUN

Für die Hochdruckmesssonde zur optisch messtechnischen Erfassung der Vergasung wurde untersucht inwieweit eine Hochgeschwindigkeitskamera eingesetzt werden kann. An der Versuchsanlage BRENDA wurden Messkampagnen mit unterschiedlichen Kameratypen durchgeführt. Diese Daten wurden mit dem am Institut entwickelten Verfahren ausgewertet und zusammen mit dem Institut für Technische Chemie – Thermische Abfallbehandlung (ITC-TAB) publiziert. Für die rationelle Energieumwandlung und -nutzung im Metallrecycling konnte die Trennung von Schlacke und Innenmantel durch die Segmentierung des Schlackebetts über eine Analyse des Vektorfelds einzelner Pixel mittels optischer Flussverfahren online in Echtzeit realisiert werden. Im Bereich der Sondermüllverbrennung wurden Verfahren zur kamerabasierten Erkennung von Verpuffungen und von Situationen mit unvollständigem Feststoffausbrand im Drehrohr entwickelt. Das AiF-Projekt „Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur on-line fähigen und effizienten Auswertung, Kalibrierung und Defekterkennung von Sensorarrays“ in Kooperation mit der Fa. SYSCA AG wurde erfolgreich abgeschlossen.

Programm EE

Wissensakquisition und Wissensrepräsentation sind zwei Schlüssel zur effizienten Nutzung geothermischer Energie. Die direkte Nutzung der geothermischen Wärme übertrifft die Stromerzeugung aus Erdwärme bei Weitem. Die semantischen Datenmodelle zur Wissensrepräsentation aus den Anwendungsbereichen Haustechnik, Architektur und Stadtplanung sind deshalb bei der Nutzung der geothermischen Ressourcen besonders wichtig. Die Weiterentwicklung der Datenmodelle und die Verbesserung der Interoperabilität zwischen den Modellen waren die methodischen Schwerpunkte.

Die Wissensakquisition im Bohrloch ist sehr aufwendig und teuer. Mit dem Geothermiesonden-Baukasten ZWERG können künftig leichter neue Erkundungsgeräte entwickelt werden. Die Arbeiten konzentrierten sich auf das Wärmemanagement. So wurden z.B. ein Gehäuse mit Superisolation und ein Kühlmodul mit Latentwärmespeicher entwickelt.

Im Projekt bioliq wurden in 2010 die Versuchskampagnen zur Pyrolyse von Biomasse (bioliq I) leit- und automatisierungstechnisch betreut und die Ergebnisse der Versuche zur Validierung der regelungstechnischen Modelle genutzt. Dadurch konnte die Mehrgrößenregelung der Brennkammer optimiert werden. Des Weiteren wurde die Planung der Leittechnik für die Teilanlagen „Hochdruckvergaser“ (bioliq II) und „Kraftstoffsynthese“ (bioliq III +IV) abgeschlossen und mit der Implementierung begonnen.

Programm TIG

Im Vorhaben „Informatik für Lebenszyklusuntersuchungen und Umweltinformationssysteme“ werden in Kooperation mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) IT-Methoden und -Werkzeuge für Lebenszyklusanalysen erforscht und entwickelt. Es wurde eine Konzeption und erste Implementierung der Service-orientierten Datenbankanwendung für ILCD(International Reference Life Cycle Data System)-Datensätze erstellt, die im Rahmen des internationalen ILCD-Netzwerkes sowie in den beiden neuen Projekten BioEnergieDat (BMU) und FC-HyGuide (EU) eingesetzt wird. Im Bereich Umweltinformationssysteme wurden im Projekt Landesumweltportale (LUPO) innovative Konzepte für die Dezentralisierung der Suche in die Landesumweltportale von drei Bundesländern integriert und eine neue Architektur für die semantische Suche entwickelt (Projekt SUI). Im EU-Projekt ICT-ENSURE (ICT environmental sustainability research) wurden zwei Informationssysteme fertiggestellt und das Gesamtprojekt erfolgreich abgeschlossen.

Im Vorhaben „Informatik für die Energiesystemanalyse“ wurden die FuE-Arbeiten für das Projekt Ökologisches Baustoffinformationssystem (WECOBIS) abgeschlossen und das Informationssystem für den Dauerbetrieb an das BMVBS übergeben. In Kooperation mit ITAS wurde das Materialflussmodell CarboMoG (Kohlenstoffkreislauf in Deutschland) im Hinblick auf eine Erweiterung für die räumlich-dynamische Analyse von Kohlenstoffmanagementstrategien analysiert und die Basis für eine entsprechende Weiterentwicklung des Systems geschaffen.

Für die quantitative geo-referenzierte Thermographie als neues Werkzeug für einen energieeffizienten Lebenszyklus von Gebäuden wurde in Zusammenarbeit mit ITAS ein systemtheoretisches Konzept erstellt. In einer Kooperation mit der Firma SmartGeomatics wurde eine prototypische Anwendung zur automatischen Rekonstruktion topologisch valider LoD (level of detail)-2 Gebäudemodelle aus luftgestützten Laserscan- und Grundrissdaten realisiert.

Programm BIF

Der Schwerpunkt der Arbeiten zum Thema „Biologische Schlüssel-moleküle“ lag in der Bild- und Datenanalyse für Hochdurchsatzexperimente. Dabei wurden zusammen mit dem Institut für Toxikologie und Genetik (ITG) Mikroskopaufnahmen und -zeitreihen von Toxizitätsuntersuchungen bei Zebrafischlarven und von neuromuskulären Endplatten im Mausversuch ausgewertet sowie echtzeitfähige Algorithmen für Robotersysteme bereitgestellt. Zur Beherrschung der Datenmengen wurden Daten und Methoden mit dem Steinbuch Centre for Computing (SCC) und dem Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) auf die „Large Scale Data Facility“ portiert. Die Arbeiten zum Data Mining zielten auf Verfahren zur Merkmalsextraktion, die robust gegenüber Inhomogenitäten in den Datensätzen sind, und auf die Erweiterung der Open-Source-MATLAB-Toolbox Gait-CAD. Die Methoden und -tools wurden u.a. mit der Universität Tübingen und dem Max-Delbrück-Zentrum auf Daten aus der Tumormedizin und der Biokompatibilitätsanalyse von Nerven-elektroden angewendet.

Im Bio Robot Lab wird an einem modularen Robotersystem zur Automatisierung von Hochdurchsatz-Screens in der Bioanalysetechnik gearbeitet. Es wurden zwei Systeme entwickelt, die auf die Untersuchung von Zebrafischlarven zugeschnitten sind. Der Fischsortierer und das roboter-gestützte Parallelmikroskop bilden verschiedene Einzeltätigkeiten eines Hochdurchsatz-Screen ab. Der Fischsortierer sortiert automatisch Fischlarven aus einer Petrischale in Standard Mikrotiterplatten mit 96 bzw. 384 Einzelkammern. Die speziell entwickelte Bilderkennungssoftware ermöglicht das Sortieren von Fischeiern sowie von geschlüpften Fischlarven bis zu einem Alter von 120 hpf (hours past fertilization). Das roboter-gestützte Parallelmikroskop ermöglicht das schnelle Ab-scannen von Mikrotiterplatten mittels vier parallel bewegten, hochauflösenden Digitalkameras. Durch die hohe Bewegungsgeschwindigkeit des Roboters und das gleichzeitige Aufnehmen von vier Einzelkammern wird ein hoher Durchsatz erreicht.

In dem Projekt „Adaptive Nervenprothese“ erfolgt in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Universität Graz der Entwurf und die konstruktive Gestaltung von Nervenprothesen für die Regeneration peripherer und zentraler Nervenläsionen sowie die Realisierung entsprechender Prototypen für die experimentelle Erprobung im Tierversuch. Der Prototyp 6 für den Großversuch mit 36 Göttinger Mini Pigs zur Regeneration des linken Ischiasnervs wurde fertiggestellt und der erste Teil des Versuches erfolgreich abgeschlossen.

Programm NANOMIKRO

Das Ziel des Vorhabens „Wissensmanagement/Modellierung von Nano-Mikrosystemen“ ist die Verknüpfung entwurfsbeeinflussender Aspekte wie z.B. Design-Pattern, Design Rules, Fertigungsparameter, Toleranzen, Risiken und Kosten mit den Fertigungstechnologien im Hinblick auf die durchgängige Anwendungsentwicklung.

Im Schwerpunkt „Modellierung optischer Nano-/Mikrosysteme“ wurde in den beiden zurückliegenden Jahren ein Konzept für die vertikale Simulatorkopplung erarbeitet, realisiert und auf verschiedene Applikationen angewandt

Im Bereich „Informations- und Wissensmanagement“ wurden die Prozesswissensdatenbank ProWiDa und das Informationsmanagementsystem im Hinblick auf die Erfassung von 76 Technologien in 33 Installationen angepasst bzw. erweitert und mit dem Beginn der Datenerfassung begonnen. Das prozessorientierte Informationsmanagementkonzept wurde in der Sharepoint-Umgebung umgesetzt (EU: European Research Infrastructure EUMINAFab)

Im Kontext der begleitenden Maßnahmen zur ganzheitlichen Betrachtung des Nano/Mikro Produktentwicklungsprozesses wurden die Beziehungen zwischen Anwendungsanforderungen Marktbedingungen und technologischen Möglichkeiten untersucht (EU: MINAM2.0, NanoCom). In diesem Kontext wurden auch die

Arbeiten zur Erfassung, Bewertung und breitenwirksame Darstellung von gesellschaftlich relevanten Daten und Erkenntnissen zu Nanomaterialien fortgeführt und die Webportal-Seite um die humantoxikologischen Daten zwölf verschiedener Materialien erweitert (BMBF: DaNa).

Im Rahmen der Zielvereinbarung „Automatisierung für Mikro- und Nanotechnologie“ wurden im Jahr 2010 zusammen mit dem Schwesterinstitut am Campus Süd AIA in zwei ZIM-Projekten ein Mikrogreifermodul und eine Mikromontageplattform entwickelt. Ferner wurden im EU-Projekt IDEAS neue Ansätze für dezentrale, rekonfigurierbare Steuerungen für Mikromontagemodule entwickelt. Darüber hinaus wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) die KNMF (Karlsruhe Nano Micro Facility)-Projekte "Low cost grating interferometer" und "Großflächiger Stufenspiegel" bearbeitet. Des Weiteren wurden zur Erstellung von Mosaikbildern aus Laser-Scan-Mikroskopaufnahmen neue Bildverarbeitungsverfahren zur elastischen Bildregistrierung und zur globalen Justierung der Einzelaufnahmen implementiert. Zusätzlich wurden für die Bildrekonstruktion Methoden der merkmalsbasierten Bildsegmentierung, der Texturanalyse und der regionenbasierten Segmentierungsverfahren analysiert. Ferner wurden in Zusammenarbeit mit dem KIT-Sicherheitsmanagement grundlegende Untersuchungen zur automatisierten Auswertung von Proben aus Radonexposimetern durchgeführt.

Im Rahmen der Entwicklung des „Künstlichen Akkommodationssystems“ wurde eine induktive Energieübertragung konzipiert, optimiert und ein Prototyp aufgebaut und getestet. Bezüglich der Realisierung einer drahtlosen systeminternen und -externen Kommunikation wurden verschiedene Übertragungsprinzipien untersucht. Für die Häusung des Systems wurde zusammen mit dem FhG-IOF Jena das Kugellöten als Fügeprozess untersucht. Außerdem wurde zum beschleunigten Alterungstest von Gehäusen ein neues Verfahren entwickelt und getestet. Für den Antrieb des aktiv-optischen Elements wurde der Fertigungsprozess des Aktorgetriebes in Zusammenarbeit mit dem IMTEK (Uni Freiburg) verbessert, so dass Funktionsmuster in Silizium hergestellt werden konnten. Zusammen mit der Universitätsaugenklinik Tübingen wurden Voruntersuchungen zur Eignung des Pupillennahreflexes als Entfernungskindikator für das System durchgeführt.

Programm SuCo

Im Jahr 2010 hat die Research Group Distributed Computing ihre Arbeit aufgenommen. Sie versteht sich als wichtiges Bindeglied zwischen den SimLabs und der Large Scale Data Facility (LSDF), die derzeit aufgebaut wird, sowie zum Grid Operations and Support Centre (GOSC). Mit der Untersuchung von zusätzlichen Algorithmen zur Optimierung der Ressourcenzuordnung konnte an Erfahrungen im Grid Scheduling mit einem auf evolutionären und memetischen Algorithmen basierenden Resource Broker angeknüpft werden. Für das verteilte Datenmanagement entstand eine Konzeption auf der Basis eines Softwaremodells, das auf Services und objektorientierten Prinzipien basiert. Ausgehend von Anforderungen der Energiesystemsimulation im SimLab Energie werden derzeit erste Module in den Bereichen IT-Sicherheit und verteilte Modelldatenbanken sowie für das Management umfangreicher Zeitreihen realisiert.

Das Arbeitsthema Energiesystem-Modellierung und -Simulation wurde 2010 neu definiert und konzeptionell ausgearbeitet. Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung eines Energie-Verbundnetz-Datenmodells mit integrierter Datenbank (Energiequellen und -verbraucher), sowie die Konzeption und Entwicklung von IKT-Methoden zur Echtzeit-Simulation für zukünftige Energienetze. Im Verlauf der FuE-Arbeiten soll das gesamte Verbundnetz (Europa) mit zunehmender Granularität und Komplexität im IKT-Modell dynamisch abgebildet und simuliert werden. Modellierung und Simulation großflächiger Verbundnetze ist rechenzeit- und datenintensiv und erfordert daher zwingend die Anwendung von Methoden des Verteilten Rechnens und des SuperComputing für Monitoring und Echtzeit-Simulation.

Forschungslandschaft, Projekte (lokal, national und international), verfügbare Technik (Hard- und Software) des neuen Themenfeldes wurden untersucht und "Key-Player" identifiziert, sowie Möglichkeiten zur Kooperation innerhalb und außerhalb des KIT ausgelotet.

Im Rahmen eines Drittmittelprojekts wurden humanoide Datenmodelle und Virtual Reality Simulationstechniken für verteilte Ausbildungs- und Trainingsnetzwerke in GRID-Umgebungen weiterentwickelt.

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM JAHR 2010
Programm ATMO: Atmosphäre und Klima
HALO-Erweiterungsinvestitionen

Wissenschaftliches Informationssystem für die Atmosphärenforschung

Das Forschungsflugzeug HALO wird in den nächsten Jahren mit dem am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) mitentwickelten System GLORIA-AB (GLOBAL Radiance Limb Imager for the Atmosphere – Air Borne version) Messungen der Infrarot-Emissionen von Spurengasen und Wolken durchführen. Hierzu wird ein neues, abbildendes Fourierspektrometer mit einem Detektorfeld (128 x 128 Pixel) eingesetzt.

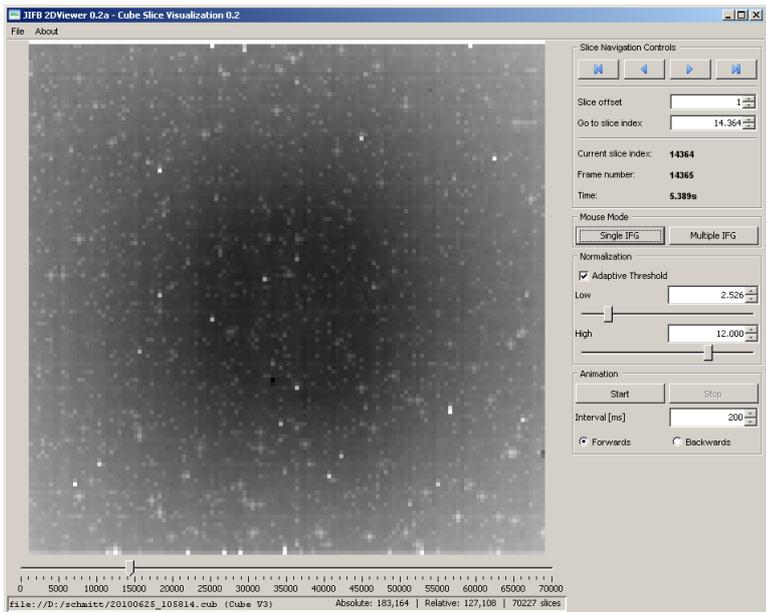


Abb. 1: Datenscanner mit Grauwertdarstellung eines Slices

Abbildung 1 zeigt die Benutzungsoberfläche des Datenscanners mit realen Datensätzen. Die Visualisierungsfläche zeigt einen so genannten Slice, welcher die normierten Werte der max. 16384 Interferogramme des Detektorfelds zu einem bestimmten Messzeitpunkt durch Grauwerte zwischen 0 und 1 abbildet.

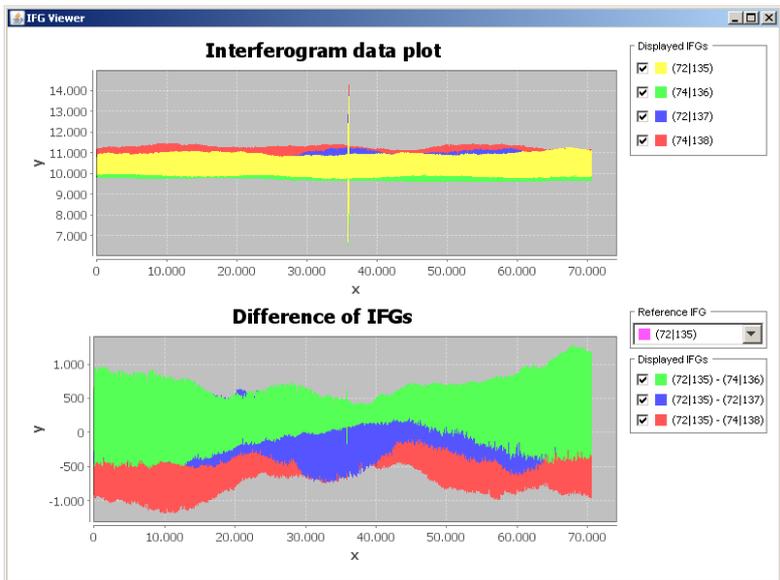


Abb. 2: Verlaufs- und Differenzdarstellung interaktiv ausgewählter Interferogramme

Zur Verwaltung der anfallenden Messdaten wird in Zusammenarbeit mit dem IMK eine Datenbankanwendung entwickelt. Dabei handelt es sich um die Datenbankschemata für die Rohdaten der Online-Prozessierung sowie für die nach einem Post-Processing strukturell umgewandelten Daten.

Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten ist die Visualisierung der Mess- und Ergebnisdaten mittels geeigneter Visualisierungssysteme. Hierfür wurde auf Basis des vorhandenen prototypischen Datenscanners eine Produktivversion entwickelt, welche eine beträchtliche Geschwindigkeitssteigerung in Bezug auf das Lesen der Massendaten im Vergleich zum bisherigen Prototypen aufweist. Darüber hinaus verfügt die Produktivversion über zusätzliche Funktionen zur Darstellung und Auswertung der Messdaten.

Besonders hervorzuheben sind die neuen Funktionalitäten zur Selektion von multiplen Bildpunkten, welche jeweils ein komplettes Interferogramm referenzieren, sowie das Echtzeitscrolen im über 2 GByte großen Datenkubus mit ca. 70000 Slices, das durch den Schieberegler unterhalb der Visualisierungsfläche realisiert wird.

Die Möglichkeit der Darstellung und Gegenüberstellung gemessener Interferogramme zeigt Abbildung 2. Im oberen Teil sind mehrere Interferogramme abgebildet, die zuvor im Datenscanner (siehe Abb. 1) interaktiv selektiert wurden. Im darunter liegenden Diagramm sind die Differenzen der Interferogramme relativ zu einem ausgewählten Referenzinterferogramm dargestellt. Sämtliche Interferogramme können interaktiv gewählt sowie ein- und ausgeblendet werden.

Programm REUN: Rationelle Energieumwandlung und -nutzung

Simulation und Messtechnik

Innovative Prozessführung

Das Ziel ist die Entwicklung innovativer Verfahren und Werkzeuge für eine kamerabasierte Messtechnik, die Berechnung von Kenngrößen zur Prozessführung und nachfolgend die Anwendung zur energetischen Optimierung der betreffenden komplexen verfahrenstechnischen Prozesse / Anlagen.

Gerade der Einsatz von Ersatzbrennstoffen allein oder in Kombination mit z. B. Kohle erfordert bei der Erzeugung von Energie mittels Verbrennungsprozessen eindeutige Information über den aktuellen Prozesszustand, um eine gleichmäßige Verbrennung (energetische Effizienz), die Beherrschung von prozessbedingten Schadstoffen und die Senkung der Betriebs- und Investitionskosten auf Basis kamerabasiert berechenbarer Kenngrößen realisieren zu können.

Vergasungsprozesse können insbesondere durch eine spektrale Sensorik und bildbasierter Auswertung erfasst und qualitativ regelungstechnisch optimiert werden.

Die dazu notwendigen Verfahren, Konzepte und Werkzeuge sowie die Vorgehensweise insgesamt werden an den Anlagen des KIT als auch an industriellen Anlagen entwickelt und die Ergebnisse im Rahmen von Kooperationen bei industriellen Anlagen zur Anwendung gebracht.

An der Versuchsanlage BRENDA (Campus Nord) wurden mehrwöchige Messkampagnen mit unterschiedlichen Kameratypen durchgeführt. Insbesondere kam auch eine High-Definition-Range Kamera mit einem hohen Dynamikumfang zum Einsatz. Diese Daten wurden mit den am Institut entwickelten Verfahren ausgewertet und zusammen mit dem Institut für Technische Chemie –Thermische Abfallbehandlung (ITC-TAB) publiziert.

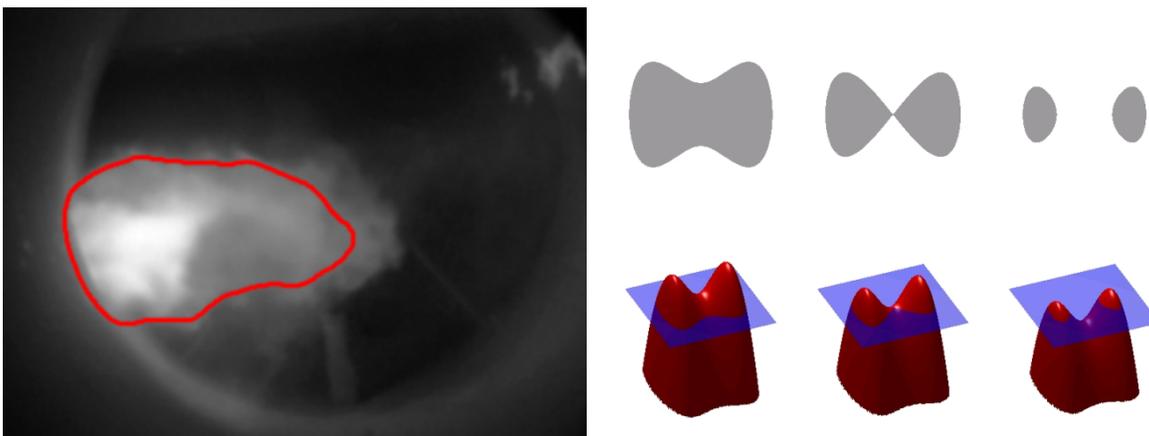


Abb. 3: Segmentierung der Flammenform bei BRENDA mit Level-Set Verfahren (links) und ein Beispiel für einen Optimierungsschritt (rechts)

Um Kenngrößen zur Prozesszustandsbeschreibung verlässlich berechnen zu können, muss die Segmentierung der Flamme sehr zuverlässig sein, ohne allerdings zu viele Randverästelungen zu erzeugen. Die Entwicklung der Level-Set-basierten Verfahren zur Flammensegmentierung erfolgte mit unterschiedlichen mathematischen Ansätzen. Durch Formvorgaben konnte eine beschleunigte Konvergenz erreicht werden. Die Sensitivität der Verfahren hinsichtlich möglicher Parametereinstellungen wurde untersucht. Die Berechnung konnte deutlich beschleunigt werden, allerdings wurde noch keine Echtzeitfähigkeit erreicht. Wie die Abbildung 3 zeigt wird eine kompakte und weiche Konturierung der Flammensegmentierung erreicht. Ebenso erfolgte der erste Einsatz einer High-Speed-Kamera.

Für den Fusionsreaktor ITER wurde die Produktion von Lithiumkeramikkugeln (siehe Abb. 4) für das Blanket in einem Ofen zusammen mit dem Institut für Materialforschung III (IMF III) untersucht. Das Institut hat hier mit einer High-Speed-Kamera die Erfassung und Auswertung der erzeugten Lithiumkeramikkugeln übernommen. Nach der Auswahl und Beschaffung der Kamera wurde für diese ein Bildauswertesystem zum Tracking der Kugeln inkl. der Berechnung von Merkmalen in Subpixelgenauigkeit entwickelt. Es wurden im Laufe des Jahres mehrere Messkampagnen durchgeführt und die entsprechenden Auswertungen übernommen.

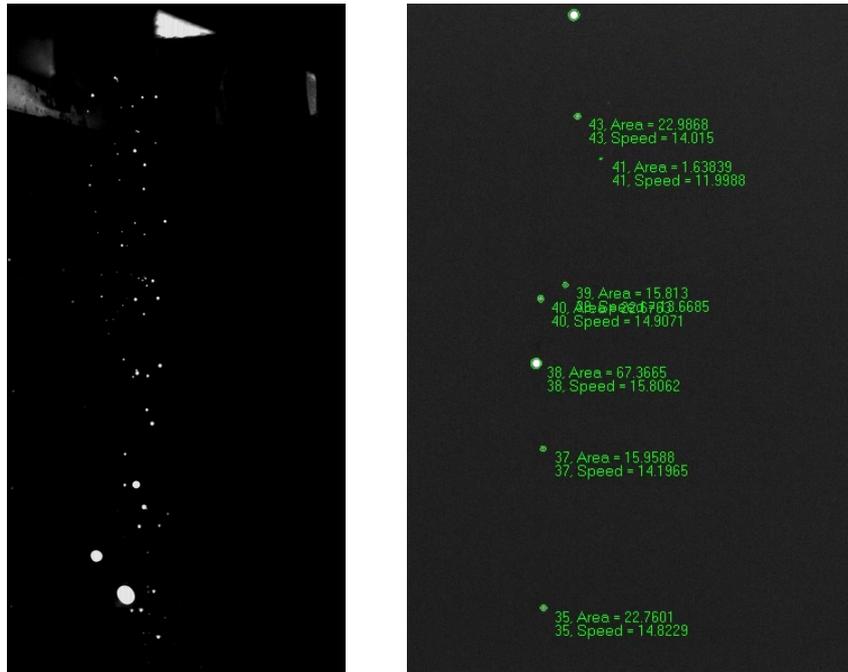


Abb. 4: Originalaufnahme der erzeugten Lithiumkeramikkugeln mit der High-Speed-Kamera (links). Detektierte und per Bildverarbeitung vermessene sowie nummerierte Lithiumkeramikkugeln (rechts)

Die Segmentierung des Schlackebetts im Metallrecycling (Zink) ist für die Kenngrößenberechnung grundlegend. Die entwickelten Verfahren zur Segmentierung auf Basis „Optical Flow“ wurden mit Level-Set basierten Verfahren ergänzt. Durch die Integration von Formvorwissen in einen Level-Set-basierten Ansatz wurden die Daten einer mehrtägigen Messkampagne erfolgreich ausgewertet. Durch die Analyse des Vektorfelds der einzelnen Pixel über optische Flussverfahren konnten in der geometrischen Abwicklung des Innenmantels des Drehrohrs nach der perspektivischen Entzerrung (siehe Abb. 5) die Bereiche der Schlacke und des Drehrohrmantels ohne Schlackebelag eindeutig segmentiert werden. Damit gelingt es sehr genau, die Trennlinie dieser beiden Bereiche online in Echtzeit zu erkennen. Folglich ist der Bereich, in dem die Schlacketemperatur zu bestimmen, ist definiert. Störungen im Randbereich bzw. der Berandung wirken sich daher nicht mehr aus.

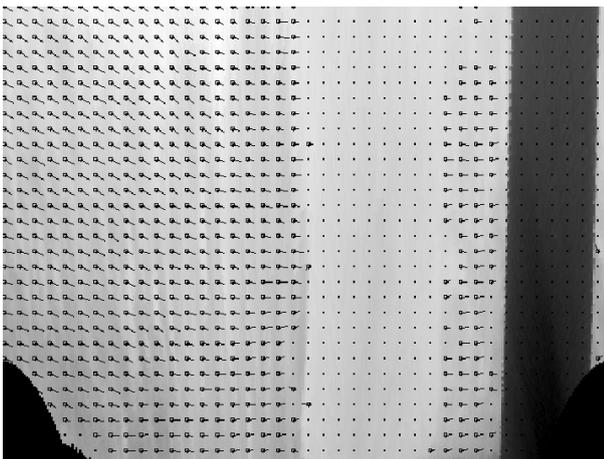


Abb. 5: Vektorfeld der Pixel (optischer Fluss) in der geometrischen Abwicklung (perspektivische Entzerrung der Drehrohrfläche)

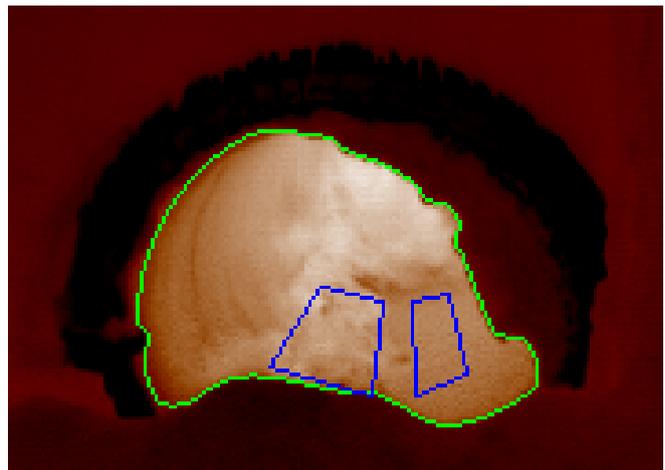


Abb. 6: Sichtverhältnisse Drehrohranlage

Im Bereich der Sondermüllverbrennung wurde eine Messkampagne im IR-Spektralbereich durchgeführt. Zur Auswertung der Daten wurden Verfahren zur kamerabasierten Erkennung von Verpuffungen und von Situationen mit unvollständigem Feststoffausbrand im Drehrohr entwickelt und auf die erfassten Daten angewandt. Aufgrund der nicht optimalen Einbausposition der Kamera ist eine weitere Messkampagne vorgesehen. Dennoch konnten wesentliche Merkmale erfasst und als Kenngrößen berechnet werden (siehe Abb. 6).

Zur Analyse und Optimierung von Brennern mit Multi-Fuel Einsatz im Bereich Zement (Schwenk/Polysius) erfolgte eine mehrtägige Messkampagne und nachfolgende Auswertung mit dem Industriepartner (siehe Abb. 7).

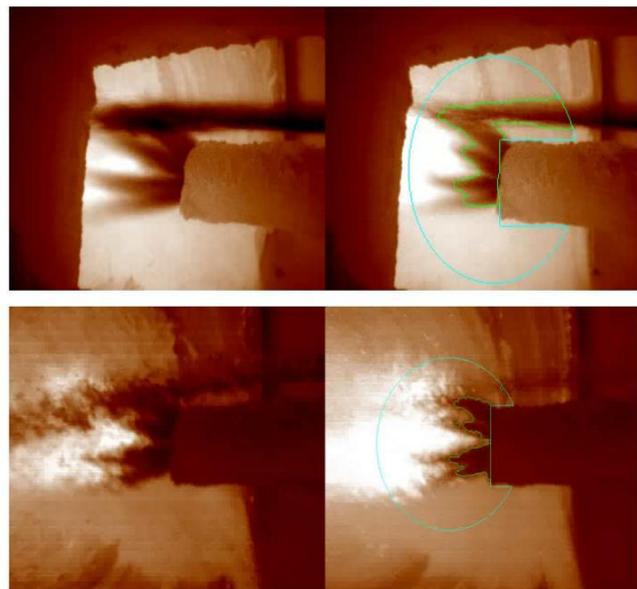
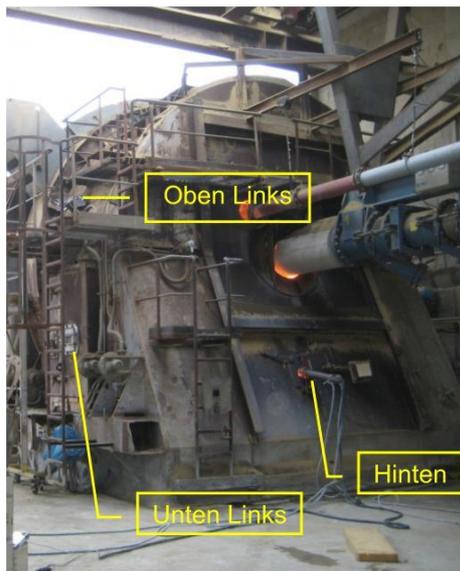


Abb. 7a: Messpositionen am Zementdrehrohr

Abb. 7b: Vergleich IR und NIR Daten an Position „oben links“

Dabei wurde gezeigt, dass die IR-Kamera mit dem spektralen Bandpass bei $3,8 - 4,0 \mu\text{m}$ hinsichtlich der Erkennung des ungezündeten Teils der Flamme am besten geeignet ist.

An der MVA Velsen (Saarbrücken) erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Gierend, HTW Saarbrücken, eine erste Messkampagne zur Bewertung der Einsetzbarkeit von Kameras und der Prozessoptimierung mittels Fuzzy Control.

Am Hochofen Eisenhüttenstadt wurde in Kooperation mit Industriepartnern eine Messkampagne zur Gichtgasüberwachung gestartet.

Zur halbautomatisierten Auswertung von Kamerasequenzen von Drehrohranlagen wurde ein Matlab-basiertes Werkzeug (DREHSINE – Drehrohr-Sequenz-Inspektor) realisiert.

Für die spektrale Erfassung der thermischen Strahlung in Verbrennungsprozessen ist es wichtig, die Transmission des umgebenden Mediums zu kennen. Hierzu wurde auf Basis der HITRANS Datenbank der Verlauf der spektralen Transmission im gesamten Spektralbereich von $1-10 \mu\text{m}$ gerechnet (siehe Abb. 8).

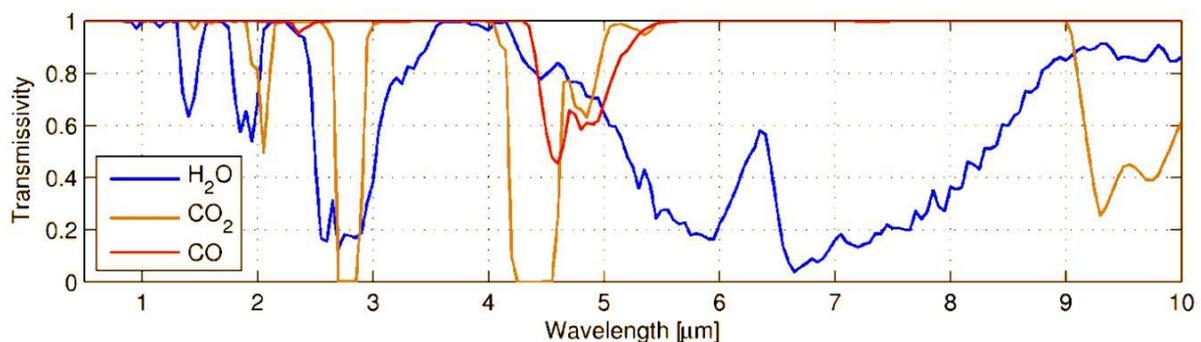


Abb. 8: Verlauf der spektralen Transmission von Verbrennungsgasen (typische Feuerraumatmosphäre als Basis)

Die Arbeiten im Rahmen des AiF-Projekts „Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur on-line fähigen und effizienten Auswertung, Kalibrierung und Defekterkennung von Sensorarrays“ in Kooperation mit der Fa. SYSCA AG wurden erfolgreich abgeschlossen.

Darin wurde u.a. eine detaillierte Konzeption zur Integration softwaretechnischer Aspekte erstellt und ein Verfahren zur Vorbehandlung der Rohdaten bzw. -signale inklusive einer Autokorrekturfunktion zur Ausreißerkorrektur und Signalglättung entwickelt. Das prototypisch entwickelte „Verfahren zur Nachkalibrierung von Sensorelementen bzw. zur Kalibrierung weiterer Sensorelemente (Rekali)“ wurde weiterentwickelt und an die Aufgabenstellung und die SYSCA-typische Datenstruktur angepasst.

Auf der Basis eines neu entwickelten Verfahrens zur Erstellung von Klassenmodellen (Grobmodelle) und (chipindividuellen) Feinmodellen und des weiterentwickelten Verfahrens zur Nachkalibrierung wurden mehrere Applikationen (DMS, Hexanal, Metyl, Essig, Octen und 4 Drei-Stoff-Gemische) analysiert. Die Analyseergebnisse beim chipindividuellen Feinmodell lagen durchweg nahe an denen, die für die jeweiligen Individualmodelle bei großem Kalibrieraufwand erreicht werden (siehe Abb. 9). Damit ist eine einfache Übertragung der im Training gewonnenen Kalibriermodelle von einem Sensorarray zum anderen möglich. Die Analyseergebnisse, basierend auf dem Klassenmodell ohne weitere Anpassung (Grobmodell), sind dagegen in allen betrachteten Anwendungen sehr schlecht und nicht für eine Stoffanalyse geeignet (siehe Abb. 9).

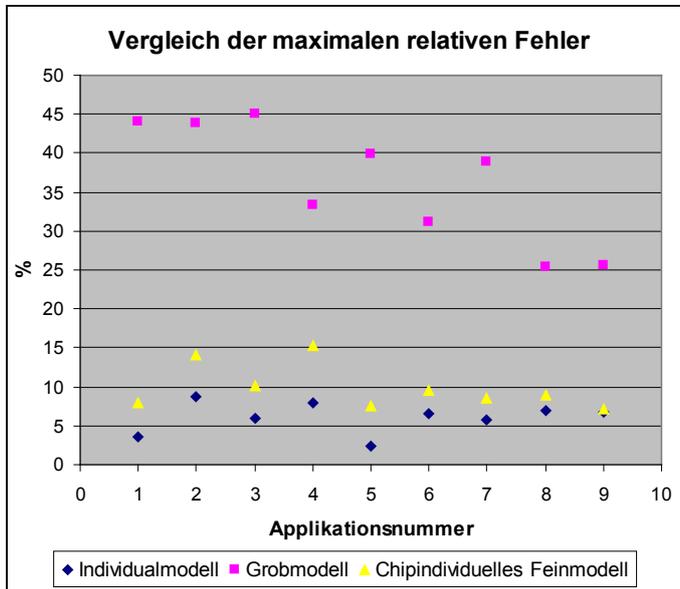


Abb. 9: Vergleich der maximalen relativen Fehler bei den verschiedenen Applikationen

dem Titel „Gegen das Chaos im Quellecode - KIT-Informatiker systematisieren die Software-Entwicklung“ der Öffentlichkeit vorgestellt. Ziel des modellgetriebenen Entwicklungsansatzes ist es, mittels graphischer Modelle in UML den eigentlichen Quelltext vollautomatisch zu generieren.

Insbesondere verringert sich der Aufwand für das Kalibrieren der Chips beim chipindividuellen Feinmodell um den Faktor 5 im Vergleich zum Individualmodell. Dies ist ein bedeutender Fortschritt, der hinsichtlich der drastischen Kostenreduzierung diesen Sensorsystemen eine breite Marktfähigkeit eröffnet.

Im VDI/VDE GMA AK 2.6.2 Multi-Gas-Sensorik erfolgte eine Mitarbeit bei der Erstellung einer neuen Richtlinie zum Thema Multigasensoren. Blatt 1 dieser Richtlinie (Begriffe, Aufbau und Arbeitsweise, Klassifizierung) wurde fertig gestellt und verabschiedet. Mit der Erarbeitung von Blatt 2 (Multigasensoren - Klassifizierung, Prüfung und Bewertung) und Blatt 3 (Geruchswahrnehmung mit elektronischen Nasen und deren Prüfung) wurde begonnen.

Die bei der Entwicklung des INSPECT Systems eingesetzten Software Engineering Verfahren des Model Driven Development wurden im Rahmen eines Artikels der BNN mit

Programm EE: Erneuerbare Energien

Effiziente Nutzung geothermischer Energie

Wissensakquisition und –repräsentation

Ein besserer Zugang zu aussagefähigen Daten über ein Bohrloch ist ein Schlüssel für den wissenschaftlichen Fortschritt im Bereich der Geothermie. Daher arbeitet das Institut an der Wissensakquisition und an der Wissensrepräsentation.

Zur Wissensrepräsentation werden semantische Datenmodelle eingesetzt. Da unterschiedliche Anwendungsgebiete zum Beispiel Architektur, Stadtplanung und Bebauungsplanung unterschiedliche Sichtweisen auf Objekte, Attribute und Relationen haben, gibt es unterschiedliche Datenmodelle. Beispiele sind die Datenmodelle IFC für Architektur, CityGML für die Stadtplanung und XplanGML für die Bauleitplanung.

Werden Daten von unterschiedlichen Anwendungsgebieten gebraucht, müssen die Daten transformiert oder in einer Applikation integriert werden. Werden Daten von einem Modell in ein anderes Modell transformiert, kann es ggf. zu Informationsverlusten kommen. Die vollständige Integration verschiedener Datenmodelle in eine Applikation erfordert ein entsprechendes Datenmanagement.

Die Aktivitäten im Bereich semantischer Datenmodelle für Gebäude (IFC – Industry Foundation Classes) fokussierten sich auf zwei Punkte:

- Zertifizierungsplattform für IFC 2x3
- Verifikation der nächsten IFC Version 2x4

Die Zertifizierungsplattform wird zusammen mit der Hochschule München und der Firma AEC3 entwickelt und betrieben. Eine Kernkomponente der Plattform ist die am Institut entwickelte Prüfsoftware, die die Syntax, die Semantik und applikationsspezifische Regeln in den Instanzdateien überprüft.

Für applikationsspezifische Regeln wurden verschiedene Arbeitsschritte definiert, die die Definition der Regeln erleichtern und deren Umsetzung in Software unterstützen. Hiermit konnte ein teilautomatisierter Ablauf von der Definition bis zur Prüfung der Regeln realisiert werden.

Das Institut ist Mitglied in der IFC Model Support Group (MSG) und der Implementer Support Group (ISG) und ist somit an der Entwicklung und Umsetzung der neuen Version IFC 2x4 aktiv beteiligt.

Die Aktivitäten für das 3D Stadtmodell CityGML (City Geography Markup Language) konzentrierten sich auf die Definition einer neuen Version (1.1) des Standards. Die vom Institut eingebrachten Verbesserungs- und Erweiterungsvorschläge wurden in der OGC (Open Geospatial Consortium) Standard Working Group (SWG) international diskutiert, begutachtet und akzeptiert. Die Umsetzung der Verbesserungsvorschläge erfolgt durch die intensive Mitarbeit in der AG Modellierung der SIG 3D (Special Interest Group 3D der Geodateninfrastruktur Deutschland).

Für die Baugenehmigungsprüfung wurde CityGML erweitert. Dabei wurde der standardisierte Erweiterungsmechanismus ADE (Application Domain Extension) dazu benutzt, um zusätzliche Features wie Stockwerke, Geschossflächen und Baumassen zu modellieren. Abbildung 10 zeigt links das Architekturmodell eines Gebäudes (als IFC Modell) und rechts das entsprechende CityGML Modell gemäß der entwickelten Modellerweiterung.

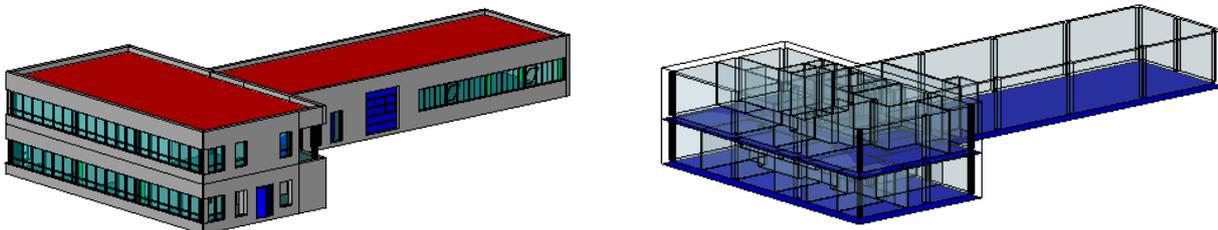


Abb. 10: IFC Gebäudemodell (links) und transformiertes CityGML Modell (mit eigener Modellerweiterung)

Mitarbeiter des Instituts waren federführend bei der Weiterentwicklung des deutschlandweiten Standards XPlanGML für digitale, raumbezogene Planwerke beteiligt. Der wissenschaftliche Schwerpunkt der Aktivitäten lag bei der semantischen Transformation von XPlanGML 3.0 Modellen nach XPlanGML 4.0, der Integration von XPlanGML mit anderen, GML-gestützten Datenformaten, sowie bei der regelbasierten Qualitätsprüfung XPlanGML-basierter Datensätze. Dazu wurden in einer Arbeitsgruppe des E-Government Projektes Deutschland-Online / Geodaten mehrere Hundert Konformitätsbedingungen definiert, die eine gültige XPlanGML-Repräsentation eines Bebauungsplans oder Flächennutzungsplans zusätzlich zur Schema-Konformität erfüllen muss. Die Formalisierung dieser Regeln erfolgt über eine speziell entwickelte, XML-

basierte Sprache. Ein Interpreter für diese regelbasierte Sprache wurde in die am Institut entwickelte Software XPlanGML-Toolbox integriert, die deutschlandweit für die Generierung und Visualisierung von XPlanGML eingesetzt wird. Weiterhin wurde die Toolbox um Funktionen zur Überprüfung der geometrischen und topologischen Korrektheit von Plansätzen erweitert, was insbesondere eine funktionale Erweiterung des Geometrikerns erforderlich machte.

Die am Institut entwickelte Software IfcExplorer wurde an die neusten Versionen von IFC, CityGML (inklusive verschiedener Erweiterungen) und XPlanGML angepasst.

gbXML (Green Building XML) ein semantisches Datenmodell für die Performance Analyse von Gebäuden wurde im IfcExplorer in einer ersten Version visualisiert.

Zur besseren Verständlichkeit und besseren Orientierung bei raumbezogenen Daten wurde ein direkter Zugriff auf freie Kartendienste wie zum Beispiel „OpenStreetMap“, „Google maps“ und „bing Maps“ implementiert.

Die Wissensakquisition bedient sich auch im Umfeld der Geothermie der Methoden und Verfahren der Öl- und Gasindustrie. Das sind zum einen geophysikalische Vorerkundungsverfahren, z.B. 2D oder 3D-Seismik, zum andern Messmethoden im Bohrloch, z.B. Gamma-Ray. Die Anbieterseite wird weltweit von drei Monopolisten dominiert. Die Messgeräte sind deshalb sehr teuer und (noch) nicht an die besonderen Erfordernisse (Temperaturbereich bis 200°C, 8½ Zoll Bohrdurchmesser in Endteufe) der Geothermie angepasst.

Der Geothermiesonden-Baukasten „ZWERG“ soll helfen, diese Situation zu verbessern. Entwicklungsziel ist die Bereitstellung eines Entwicklungskits, das Forschungseinrichtungen oder KMUs die Realisierung innovativer Messverfahren und Messwerkzeuge oder neuer Manipulationswerkzeuge für das Bohrloch ermöglichen soll. Dazu wird der Baukasten mehrere Bausteine bieten:

1. An der Erdoberfläche wird eine Bedienstation für die Sonde benötigt, die weitestgehend standardisiert sein wird und nur kleine Anpassungen für die jeweilige Sonde benötigt.
2. Eine Kabelwinde lässt die Sonde in das Bohrloch ab. Das Kabel muss einerseits die Gewichtskraft der Sonde tragen und andererseits Daten und Energie übertragen.
3. Das obere Ende der Sonde wird ein standardisiertes Versorgungsmodul sein. Dort werden die Hilfsspannungen generiert und die Signale aufbereitet. In der Sonde wird für die Datenübertragung CAN eingesetzt. Zwischen Sonde und Bedienstation soll Ethernet benutzt werden.
4. Zwischen den Sondenmodulen werden standardisierte Schnittstellen und Kupplungen verwendet. Das druckfeste Gehäuse mit Superdämmung wird für alle Erweiterungen empfohlen.
5. Um Standardelektronik einsetzen zu können, wird ein Kühlmodul bereitgestellt, das zumindest für eine bestimmte Zeit eine Wärmesenke darstellt.
6. Der Baukasten wird Materialempfehlungen aussprechen und einige Standardmaterialien, z.B. für das Modulgehäuse, bereithalten. Neben den Metallen betrifft dies auch Dichtungen, Kabel, Stecker etc.
7. Konstruktionsbeispiele helfen künftigen Entwicklern mit erprobten Detaillösungen, z.B. für abgedichtete Flanschverbindungen.
8. Eine Sammlung erprobter Motoren, Aktoren und Sensoren stattet den Baukasten mit elektrischen Komponenten aus.
9. Erprobte Platinen mit Mikrocontrollern etc. steuern ZWERG im Bohrloch.
10. Software für neue Module wird mit Hilfe des Softwareframeworks einfach entwickelt. Für die problemlose Einbindung in die Sonde, gemeinsam mit anderen Modulen, sorgt die Weiterentwicklung von CANbOS,

An vier Teilaufgaben davon wurde intensiv gearbeitet:

1. Für die Kommunikation wird ein Embedded System namens HiTES (siehe Abb. 11) entwickelt. Die angestrebte Lösung besteht aus einem Field Programmable Gate Array (FPGA) sowie Schnittstellen wie dem Feldbus CAN, I²C, LVDS und Ethernet. Ein FPGA bietet hierbei die höchst mögliche Flexibilität. Durch das Einbinden bzw. Programmieren von weiteren Hardware-Modulen (IP-Cores intellectual property core) in den FPGA ist es möglich, zusätzliche Schnittstellen für Messtechnik im Cargo-Bereich bereitzustellen. Der hohe Datendurchsatz eines FPGAs erlaubt hierbei das direkte Anschließen von digitalen Kameras und die Implementierung von unabhängigen Netzwerkports. Für diese Arbeiten wurde beim Geothermiekongress 2010 in Karlsruhe ein Studentenpreis vergeben.

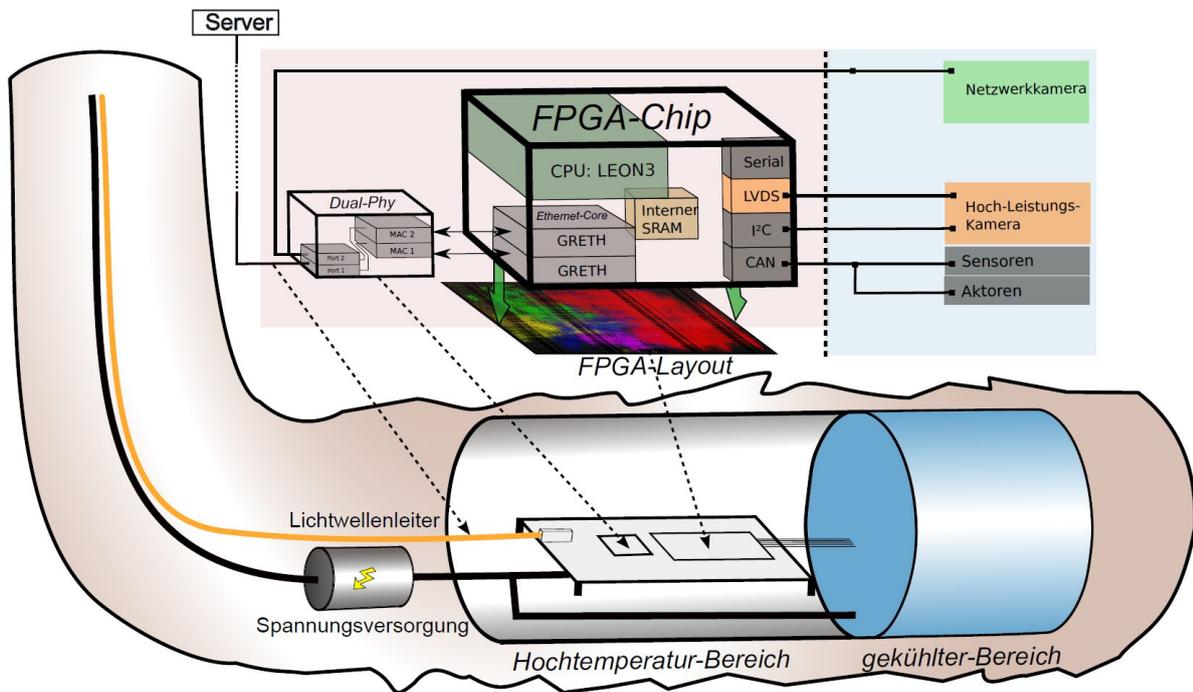


Abb. 11: HiTES, Schnittstelle der Bohrlochsonde zur Kommunikation mit dem Bediener

2. Auf Basis des Hochtemperaturmikrocontrollers (TI SM470R1B1M-HT) wird ein Embedded System entwickelt, welches bei Umgebungstemperaturen von bis zu 200°C ohne Kühlung einsetzbar ist. Dafür wurden Komponentenanbieter gefunden und Liefermodalitäten untersucht. Alle auf der Platine eingesetzten Bauteile sind von den Herstellern für die geforderte Temperatur spezifiziert. Teilweise resultieren daraus jedoch sehr hohe Preise und sehr lange Lieferzeiten.
3. Als erstes Anwendungsmodul wurde ein Kameramodul konzipiert, das Bilder aus großen Teufen liefern wird. Hitzebeständige Kameras sind nicht verfügbar. Deshalb wird die Kamera gekühlt. Mittels einer Fisheye-Optik soll ein möglichst großer Teil der Bohrlochwand direkt vor dem Kameramodul aufgenommen werden. Wegen des großen Druckunterschieds zwischen dem Innenraum des Kameramoduls und der Bohrlochumgebung (bis zu 600 bar) wird eine sehr dicke Sichtscheibe benötigt. Als Folge davon muss in einem künftigen Teilprojekt eine spezielle Optik entwickelt werden. Weil im Bohrloch unter Umständen eine undurchsichtige Flüssigkeit angetroffen wird, muss vor der Bildaufnahme eine „Klärung“ stattfinden. Der größte Teil der störenden Flüssigkeit wird durch einen durchsichtigen Glaskörper verdrängt, der direkt vor dem Kameraobjektiv angeordnet wird. Trotzdem bleibt ein Ringspalt zwischen diesem Glaskörper und der Bohrlochwand. In diesen Spalt soll entweder ein hochviskoses durchsichtiges Gel verpresst werden oder das Bentonit wird durch Zugabe von Kochsalz oder anderen Flockungsmitteln ausgefällt.
4. Große Bedeutung innerhalb des ZWERG-Baukastens hat ein Kühlmodul. Nachdem Berechnungen und Versuche mit Peltier-Elementen im Jahr 2009 nicht das erhoffte Ergebnis hatten, wurde das Thema neu aufgegriffen. Die Umgebung im Bohrloch ist eine (fast) unerschöpfliche Wärmequelle. Deshalb kommt es darauf an, das Sondeninnere nach außen optimal zu dämmen. Dazu wurde ein Sondengehäuse entwickelt, das mittels Vakuumdämmung und einer Multi-Layer-Insulation (MLI) – einem mehrlagigen Material aus Alufolien und Glasfaser-Distanzmatten - eine Superdämmung realisiert. Wird ein solches Gefäß mit einem Phasen-Wechsel-Material (PCM), z.B. Eis, gefüllt, dann lässt die Simulation eine Einsatzzeit der Sonde bei 200°C Außentemperatur von ca. 100 Stunden erwarten (siehe Abb. 12). Zur Verifikation des Simulationsmodells wurde ein Prototyp in Auftrag gegeben, an dem auch Fertigungstechnologien für sehr lange Gehäuse (>10 m Länge) untersucht werden. Der Prototyp ist mit zahlreichen Temperaturmessstellen bestückt. Vakuumkomponenten, Messtechnik und eine Heizmanschette sind einsatzbereit. Wegen Lieferverzögerungen bei einem Halbzeug (dickwandiges Außenrohr) konnte der Prototyp trotz Auftragserteilung im Mai in 2010 nicht fertiggestellt werden.

Der Verlauf der Arbeiten untermauert gleichzeitig ihre Sinnhaftigkeit. Der erfolgreiche Einsatz einer Bohrlochsonde erfordert sehr viele Detaillösungen, die eines hohen Entwicklungs- und Testaufwands bedürfen. Dazu kommt das Problem langer Beschaffungslaufzeiten. Die Verfügbarkeit eines Baukastens wird den Entwicklungsprozess künftig stark vereinfachen und erheblich beschleunigen.

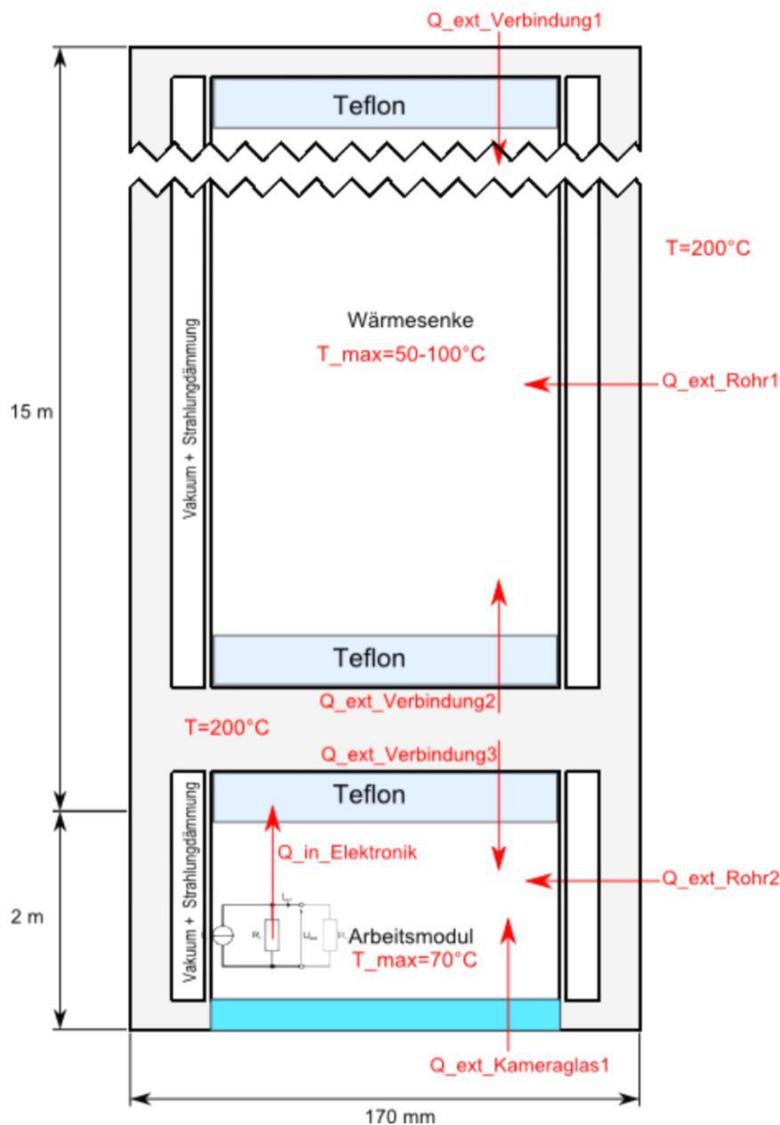


Abb. 12: Ersatzmodell der Simulation des Wärmeeintrags in die Bohrlochsonde

Das Energiedetektive-Projekt, das im Schuljahr 2008/09 mit einigen Betatestern sehr vielversprechend gestartet war, sollte im Schuljahr 2009/10 von fünf Schulklassen des Otto-Hahn-Gymnasiums fortgesetzt werden. Die Ergebnisse blieben leider hinter den Erwartungen zurück, wofür folgende Gründe verantwortlich sind:

1. Die optionale aber sinnvolle Installation der Software auf dem sehr restriktiven Schulnetzwerk funktionierte nicht, weil die Schüler keinen Zugriff auf die gemeinsamen Klassendateien erhielten. Leider wurde dieses Problem auch mit Hilfe des Landesmedienzentrums, zuständig für die Netzwerkinstallation, nicht gelöst.
2. Im NWT-Unterricht wechseln die Lehrkräfte innerhalb des Schuljahres. Einige Klassen starteten das Projekt erst in der zweiten Hälfte des Schuljahrs nach einer Einführung. Deshalb fehlen diesen Schülern die Verbräuche in den Wintermonaten, wodurch besonders die wichtigen Daten des Heizungsverbrauchs stark an Aussagekraft verlieren.
3. Viele Schüler starteten die Messungen, brachen das Projekt jedoch ab, nachdem sie Messungen auslassen hatten.

Mit einem eigens dafür entworfenen Messestand wurde das Projekt beim Tag der offenen Tür des KIT und bei den Science Days im Europapark Rust vorgestellt. Das Schuljahr 2010/11 soll für eine Konsolidierungsphase genutzt werden.

bioliq Pilotanlage

Modellgestützte Prozessautomation

An der Pilotanlage bioliq im KIT Campus Nord wird die Herstellung synthetischer Kraftstoffe aus trockener Biomasse erforscht. Die Komplexität dieser Anlage erfordert den Einsatz neuartiger Zugänge der theoretischen und der experimentellen Modellierung. Ziel ist es, Modelle für Teilkomponenten der Anlage zu erstellen, um ein tieferes Prozessverständnis zu erhalten und somit den Prozess besser führen zu können.

In 2010 wurden die Arbeiten zur Modellierung der Brennkammer fortgesetzt. Das Leittechnikbild der Brennkammer ist in Abbildung 13 dargestellt. Aufbauend auf den Arbeiten in 2009 wurde die Möglichkeit einer Mehrgrößenentkopplung untersucht.

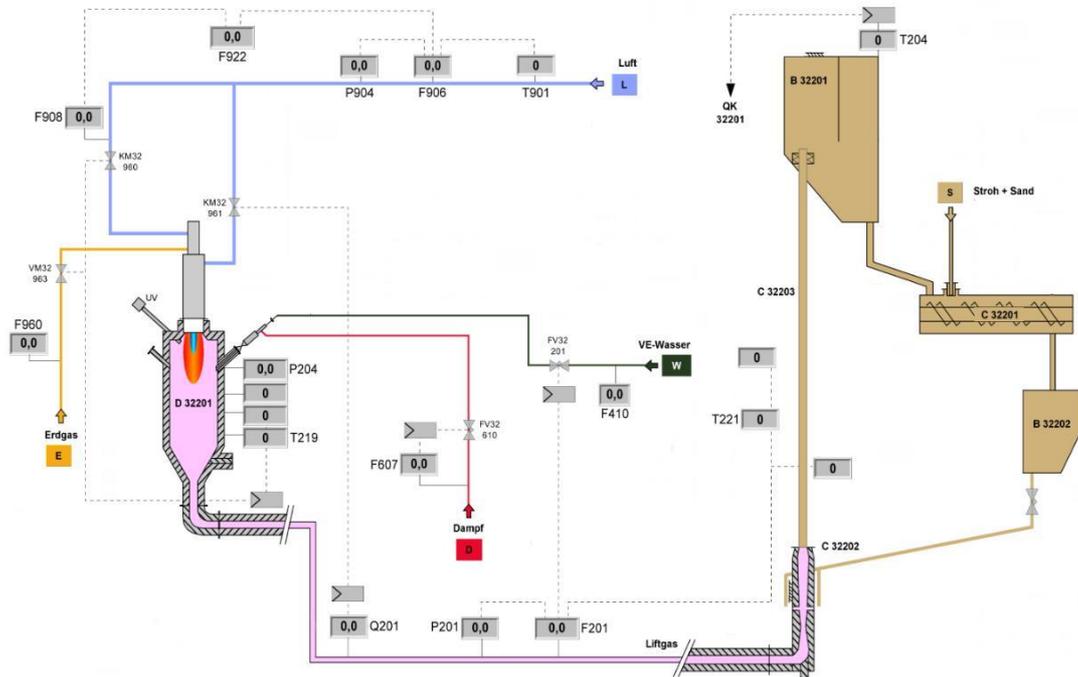


Abb. 13: Fließbild der Brennkammer

Hierzu wurden zunächst die Modelle für die Strecken der Brennkammer angepasst und validiert, siehe Abb. 14 und 15.

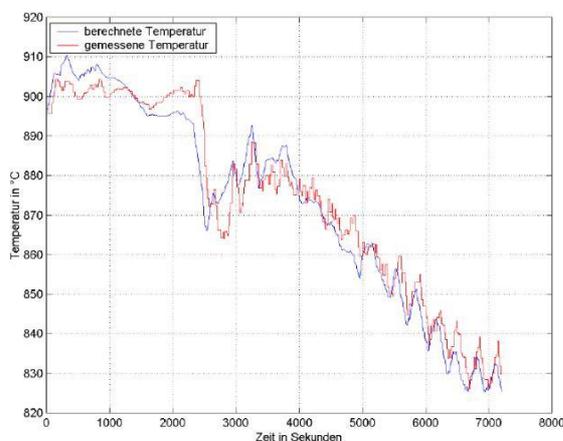


Abb. 14: Validierung des Modells zur Brennkammertemperatur

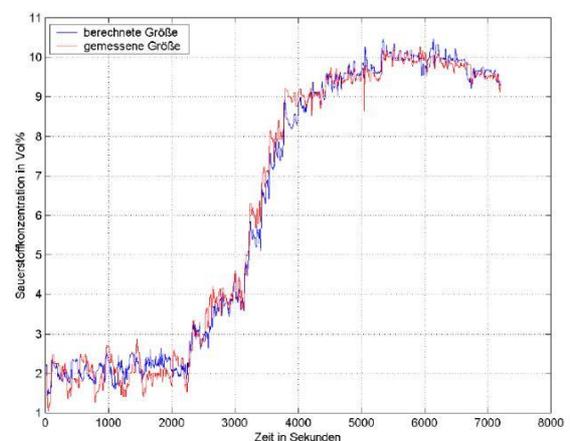


Abb. 15: Validierung des Modells zur Sauerstoffkonzentration

Mit den durch die Identifikation gewonnenen Modellen wurde eine Mehrgrößenentkopplung erarbeitet. Bei der Untersuchung der Kopplungen konnte nachgewiesen werden, dass eine weitgehende Entkopplung des 3x3-Systems nach Abbildung 16 mit Hilfe von 3 PI-Reglern und einem statischen Entkopplungsnetzwerk gelingt.

Weiterhin wurde in 2010 die Modellierung des Wärmeträgerkreislaufs fortgeführt, indem hierfür neue Modelle erstellt und bereits bestehende Modelle erweitert und überarbeitet wurden. Von der Überarbeitung stark betroffen war das Modell der Steigleitung. Die bisherige Annahme, dass eine vollständige Verbrennung des Kokes erfolgt, ließ sich aufgrund der Messdaten nicht aufrechterhalten. Deshalb wird nunmehr die Sauerstoffmenge stärker berücksichtigt. Außerdem wurde ein Modell für das Temperaturverhalten des Pyrolysereaktors erstellt. Den Vergleich von Modell und Realität zeigt Abbildung 17, wobei zu bemerken ist, dass das Modell nur die wesentlichen Einflüsse einbezieht.

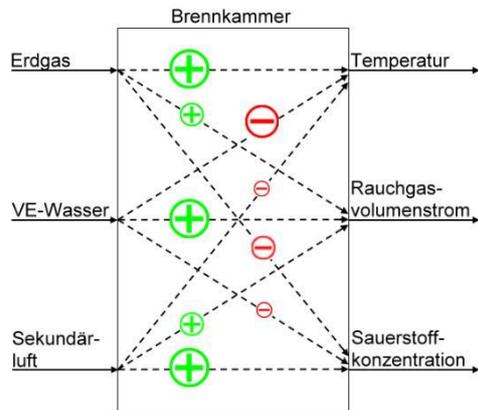


Abb. 16: Kopplungen der Brennkammer

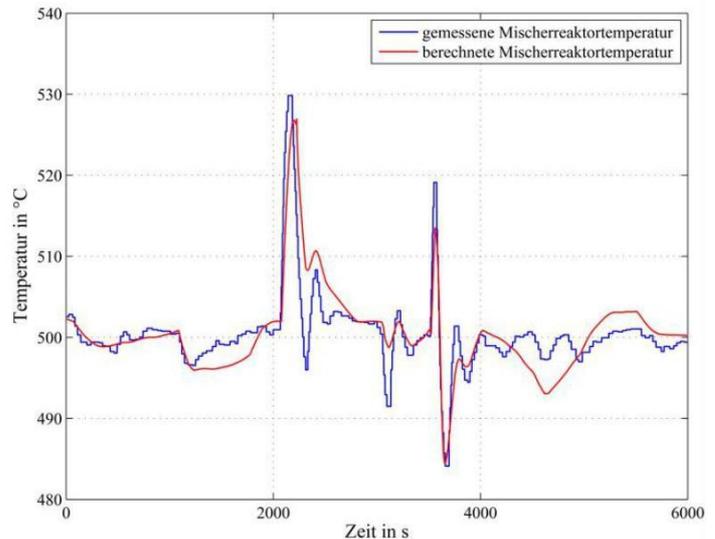


Abb. 17: Modellvalidierung der Temperatur des Pyrolyse-reaktormodells

Mit den dynamischen Teilmodellen wurden Simulationsmodelle der Regelkreise der Anlage erstellt und mittels des Programms Simulink an realistischen Regelungsaufgaben analysiert. Die angepassten Regelkreismodelle wurden dem Aufbau der Anlage entsprechend zu einem Gesamtmodell des Wärmeträgerkreislaufs verknüpft.

Neben den Arbeiten zur Modellierung und Verbesserung der Regelungen besteht ein Schwerpunkt der Arbeiten des Instituts darin, das Leitsystem anzupassen und während der Versuchskampagnen zu betreuen. Zudem beteiligte sich das Institut an:

- Planung und Bestellung eines hochverfügbaren fehlersicheren Automatisierungssystems für die Teilanlage „Hochdruckvergaser“ (bioliq II) (mit ITC-TAB, Siemens AG und Lurgi AG)
- Planung und Bestellung eines hochverfügbaren fehlersicheren Automatisierungssystems für die Teilanlage „Hochdruckvergaser“ (bioliq III+IV) (mit ITC-TAB, Siemens AG und Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH)
- Entwicklung von Leitständen für die begleitenden Testanlagen „Pressurized Atomization Test Rig“ und „Slurry Feed Line“ (mit ITC-TAB).

Im Rahmen von bioliq II wurde die Koordination für einen Teilbereich der Messtechnik übernommen. Hierzu wurde von den Beteiligten eine Projektskizze „Kamerabasierte Messverfahren zur Analyse der Biomasse-Vergasung im Hochdruck-Flugstrom-Vergaser“ erarbeitet. Im vorgeschlagenen Projekt soll ein kamerabasiertes Messsystem entwickelt und eingesetzt werden, das die detaillierte örtlich aufgelöste Analyse der Biomasse-Vergasung in einem Hochdruck-Flugstrom-Vergaser erlaubt. Für die Hochdruckmesssonde wurde untersucht, inwieweit eine Hochgeschwindigkeitskamera eingesetzt werden kann. Eine Auswertung in Echtzeit ist nicht möglich, eine nachträgliche Untersuchung zur Qualitätssicherung kann dagegen erfolgen.

Programm TIG/ESA: Technologie, Innovation und Gesellschaft / Energiesystemanalyse

Effiziente Energieumwandlung und -nutzung

Informatik für die Energiesystemanalyse

Ziel der FuE-Arbeiten ist die Entwicklung und Nutzung innovativer Informatikmethoden und -werkzeuge für die Energiesystemanalyse. Methodische Schwerpunkte bilden Wissensverarbeitungs- und Informationsmanagement-Methoden für eine effiziente Bereitstellung und Verknüpfung komplexer Informationen sowie Werkzeuge zur Prognose und Überwachung der Energieeffizienz. Anwendungsgebiete sind die Analyse von Nutzungskonkurrenzen sowie der Bereich Bauen und Wohnen.

Die Arbeiten des Instituts im Projekt WECOBIS (Ökologisches Baustoffinformationssystem) konnten Ende 2010 beendet werden. WECOBIS wurde im Forschungsprogramm „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) entwickelt. Das Web-basierte Informationssystem stellt Architekten und Bauherren Informationen zu Eigenschaften von Bauproduktgruppen bereit. Seit Anfang 2009 wurden Betriebserfahrungen sowohl mit der Redakteurskomponente von WECOBIS zur Pflege der Inhalte als auch mit der öffentlich verfügbaren Nutzerkomponente gesammelt und als Basis für die funktionale Optimierung des Systems verwendet. Nach erfolgreichem Abschluss dieser Arbeiten wurde WECOBIS im Auftrag des BMVBS durch die Firma Online Now! auf einen Produktionsserver dieses Dienstleisters überführt. WECOBIS soll dort auf Dauer betrieben und durch Fachexperten inhaltlich gepflegt und weiter ausgebaut werden. Das Informationssystem ist weiterhin unter der Adresse <http://www.wecobis.de> erreichbar.

Für die räumlich-dynamische Analyse von Kohlenstoffmanagementstrategien, um beispielsweise Nutzungskonkurrenzen bei der Verwendung von Biomasse und von Sekundärbrennstoffen aus Abfällen in Bezug auf die Kohlenstoffbilanz besser beurteilen zu können, soll in Kooperation mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) das Materialflussmodell CarboMoG (Kohlenstoffkreislauf in Deutschland) regionalisiert werden. CarboMoG wurde als eine Menge (> 200) stark vernetzter Excel-Datenblätter realisiert. In dieser Form ist die Weiterentwicklung und Pflege des Modells nur eingeschränkt möglich. Daher wurde vereinbart, in einem ersten Schritt das System auf einer neuen IT-Plattform aufzusetzen, d.h. neu zu implementieren. Dabei wird ein modularer Aufbau mit definierten Schnittstellen angestrebt, um eine schrittweise Realisierung und Inbetriebnahme zu erlauben sowie den späteren Austausch von Komponenten und die Einbettung in eine komplexe Gesamtarchitektur zu ermöglichen. Das System soll flexibel gestaltet werden, damit die Modelladministratoren über eine passende Benutzerschnittstelle die wesentlichen Objekte des Systems wie Prozesse, Produkte etc. neu anlegen, bearbeiten und löschen können.

Die Analyse der bisherigen CarboMoG-Strukturen und -Inhalte lieferte die Grundlage für eine erste Version eines logischen DV-Modells und deckte gleichzeitig vorhandene Inkonsistenzen und Verbesserungsmöglichkeiten auf, die zur Optimierung des Excel-basierten Modells durch ITAS verwendet wurden. Der Schwerpunkt der derzeitigen Arbeiten des Instituts liegt im Bereich der Datengenerierung. In den nächsten Schritten werden die Bereiche Modellierung, Visualisierung und Modellverwaltung näher untersucht. Parallel dazu wird die zur Auswahl einer geeigneten Entwicklungs- und Betriebsumgebung für das künftige CarboMoG notwendige Evaluierung in Frage kommender Werkzeuge fortgesetzt. Im Fokus liegen dabei u.a. Werkzeuge aus dem LCA-Bereich (z.B. Open LCA), bei denen einige für CarboMoG nötige Objektklassen und Methoden unmittelbar als Bausteine zur Verfügung stehen.

Das Teilthema Technologien für Energieeffizienz im Bausektor im Programm TIG (Kooperation mit ITAS) verfolgt das Ziel, mit verbesserten Werkzeugen zur Planung und Überwachung einen energetisch effizienten Lebenszyklus von Gebäuden im Siedlungskontext zu gewährleisten. Hier bietet die quantitative georeferenzierte Thermographie (QT) einen neuartigen Ansatz. Nach eingehender Recherche zum Stand der Forschung wurden ein systemtheoretisches Grobkonzept sowie ein detaillierter Projektplan erstellt. Ein begonnener ausführlicher Sachstandsbericht hierzu wird in 2011 erscheinen.

Alle Kenngrößen der energetischen Performanz sind nach diesem Konzept aus thermodynamischen Simulationsmodellen ableitbar. Diese stützen sich auf semantische Datenmodelle (Building Information Model, BIM) des Gebäudes bzw. der Siedlung und auf eine Vielzahl thermischer Koeffizienten (Parameter), deren genaue Werte nicht bekannt oder veränderlich sind. QT kann eine automatische Schätzung der Parameter über den Lebenszyklus und die Diagnose der induzierten energetischen Änderungen unterstützen. Der Gebäude-Lebenszyklus wird als Kette von Transformationen des Modells gesehen. Meilensteine und Prozesse im Lebenszyklus wie Gebäudeabnahme (Vergleich von Bauausführung und Planung, Zertifizierung), Erfassung von Bestandsgebäuden, energetische Betriebsoptimierung ('Ongoing Commissioning') sowie Alterung und Verschleiß spiegeln sich in charakteristischen Änderungen bzw. Diskrepanzen der Parameterwerte wider. Als technische Kernpunkte zur Umsetzung des Konzeptes wurden identifiziert:

1. Die Prädiktion der Wärmestrahlung durch die Simulationsmodelle an beliebigen virtuellen Standorten, so wie eine Infrarotkamera sie dort empfangen würde ("Thermographie-Simulator"), als Funktion der unbe-

kannten Parameter dargestellt. Als potenziell geeignete erweiterbare Energie-Simulationsprogramme wurden TRNSYS und ESP-r ausgewählt.

2. Die präzise räumliche Lokalisierung (Position und Orientierung) der korrespondierenden thermographischen Aufnahmen an realen Gebäuden (als Infrarotkamera wurde NEC Thermotracer TH 7800 verwendet).
3. Die Schätzung der Parameter durch Ausgleich von Prädiktion und Messung (Regression); ferner die Optimierung der mobilen Beobachterstruktur, etwa auf der Grundlage der Fisher-Informationsmatrix.

Im Rahmen einer Kooperation mit der Karlsruher Firma Smart Geomatics wurde eine prototypische Anwendung zur automatischen Rekonstruktion von 3D Gebäudemodellen konzipiert und realisiert (siehe Abb. 18). Aus luftgestützten Laserscan-Daten (ALS, airborne laser scanning) sowie Grundrissen einer automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) werden topologisch korrekte, geschlossene LoD-2 Oberflächenmodelle berechnet, die aus Gebäudeblock und Dachstruktur (Flach-, Pult-, Sattel- oder Walmdächer) bestehen. Aus den 3D-Modellen sollen weitere Merkmale wie Gebäudevolumen oder Solarpotenzial geschätzt werden. Die Erprobung an einem Testgebiet im Landkreis Karlsruhe mit ca. 1950 Grundrissen ergab eine Erfolgsquote von rund 81% topologisch korrekt rekonstruierter Gebäude.

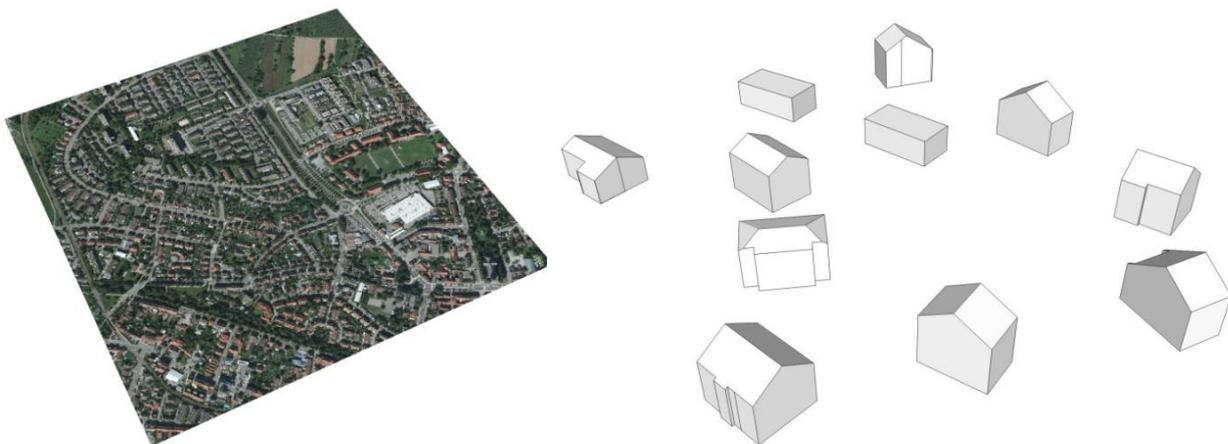


Abb. 18: Gebäuderekonstruktion (links Orthofoto vom Testgebiet, rechts einige der rekonstruierten Gebäudemodelle)

Programm TIG/ST: Technologie, Innovation und Gesellschaft / Schlüsseltechnologien und Gesellschaft

Nachhaltige Entwicklung

Informatik für Lebenszyklusuntersuchungen und Umwelt-Informationssysteme

Ziel der FuE-Arbeiten ist die Entwicklung und Nutzung innovativer Wissensverarbeitungs- und Informationsmanagement-Methoden für die bessere Vernetzung und Bereitstellung von Informationen für Lebenszyklusuntersuchungen(LCA) sowie für andere Umweltbereiche. Hierbei werden sowohl neue Methoden und Werkzeuge als auch konkrete neuartige Portale und Informationssysteme entwickelt.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten bildet die Entwicklung innovativer Softwarekonzepte und Werkzeuge zum Aufbau des internationalen ILCD-Netzwerkes (ILCD – International Reference Life Cycle Data System), eines LCA-Datennetzwerkes auf Basis des ILCD-Datenformates, welches das IAI im Rahmen einer Kooperation mit DG JRC für die EU entwickelt hat. In 2010 wurde hier eine erste Konzeption und Implementierung der Service-orientierten Datenbankanwendung für ILCD-Datensätze erstellt. Die Service-orientierte Datenbanksoftware stellt die Softwareinfrastruktur zum Aufbau des internationalen ILCD-Netzwerkes dar und soll auch in einer Reihe anderer Projekte, wie dem seit Oktober 2010 laufenden BMU-Projekt BioEnergieDat und dem ebenfalls seit Oktober 2010 laufenden EU-Projekt FC-HyGuide eingesetzt werden.

Die Datenbanksoftware liegt mittlerweile in einer Version 1.0 vor. Sie stellt die wesentlichen Funktionalitäten zum Importieren, Verwalten, Suchen und Downloaden von Datensätzen gemäß dem ILCD-Datenformat sowohl über eine Weboberfläche als auch über eine RESTful-Serviceschnittstelle anderen Anwendungen und Datenbankknoten bereit. Die Implementierung eines User-, Gruppen- und Rollenmanagementsystems sowie der zugehörigen Authorisierungs- und Authentifizierungsmechanismen erlaubt eine feingranulare Einstellung des Zugriffs auf Datensätze innerhalb der Datenbank. Eine in die Serviceschnittstelle integrierte verteilte Suche ermöglicht es Nutzern, von einem Datenbankknoten aus verteilte Suchanfragen über alle im Netzwerk verknüpften Datenbankinstanzen des ILCD-Netzwerkes auszuführen. Erste Produktionsinstanzen der neuen Service-orientierten Datenbank wurden für die EU beim DG-JRC (Directorate General Joint Research Centre) in Ispra und in Malaysia bei SIRIM installiert.

Zum einfacheren Zugriff auf die Datenbank durch andere Softwareanwendungen wurde die Clientseite der RESTful-Serviceschnittstelle in einer Java-basierten Service-API Library gekapselt, die einen einfacheren entfernten Zugriff auf eine Datenbankinstanz ermöglicht. Über die Serviceschnittstelle oder unter Nutzung der Service-API können entfernte Tools sowohl Datensätze innerhalb der Datenbank suchen, downloaden und in das Tool importieren als auch mit dem Tool erstellte Datensätze direkt in der Datenbank speichern, sofern der Nutzer die dafür notwendigen Zugriffsrechte für die Datenbankinstanz besitzt. Die Service-API wurde bereits in den vom IAI entwickelten ILCD-Editor sowie in das LCA-Tool OpenLCA von GreenDelta in einer ersten Version integriert. Die Integration der Serviceschnittstelle in das OpenLCA-Tool erfolgte dabei im Rahmen des Projektes BioEnergieDat. In diesem Projekt sollen die ILCD-Datenbanksoftware und das OpenLCA-Tool als zentrale IT-Infrastruktur zum Aufbau einer LCA-Datenbank und zur Erstellung von LCA-Datensätzen für Nachhaltigkeitsuntersuchungen von Bioenergie-Technologien der zweiten und dritten Generation genutzt werden. 2011 sollen Gespräche mit weiteren Werkzeugherstellern erfolgen, inwieweit die Serviceschnittstelle auch in andere LCA-Tools integriert werden kann.

Im Rahmen der programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (HGF) soll bis zum Jahr 2014 eine IT-Plattform für Energietechnologie-Daten zur Unterstützung Lebenszyklus-basierter Systemanalysen im Programm TIG entwickelt werden. Die Plattform soll als Datendrehzscheibe für Forschungsgruppen in TIG dienen, die Lebenszyklus- oder Prozessketten-basierte Systemanalysen durchführen. Hierzu wurde zusammen mit ITAS ein TIG-Arbeitskreis „LC Data and Tools“ unter Beteiligung des KIT und anderer HGF-Einrichtungen gegründet, der Möglichkeiten des Aufbaus, der Nutzung und der Bereitstellung von gemeinsamen Datenressourcen und Werkzeugen diskutieren und die konkrete Umsetzung begleiten soll.

Im Bereich Umweltinformationssysteme (UIS) werden innovative Konzepte, Methoden und Werkzeuge zum Umgang mit und zur Erschließung von unterschiedlichsten Umweltinformationen und zu deren Integration in übergreifenden Portalen und Fachanwendungen entwickelt. Das Projekt Landesumweltportale (LUPO) setzt diese Methoden ein, um behördliche Umweltinformationen eines Bundeslandes möglichst vollständig virtuell zusammenzufassen und mit übergreifenden Such- und Navigationsfunktionen recherchierbar zu machen. Die Landesumweltportale der Länder Baden-Württemberg (<http://www.umwelt-bw.de>), Sachsen-Anhalt (www.umwelt.sachsen-anhalt.de) und Thüringen (<http://www.umweltportal.thueringen.de>) sind konkrete Umsetzungen der LUPO-Architektur. In 2010 konnten die Länder Rheinland-Pfalz und Bayern als neue Partner für das Projekt LUPO gewonnen werden. Das Geoportal Wasser von Rheinland-Pfalz (<http://www.geoportal-wasser.rlp.de>) verwendet bereits Komponenten aus LUPO, für Bayern wurde ein Prototyp erstellt.

Schwerpunkte der Arbeiten lagen bei der Weiterentwicklung der Vernetzung mit anderen Portalen und Anwendungen sowie beim Ausbau und der Konsolidierung der Administrationskomponente. Die Vernetzung der Landesumweltportale mit PortalU, dem deutschen Umweltportal, wurde aus der Erprobungsphase in den Routinebetrieb überführt. Der Austausch von Suchanfragen und -ergebnissen unter Verwendung des Quasi-Standards OpenSearch erlaubt eine Dezentralisierung der Suche. PortalU muss die Informationsquellen der beteiligten Länder nicht mehr selbst indizieren, sondern kann Suchanfragen an LUPO delegieren und die in standardisierter Form erhaltene Ergebnisliste mit der eigenen oder weiteren zusammenführen. Dies reduziert die Last auf den Servern der Informationsanbieter, ist effizienter, da Mehrfachindizierungen vermieden werden, und rückt die Verwaltung der Informationsquellen näher an die Anbieter. Zudem entfällt weitestgehend die redundante Administration mehrerer Volltextsuchindexe auf Bundes- bzw. Länderebene.

Ebenfalls auf Basis des OpenSearch-Formats wurde eine gegenseitige Einbindung der Suchfunktionen des Landesumweltportals Baden-Württemberg und von Service-BW entwickelt. Service-BW ist das vom Innenministerium Baden-Württemberg betriebene Verwaltungsportal, das den Zugang zur Verwaltung des Landes erleichtern, Informationen über Behörden, Dienstleistungen der Verwaltung und Verwaltungsabläufe vermitteln sowie die Online-Abwicklung von Verwaltungsvorgängen ermöglichen soll. Durch die Vernetzung des Landesumweltportals mit Service-BW können bei der Suche nach Umweltinformationen auch relevante Verwaltungsabläufe identifiziert und umgekehrt bei der Suche nach Behörden, Formularen etc. auch umweltbezogene Hintergrundinformationen gefunden werden.

Zur Vernetzung der Landes-Umweltportale mit eigenständigen Informationsangeboten oder Anwendungen wird auf einer speziellen, von der als Basiswerkzeug für die Suche eingesetzten Google Search Appliance (GSA) bereitgestellten Schnittstelle aufgesetzt (OneBox-Mechanismus). Hier wurden weitere OneBoxen entwickelt, d.h. zusätzliche Anwendungen und Informationsquellen für die Suche erschlossen. Weiterhin wird an einem Strukturkonzept für die Erstellung und Einbindung von OneBoxen in die Landesumweltportale gearbeitet. Die modulare Struktur soll sowohl die Entwicklung neuer OneBoxen erleichtern als auch deren generische Verwendung in verschiedenen Kontexten (nicht nur der Suche in den Portalen) ermöglichen. Als Zwischenschritt dahin wurden die bestehenden OneBoxen konsolidiert, d.h. – soweit erforderlich – nach einer einheitlichen Implementierungsstruktur als Java-Servlets reimplementiert.

Die Verwaltung der Landesumweltportale erfolgt über eine Administrationskomponente, die mittels des Content Management Systems (CMS) WebGenesis realisiert ist. Hier wurde die Funktionalität zur Verwaltung und Konfiguration der GSA-Volltextsuche unter Verwendung der GSA-Admin-API wesentlich erweitert. Dadurch konnte die Mandantenfähigkeit der Verwaltung soweit verbessert werden, dass die beteiligten Länder über die Administrationskomponente ihre jeweiligen Informationsquellen selbst verwalten können.

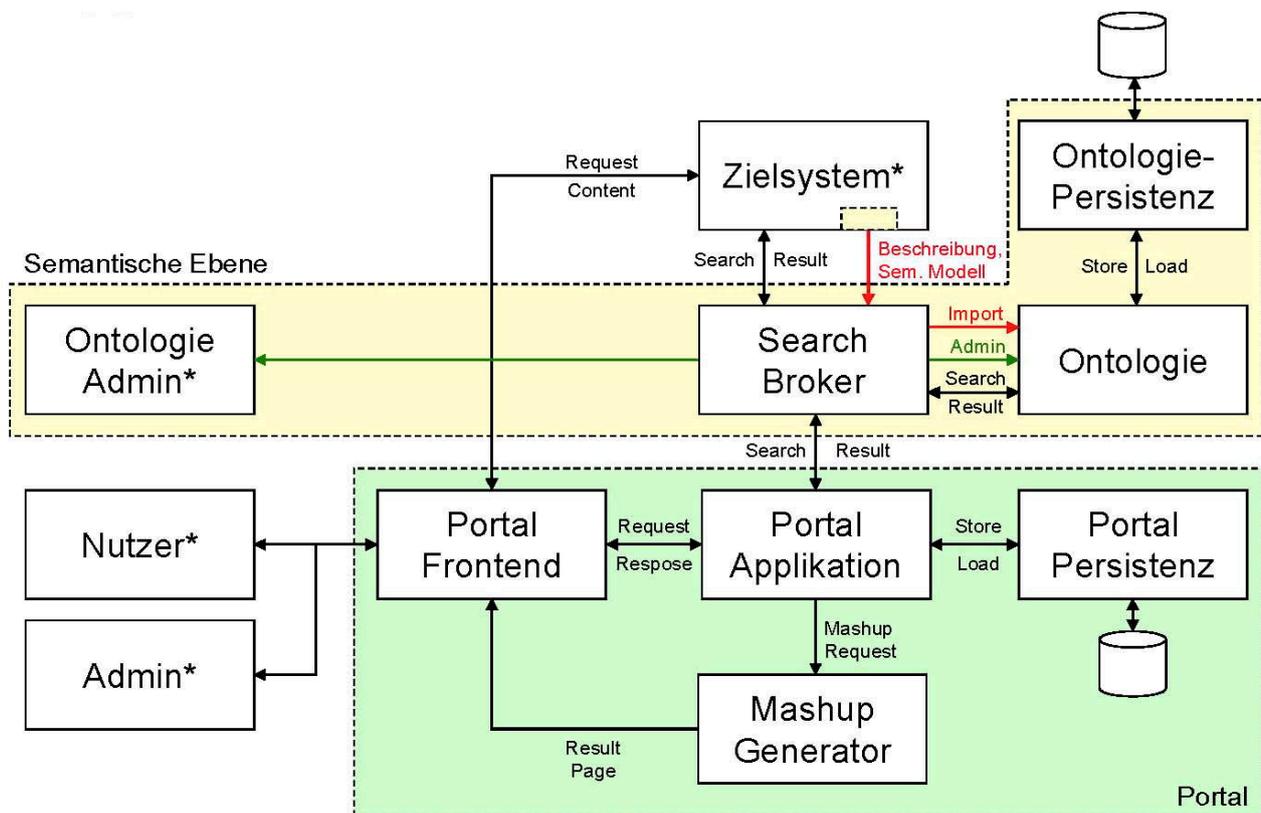


Abb. 19: Architektur SUI II

Im Projekt SUI (Semantische Suche nach Umweltinformationen), das in 2010 gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) und der Firma disy Informationssysteme durchgeführt wurde, wird untersucht, wie sich eine semantische Informationsmodellierung nutzen lässt, um existierende Informationssysteme und Suchschnittstellen besser auffindbar und zugreifbar zu machen. Dazu wurde aufbauend auf den Erfahrungen mit dem in der Projektphase 2009 entstandenen Demonstrator eine neue Architektur entworfen (siehe Abb. 19) und prototypisch umgesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass ein Front-End-System (z.B. ein Landesumweltportal) Nutzeranfragen entgegennimmt und zur Bearbeitung an eine semantische Ebene mit einem SearchBroker als zentraler Komponente weitergibt. Der SearchBroker reichert die Suchbegriffe, u.a. nach einem Lebenslagenkonzept, semantisch an, ermittelt die in Frage kommenden Zielsysteme, fragt die Zielsysteme an bzw. generiert die Zugriffsfunktionen darauf (dezentrale Suche) und reicht die format- und zielsystemspezifisch strukturierten Ergebnisse an das Portal (Front-End) zurück. Das Portal implementiert einen Mashup-Generator, der die Aufgabe hat, die verschiedenen Ergebnisstrukturen und -typen in einer einheitlichen Darstellung zusammenzuführen.

Der Themenpark Umwelt (<http://themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de>) ist im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (UIS BW) das zentrale System für Umweltinformationen für die interessierte Öffentlichkeit sowie die Plattform zur Entwicklung und Erprobung neuartiger Webtechnologien. Ein Schwerpunkt bildet hier die Entwicklung von Methoden und Komponenten zur Integration und Präsentation multimedialer Inhaltelemente als Bausteine in einer vernetzten Informationsarchitektur. Hier wurde insbesondere der Bereich Live-Videos weiterentwickelt. Im nächsten Schritt sollen interaktive, Javascript-basierte Animationen als Inhaltelemente erschlossen werden können. Gemäß der zentralen Bedeutung des Themas Klimawandel wurde von der Fachseite ein Teilprojekt zur Erweiterung des Themenparks um einen entsprechenden, neuen Themenkomplex Klima initiiert. Das IAI unterstützte die Konzeption des neuen Themenkomplexes, die Strukturierung der Inhalte und deren Abbildung auf geeignete Strukturen des Themenparks sowie die praktische Umsetzung über die Autorenumgebung des Themenparks.

Im Informationssystem FADO (Fachdokumente Online) werden innovative, für das Fachdokumenten-Management entwickelte Methoden und Werkzeuge eingesetzt. FADO wird im UIS BW zur Verwaltung von Fachberichten, Urteilen und Informationen zu Forschungsprojekten verwendet und ist seit Ende 2008 im Produktionseinsatz (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de>). Schwerpunkt der Arbeiten im Jahr 2010 war die Erprobung der realisierten Methoden und Werkzeuge in der täglichen Praxis. Dazu wurden die für die inhaltliche Pflege des Systems verantwortlichen CMS-Autoren geschult und unterstützt sowie die Nutzung von FADO analysiert. Daraus resultierende Erfahrungen führten zu gezielten Optimierungsmaßnahmen und Weiterentwicklungen. So wurden z.B. spezielle Verfahren eingeführt, um bestimmte Inhaltsseiten bei Suchvorgängen priorisieren zu können.

Weiterhin wurde, um die Vorschau auf FADO-Fachdokumente zu verbessern, eine Funktion realisiert, die beim Hochladen einer PDF-Datei auf den FADO-Server in der Autorenumgebung ein „Thumbnail“ (Vorschaubild der ersten Seite der PDF-Datei im JPG-Format) generiert. Dieses Thumbnail wird automatisch - mit einem Link auf die PDF-Datei hinterlegt - in die Metadatenseite des jeweiligen Fachdokuments eingebaut. In der Ergebnisliste der Volltextsuche werden Treffer, die auf PDF-Dateien verweisen, ebenfalls mit den Thumbnails angereichert. Um Anforderungen nach kurzen, insbesondere in Print-Medien nutzbaren Web-Adressen und nach über längere Zeit gültigen Adressen, die auch institutionelle Namensänderungen überleben können, befriedigen zu können, wurde ein Konzept für einen Kurz-URL-Dienst entwickelt.

Insgesamt zeigte es sich im Betrieb, dass FADO sowohl bezüglich der Autorenumgebung als auch auf Nutzerseite einen Reifegrad erreicht hat, der zumindest derzeit keine Anforderungen nach grundlegenden Weiterentwicklungen generiert. Entsprechend wird sich das IAI schrittweise aus dem Projekt zurückziehen, wobei zu gewährleisten ist, dass die für einen dauerhaften Routinebetrieb notwendigen Arbeiten von anderer Stelle übernommen werden können. In ersten Schritten wurde der FADO-Produktionsserver vom IAI in das Rechenzentrum Stuttgart der LUBW überführt und die Erstbetreuung der Nutzer und der CMS-Autoren vom ITZ übernommen. Im Laufe des Jahres 2011 soll FADO mit der Übergabe des 2nd-Level-Support und der programmtechnischen Systempflege als FuE-Projekt beendet werden.

Neben den genannten fachlichen Arbeiten wurde auch im Jahr 2010 das Projektmanagement und die Federführung auf Seiten der Forschungsinstitute im FuE-Verbundprojekt 'Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche' (KEWA) des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg mit Partnern bei Bund, Ländern, Gemeinden, Wissenschaft und Wirtschaft wahrgenommen.

Die im Rahmen des EU-Projekts ICT-ENSURE durchzuführenden FuE-Arbeiten wurden fertig gestellt und das Projekt Ende April 2010 erfolgreich abgeschlossen. Ziel dieses ERA-Projekts (European Research Area) war die Bildung eines europaweiten Forschungsraums im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien für ökologische Nachhaltigkeit. Partner des IAI waren die TU Graz und die ISEP Wien. In ICT-ENSURE war das IAI vor allem für die Entwicklung zweier web-basierter Informationssysteme verantwortlich: eines Informationssystems über nationale Forschungsprogramme in Europa im Forschungsbereich IuK-

Technologien für ökologische Nachhaltigkeit sowie eines Informationssystems zu Literatur in diesem Forschungsgebiet.

Das Informationssystem über nationale Forschungsprogramme in Europa (<http://is.ict-ensure.eu>) wurde informationstechnisch abgerundet und umfangreichen Tests durch verschiedene Benutzergruppen unterzogen. In Zusammenarbeit mit der Fa. nuvelo wurden Fachexperten aus verschiedenen Ländern gewonnen, welche nationale Forschungsprogramme und -projekte der noch ausstehenden europäischen Länder erhoben und die Daten mittels der web-basierten Autorenkomponente in das Informationssystem eingaben. Zur Qualitätssicherung wurden eine Reihe von Prüf- und Auswerteroutinen erstellt. Das Informationssystem umfasste Ende 2010 mehr als 230 nationale Forschungsprogramme und -projekte aus dem gesamten europäischen Raum.

Auch das ICT-ENSURE Literatur-Informationssystem (<http://lit.ict-ensure.eu>) wurde planmäßig zum Ende der Projektlaufzeit von ICT-ENSURE fertiggestellt. Die Such- und Navigationsmöglichkeiten in den Metadaten und Volltexten der Publikationen wurden erweitert und der Inhalt des Systems um weitere Konferenzen und Workshops ergänzt, insbesondere um Konferenzen der Tagungsreihe „EnviroInfo“ sowie Workshops der Veranstaltungsreihe „Umweltinformationssysteme“. Das Literatur-Informationssystem stellt nunmehr die Metadaten von mehr als 1.700 wissenschaftlichen Publikationen aus dem Bereich „ICT for environmental sustainability“ im Internet bereit und umfasst die Volltexte von mehr als 1.100 dieser Publikationen.

Programm BIF: BioInterfaces

Biologische Schlüssel-moleküle

Bild- und Datenanalyse

Der Schwerpunkt unserer Arbeiten im Rahmen des Programms BioInterfaces der Helmholtz-Gemeinschaft liegt in der Bild- und Datenanalyse für Hochdurchsatzexperimente in der Mikroskopie. Dabei wurden hauptsächlich drei- und vierdimensionale Mikroskopaufnahmen und -zeitreihen von Toxizitätsuntersuchungen bei Zebrafischarten und von neuromuskulären Endplatten im Mausexperiment ausgewertet. Weiterhin wurden echtzeitfähige Bildverarbeitungs-Algorithmen für die Robotersysteme für Hochdurchsatzverfahren (AG Schulz) bereitgestellt.

Bei den Toxizitätsuntersuchungen stand die vollautomatische Berechnung kritischer Konzentrationen für chemische Substanzen aus Mikroskopaufnahmen im Vordergrund. Dazu wurden zusammen mit der AG Strähle und der AG Liebel aus dem Institut für Toxikologie und Genetik Experimente geplant, durchgeführt und zunächst auf den toxikologischen Endpunkt Koagulation ausgewertet.

Gemeinsam mit der AG Rudolf aus dem Institut für Toxikologie und Genetik wurden Algorithmen zur objektiven Bewertung von neuromuskulären Endplatten entwickelt. Die Algorithmen konnten bereits auf drei Experimentkohorten mit Erfolg angewendet werden (siehe Abb. 20).

Zur Beherrschung der großen Datenmengen wurden die Daten und erste Teilkomponenten der Berechnungen auf die Large Scale Data Facility des KIT portiert. Dazu bestand eine enge Kooperation mit dem Steinbuch Center for Computing (AG v. Wezel) und dem Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (AG Stotzka).

Zusammen mit unseren industriellen Kooperationspartnern Definiens AG, München, und Leica Microsystems CMS GmbH ist es uns gelungen, Auswertelgorithmen für die Analyse von Zebrafischartenexperimenten zu standardisieren und auf das neue System Matrix Screener zu portieren.

In Zusammenarbeit mit der AG Hilpert vom Institut für Funktionelle Grenzflächen wurden Datenauswertungen für Hochdurchsatzexperimente zur Bestimmung der Wirksamkeit antibakterieller Peptide um Algorithmen zur Untersuchung der hämolytischen Wirkung erweitert. Außerdem wurden neue Experimente durchgeführt, um die bislang für *P. aeruginosa* erzielten Ergebnisse auch für andere Bakterienstämme zu evaluieren.

Die methodischen Arbeiten zum Data Mining zielten insbesondere auf Verfahren zur Merkmalsextraktion und -bewertung, die robust gegenüber unerwünschten Inhomogenitäten in den Datensätzen sind. Solche unerwünschten Inhomogenitäten resultieren z.B. aus Unterschieden in Experimenten, die gerade in einem biologischen Umfeld nicht immer vermeidbar sind. Hier konnten mit Wrapper-Ansätzen gute Ergebnisse erzielt werden, deren Bewertungsmaße die Merkmale mit einer Unterdrückung von Inhomogenitäten bevorzugen.

Die Open-Source-MATLAB-Toolbox Gait-CAD zum Data Mining wurde um Algorithmen zur Automatisierung von Auswerteläufen, zur Merkmalsbewertung für Regressionsaufgaben, zur Berechnung und Anzeige von Datentupeldistanzen, zur Spline-Berechnung und zur Visualisierung zweidimensionaler Projektionen höherdimensionaler Funktionen erweitert. Dazu wurden zwei neue Gait-CAD-Versionen entwickelt und auf der Open-Source-Plattform Sourceforge der Community zur Verfügung gestellt. Das große internationale Interesse an der Toolbox zeigen über 900 Downloads im Jahr 2010. Außerdem wurde sie im Rahmen von Vorlesungen, Übungen und Kooperationsprojekten verstärkt in die Lehre und Forschung eingebunden.

Mit den so entwickelten Datenanalysemethoden und -tools war es u.a. in Kooperation mit der Universität Tübingen, dem Max-Delbrück-Zentrum in Berlin und der Universität in Potsdam möglich, experimentelle Daten aus der Tumormedizin, der Kardiologie und der Biokompatibilitätsanalyse von Nervelektroden halbautomatisch auszuwerten.

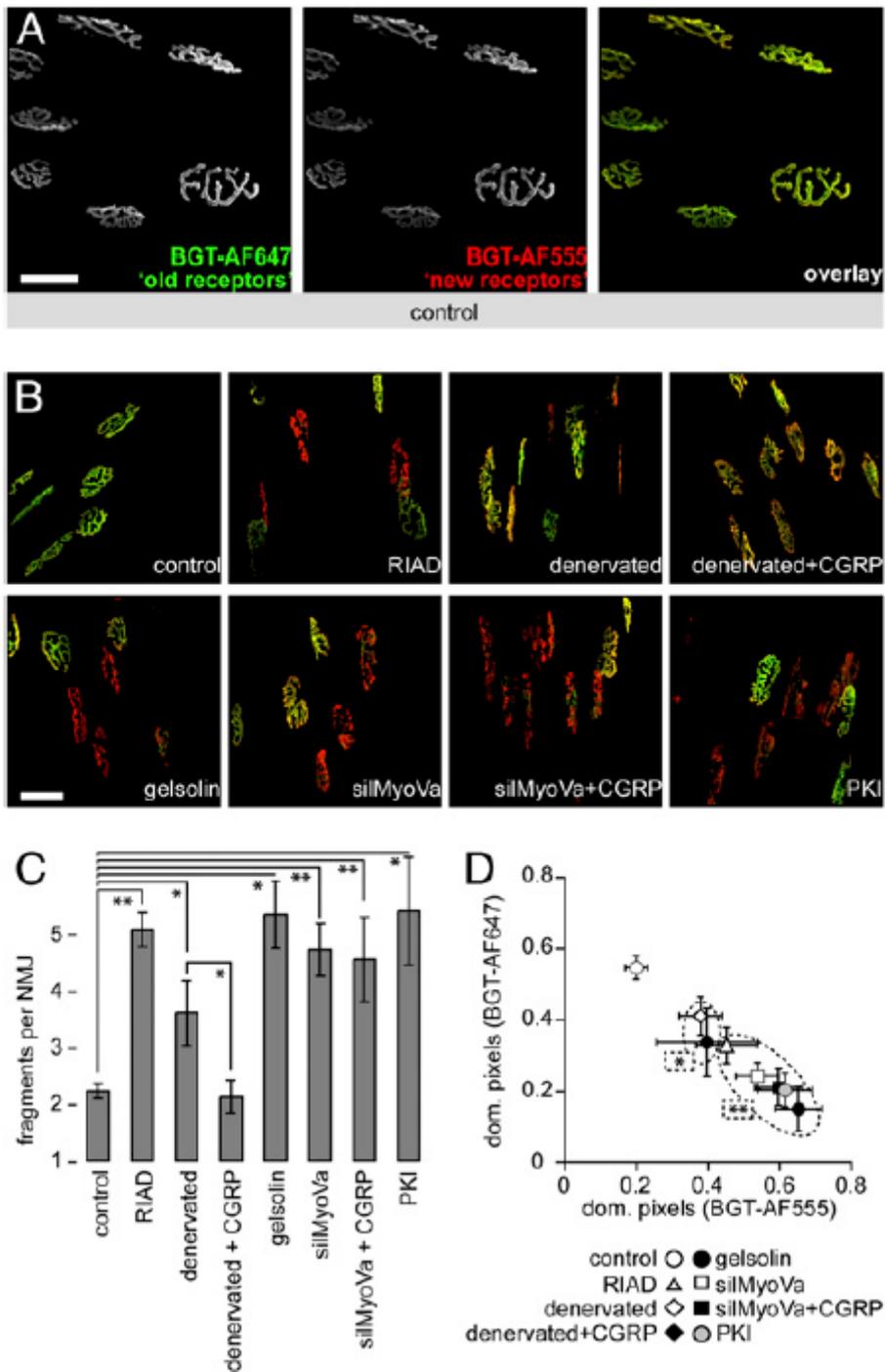


Abb. 20: a: Überlagerung (gelb) von alten (grün) und neuen (rot) Rezeptoren in einem RGB-Bild, b: qualitative Darstellung der Überlagerung für acht Signal-Pathways, c: Fragmentierung der Rezeptoren in Abhängigkeit von Signal-Pathways, d: zweidimensionaler Merkmalsraum der Signal-Pathways [Röder et al., 2010, PNAS]

Bio-Analyse-Automatisierung

Im Bio Robot Lab wird an einem modularen Robotersystem zur Automatisierung von Hochdurchsatz-Screens in der Bioanalysetechnik gearbeitet. Es wurden bisher zwei Systeme entwickelt, die auf die Untersuchung von Zebrafischlarven zugeschnitten sind. Der Fischeisortierer und das roboter-gestützte Parallelmikroskop bilden verschiedene Einzeltätigkeiten eines Hochdurchsatz-Screens ab (siehe Abb. 21). Der Fischeisortierer sortiert automatisch Fischlarven aus einer Petrischale in Standard Mikrotiterplatten mit 96 bzw. 384 Einzelkammern. Die speziell entwickelte Bilderkennungssoftware ermöglicht das Sortieren von Fischeiern sowie von geschlüpften Fischlarven bis zu einem Alter von 120 hpf (hours past fertilization). Das roboter-gestützte Parallelmikroskop ermöglicht das schnelle Abscannen von Mikrotiterplatten mittels vier parallel bewegten, hochauflösenden Digitalkameras. Durch die hohe Bewegungsgeschwindigkeit des Roboters und das gleichzeitige Aufnehmen von vier Einzelkammern wird ein hoher Durchsatz erreicht.

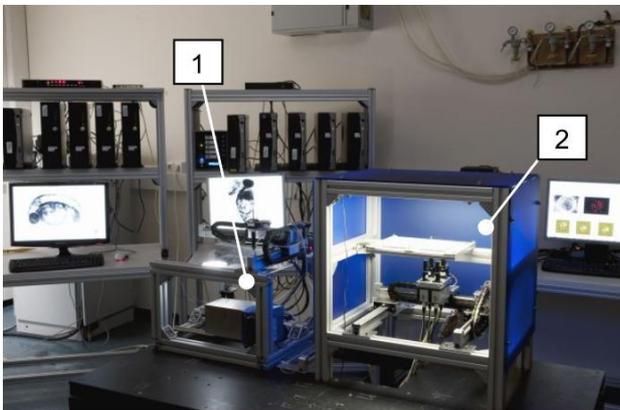


Abb. 21: 1: Fischeisortierer, 2: Multikamera-Parallelmikroskop

Fischeis mittels einer Pipettenspitze verbessert, indem zur horizontalen Ausrichtung der y-Achse eine Laufschiene parallel zur x-Achse ergänzt wurde. Der bisher gesteuerte Sortierprozess des Fischeisortierers wurde zu einem geregelten Algorithmus erweitert. Dies ist nötig, da als Sortierergebnis in der Mikrotiterplatte je ein Fisch pro Kammer vorhanden sein muss. Diverse Einflüsse auf den Pipettiervorgang oder die Bilderkennung

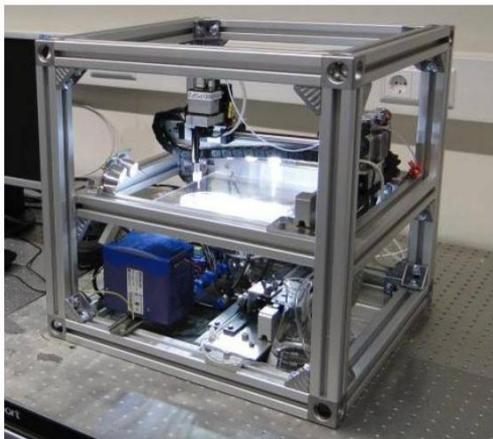


Abb. 22: Gehäusekonzept: Fischeisortierer in Grundwürfel

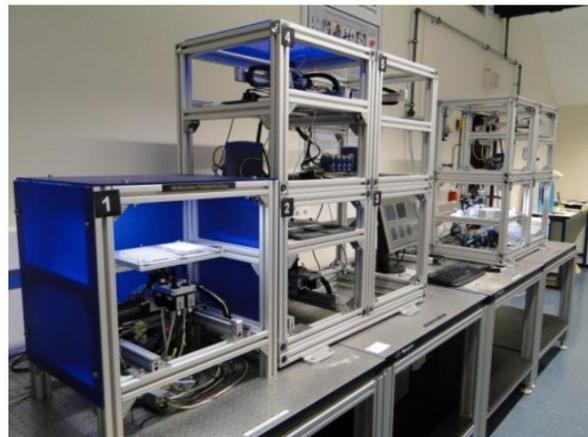


Abb. 23: Vision: Wand aus Roboterwürfeln

der Fische können dazu führen, dass eine Kammer der Mikrotiterplatte frei bleibt oder mehr als einen Fisch enthält. Zur Vermeidung dieser Fehler wurde hardwareseitig ein Sensor entwickelt, der den aufgesaugten Inhalt direkt in der Pipettierspitze überprüft. Ein eigens dafür entwickeltes Softwaremodul bewertet das Sensorsignal und gibt als Information weiter, ob der Inhalt der aufgesaugten Flüssigkeitsmenge dem Soll entspricht. Zur Nutzung dieser Information wurde der Sortierprozess softwareseitig angepasst. Wird vom Pipettiersensor erkannt, dass der Inhalt nicht dem Soll entspricht, so wird der Inhalt zurück in die Petrischale gepumpt und der Aufnahmevorgang mit einem anderen Fisch erneut initiiert. Erst wenn der aufgenommene Inhalt genau ein Fisch ist, wird dieser in das vorgesehene Well der Mikrotiterplatte verbracht (siehe Abb. 24). Auf diese Art und Weise ist gewährleistet, dass in der Wellplatte jede Kammer mit exakt einem Fisch befüllt ist. Weiter wurde der Sortierprozess in Zusammenarbeit mit der AG Mikut/Reischl verbessert durch eine Optimierung der bildgestützten Fischerkennung. Zusätzlich zur Erkennung der Fische werden nun auch Ansammlungen von Fischen, die sehr dicht nebeneinander liegen, erkannt. Diese Fischcluster stellen eine Fehlerquelle für den Saugprozess dar, da beim Aufsaugen eines dieser Fische versehentlich einer der Nachbarn

mit in die Pipettierspitze gesaugt werden kann. Durch die Erkennung der Fischcluster können deren Koordinaten, ergänzt um einen Sicherheitsabstand, als Bereiche markiert werden, in denen kein Fisch aufgenommen werden soll. Um auch Fische eines Fischclusters zur Aufnahme vorzubereiten, wurde ein Arbeitsablauf entwickelt, der Fische vereinzeln kann. Zur Vereinzelnung von Fischclustern wird mit der Pipettierspitze Flüssigkeit aus der Petrischale aufgesaugt und dann in Einzeltropfen über den Clustern auspipettiert. Die auf die Wasseroberfläche treffenden Tropfen erzeugen eine kreisförmige Strömung, wodurch die Fische voneinander weg bewegt werden.



Abb. 24: Fischlarve in Well

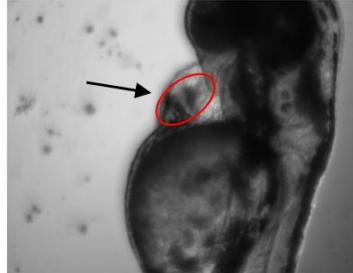


Abb. 25: Nahaufnahme Herz (Kreis)

Ein neues Projekt als Zusammenarbeit mit der AG Meder des Universitätsklinikum Heidelbergs hat einen intelligenten Mikroskoproboter zum Ziel. Dieser soll automatisch eine Wellplate, in deren Kammern sich geschlüpfte Fischlarven befinden, bezüglich der Herzparameter der Larven absキャン können. Hierfür muss für jeden Fisch eine Übersichtsaufnahme gemacht werden, anhand derer, das Herz als Region of Interest (ROI) detektiert werden kann (siehe Abb. 25). Die gefundene Position des Herzens wird dazu verwendet eine

zweite Kamera für eine Nahaufnahme der ROI zu positionieren. Von jedem Fisch soll daher eine Übersichtsaufnahme zur Detektion der Position des Herzens sowie eine Bildserie von Nahaufnahmen des Herzens gemacht werden. Aus den aufgenommenen Bildserien des schlagenden Herzens sollen in einem weiteren Schritt die charakteristischen Merkmale des Herzschlags wie Schlagfrequenz, Schlagrhythmus, Atrium/Ventrikel- und Pumpvolumen ermittelt werden.

Programm NANOMIKRO: Nano- und Mikrosysteme

System Integration

Mikro- und Nanohandhabung

Die dauerhafte und tragfähige Etablierung von Systemen der Mikrotechnik insbesondere photonischer Systeme hängt entscheidend von der Verfügbarkeit verlässlicher und wirtschaftlicher Produktionsprozesse ab. Ausgehend von einem leistungsfähigen Systemdesign ist die geeignete Aufbau- und Verbindungstechnik zusammen mit den eingesetzten Produktionsmitteln ein wichtiger Faktor zur Realisierung derartiger Systeme. Die Arbeiten im Bereich der Handhabung sind geprägt durch die umfassende Betrachtung aller Teilaspekte, die Einfluss auf die Umsetzung neuer Ansätze in funktionierende und marktfähige Systeme haben. Die Arbeiten der Gruppe konzentrieren sich im Wesentlichen auf den Aufbau hybrider Systeme; beispielsweise klassische photonische Systeme, deren Systemdesign auf den Einsatz unterschiedlicher Materialien basiert. Die Arbeiten in 2010 lassen sich in folgende Bereiche aufteilen:

- Prozessentwicklung zur Montage von mikrostrukturierten Bauteilen
- Umsetzung etablierter Prozesse in Handhabungsmodule
- Aufbau komplexer Systemarchitekturen und Einbindung in übergeordnete Fertigungsstrukturen

Ein Merkmal der Montage hybrider photonischer Systeme ist, dass nur wenige etablierte Standardprozesse zur Verfügung stehen. Auf Grund der engen Verknüpfung zwischen Systemdesign und Fertigungsprozess ist oft eine teilweise, manchmal auch umfassende Neuentwicklung der zugehörigen Montageprozesse notwendig. Dies betrifft neben der Prozesskette zwangsläufig auch die eingesetzten Module. Die Ermittlung der notwendigen Parameter z.B. eines Klebprozesses basierend auf der Auswahl des geeigneten Klebers ist ein Vorgang, der beinahe für jedes neu entwickelte System erneut zu durchlaufen ist. Die Arbeiten im Bereich Prozessentwicklung konzentrierten sich hier auf die Entwicklung eines Klebprozesses (Unterstützung und Abschluss des KNMF-Projekts „Low cost grating interferometer“) und der Erarbeitung eines Montagekonzepts für einen großflächigen, gestapelten Spiegel aus lithographisch strukturierten Einzelelementen (KNMF-Projekt „Stufenspiegel“). Hierzu wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) ein Systemdesign entworfen, das zum einen die funktionalen Anforderungen (Applikation Gruppe Dr. Brunner, FH Jena) als auch die fertigungsspezifischen Randbedingungen erfüllt. Hierbei wurde in enger Abstimmung zwischen dem IMT und der FH Jena ein Maskenlayout erarbeitet, das die prozesssichere Montage der konzipierten Struktur ermöglicht (siehe Abb. 26). Das Montagekonzept basiert auf der passiven Ausrichtung der Einzelelemente an einer präzise gefertigten Anlage und der sequentiellen Verklebung der Einzelelemente.



Abb. 26: Konzept zur Herstellung großflächiger Spiegel aus Einzelelementen großer Strukturhöhe (Links: einzelne Spiegelstruktur, Mitte: vierfach gestapelte Spiegelstruktur, Rechts: Stapelvorrichtung)

Im Jahr 2010 wurde das Maskenlayout erstellt und es wurden erste Strukturen vom IMT gefertigt. Erste Stapel wurden montiert und vermessen. Es zeigte sich, dass sich wegen der eingesetzten LIGA-Resisttechnologie und der ungleichmäßigen horizontalen Auflage geringfügige Ungenauigkeiten bei der Stapelung ergeben (Anhaften der Teile beim Stapeln). Hier werden weitere Anpassungen durchgeführt.

Die Arbeiten im Bereich der Modularisierung der Montagesysteme für die Mikrosystemtechnik werden in zwei Bereiche eingeteilt: Modulentwicklung und Systemarchitektur. Die Modulentwicklung wird an Hand eines elektromotorisch angetriebenen, mechanischen Fingergreifers für die Montage von Kleinst- und Mikrobauanteilen durchgeführt. Aufbauend auf die im Vorjahr realisierte Technologieplattform eines modularen Fingergreifers wird im Rahmen von zwei Projekten (ZIM-Projekt winGRIP und EU-Projekt IDEAS) die mechanische und steuerungstechnische Umsetzung bearbeitet. Das dem AIA/Campus Süd zugeordnete und vom BMWi im Rahmen des ZIM-Programms geförderte Projekt winGRIP befasst sich mit dem Aspekt der industriellen Umsetzung eines solchen Mikrogreifersystems. Die Arbeiten der Gruppe im IAI konzentrieren sich hierbei vor allem auf die technologische Konzeption der modularen Integration unterschiedlicher Teilsysteme

in einem miniaturisierten Modul (siehe Abb. 27). Ziel dieser, in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner durchgeführten, Arbeiten ist die Validierung der theoretischen Ansätze an Hand eines zu realisierenden Produkts.

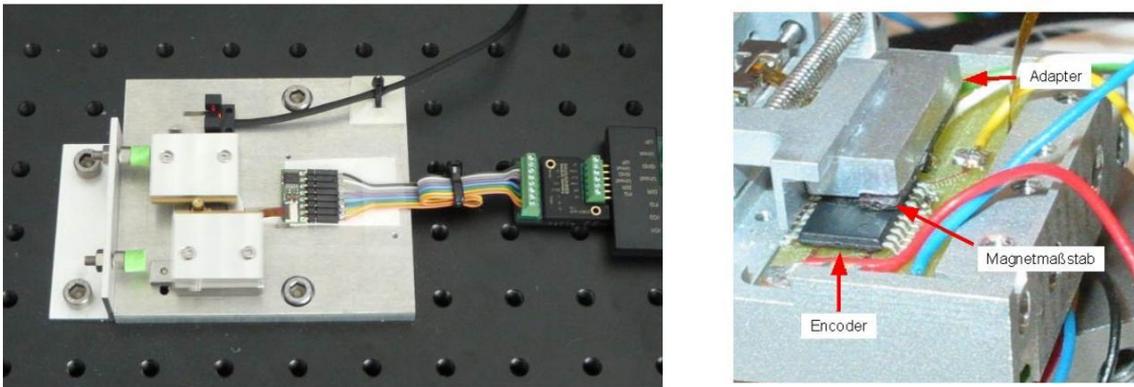


Abb. 27: Miniaturisierter Fingergreifer: Testaufbau für Aktoren (links) und Encoder (rechts)

Die steuerungstechnischen Aspekte von Fertigungsmodulen werden im EU-Projekt IDEAS bearbeitet. Hier steht vor allem das Ziel der Realisierung von adaptierbaren Montagesystemen im Vordergrund. Ausgangspunkt ist der Aufbau eines „Mechatronischen Agenten“. Ein „Mechatronischer Agent“ ist dadurch gekennzeichnet, dass er zum einen aus einem mechatronischen System besteht, dass in der Lage ist, eine Aktion durchzuführen (Fingergreifer greift Bauteil). Zum anderen besteht er aus einem steuerungstechnischen Teil (Software Agent), der in gewisser Selbständigkeit die Kommunikation mit den anderen Teilnehmern (ebenfalls Mechatronische Agenten) eines Fertigungssystems etabliert und entsprechend allgemein gefasster Vorgaben den anstehenden Prozessschritt („Greife Teil“) durchführt. Im Unterschied zu herkömmlichen Lösungen sind die Abläufe nicht fest den zur Verfügung stehenden Modulen zugeordnet. Die Mechatronischen Agenten können in gewisser Selbständigkeit nach geeigneten Prozessmodulen suchen und die Aktionen aushandeln. Ein erstes Teilziel des Projekts war der Aufbau der sog. „Predemonstrator“-Plattform. Sie dient als erste Testplattform zur Untersuchung der Tragfähigkeit des gewählten Ansatzes mit Mechatronischen Agenten. Die Arbeiten der Gruppe konzentrierten sich hierbei vor allem darauf, Wege zu finden, wie derartige Lösungen zukünftig auf miniaturisierten Prozessmodulen umgesetzt werden können. Eine Analyse der softwaretechnischen Anforderungen zeigt, dass hier eine direkte Anbindung nicht leicht umzusetzen ist. Die für Mechatronische Agenten erforderliche Steuerungshardware ist derzeit noch zu groß. Erste Konzepte zur Lösung dieser Aufgabenstellung wurden erarbeitet.

Ein weiterer Aspekt, der im IDEAS-Projekt bearbeitet wird, ist die durchgängige Darstellung der Zusammenhänge zwischen Produktdesign - Teilefertigung - Montage - Produkt. Diese Arbeiten stehen noch am Anfang und werden aufbauend auf die ersten Projektergebnisse mit dem „Predemonstrator“ weitergeführt. Hier fließen ebenfalls die Arbeiten der AG Wissensmanagement ein.

Die im Jahr 2009 begonnenen Arbeiten zum Aufbau einer Systemarchitektur für die Montage von Kleinst- und Mikrobauteilen wurden fortgeführt. Diese Tätigkeiten fließen ein in das dem AIA/Campus Süd zugeordnete und vom BMWi im Rahmen des ZIM-Programms geförderte Projekt microFLEX. Der Schwerpunkt dieser Arbeiten lag im Jahr 2010 in der Analyse der Randbedingungen, die sich aus den spezifischen Anforderungen der Mikrohandhabung ergeben. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde das Logistik-, Schnittstellen- und Steuerungskonzept für diese flexibel verkettbare Mikromontageplattform erarbeitet (siehe Abb. 28).

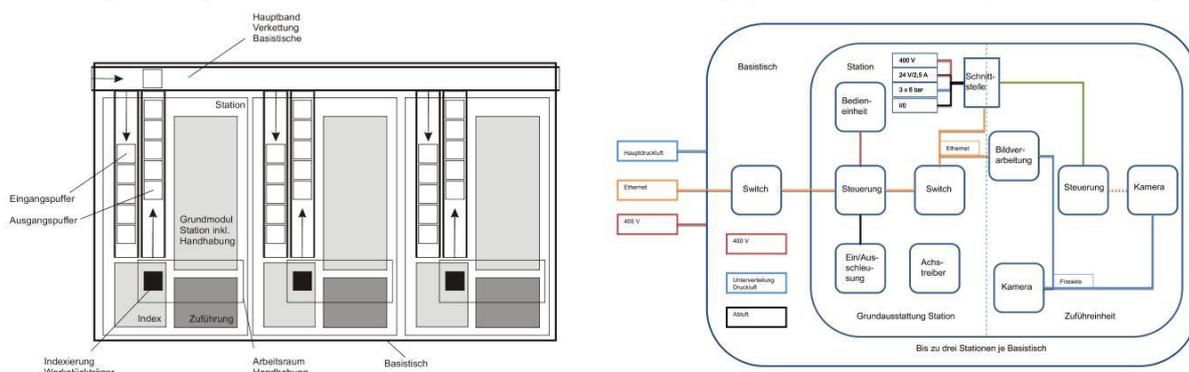


Abb. 28: Logistik (links) und Steuerungstechnik (rechts) für die microFLEX Systemarchitektur

Ein besonderes Merkmal der erarbeiteten Lösung ist die schnelle Adaptierbarkeit an wechselnde Stückzahlen und Montageprozesse. Dies wird erreicht durch die konsequente Integration von definierten internen und

externen Schnittstellen. Neben der mechanischen Orientierung der Einzelmodule werden ebenso die Kommunikation-, Energie- und Serviceschnittstellen klar beschrieben und für externe Modulanbieter auch veröffentlicht. Der Aufbau eines ersten Prototyps erfolgt beim Projektpartner Fa. IEF Werner. Abbildung 29 zeigt beispielhaft die Basisplattform mit den entsprechenden Schnittstellen sowie eine erste Studie für eine Testplattform (Quelle: IEF Werner).

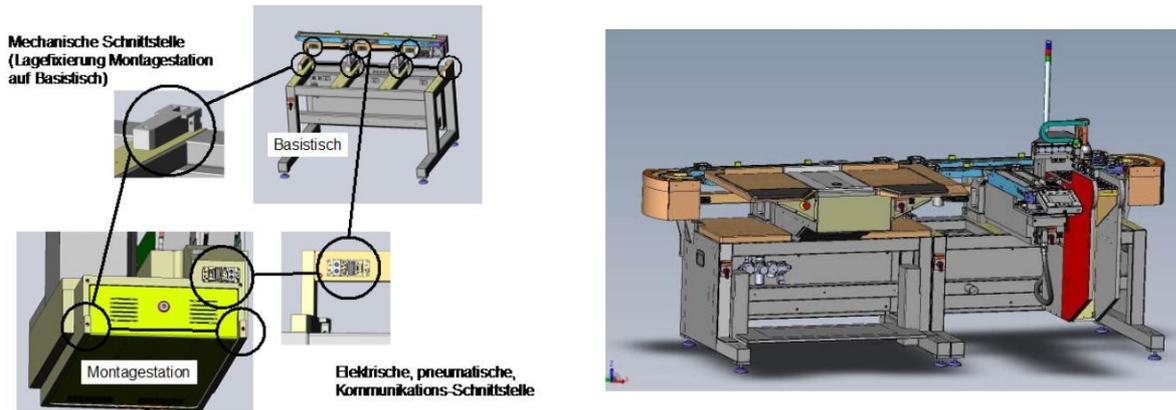


Abb. 29: Schnittstellen Basistisch (links) und microFLEX CAD-Studie der Fa. IEF Werner (rechts)

Die Umsetzung und Verbreitung der methodischen Arbeiten erfolgt zum einen in den beschriebenen geförderten Projekten und zum anderen in bilateralen Kooperationen mit der Industrie. Hierdurch erfolgt eine Validierung der erarbeiteten Methoden. Im Industriesauftrag Fa. SWATCH/ETA wurden kleinere Restarbeiten durchgeführt. Außerdem wurde anbindend an eine erste, in 2009 für einen Industriepartner erstellte, Studie ein Auftrag erteilt, der die fertigungs- und montagegerechte Konzeption eines mikromechanischen Systems beinhaltet.

Weitere Arbeiten im Rahmen des EU-Projekts IDEAS umfassen den Aufbau der Plattform für die interne und externe Kommunikation (intern: Sharepoint Server Plattform; extern: www.ideas-project.eu). Im Rahmen der Tätigkeiten zur wissenschaftlichen Verbreitung der Projektergebnisse (IDEAS/WP7 Dissemination) wurde in Zusammenarbeit mit ausgewählten IDEAS-Projektpartnern eine erste Vorlesung an der Königlich Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm durchgeführt (Micro Assembly Systems Course; Master Course; 5 CPS).

Eine weitere Aktivität wurde im Jahr 2010 zusammen mit dem Institut für Biologische Grenzflächen (IBG 1; AG Wacker-Schröder) und der Universität Heidelberg (Bioquant/ AG Schröder) begonnen. Ziel ist die Entwicklung eines Systems zur Handhabung flächiger Polymerstrukturen von submikrometer Dicke. Im ersten Schritt lag der Fokus auf der Identifizierung möglicher Greifprinzipien und der Erarbeitung eines ersten Ansatzes für ein zukünftiges automatisiertes Handhabungskonzept.

Im DIN Arbeitsausschuss NA 027-03-03 AA "Fertigungsmittel der Mikrosystemtechnik" wurde federführend die Revision der DIN Norm 32561 „Fertigungsmittel für Mikrosysteme - Werkstückträger - Anschlussmaße und Toleranzen“ bearbeitet. Weiterhin wurde an der Entwicklung einer neuen Norm zur Ermittlung von Materialeinflüssen auf die Messunsicherheit (DIN 32567) und an der Internationalisierung der Greiferschnittstellennorm 6.1. ISO/FDIS 29262 „Production equipment for microsystems - Interface between grippers and handling system“ mitgearbeitet.

Optische Mess- und Prüftechnik

In enger Zusammenarbeit mit dem AIA am Campus Süd werden Mess- und Auswerteverfahren für scannende hochauflösende Erfassungssysteme im Mikro- und Nanobereich entwickelt. Zur Erweiterung des erfassten Auswertebereichs wurde ein neues Mosaikbildverfahren für Laser-Scan-Mikroskope (LSM) implementiert. Zentraler Bestandteil ist dabei das neue Verfahren zur elastischen Bildregistrierung (Zuordnung der überlappenden Bildbereiche). Aufgrund der sehr hohen LSM-Auflösung führen selbst kleinste Bewegungen während der Bildaufnahme zu einer lokal verzerrten Darstellung (siehe Abb. 30.a/b), die bei der Bildregistrierung korrigiert werden muss. Das entwickelte Verfahren zur Bildregistrierung erfolgt dabei in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird der Versatz zwischen je zwei aufeinander folgenden Aufnahmen der Serie mit Hilfe einer schnellen, rigiden, grauwertbasierten Methode (Phasenkorrelation) grob bestimmt. In einem zweiten Schritt werden dann die vorhandenen Bewegungsartefakte korrigiert. Statt eines allgemein-elastischen Registrierungsansatzes kommt hier eine neuartige Methodik zum Einsatz, die auf die speziellen LSM-Eigenschaften angepasst ist. Dazu wird das zu registrierende Bild in Streifen aus je einer festen Anzahl von Bildzeilen aufgeteilt. Für jedes Teilbild wird mit der Phasenkorrelationsmethode seine Translation gegenüber dem Nachbarbild bestimmt (siehe Abb. 30.c). Die Versatzwerte jeder einzelnen Bildzeile ergeben sich an-

schließlich durch eine abschnittsweise quadratische Interpolation zwischen den Versatzvektoren der Teilbilder (siehe Abb. 30.d). Das berechnete korrigierte Bild in Abb. 30.d kann nun der als unverzerrt angenommenen Aufnahme (siehe Abb. 30.a) überlagert werden.

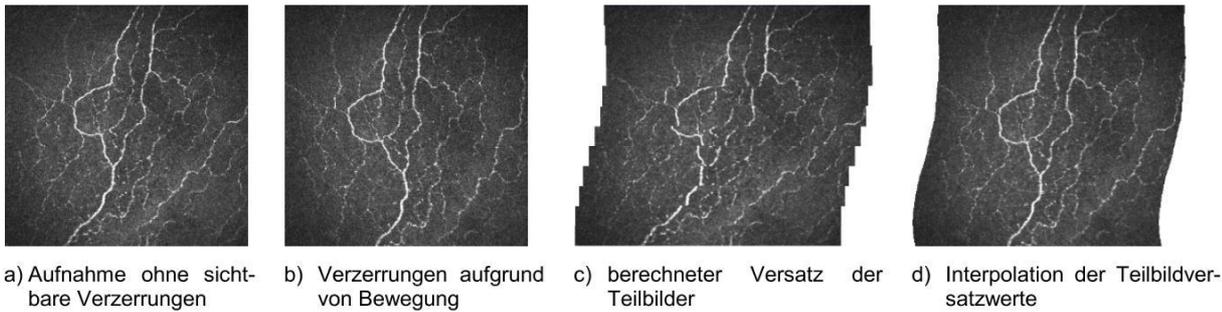


Abb. 30: Registrierungsverfahren für LSM-Aufnahmen mit Korrektur der bewegungsinduzierten Verzerrungen

Da sich die Translationswerte der Bildzeilen zunächst nur auf das jeweils vorangegangene Bild beziehen, müssen sie durch eine Koordinatentransformation in ein gemeinsames globales Koordinatensystem überführt werden. Da jede Festlegung auf ein Ankerbild als verzerrungsfreie Referenz willkürlich ist, wird die Koordinatentransformation über einen globalen Optimierungsansatz berechnet, welcher die Summe der Einzelverzerrungen aller Teilbilder minimiert.

Die elastische Registrierung analysiert die Aufnahmen in der zeitlichen Reihenfolge. In den Bildserien können aber auch in zeitlich versetzt aufgenommenen Bildern korrespondierende Bereiche auftreten. Die Aufsummierung kleinster Registrierungsfehler im Subpixelbereich kann dann in diesen Bereichen zu einem sichtbaren Versatz führen. Solche Bilder mit gemeinsamen Bildbereichen werden in einem Justierungsschritt mit dem Algorithmus der elastischen Registrierung zusätzlich zueinander registriert. Das System der gegenseitigen Bildbeziehungen wird dadurch überbestimmt und zuletzt mit dem Ansatz der kleinsten Fehlerquadrate aufgelöst.

Das Resultat der Bildregistrierung ist ein System von Transformationen, welches die Einzelaufnahmen der Bildserie zueinander in Beziehung setzt. Die Erzeugung einer großflächigen Abbildung erfolgt durch Fusion dieser Einzelbilder (siehe Abb. 31). Für alle Pixel des Mosaikbildes, an denen sich mehrere Einzelaufnahmen überlagern, wird ein gewichteter Mittelwert über die entsprechenden Bildpunkte der Einzelaufnahmen gebildet. Dabei werden Bildpunkte im Zentrum eines Einzelbildes stark und jene in Randbereichen schwach gewichtet. Dadurch erhöht sich einerseits (in diesen Bereichen) das Signal-/Rauschverhältnis und andererseits werden Artefakte durch sprunghafte Übergänge vermieden.

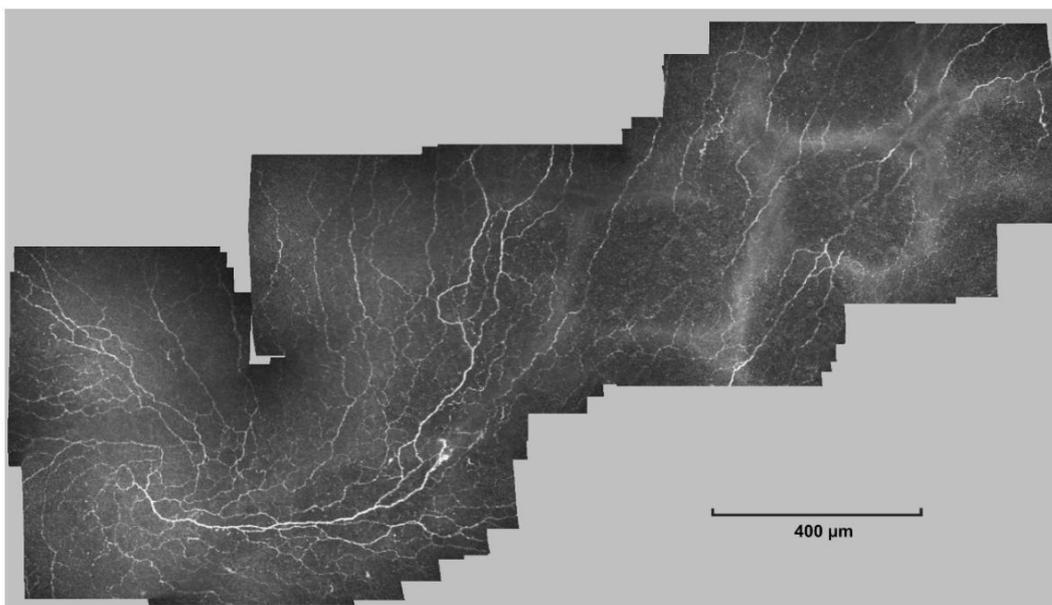


Abb. 31: Mosaikbild erstellt aus LSM-Aufnahmen (Bildfeld der Einzelaufnahmen: 400 x 400 μm)

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten wurden auch grundlegende Untersuchungen zur merkmalsbasierten Bildrekonstruktion aus LSM-Fokussereien durchgeführt. Zur Extraktion der Merkmale in den Datensätzen wurden Methoden der merkmalsbasierten Bildsegmentierung, der Texturanalyse und der regionenbasierten

Segmentierungsverfahren untersucht. In der Anwendung der untersuchten Verfahren auf LSM-Aufnahmen der Kornea konnte mit einfachen Merkmalen (Momente, Entropie, Gradienten, Energie...) keine zuverlässige Trennung der Bildstrukturen erzielt werden. Der Einsatz von Filtern mit strukturähnlichen Kernen lieferte regional gute Ergebnisse, nicht aber in Bereichen mit starker Variation der geometrischen Struktur. Besser geeignet erscheint für diese Anwendung ein regionenbasiertes Verfahren, weil sich damit die sehr unterschiedlichen Formen der Makrostruktur besser erkennen und klassifizieren lassen.

In Zusammenarbeit mit der Abteilung KIT-Sicherheitsmanagement/Strahlenschutz wurden grundlegende Untersuchungen zur automatisierten Auswertung von Proben aus Radonexposimetern durchgeführt. Während bei dem bisher angewendeten Verfahren lediglich die, durch die Kernspuren erzeugten Ätzkraterflächen analysiert werden, konnte in der durchgeführten Untersuchung gezeigt werden, dass durch den Einsatz speziell angepasster Aufnahme- und Beleuchtungstechnik auch die einzelnen Kernspuren sichtbar gemacht werden können. Zur Auswertung der kompletten Fläche der Radon-Probe wurde ein spezielles Mosaikbildverfahren zur Erfassung kreisrunder Probenflächen entwickelt. Für jede Probe (\varnothing 20 mm) kann damit aus 500 Einzelaufnahmen ein hochaufgelöstes Mosaikbild (10.000 Pixel x 10.000 Pixel) erstellt werden. Das im Rahmen dieser Untersuchung neu entwickelte Aufnahme- und Auswertungskonzept liefert besonders bei mittel- und stark-exponierten Proben deutlich zuverlässigere Ergebnisse als das bisherige Verfahren.

Wissensmanagement/Modellierung von Nano-/Mikrosystemen

Wesentliche Erfolgsfaktoren für die Systemintegration in der Mikro- und Nanotechnologie sind rechnergestützte Methoden sowohl für den Entwurf des Mikro-/Nanosystems als auch für die Planung der Herstellungsprozesskette.

In der Entwurfsphase von Nano- und Mikrostrukturen besteht die Herausforderung in der Entwicklung einer umfassenden Entwicklungsumgebung mit dem Ziel, integrierte und realistische Modelle komplexer, hybrider Nano-/Mikrosysteme zu erstellen. Diese realistischen Modelle werden dazu beitragen, durch die Reduktion von Test-Zyklen mit realen Strukturen die Produkteinführungszeiträume deutlich zu verkürzen.

Bereits im Entwurfs- aber auch insbesondere im Produktionsprozess ist das Wissensmanagement insbesondere in interdisziplinären Technologiefeldern wie der Nano-/Mikrotechnologie ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Die technische Herausforderung auf dem Gebiet des Wissensmanagements ist dabei zunächst die systematische Erfassung, Klassifikation und Strukturierung von naturwissenschaftlichem und technologischem Wissen für die Nano- und Mikrotechnologie. Auf dieser Grundlage müssen angepasste Softwaresysteme entwickelt werden, um dieses Wissen verschiedenen Nutzergruppen (z.B. Wissenschaftlern, Ingenieuren) in unterschiedlichen Phasen des Produktentstehungsprozesses (z.B. Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Engineering, Produktion) zu präsentieren.

In der Umsetzung von Nano-/Mikrosystemen in Serienprodukte ist die Automatisierung der Fertigungs- und Mess-/Prüfprozesse eine wesentliche Aufgabe. Auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik ist großenteils ein guter Stand an industriell einsetzbarer Produktionstechnik erreicht. Bei Backendprozessen (Montage, Packaging) jedoch besteht auf Grund der großen Fügeprozess- und Teilevielfalt, bei oft kleineren und mittleren Serien, Bedarf für erweiterungsfähige und anpassbare Systemarchitekturen für Handhabungs-, Montage- und Mess-/Prüfsysteme. Zum Teil können die für die Mikrosystemtechnik erarbeiteten Konzepte auch bei der Realisierung der Schnittstelle Nano/Mikro (NAMIX) eingesetzt werden. Oft ist jedoch zur Umsetzung der Erkenntnisse der Nanowissenschaften in eine industriell nutzbare Nanotechnologie noch ein vorgelagerter Schritt notwendig, nämlich die Überführung von Laborprozessen in produktionsnahe Fertigungs- und Prüfprozesse (Karlsruhe Nano Micro Facility, Euminafab, ACTMOST).

Modellbildung und Simulation im Entwurf optischer Nano-/Mikrosysteme

Der Fokus der Arbeiten, die im Schwerpunkt „Modellbildung und Simulation im Entwurf optischer Nano-/Mikrosysteme“ durchgeführt werden, liegt auf der Konzeption und Umsetzung einer optischen Modellierungsumgebung, welche eine durchgängige und realitätsnahe Simulation nicht nur der optischen Funktionalität, sondern der Gesamtheit des optischen Subsystems ermöglicht.

Die realitätsnahe Modellierung wird erreicht, indem sowohl fertigungsbezogene als auch umgebungs- und betriebsspezifische Einflüsse bei der Modellerstellung im Entwurfsprozess mit einbezogen werden. Bezüglich dieser Zielsetzung lag in den beiden zurückliegenden Jahren das Hauptaugenmerk auf der Konzeption und Umsetzung der vertikalen Simulatorkopplung. Hierunter ist eine Kopplung der optischen Simulationswerkzeuge mit strukturmechanischen Simulatoren zu verstehen. Ziel dieser Integration von Simulationswerkzeugen unterschiedlicher physikalischer Domänen ist, umgebungs- und betriebsspezifische Einflüsse auf die optischen Leistungsdaten simulieren und analysieren zu können.

Im zurückliegenden Jahr wurden hierzu insbesondere geeignete Schnittstellen entwickelt um den Modelltransfer optischer Komponenten zwischen dem optischen Simulationswerkzeug ZEMAX-EE und dem Finite Element Methode-Simulator ANSYS zu bewerkstelligen. Die Schnittstellen wurden mit dem mathematischen Programmierwerkzeug *mathematica* realisiert. Die optischen Grenzflächen werden dabei radial in einstellbaren Winkelbereichen abgetastet. Auf Basis dieser Samplepunkte werden in ANSYS Volumenelemente gebildet (siehe Abb. 32, links). Das Volumenmodell dient dann als Grundlage für die strukturelle Simulation. Die rechte Darstellung in Abbildung 32 zeigt als Ergebnis einer thermischen Simulation die Geometrieänderungen der optischen Komponente in Abhängigkeit einer statischen Temperaturlast. Rücktransfer der strukturell modifizierten optischen Oberflächen in das optische Simulationswerkzeug ermöglicht die Simulation der Auswirkungen von strukturellen Einflüssen auf die optischen Leistungsparameter.

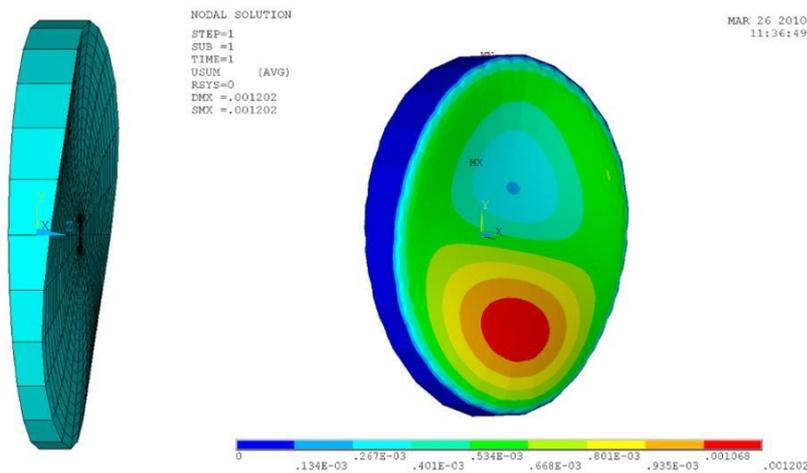


Abb. 32: Transfer eines optischen Linsenmodells (links) in ein mechanisches Modell mit anschließender thermischer Simulation (rechts).

Anwendung fand die vertikale Simulatorkopplung u. a. auf verschiedene Linsensysteme, die auf ihre Eignung hinsichtlich eines Einsatzes im Künstlichen Akkommodationssystem untersucht werden.

Modellierung, Design und Bewertung von Nano-/Mikrotechnologien, Mikrosystemen und -prozessketten

Das Ziel der Arbeiten in diesem Bereich ist die Identifikation und Verknüpfung entwurfsbeeinflussender Aspekte wie z.B. Design-Pattern, Design Rules, Fertigungsparameter, Toleranzen, Risiken und Kosten mit den Fertigungstechnologien im Hinblick auf die durchgängige Anwendungsentwicklung. Die Arbeiten adressieren damit die Punkte „Systemintegration“ bzw. „Design for Manufacturability“ der POF II:

1. Informations- und Wissensmanagement zur Unterstützung des Nano-/Mikro-technologiebasierten Produktentwicklungsprozesses
2. Untersuchung nichttechnischer Aspekte bzw. Barrieren entlang des Nano- / Mikro-system Produktentwicklungsprozesses.

Im Bereich des Informations- und Wissensmanagement wurden die Prozesswissensdatenbank ProWiDa und das Informationsmanagementsystem im Hinblick auf die Erfassung von 76 Technologien in 33 Installationen angepasst bzw. erweitert und mit der Datenerfassung begonnen (siehe Abb. 33).

Kategorie	Technischer Parameter	roboter Wert	experimenteller Wert	Kommentar	Quelle
Generisch	Technical expert	Matthias Worgull		Alexander Kolew	
	Technology readiness level	TRL 8			
	Aspect Ratio	< 10	< 30		Replication
	Aspect Ratio negativ local				Replication
	Aspect Ratio negativ global				Replication
Geometry	Aspect Ratio positiv global				Replication
	Aspect Ratio positiv local				Replication
	Critical feature type				Replication
	Feature dimension d	> 200 nm	> 50 nm		Replication
	Feature dimension h	< 5 mm	< 20 mm		Replication
	Max. feature density				Replication
	Min. distance between features				Replication
	Min. feature size (µm)	0.2 µm	0.05 µm		Replication
	Special features				Replication
	Machine	Load time	< 1h		
Work holding method					
Feature accuracy		1%			

Abb. 33: Neues MINaBase Tool zur Recherche von Mikrofertigungskompetenzen auf der Basis der ProWiDa Ontologien

Im Rahmen des EU-Projekts EUMINafab wurden in einem europäischen Verbund die wesentliche Charakterisierungsparameter für NanoMikrofertigungsprozesse identifiziert und gemäß der ProWiDa Methodik klassifiziert. Das prozessorientierte Informationsmanagementkonzept wurde in der Sharepoint-Umgebung des EU Projekts EUMINafab umgesetzt und ermöglicht eine intuitive Konfiguration, Überwachung und Informationsbereitstellung entlang der Kernprozesse des transnationalen Fertigungsverbund (siehe Abb. 34). Das System wurde zusammen mit einem externen Partner konzeptionell überarbeitet und informationstechnisch auf den Einsatz in kommerziellen Dokumentenmanagementplattformen hin neu implementiert. Das System zur Unterstützung von halbstrukturierten Teamprozessen lässt sich vom Konzept her auf alle, inzwischen weit verbreiteten, Sharepoint-Groupwareumgebungen portieren.

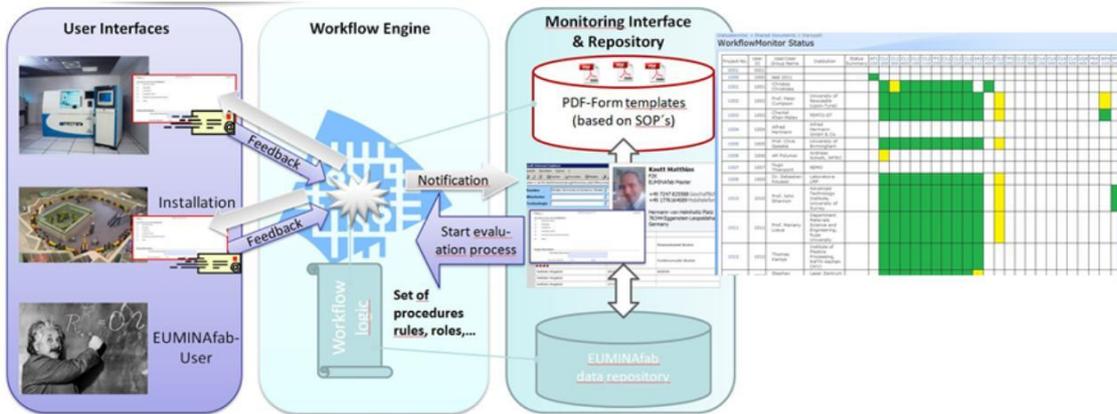


Abb. 34: Konzept und Statusanzeige des workflowbasierten Informationsmanagementsystems zur Steuerung von Nutzeranfragen in verteilten Entwicklungsnetzwerken

Die Entwicklung von mikrosystemtechnischen Anwendungen bzw. die Nutzung der Nano-Mikrotechnologien erfordert mit steigendem Reifegrad dieser Technologien auch eine intensive Analyse der Wechselwirkungen zwischen den ökonomischen, technologischen und gesellschaftlich relevanten Faktoren. Im Kontext der begleitenden Maßnahmen zur ganzheitlichen Betrachtung des Nano/Mikro Produktentwicklungsprozesses wurden die Beziehungen zwischen Anwendungsanforderungen Marktbedingungen und technologischen Möglichkeiten untersucht. Die Arbeiten sind eingebettet in europäische Netzwerke wie NanoFutures (Alle Aspekte der Nanotechnologie), MINAM (Mikro- Nano- Fertigungstechniken) oder ManuFuture (Produktion),

um zu diesen Themen auf eine möglichst breite Wissensbasis führender europäischer Einrichtungen auf diesem Gebiet (CEA, Bayer, RWTH Aachen, ...) zurückgreifen zu können. Erste Ergebnisse aus den in 2010 angelaufenen Aktivitäten werden ab 2011 erwartet.



Abb. 35: Startseite des Portals zur Erfassung und Bewertung von Daten zu Nanomaterialien

In diesem Kontext wurden auch die Arbeiten zur Erfassung, Bewertung und breitenwirksame Darstellung von gesellschaftlich relevanten Daten und Erkenntnissen zu Nanomaterialien fortgeführt. In der "Wissensbasis Nanomaterialien" werden wissenschaftliche Ergebnisse zum Thema Nanotoxikologie systematisch aufgearbeitet, interpretiert und strukturiert. 2010 wurde diese um die humantoxikologischen Daten zwölf verschiedener Materialien erweitert. Die Webplattform www.nanopartikel.info wurde komplett überarbeitet (siehe Abb. 35). Als zusätzliches Informationselement wurde ein Glossar zur Erklärung der wichtigsten Fachbegriffe erstellt. Die 19 neuen Projekte der BMBF-Ausschreibungen NanoNature und NanoCare wurden alle integriert.

Um die Erreichbarkeit der Wissensplattform im englischsprachigen Raum zu erhöhen, wurden zwei neue zusätzliche Domänen (www.nanoobject.info und www.nanoobjects.info) angelegt. Zusätzlich fand eine Erweiterung um eine Feedback-Funktion (Benutzerrückmeldung) und um eine 'Social-Sidebar' für die Integration von sozialen Netzwerken (z.B. facebook, twitter etc.) statt. Monatlich wurden Webseiten-Statistiken zu Besucherzahlen und-herkunft vorgenommen. Als zusätzliches Informationsmaterial wurde ein Projektflyer erstellt.

Künstliches Akkommodationssystem

Langfristiges Ziel des seit 2005 im Programm NANO-MIKRO beheimateten Projektes „Künstliches Akkommodationssystem“ ist die Entwicklung eines implantierbaren mechatronischen Systems zur Wiederherstellung der Akkommodationsfähigkeit im Falle der Presbyopie oder nach einer Kataraktoperation. Dazu ist das Zusammenwirken verschiedener Arbeitsgebiete wie Optik, Mechanik, insbesondere Mikro-, Nano-Aktorik und –Sensorik, sowie Steuerungs- und Regelungstechnik notwendig.

Für die Realisierung eines miniaturisierten Aktors wurde in 2010 der Fertigungsprozess des Aktorgetriebes soweit verbessert, dass Funktionsmuster dieser Getriebe in Silizium hergestellt werden konnten. Die Getriebe wurden hinsichtlich ihrer kinematischen Eigenschaften, insbesondere ihrer Wegübersetzung, mit gutem Ergebnis charakterisiert. Zur Fertigung des Piezobiegeaktors wurde der Laserzuschchnitt von kommerziell erhältlichen Standard-Biegeaktoren in Zusammenarbeit mit dem IMF I erfolgreich erprobt. Für die notwendige Teilfunktion der Positionssensorik wurden ein optisches und ein kapazitives Lösungskonzept ausgearbeitet. Das kapazitive Lösungskonzept wurde im Rahmen eines Versuchsaufbaus untersucht und für ungeeignet befunden. Zukünftig wird der optische Blendensensor weiterverfolgt. Schließlich wurde eine Treiberschaltung für den Piezoaktor unter der besonderen Vorgabe eines geringen Energieverbrauchs konzipiert und durch Simulationen überprüft.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Energieübertragung für das Künstliche Akkommodationssystem wurde eine induktive Energieübertragung für das Künstliche Akkommodationssystem konzipiert, durch neu entwickelte, analytische sowie numerische Simulationen optimiert, ein Prototyp im Maßstab 5:1 aufgebaut und in die modulare Testumgebung zur Charakterisierung des Energiemanagements integriert. Die Charakterisierung der induktiven Übertragungstrecke auf dem im Vorjahr aufgebauten Prüfstand zur Effizienzmessung war erfolgreich. Die modulare Simulation zur Evaluierung des Energieverbrauchs verschiedener Hardwareplattformen wurde auf verschiedene Energiemanagementszenarien angewandt, um deren Effizienz zu beurteilen.

Bezüglich der Realisierung einer drahtlosen internen und externen Kommunikationsverbindung im Künstlichen Akkommodationssystem wurden verschiedene physikalische Übertragungsprinzipien untersucht. Dabei ist die Verwirklichung einer HF-Funkverbindung am besten geeignet, um den hohen Anforderungen bzgl. Zuverlässigkeit, Miniaturisierung und Energieeffizienz zu genügen. Die Nutzung eines Frequenzbandes im Sub-1GHz-Bereich (z.B. MICS-Band bei 402-405 MHz) verspricht einen guten Kompromiss zwischen erreichbarer Datenrate, Miniaturisierungspotential und günstigen Propagationseigenschaften im Körpergewebe. Des Weiteren wurden erste Konzepte zum zyklischen internen Datenaustausch entwickelt und getestet, wobei ersichtlich wurde, dass einer präzisen Zeitsynchronisation beider Systeme höchste Wichtigkeit beizumessen ist, um den Energiebedarf kleinstmöglich zu halten.

Für die Häusung des Künstlichen Akkommodationssystems wurde in Zusammenarbeit mit dem FhG-IOF Jena das Kugellöten als Fügeprozess untersucht. Hierfür wurden mittels Ultraschallbearbeitung Gehäusefunktionsmuster erstellt (siehe Abb. 36), gefügt und in Dichtigkeitstests untersucht. Des Weiteren wurde ein Teststand für die Durchführung von beschleunigten Alterungstests mit Hilfe eines neu entwickelten Verfahrens konzipiert, aufgebaut und in Betrieb genommen.

Zur Eignung des Pupillennahreflexes als Entfernung Indikator für das System wurden Voruntersuchungen mit einem IAI-eigenem Untersuchungsgerät durchgeführt. In Zusammenarbeit mit der Universitätsaugenklinik Tübingen wurde der Aufbau weiterentwickelt. Erste aufgenommene Messkurven zeigen ein stark verbessertes Signal zu Rausch Verhältnis. Im Hinblick auf die Vorbereitung von Experimenten und die Erforschung der neuronalen Hintergründe der Pupillennahreflexreaktion wurde ein neues theoretisches Modell für die optischen Auswirkungen der am natürlichen Sehen beteiligten Komponenten des menschlichen Auges, wie Linse, Retina und Pupille erstellt. Dieses stimmt mit experimentellen und physikalisch theoretischen Daten gut überein, und erklärt erstmalig bestimmte Wahrnehmungseffekte im Zusammenhang mit schwer messbaren Größen.

Im Rahmen der Unterstützung von Ophthalmochirurgen bei der Katarakt-OP Planung wurde mit wissenschaftlichen Ansätzen ein Prototyp einer Softwarelösung entwickelt, welcher sowohl statisches Wissen (wie im Lehrbuch) in einer strukturierten Wissensbasis enthält, als auch den Benutzer befähigt, durch unterschiedliche Editoren das System mit neuem Wissen zu versorgen. Weiterhin wurde eine graphische Oberfläche entwickelt, die den Benutzer des Systems sowohl bei Abfrage von Zusammenhängen als auch bei der Navigation durch die Wissensdomäne führt. Die graphische Erklärungskomponente spielt neben der Wissensakquisitionskomponente eine zentrale Rolle bei der Begründung der kausalen Zusammenhänge.

Für den Demonstrator III wurde ein mechanischer Aufbau entworfen und weitgehend fertiggestellt. Der Aufbau lässt eine Nickbewegung des Kopfes und eine Versions- bzw. Vergenzbewegung der Bulbi zu. Die Bewegung wird durch ein Nachführsystem ermöglicht, das einem Target vor dem Aufbau in horizontaler und vertikaler Richtung folgt. Das neue Messprinzip zur Erfassung des Akkommodationsbedarfs bei diesem Demonstrator ist ein gekoppeltes System aus dreiachsigen Kompass- und Beschleunigungssensoren, das auf

der Basis von Erdmagnetfeld- und Gravitationsfeld-Messungen den Vergenzwinkel der Augäpfel bestimmt. Durch Aufbau und Inbetriebnahme erster Funktionsmuster außerhalb des Demonstrators konnte die Anwendbarkeit des Messprinzips bestätigt werden.

Zur entwicklungsbegleitenden Überprüfung der Konzepte wurde eng mit der Universitätsaugenklinik Rostock zusammengearbeitet. Dazu wurden Dummy-Implantate (siehe Abb. 37) für Test-Implantationen in Schweine, bzw. Kaninchenaugen entwickelt und gefertigt. Diese wurden von IMF II mit laserstrukturierten Marken versehen, um im implantierten Zustand Positions- und Orientierungsfehler optisch vermessen zu können. Außerdem wurden in 2010 zwei gemeinsame Workshops und zwei Kolloquien zusammen mit den Rostocker Kollegen im Rahmen des wissenschaftlichen BMBF-Vorprojekts „KueAkk“ abgehalten.



Abb. 36: Glasgehäuse mit Deckel und kommerzielle, implantierbare Intraokular-Linse zum Größenvergleich.



Abb. 37: PMMA-Dummy zur Testimplantation mit Laser-Markierungen auf Vorder- und Rückseite (in einer Transport-Halterung).

Programm SuCo: SuperComputing

SimLab Energy

Energiesystem-Modellierung und –Simulation

Ziel dieser Arbeiten ist die Untersuchung von IT-Methoden und die Entwicklung eines Energie-Verbundnetz-Datenmodelles mit integrierter Datenbank (Energiequellen und -verbraucher). Damit wird das betrachtete Verbundnetz mit zunehmender Granularität und Komplexität dynamisch abgebildet und simuliert.

Als Schwerpunkt der Arbeiten 2010 wurde das Thema Energiesystem-Modellierung und –Simulation neu definiert und konzeptionell ausgearbeitet. Die Bearbeitung dieser Aufgabe ist rechenzeit- und datenintensiv und erfordert daher zwingend die Anwendung von Methoden des Verteilten Rechnens und des SuperComputing zur Echtzeit-Simulation des realen elektrischen Verbundnetzes.

Der Wettbewerb zwischen den großen Energieerzeugern in Deutschland (EnBW, EON, RWE, Vattenfall) und deren zunehmende Konkurrenz mit kleinen, dezentralen Wettbewerbern, lässt einen Austausch von Betriebsdaten, wie sie für die Simulation des gesamten Verbundnetzes benötigt werden, nicht zu. Die öffentliche Diskussion zum Thema Energieversorgung ist zunehmend von politischen und wirtschaftlichen Interessengruppen geprägt. Deshalb ist eine Bearbeitung des Themas durch eine politisch und wirtschaftlich unabhängige, wissenschaftliche Arbeitsgruppe aus der HGF sinnvoll.

Das Thema wurde 2010 zunächst ausgearbeitet, wobei die bereits bestehenden wissenschaftlichen Projekte (lokal, national und international) und deren "Key-Player" identifiziert, sowie Möglichkeiten zur Kooperation innerhalb und außerhalb des KIT untersucht wurden. Bestehende, etablierte Software-Module wurden identifiziert.

Im Rahmen des Vorhabens soll das Modell für eine Energiesystem-Simulation mit integrierter Echtzeit-Datenbank (Energiequellen und -verbraucher), welches das betrachtete Verbundnetz mit zunehmender Granularität und Komplexität dynamisch abbilden kann, konzipiert, entwickelt und implementiert werden.



Abb. 38: Vision: Intelligente Vernetzung von Energie-Erzeugung, -Verteilung und -Verbrauch.

Das zu entwickelnde SimLab wird aus folgenden Modulen bestehen:

- "Off-Line-" und Echtzeit-Simulation des Verbundnetzes mit dem Ziel der Steuerung und Regelung des klein- und großräumigen Lastausgleichs im Normalbetrieb, in kritischen Situationen sowie bei Störfällen. Die Simulation erlaubt Analyse und Optimierung der Steuerungs- und Regelungsstrategien im Netz.
- Die integrierte Datenbank erlaubt die Echtzeit-Erfassung von realen Systemdaten der Energie-Quellen und –Verbraucher.

Schnittstellen zum Modell und zur Datenbank erlauben die Nutzung der Daten durch andere Arbeitsgruppen im KIT (z.B. Klimaforschung, ITAS, WiWi), sowie mittels geeigneter Browser-Technologie, durch Öffentlichkeit, Wirtschaft und Politik.

Im Rahmen der Arbeiten von datenintensiven Berechnungen in GRID-Umgebungen wurde ein vollständiges Bewertungssystem zur Beurteilung chirurgischer Fertigkeiten in der MIC auf Grundlage von Durchführungen auf dem VR-Simulator VSOOne unter Matlab umgesetzt. Dazu wurden verschiedene halbautomatisierte Methoden angewendet (vergl. Abb. 39), wie z.B. zur aktionsabhängigen Merkmalsextraktion, zur Merkmalsselektion und zur Identifikation von Bewertungsvorschriften basierend auf ANFIS-Modellen (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems). Das so erstellte Bewertungssystem erlaubt eine Beurteilung von Trainierenden auf verschiedenen Abstraktionsniveaus, auch unter Berücksichtigung vorheriger Durchführungen verschiedener Übungen. Dieses ist eine wesentliche Erweiterung bestehender Ansätze. Das Bewertungssystem

wurde zusätzlich für die Beurteilung von Trainierenden direkt auf dem VR-Simulator mittels einer C++ - Umsetzung innerhalb einer GRID-Umgebung implementiert.

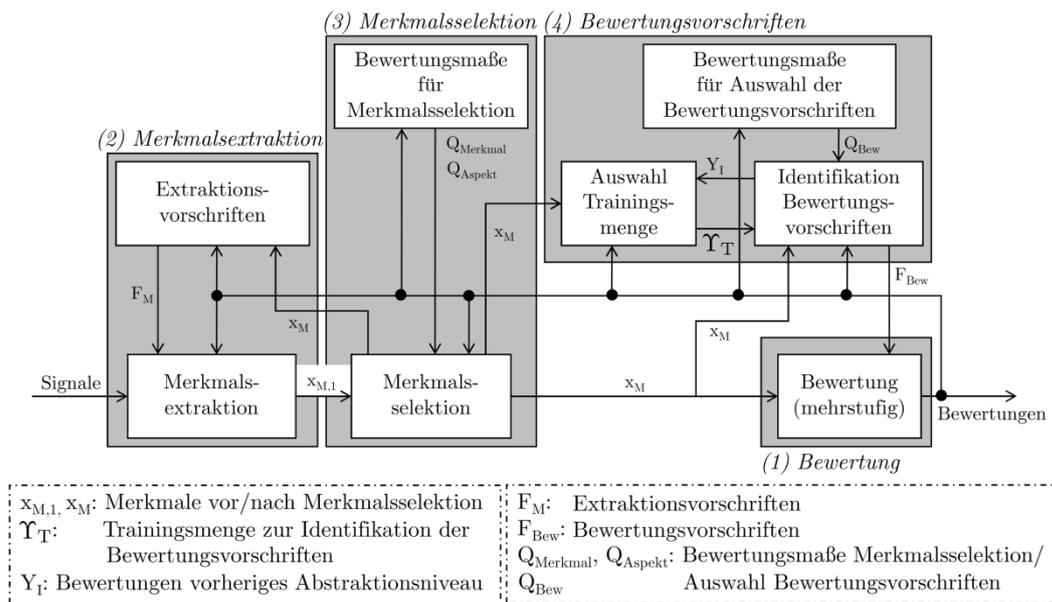


Abb. 39: Methoden zur Entwicklung eines Bewertungssystems

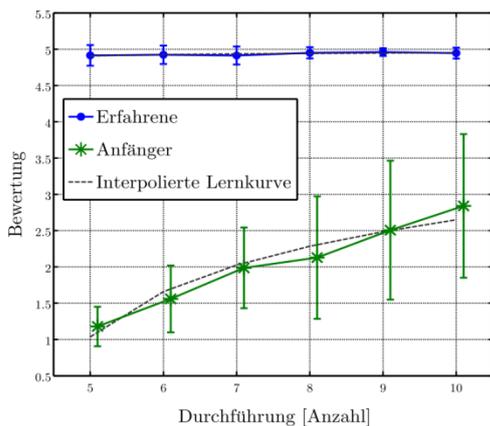


Abb. 40: Lernkurven, die mit dem neu entwickelten Bewertungssystem aufgenommen wurden

Für die Validierung bzw. Entwicklung des Bewertungssystems wurden zwei Studien durchgeführt. An der ersten Studie waren Nicht-Mediziner aus dem Institut für Angewandte Informatik beteiligt, die jeweils zehn Durchführungen der im Bewertungssystem berücksichtigten Übungen gemacht haben und sich hinsichtlich ihrer Erfahrung am Simulator unterscheiden. So konnten die Unterscheidbarkeit von Leistungsniveaus und die Konsistenz von Lernkurven ausgewertet werden. Dazu wurden entsprechende Methoden entwickelt, die auf statistischen Tests (ANOVA) basieren.

An der zweiten Studie haben Mediziner aus dem Städtischen Klinikum Karlsruhe und aus dem Universitätsklinikum Heidelberg teilgenommen. Die Mediziner haben die verschiedenen Übungen meist nur einmal durchgeführt. Da die Teilnehmer

unterschiedliche Erfahrungen in der minimal invasiven Chirurgie besitzen, konnte ausgewertet werden, ob das Bewertungssystem OP-relevante Fertigkeiten charakterisieren kann. Durch die Studien konnte die Validität des Bewertungssystems gezeigt werden, da verschiedene Leistungsniveaus unterschieden werden und die Lernkurven nachvollziehbar sind (vergl. Abb. 40).

Im Rahmen eines Drittmittelprojekts wurden humanoide Datenmodelle und Virtual Reality Simulationstechniken für verteilte Ausbildungs- und Trainingsnetzwerke in GRID-Umgebungen weiterentwickelt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten lag in der Entwicklung von parallelen Algorithmen mit GPGPU-Verfahren (General-Purpose computation on Graphics Processing Units). Für die Segmentierungssoftware VolEditor wurden zwei neue, parallele Segmentierungsalgorithmen entwickelt. Bei dem Intelligent-Scissors Verfahren ermöglichen OpenCL-basierte 3d-Filteroperatoren eine Beschleunigung der semi-automatischen Segmentierung in medizinischen Volumendatensätzen (siehe Abb. 41).

Die Bild-Segmentierung mit der Methode der 3d-Wasserscheidentransformation wird durch die Parallelisierung der Graph-, Filter- und Klassifikations-Algorithmen mit OpenCL (Open Computing Language) beschleunigt. Für die qualitativ hochwertige Darstellung von Volumendaten und texturierten Dreiecksnetzen wurde ein universeller, OpenCL-basierter Ray-Casting-Algorithmus entwickelt. Weitere Arbeiten im Bereich der GPGPU umfassen die Entwicklung von hardwarebeschleunigten CFD-Methoden (Computational Fluid Dynamics) mit Navier-Stokes-Gleichungen sowie eine GPU-optimierte Implementierung des Marching-Cubes-Algorithmus (siehe Abb. 42).

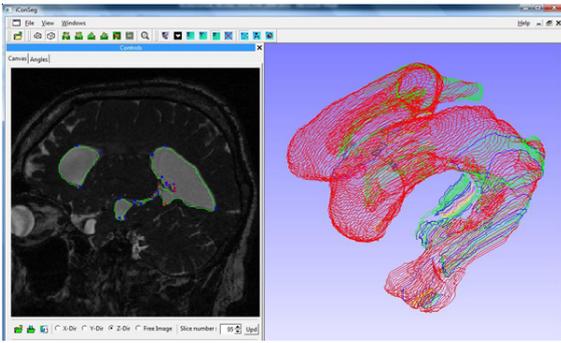


Abb. 41: GPU-beschleunigte Segmentierung mit dem Intelligent-Scissors Verfahren

Für die Realisierung von Force-Feedback über reale Netzwerke wurde eine experimentelle Analyse von haptischen Kollisionsphänomenen durchgeführt. Die sich daraus ergebenden Effektmuster wurden simuliert und in einer vergleichenden Studie untersucht.

Ein „low-cost“ Eingabegerät (siehe Abb. 43) für netzwerkfähige Simulatoren in der minimal invasiven Chirurgie wurde konzipiert, gebaut und evaluiert. In einer klinischen Studie wurden Interaktionskräfte und -momente mit der menschlichen Bauchwand bei realen, endoskopischen Eingriffen untersucht. Aus den gewonnenen Daten wurde ein Bauchdummy aus entsprechend gewählten Schäumen gestaltet, wodurch passives Force-Feedback an darin eingestochenen, realen Instrumenten möglich wur-

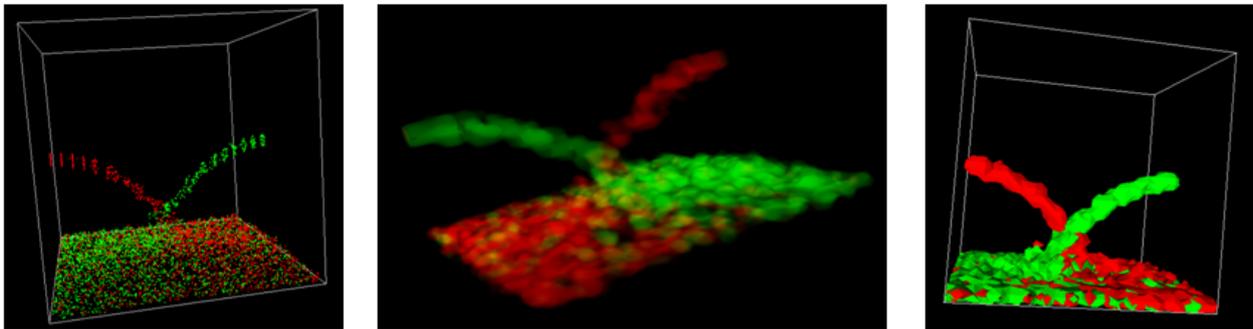


Abb. 42: GPU-basiertes Rendering für eine hardwarebeschleunigte CFD-Simulation mittels GPGPU: v.l.n.r. OpenGL, GPU-Ray-Casting, GPU-Marching-Cubes

de. Mit zwei Nintendo Wii Fernsteuereinheiten sowie einem eigens entwickelten Sensor für das Erdmagnetfeld und das Erdschwerefeld wurde ein multimodales, kostenoptimiertes Trackingsystem zusammengestellt. Das System wurde von Medizinern des Städtischen Klinikums Karlsruhe begleitet und evaluiert.

Ein Rotationsgelenk mit einer 360° Absolutwinkelsensorik wurde entwickelt und gebaut. Es wurde auf möglichst reibungsfreien, spielfreien und kleinen Aufbau geachtet. Es hat keine Drehbegrenzung und kann als mechanische Drehachse eingesetzt werden.



Abb. 43: Netzwerkfähiger „Low-Cost“ Simulator mit passivem Force-Feedback

Für die im Institut entwickelte USB-Schnittstelle FlexLinkIO wurde ein KIT-spezifischer Treiber programmiert und für eine erleichterte Installation optimiert.

In Zusammenarbeit dem ZI-Mannheim wurden zwei VR-Systeme für die Spiegeltherapie entwickelt und gebaut. Für das erste System wurde ein Datenhandschuh für den Magnetresonanztomographen eigens konstruiert und die Bewegung für den Patienten mit der Simulationssoftware KISMET visualisiert. Das zweite ist ein Augmented-Reality System. Dazu wurden zwei Kameras an einem Head-Mounted Display montiert und entsprechende Software für eine Heimtrainingsanwendung programmiert.

Research Group Distributed Computing

Optimierung des verteilten Datenmanagements für SimLab-Anwendungen

Mit Beginn des Jahres 2010 startete die Entwicklung eines adaptiven Grid Resource Brokers auf der Basis eines Konzeptes aus dem Vorjahr. Der Broker soll in der Lage sein, anhand des aktuellen Gridzustands ein geeignetes Optimierungsverfahren auszuwählen (Metaoptimierung). Es existierte bereits eine Reihe von Verfahrensimplementierungen zusätzlich zum Evolutionären Algorithmus GLEAM (General Learning Evolutionary Algorithm and Method). Für ihren Einsatz zum Scheduling von zeitlich voneinander abhängigen Gridjobs wurden die Algorithmen List Scheduling, Shifting Bottleneck, Tabu Search und GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) entsprechend angepasst und untersucht. Verglichen wurden die Ergebnisse jeweils mit der besten Heuristik, die als Vorplanung für GLEAM für den global optimierenden Resource Broker GORBA (Global Optimising Resource Broker and Allocator) verwendet wird. Die folgende Abbildung 44 zeigt Rohfitnesswerte zur Bewertung der Schedules, die sich ohne Verwendung von Straffunktionen bei Verletzung von Sollvorgaben ergeben. SDD steht für "shortest due date (first)" und ist die erwähnte beste Heuristik, bei der Jobs mit kürzerer Fertigstellungszeit bevorzugt werden.

Die Werte der neuen Verfahren erreichen teilweise ähnliche Werte, ohne dass jedoch eindeutige Verbesserungen erzielt wurden. Wird die Fitness vollständig unter Verwendung von Straffunktionen berechnet, sind nur noch Bruchteile der Werte mit der besten herkömmlichen Heuristik zu erreichen (siehe Abb. 44 für kleine und große Abhängigkeit der Gridjobs untereinander).

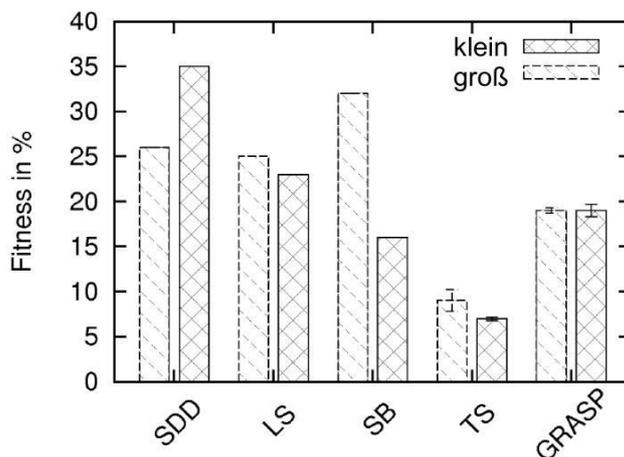


Abb. 44: Fitnesswerte für verschiedene Algorithmen

Für die zweite Phase wurden bereits in 2009 neue lokale Suchverfahren zur Unterstützung von GLEAM implementiert. Für ein Verfahren, das verschiedene Ressourcenauswahlstrategien während eines Optimierungslaufs testet, erfolgte eine ausführliche Untersuchung. Weitere Untersuchungen, die verschiedene Strategien zur Verschiebung von Gridjobs in den Schedules auf Verbesserungen testen, laufen noch.

Die Idee des adaptiven Resource Brokers verlangt nach Kennzahlen, mit denen der Zustand eines Grids beschrieben werden kann. Von 17 im Jahr 2009 definierten Kennzahlen, die sich auf die anstehenden Gridanwendungen, auf die vorliegenden

Gridressourcen oder auf die aktuelle Lastsituation im Grid beziehen, sind zurzeit 15 im Jobmanager von GORBA implementiert. Dort werden die erzeugten Schedules simuliert durchgespielt und nach jedem Schritt werden die Kennzahlen aktualisiert (wobei für ressourcenbezogene Kennzahlen derzeit keine Änderung der Ressourcenlandschaft simuliert wird). Der zeitliche Verlauf der Kennzahlen wird zu Bewertungszwecken visualisiert. Die Implementierungen erfolgten in der Programmiersprache Java, wobei für jede Kennzahl eine eigene Klasse von einer gemeinsamen Oberklasse abgeleitet ist, die den jeweiligen Berechnungsalgorithmus realisiert.

Zu GORBA gehört ein sogenannter Applikationsdesigner. Dieses Softwaretool ist parallel zu den Entwicklungen am eigentlichen Resource Broker entstanden, da die Notwendigkeit bestand, (simulierte) Anwendungen für Benchmarks mit zeitlichen Abhängigkeiten aufzubauen. Dafür ist eine grafische Unterstützung notwendig, die mithilfe der Softwarebibliothek Jgraphpad Pro Schritt für Schritt zu einem Workflow-Werkzeug ausgebaut werden konnte. Mit Blick auf die zukünftig geplanten Entwicklungen wird der Ausbau des Werkzeugs zu einem Multifunktionsstool für Workflows ins Auge gefasst. Entsprechend erfolgten die Spezifikation und teilweise auch bereits die Realisierung folgender Erweiterungen:

- Start von Services aus den einzelnen Tasks heraus, realisiert an einem Beispiel aus der Mikrooptik.
- Einsatz im Monitoring. Anwender können sich so ihren Ablauf in Form von Workflows mit zeitabhängigen Gridjobs planen und, nach der Planung den Ablauf überwachen. Diese Werkzeugfunktion ist zurzeit teilweise spezifiziert.

Die nachfolgende Abbildung 45 zeigt das Hauptfenster des Applikationsdesigners mit dem Workflow einer komplexeren Gridanwendung:

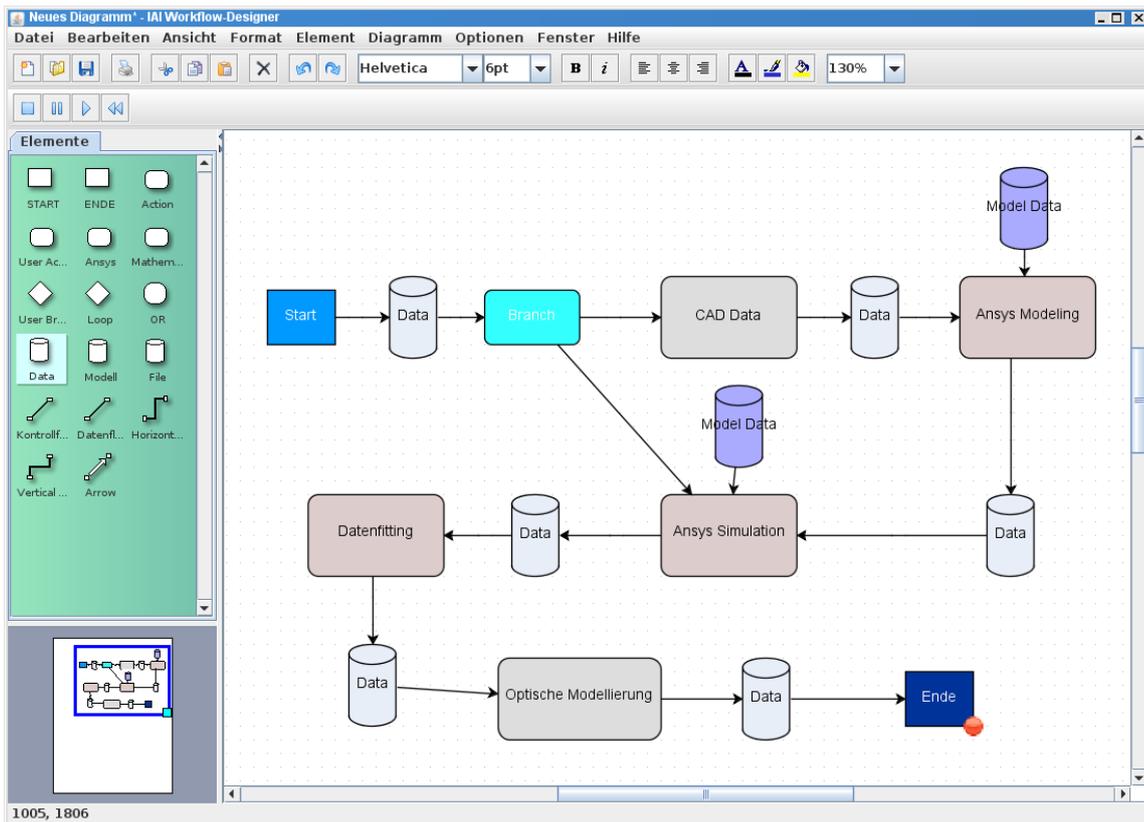


Abb. 45: Workflow einer Gridanwendung im Applikationsdesigner

Im zweiten Quartal wurde die im Konzept für den Topic 1 (Computational Science and Mathematical Methods) des Antrags zum Helmholtz-Forschungsprogramm Supercomputing vorgesehene Research Group Distributed Computing (RGDC) ins Leben gerufen. Die Forschungsgruppe untersucht Problemstellungen bei der Zusammenarbeit der SimLabs, der Large Scale Data Facility (LSDF) und des Grid Operations and Support Centres (GOSC). In diesem Umfeld stellen sich vor allem im verteilten Datenmanagement wichtige Entwicklungsaufgaben, wobei auch die Kompetenzen bei Entwicklung und Einsatz von Optimierungsalgorithmen, wie etwa GLEAM, wesentlich sein werden. Daneben kann auch die Expertise der Gruppe in den Bereichen Resource Brokering und Applikationsmanagement eingebracht werden.

Als erstes Arbeitspaket erstellte die Arbeitsgruppe ein Konzept für das verteilte Datenmanagement einschließlich weiterer Middlewarefunktionen, bei dem auf der obersten Ebene verschiedene Module zusammengebracht werden (siehe Abbildung 46). Für die Realisierung ist ein Programmiermodell vorgesehen, das auf Services und objektorientierten Prinzipien basiert. Zunächst wird, soweit möglich, auf existierende Softwarelösungen zurückgegriffen.

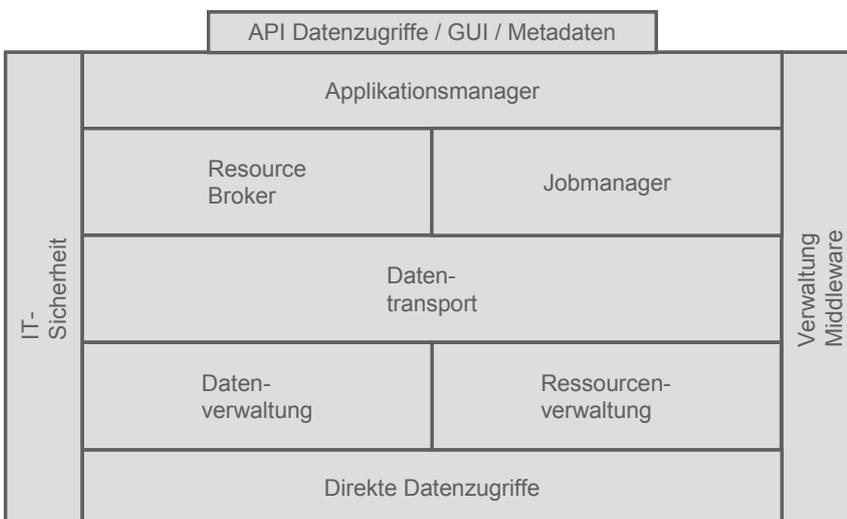


Abb. 46: Module des verteilten Datenmanagements

Einige Lösungen konnten bereits seit 2009 im Vorfeld und ab 2010 im Rahmen des Vorhabens Large Scale Data Facility (LSDF) im Steinbuch Centre for Computing (SCC) sowie in der AG Stotzka im Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) erarbeitet werden.

2010 untersuchte die RGDC neben weiteren Technologien Datei- und Speichersysteme, darunter Hadoop mit dem Filesystem HDFS, iRods, das Andrew File System (AFS) sowie Coda, die für die Erfassung, Speicherung und den raschen Zugriff im Rahmen von Datenanalysen interessant sind. Für die Anwendung im SimLab Energie starteten bereits erste Testimplementierungen für die Zeitreihenverwaltung.

Literaturverzeichnis

Publikationen in ISI Journal Citation Reports referierten Zeitschriften

Allgeier, S.; Eberle, F.; Köhler, B.; Maier, S.; Stachs, O.; Guthoff, R.F.; Bretthauer, G.
Ein neues Mosaikbildverfahren zur großflächigen Darstellung des subbasalen
Nervenplexus der Kornea in vivo.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.259-62
DOI:10.1515/BMT.2010.564

Beck, C.; Nagel, J.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.
Conceptual design of wireless communication interfaces for the artificial accommodation system.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.36-38
DOI:10.1515/BMT.2010.184

Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Stachs, O.; Guthoff, R.
Ein neues mechatronisches System zur Wiederherstellung der Akkomodationsfähigkeit
des menschlichen Auges.
Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 227(2010) S.935-939
DOI:10.1055/s-0029-1245888

Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Guthoff, R.
The artificial accommodation system - a mechatronic implant for restoration of accommodation.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.62-64
DOI:10.1515/BMT.2010.432

Fliedner, J.M.; Guth, H.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Pupillary near reflex as sensor principle for the artificial accommodation system.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.34-35
DOI:10.1515/BMT.2010.183

Hahn, L.; Schwartz, G.; Saile, V.; Schulz, J.
First automated production line for X-ray-LIGA (FELIG) is brought on line.
Microsystem Technologies, 16(2010) S.1287-92
DOI:10.1007/s00542-009-0953-8

Köhler, B.; Allgeier, S.; Eberle, F.; Maier, S.; Zhivov, A.; Guthoff, R.F.; Bretthauer, G.
Ein neues Bildverarbeitungsverfahren zur zuverlässigen Erfassung des subbasalen
Nervenplexus der Kornea in vivo.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.178-81
DOI:10.1515/BMT.2010.450

Lehmann, K.S.; Martus, P.; Little-Elk, S.; Maass, H.; Holmer, C.; Zurbuchen, U.;
Bretthauer, G.; Buhr, H.J.; Ritz, J.P.
Impact of sleep deprivation on medium-term psychomotor and cognitive performance of surgeons:
prospective cross-over study with a virtual surgery simulator and psychometric tests.
Surgery, 147(2010) S.246-54
DOI:10.1016/j.surg.2009.08.007

Martin, Th.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Control and driving of quasistatic piezoelectric actuators in implantable mechatronic systems.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.39-42
DOI:10.1515/BMT.2010.185

Mikut, R.
Data Mining für hochdimensionale Messsysteme.
tm - Technisches Messen, 77(2010) S.524-29
DOI:10.1524/teme.2010.0083

Nagel, J.A.; Beck, C.; Harms, H.; Stiller, P.; Guth, H.; Stachs, O.; Bretthauer, G.
Energie- und speichereffiziente Berechnung des Akkommodationsbedarfs im
künstlichen Akkommodationssystem.
Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 227(2010) S.930-934
DOI:10.1055/s-0029-1245929

Nagel, J.A.; Harms, H.; Stiller, P.; Guth, H.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Energy efficient algorithm for the calculation of the demand of accommodation in
the artificial accommodation system.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.126-28
DOI:10.1515/BMT.2010.621

Rheinschmitt, L.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.
Kapselung eines mechatronischen Systems zur Wiederherstellung der Akkommodationsfähigkeit.
Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 227(2010) S.926-29
DOI:10.1055/s-0029-1245867

Rheinschmitt, L.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.
Production processes for glass packages of intraocular lenses using laser joining technologies.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.120-22
DOI:10.1515/BMT.2010.619

Riedl, M.; Suhrbier, A.; Stepan, H.; Kurths, J.; Wessel, N.
Short-term couplings of the cardiovascular system in pregnant women suffering from pre-eclampsia.
Philosophical Transactions of the Royal Society A, 368(2010) S.2237-2250
DOI:10.1098/rsta.2010.0029

Röder, I.V.; Choi, K.R.; Reischl, M.; Petersen, Y.; Diefenbacher, M.E.; Zaccolo, M.; Pozzan, T.; Rudolf, R.
Myosin Va cooperates with PKA RI α to mediate maintenance of the endplate in vivo.
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(2010) S.2031-36
DOI:10.1073/pnas.0914087107

Ruchter, M.; Klar, B.; Geiger, W.
Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in environmental education.
Computers and Education, 54(2010) S.1054-67
DOI:10.1016/j.compedu.2009.10.010

Rudolf, C.; Martin, T.; Wauer, J.
Control of PKM machine tools using piezoelectric self-sensing actuators on basis of the functional principle of a scale with a vibrating string.
Smart Structures and Systems, 6(2010) S.167-182

Scheble, V.J.; Braun, M.; Wilbertz, T.; Stiedl, A.C.; Petersen, K.; Schilling, D.; Reischl, M.; Seitz, G.; Fend, F.; Kristiansen, G.; Perner, S.
ERG rearrangement in small cell prostatic and lung cancer.
Histopathology, 56(2010) S.937-43
DOI:10.1111/j.1365-2559.2010.03564.x

Scheble, V.J.; Braun, M.; Beroukhim, R.; Mermel, C.H.; Ruiz, C.; Wilbertz, T.; Stiedl, A.C.; Petersen, K.; Reischl, M.; Kuefer, R.; Schilling, D.; Fend, F.; Kristiansen, G.; Meyerson, M.; Rubin, M.A.; Bubendorf, L.; Perner, S.
ERG rearrangement is specific to prostate cancer and does not occur in any other common tumor.
Modern Pathology, 23(2010) S.1061-67
DOI:10.1038/modpathol.2010.87

Werling, M.; Gröll, L.; Bretthauer, G.
Invariant trajectory tracking with a full-size autonomous road vehicle.
IEEE Transactions on Robotics, 26(2010) S.758-65
DOI:10.1109/TRO.2010.2052325

Wessel, N.; Riedl, M.; Suhrbier, A.; Malberg, H.; Penzel, T.; Stepan, H.; Bauernschmitt, R.; Bretthauer, G.; Kurths, J.
Cardiovascular physics: model-based synchronization and coupling analysis.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT), Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.45-48
DOI:10.1515/BMT.2010.166

Wiegand, R.; Schill, O.; Schmitz, B.; Eck, U.; Pylatiuk, C.; Reischl, M.; Rupp, R.; Schulz, S.
Fluidic actuation and sensors of the elbow joint in the hybrid orthosis orthojacket.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT), Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.32-35
DOI:10.1515/BMT.2010.385

Winter, K.; Zhivov, A.; Guthoff, R.; Köhler, B.; Stachs, O.
Charakteristische Maßzahlen für die Quantifizierung von CLSM Bildern des subbasalen Nervenplexus.
BMT 2010 : 44.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT),
Rostock, 5.-8.Oktober 2010
Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering, 55(2010) Suppl.1, S.252-254
DOI:10.1515/BMT.2010.562

Sonstige Zeitschriftenartikel und Vorträge, die in gedruckter Form vorliegen

Alshut, R.; Legradi, J.; Liebel, U.; Yang, L.; van Wezel, J.; Strähle, U.; Mikut, R.; Reischl, M.
Methods for automated high-throughput toxicity testing using Zebrafish embryos.

Dillmann, R. [Hrsg.]

KI 2010 : Advances in Artificial Intelligence ; Proc.of the 33rd Annual German Conf.on AI,
Karlsruhe, September 21-24, 2010

Berlin [u.a.] : Springer, 2010 S.219-26

(Lecture Notes in Computer Science ; 6359 : Lecture Notes in Artificial Intelligence)

ISBN 978-3-642-16110-0

Arnold, A.; König, S.; Mikut, R.; Bretschneider, P.

Application of data mining methods for power forecast of wind power plants.

Betancourt, U. [Hrsg.]

Proc.of the 9th Internat.Workshop on Large-Scale Integration of Wind Power into
Power Systems as well as on Transmission Networks for Offshore Wind Power Plants,
Quebec City, CDN, October 18-19, 2010

Langen : energynautics GmbH, 2010 S.655-60

ISBN 978-3-9813870-2-5

Arnoldt, A.; Bretschneider, P.; König, S.; Mikut, R.

Einsatz von Data-Mining-Verfahren zur Einspeisungsprognose für Windenergieanlagen.

Automation 2010 : Der 11.Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik,

Baden-Baden, 15.-16.Juni 2010

Düsseldorf . VDI Verl.GmbH, 2010 S.99-102 (VDI-Berichte ; 2092)

ISBN 978-3-18-092092-4

Bach, F.; Buschmann, J.; Maaß, H.; Diers, M.; Foell, J.; Kamping, S.; Flor, H.

Ansatz für ein AR-System zur Beeinflussung von Phantomphänomenen.

Riener, R. [Hrsg.]

Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin : 9.Workshop, Zürich, CH, 29.-30.Oktober 2010

Düsseldorf : VDI-Verl., 2010 S.57-58 (Fortschritt-Berichte VDI : Reihe 17: Biotechnik/Medizintechnik ; 279)

ISBN 978-3-18-327917-3

Bach, F.; Buschmann, J.; Schmitz, B.; Maaß, H.; Cakmak, H.; Diers, M.; Foell, J. ; Kamping, S.; Flor, H.

Neue VR- und AR-Umgebungen zur Therapie von Phantomphänomenen.

Burgert, O. [Hrsg.]

Chirurgische Interventionen: vom Neanderthaler zur Roboterassistenz :

9.Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC),

Düsseldorf, 18.-19.November 2010

Tönning [u.a.] : Der Andere Verlag, 2010 S.105-09

ISBN 978-3-86247-078-5

Bach, F.; Buschmann, J.; Schmitz, B.; Maaß, H.; Cakmak, H.; Diers, M.; Foell, J. ; Kamping, S.; Flor, H.

Therapie von Phantomschmerz durch interaktive immersive VR/AR.

Blach, R. [Hrsg.]

Virtuelle und Erweiterte Realität : 7.Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR,

Stuttgart-Fellbach, 27.-28.September 2010

Aachen : Shaker-Verl., 2010 S.171-82 (Berichte aus der Informatik)

ISBN 978-3-8322-9468-7

Bach, F.; Schmitz, B.; Maaß, H.; Cakmak, H.; Diers, M.; Bodmann, R.B.; Kamping, S.; Flor, H.
Using interactive immersive VR/AR for the therapy of phantom limb pain.
Klyuev, V.V. [Hrsg.]
Proc.of the 13th Internat.Conf.on Humans and Computers (HC 2010), Aizu-Wakamatsu, J,
Düsseldorf, December 8-10, 2010, Aizu-Wakamatsu : University of Aizu Press, 2010 S.183-87
ISBN 978-4-900721-01-2

Bauer, C.
Aufbau eines hochtemperaturbeständigen Mikrocontrollerboards.
Geothermie Kongress 2010,Karlsruhe, 17.-19.November 2010
Kongressband auf CD-ROM, Berlin : Geothermische Ver., 2010
ISBN 978-3-932570-65-0

Bauer, C.; Milighetti, G.; Yan, W.; Mikut, R.
Human-like reflexes for robotic manipulation using leaky integrate-and-fire neurons.
IEEE/RSJ 2010 Internat.Conf.on Intelligent Robots and Systems (IROS 2010),
Taipei, Taiwan, October 18-22, 2010
Proc. on DVD S.2572-77, Piscataway, N.J. : IEEE, 2010
ISBN 978-1-4244-6676-4

Benner, J.; Geiger, A.; Häfele, K.H.; Isele, J.
Interoperabilität von Datenmodellen für die Geothermie.
Geothermie Kongress 2010,Karlsruhe, 17.-19.November 2010
Kongressband auf CD-ROM, Berlin : Geothermische Ver., 2010
ISBN 978-3-932570-65-0

Benner, J.; Geiger, A.; Haefele, K.H.; Isele, J.
Interoperability of geothermal data models.
Proc.of the World Geothermal Congress 2010, Nusa Dua, Bali, RI, April 25-29, 2010
Publ.online, Paper 3218, Reykjavik : Internat.Geothermal Association, 2010

Benner, J.; Eichhorn, T.; Krause, K.U.; Kirchenbauer, V.
Konzepte länderspezifischer Erweiterungen standardisierter Objektmodelle am
Beispiel des Standards XPlanung in der Freien und Hansestadt Hamburg.
Schrenk, M. [Hrsg.]
REAL CORP 2010 : Proc.of the 15th Internat.Conf.on Urban Planning and Regional
Development in Information and Knowledge Age, Wien, A, May 18-20, 2010
Wien-Schwechat : CORP, 2010 S.375-82
ISBN 978-39502139-7-3

Blume, C.; Jakob, W.
GLEAM - General Learning Evolutionary Algorithm and Method : ein Evolutionärer
Algorithmus und seine Anwendungen.
Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2010
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ; Bd.32)

Boll, M.T.; Weede, O.; Kühnapfel, U.; Bretthauer, G.; Wörn, H.
Automatisierte Bestimmung von Merkmalen zur Bewertung minimal invasiver
Eingriffe an einem Pelvitainer basierend auf Positionsdaten und einer Segmentierung.
Riener, R. [Hrsg.]
Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin : 9.Workshop, Zürich, CH, 29.-30.Oktober 2010
Düsseldorf : VDI-Verl., 2010 S.61-62 (Fortschritt-Berichte VDI : Reihe 17: Biotechnik/Medizintechnik ; 279)
ISBN 978-3-18-327917-3

Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Guthoff, R.F.
Mechatronic systems to restore accommodation.
Guthoff, R.F. [Hrsg.]
Intelligent Implants in Ophthalmology : Symp., Rostock, April 23-25, 2009
Halle : Leopoldina - Nat.Acad.der Wiss., 2010 S.167-175 (Nova Acta Leopoldina ; N.F.111, Nr.379)
ISBN 978-3-8047-2804-2

Bügel, U.; Chaves, F.; Döpmeier, C.; Schlachter, T.; Weidemann, R.; Briesen, M.;
Kukacs, G.; Ebel, R.; Ellmenreich, B.; Tauber, M.; Sawade, A.
SUI II - Weiterentwicklung der diensteorientierten Infrastruktur des Umweltinformationssystems
Baden-Württemberg für die semantische Suche nach Umweltinformationen.
Mayer-Föll, R. [Hrsg.]
UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für
Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10
KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.43-50

Cakmak, H.; Maaß, H.; Boll, M.; Kühnapfel, U.
Collaborative surgical training in a grid environment.
Huang, J.L. [Hrsg.]
Surgical Simulation and Training, Hauppauge, N.Y. : Nova Science Publ., 2010 S.59-88
ISBN 978-1-61668-437-2

Dickerhof, M.
A cooperation model and demand-oriented ICT infrastructure for SME development
and production networks in the field of microsystem technology.
Ratchev, S. [Hrsg.]
Precision Assembly Technologies and Systems : 5th IFIP WG 5.5
Internat.Precision Assembly Seminar (IPAS 2010), Chamonix, F, February 14-17, 2010
(IFIP Advances in Information and Communication Technology ; 315)
Berlin [u.a.] : Springer, 2010 S.319-28
ISBN 978-3-642-11597-4

Eschenfelder, D.; Gelfort, E.; Graßmuck, J.; Keller, H.B.; Langenbach, C.;
Lemiesz, d.; Otremba, F.; Pilz, W.D.; Rath, R.; Schulz-Forberg, B.; Wilpert, B.
Qualitätsmerkmal 'Technische Sicherheit'.
Eine Denkschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Düsseldorf : VDI-Verl., 2010
ISBN 978-3-931384-68-5

Frueh, A.
Entwicklung eines Hochtemperatur Embedded Systems (HiTES) für die
Hochgeschwindigkeitskommunikation einer Geothermie-Bohrlochsonde.
Geothermie Kongress 2010, Karlsruhe, 17.-19.November 2010

Gehrmann, H.J.; Nolte, M.; Kolb, T.; Seifert, H.; Waibel, P.; Matthes, J.; Keller, H.
Co-Verbrennung von Ersatzbrennstoffen in Kraftwerksfeuerungen.
42.Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 12.-13.Oktober 2010
Beckmann, M. [Hrsg.]
Kraftwerkstechnik : Sichere und nachhaltige Energieversorgung Bd.2 S.705-14
Neuruppin : TK Verl.Karl Thome-Kozmiensky, 2010
ISBN 978-3-935317-57-3

Geiger, W.; Lutz, R.; Schmitt, C.

A Pan-European information system on environmental informatics research programmes and projects.

Swayne, D.A. [Hrsg.]

Modelling for Environment's Sake : Proc.of the 5th Biennial Conf.of the Internat.Environmental Modelling and Software Society, Ottawa, CDN, July 5-8, 2010, Vol.1 of 3 S.460-68, Manno : iEMSS, 2010

ISBN 978-88-9035-741-1

Geiger, W.; Lutz, R.; Schmitt, Ch.

The ICT-ENSURE information system on research programmes in the field of ICT for environmental sustainability.

Addendum 1 to deliverable D9.3 Project ICT ENSURE

Publ.online: [http://www.ict-ensure.eu/en/index.php/ensure/content/download/1071/6898/version/8/file/D9-3-Addendum1 ICT-ENSURE ResProgInfoSys KIT v03.pdf](http://www.ict-ensure.eu/en/index.php/ensure/content/download/1071/6898/version/8/file/D9-3-Addendum1%20ICT-ENSURE%20ResProgInfoSys%20KIT_v03.pdf)

Grießmann, B.; Lehle, M.; Linnenbach, M.; Ebel, R.; Tauber, M.; Döpmeier, C.;

Geiger, W.; Greceanu, C.; Weidemann, R.; Mayer-Föll, R.; Urban, G.

Themenpark Umwelt. Konzept für die Erweiterung um den Themenkomplex Klima.

Mayer-Föll, R. [Hrsg.]

UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10

KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.101-10

Gspann, T.S.; Gengenbach, U.; Jagiella, M.; Bretthauer, G.

Carbon nanotube networks in liquid gated devices.

Internat.Meeting on the Chemistry of Nanotubes and Graphene (ChemOnTubes),

Arcachon, F, April 11-15, 2010

Gspann, T.S.; Gengenbach, U.; Hanko, M.; Jagiella, M.; Bretthauer, G.

New characteristics of carbon nanotube networks in electrolytes.

11th Internat.Conf.on the Science and Application of Nanotubes (NT10),

Montreal, CDN, June 27 - July 2, 2010

Haffner, H.; [Hrsg.]

Jahresbericht 2009 Institut für Angewandte Informatik.

KIT Scientific Reports, KIT-SR 7554 (Dezember 2010)

Hiebl, B.; Bog, S.; Mikut, R.; Bauer, C.; Gemeinhardt, O.; Jung, F.; Krüger, T.

In vivo assessment of tissue compatibility and functionality of a polyimide

cuff electrode for recording afferent peripheral nerve signals.

Applied Cardiopulmonary Pathophysiology, 14(2010) S.212-219

Hofmann, A.

A comprehensive micro-assembly process oriented methodology supporting the realisation of evolvable micro production systems.

Huang, K.L. [Hrsg.]

Proc. of the 6th CIRP-Sponsored Internat.Conf.on Digital Enterprise Technology (DET 2009),

Hongkong, China, December 14-16, 2009

Berlin [u.a.] : Springer, 2010 S.823-39 (Advances in Intelligent and Soft Computing ; 66)

ISBN 978-3-642-10429-9

Jakob, W.

A general cost-benefit-based adaptation framework for multimeme algorithms.

Memetic Computing, 2(2010) S.201-18

DOI:10.1007/s12293-010-0040-9

Jakob, W.; Quinte, A.; Stucky, K.U.; Süß, W.

Fast multi-objective rescheduling of grid jobs to constrained resources by heuristics and evolution.

Wyrzykowski, R. [Hrsg.]

Parallel Processing and Applied Mathematics : 8th Internat.Conf. (PPAM 2009),

Wroclaw, PL, September 13-16, 2009, Revised Selected Papers, Part II S.21-30

Berlin [u.a.] : Springer 2010 (Lecture Notes in Computer Science ; 6068)

ISBN 978-3-642-14402-8

Jakob, W.; Möser, F.; Quinte, A.; Stucky, K.U.; Süß, W.

Fast multi-objective rescheduling of workflows to constrained resources using heuristics and memetic evolution.

Scalable Computing: Practice and Experience, 11(2010) Nr.2, S.173-88

Keller, H.

Kein Trend zum Einheitsauto.

VDI-Nachrichten, (2010) Nr.28/29, S.20

Keller, H.B.; Plödereder, E.; Dencker, P.; Klenk, H.; [Hrsg.]

Automotive - Safety & Security 2010 : Sicherheit und Zuverlässigkeit für automobile Informationstechnik,

Stuttgart, 22.-23.Juni 2010, Aachen : Shaker Verl., 2010

ISBN 978-3-8322-9182-3

Keller, H.B.

Innovationen dank softwarebasierter Fahrzeug-Funktionen. Beispiel einer neuronalen Regelung.

ATZ Elektronik, 5(2010) Nr.3, S.52-55

Keller, H.B.; Matthes, J.; Hunsinger, H.; Schönecker, H.

Optimierung der Feststoffverbrennung und des Abgasausbrands mit kamera- und bildbasierten Technologien.

Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonf., Berlin, 27.-28.Januar 2010

Thome-Kozmiensky, K.J. [Hrsg.]

Energie aus Abfall Bd.7 S.165-74, Neuruppin : TK Verl.Karl Thome-Kozmiensky, 2010

ISBN 978-3-935317-46-7

Keller, H.B.; Seifert, R.

PRO INNO II : Projekt Entwicklung einer Methodik zum zeitminimierten Austausch von gassensorischen Mikroarrays (ZAGAMA).

Projektteil Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur on-line-fähigen und

effizienten Auswertung, Kalibrierung und Defekterkennung von Sensorarrays.

Abschlussbericht 14.August 2010, Zeitraum 02.Juni 2008 bis 31.Mai 2010

Krakau, T.; Schönecker, H.; Keller, H.B.; Matthes, J.

Infrarotkameras zur Temperaturmessung bei thermischen Prozessen.

Euro Heat and Power, 39(2010) Nr.12, S.28-31

Li, S.; Isele, J.; Bretthauer, G.

Advanced robotics and automation researches.

Internat. Symp. on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS2010), Nagoya, J, March 8-11, 2010

ISBN 978-4-9905048-0-0

Li, S.; Isele, J.; Bretthauer, G.
Industry robot automated building prefabrication with product data model.
Internat.Symp.on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS2010), Nagoya, J, March 8-11, 2010
ISBN 978-4-9905048-0-0

Linnenbach, M.; Lehle, M.; Döpmeier, C.; Greceanu, C.; Mayer-Föll, R.
Themenpark Umwelt. Umwelt- und Erlebnisportal für die Öffentlichkeit in Baden-Württemberg.
Praxis des E-Government in Baden-Württemberg
Hrsg.v.d. Alcatel-Lucent Stiftung für Kommunikationsforschung u.a.
Stuttgart [u.a.] : Boorberg Verl., 2010 S.433-45
ISBN 978-3-415-04504-0

Lutz, R.; Geiger, W.; Schmitt, C.; Schreiber, M.
Information system on literature in the field of ICT for environmental sustainability.
Greve, K. [Hrsg.]
Integration of Environmental Information in Europe : 24th Internat.Conf.on Informatics for
Environmental Protection (ENVIROINFO 2010), Köln/Bonn, October 6-8, 2010
Aachen : Shaker Verl., 2010 S.104-11
ISBN 978-3-8322-9458-8

Lutz, R.; Schmitt, C.; Geiger, W.
Technisches Konzept der Forschungsinformationssysteme des EU-Projekts ICT-ENSURE.
Umweltinformationssysteme : Datenanforderungen und Informationsgewinnung zum
Themenbereich Umwelt und Gesundheit ;18.Workshop des Arbeitskreises 'Umweltinformationssysteme'
der Fachgruppe Informatik im Umweltschutz, Leipzig, 27.-28.Mai 2010
Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 2010 S.107-16 (Texte / Umweltbundesamt ; 57/2010)
Publ.online: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4042.pdf>

Maass, H.; Buschmann, J.; Cakmak, H.; Kühnapfel, U.; Schön, M.
VR-Simulator input devices with realistic passive force feedback as a low-cost
interface for cooperative training.
Proc.of the 24th Internat.Congress and Exhibition on Computer Assisted Radiology,
Geneve, CH, June 23-26, 2010
International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 5(2010) Suppl.1, S.S153
DOI:10.1007/s11548-010-0452-5

Maffei, A.; Hofmann, A.
From flexibility to true evolvability: an introduction to the basic requirements.
Industrial Electronics (ISIE) : 2010 IEEE Internat.Symp., Bari, I, July 4-7, 2010
Proc.on CD-ROM S.2658-63, Piscataway, N.J. : IEEE, 2010
ISBN 978-1-4244-63391-6
DOI:10.1109/ISIE.2010.5637821

Malarent, L.
Kameramodul für tiefe Geothermiebohrlöcher.
Geothermie Kongress 2010,Karlsruhe, 17.-19.November 2010

Martin, Th.; Gengenbach, U.; Ruther, P.; Paul, O.; Bretthauer, G.
Actuation of a triple-optics for an intraocular implant based on a piezoelectric bender and
a compliant silicon mechanism.
Borgmann, H. [Hrsg.]
Actuator 2010 : 12th Internat.Conf.on New Actuators, Bremen, June 14-16, 2010
Bremen : WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH, Div.Messe Bremen, 2010 S.81-84

Matthes, J.; Keller, H.B.; Schönecker, H.
Abfallverbrennung. Am Karlsruher Institut für Technologie wurde ein kamerabasiertes Werkzeug zur Optimierung thermischer Prozesse entwickelt.
Recycling Magazin, 65(2010) Nr.10, S.26-29

Matthes, J.; Waibel, P.; Keller, H.B.
Infrared camera based optimization of the Waelz process for zinc recycling.
2nd Internat.Symp.on the Processing of Zinc Ores and COncentrates, Cape Town, ZA, November 13, 2010
Falmouth : Minerals Engineering International (MEI), 2010

Matthes, J.; Waibel, P.; Keller, H.B.; Gehrmann, H.J.; Kolb, T.; Seifert, H.
Kamerabasierte Analyse und Regelung von Mehrstoffbrennern.
42.Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 12.-13.Oktober 2010
Beckmann, M. [Hrsg.]
Kraftwerkstechnik : Sichere und nachhaltige Energieversorgung Bd.2 S.715-25
Neuruppin : TK Verl.Karl Thome-Kozmiensky, 2010
ISBN 978-3-935317-57-3

Maurer, L.; Tochtermann, K.; Geiger, W.; Pillmann, G.
D8.2b final survey report.
ICT-Ensure - European ICT Environmental Sustainability Research
publ.in the web
<http://ict-ensure.tugraz.at/en/index.php/ensure/content/download/1018/6476/version/3/file/ICT-ENSURE+D8-2b+Final+Survey+Report.pdf>

Mayer-Föll, R.; Ebel, R.; Geiger, W.
Ausblick auf die geplanten F+E-Aktivitäten in der Phase VI von KEWA.
Mayer-Föll, R. [Hrsg.]
UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10
KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.191-99

Mayer-Föll, R.; Ebel, R.; Geiger, W.; [Hrsg.]
UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10
KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010)

Mikut, R.
Computer-based analysis, visualization, and interpretation of antimicrobial peptide activities.
Guiliani, A. [Hrsg.]
Antimicrobial Peptides : Methods and Protocols Totowa, N.J. : Humana Press, 2010 S.287-99
(Methods in Molecular Biology ; 618)
ISBN 978-1-60761-593-4

Mikut, R.
Data Mining für hochdimensionale Messsysteme.
Puente Leon, F. [Hrsg.]
Verteilte Messsysteme : Tagungsband des Expertenforums, Braunschweig, 24.- 25.März 2010
Karlsruhe : KIT Scientific Publ., 2010 S.1-12
ISBN 978-3-86644-476-8

Mikut, R.; Hilpert, K.

Short cationic host defense peptides: determination of sequence requirements for killing pseudomonas aeruginosa.

Advances in Biomedical Research : Proc.of the 7th WSEAS Internat.Conf.on Mathematical Biology and Ecology (MABE'10), the Internat.Conf.on Medical Physiology (PHYSIOLOGY'10) and the Internat.Conf.on Biochemistry and Medical Chemistry (BIOMEDCH'10), Cambridge, GB, February 23-25, 2010
WSEAS Press, 2010 S.327-29 (Recent Advances in Biology and Biomedicine)
ISBN 978-960-474-164-9

Möser, F.; Süß, W.; Jakob, W.; Quinte, A.; Stucky, K.U.

An assessment of heuristics for fast scheduling of grid jobs.

Cordeiro, J. [Hrsg.]

ICSOFT 2010 : Proc.of the 5th Internat.Conf.on Software and Data Technologies, Athinai, GR, July 22-24, 2010
Setubal : SciTePress, 2010 S.184-91
ISBN 978-989-8425-22-5

Nau, K.; Krug, H.F.; Kühnel, D.; Richter, V.; Steinbach, C.

Acquisition, evaluation and public orientated presentation of societal relevant data and findings for nanomaterials (DaNa).

2nd NanoImpactNet Conf., Lausanne, CH, March 9-12, 2010

Book of Abstracts -95 / 139 -

Otte, J.C.; Hartmann, V.; Pfeiffer, S.; Legradi, J.; Strähle, U.

Impacts of noxa on the early stages of vertebrate development: a systems biology approach. The Zebrafish Embryo Model in Toxicology and Teratology, Karlsruhe, September 2- 3, 2010

Pfeiffer, S.; Otte, J.C.; Schenker, T.; Feng, Z.

A new concept for analyzing multi-dimensional biomedical imaging data.

Bio-Image Analysis Workshop, Karlsruhe, 1.Oktober 2010

Pychynski, T.; Dullenkopf, K.; Bauer, H.J.; Mikut, R.

Modelling the labyrinth seal discharge coefficient using data mining methods.

Proc.of ASME Turbo Expo 2010 : Power for Land, Sea and Air, Glasgow, GB, June 14-18, 2010
CD-ROM Paper GT2010-22661, New York, N.Y. : ASME, 2010

Pylatiuk, C.; Ziegeler, B.; Pfriem, A.; Alshut, R.; Hötzel, S.; Reischl, M.; Liebel, U.; Schulz, S.; Bretthauer, G.

Automatisierung des Hochdurchsatz-Screenings von Zebrafischlarven.

Riener, R. [Hrsg.]

Automatisierungstechnische Verfahren für die Medizin : 9.Workshop, Zürich, CH, 29.-30.Oktober 2010
Düsseldorf : VDI-Verl., 2010 S.13-14
(Fortschritt-Berichte VDI : Reihe 17: Biotechnik/Medizintechnik ; 279)
ISBN 978-3-18-327917-3

Reischl, M.; Alshut, R.; Mikut, R.

On robust feature extraction and classification of inhomogeneous datasets.

Hoffmann, F. [Hrsg.]

Proc.20.Workshop Computational Intelligence, Dortmund, 1.-3.Dezember 2010
Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2010 S.2-12

(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ; Bd.33)

ISBN 978-3-86644-580-2

Rheinschmitt, L.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.

System integration of an active lens implant.

Gessner, T. [Hrsg.]

Smart Systems Integration : 4th European Conf.and Exhibition of Integration

Issues of Miniaturized Systems - MEMS, MOEMS, ICs and Electronic Components,

Como, I, March 23-24, 2010

Berlin [u.a.] : VDE-Verl., 2010 CD-ROM Paper 38

ISBN 978-3-8007-3208-1

Scherer, K.P.; Guth, H.; Graf, T.

Computer aided decision in cataract surgery.

Latest Trends on Systems : 14th WSEAS Internat.Conf.on Systems, Corfu, GR, July 22-24, 2010

Vol.1 S.196-200, WSEAS Press, 2010 (Mathematics and Computers in Science and Engineering)

ISBN 978-960-474-199-1

Schlachter, T.; Geiger, W.; Weidemann, R.; Zilly, G.; Ebel, R.; Tauber, M.; Sawade, A.;

Zetzmann, K.; Bachmann, V.; Köther, B.; Keil, D.; Müller, A.; Sattler, T.; Keim, U.

LUPO - Ausbau der Suchfunktionalität der Landesumweltportale und Vernetzung mit dem Umweltportal Deutschland.

Mayer-Föll, R. [Hrsg.]

UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung

wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in

neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10

KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.9-20

Schmidt, A.; Dickerhof, M.; Kimmig, D.

An approach to conveying fundamentals in the field of model-driven software development.

Ferreira Pires, L. [Hrsg.]

Future Trends of Model-Driven Development : Proc.of the 2nd Workshop in Conjunction with

ICEIS 2010, Funchal, P, June 8-12, 2010, Setubal : INSTICC Press, 2010 S.56-67

Schmidt, A.; Bittner, K.; Dickerhof, M.

Entwicklung einer neuen Methodik und eines entsprechenden Werkzeuges zur

qualitativen Inhaltsanalyse wissenschaftlicher Studien der Mikrosystemtechnik.

Forschung aktuell Karlsruhe : Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, 2010 S.64-65

Schmidt, A.; Kimmig, D.

The power of regular expressions in the software development process.

Clarke, P.J. [Hrsg.]

The IASTED International Conferences on Informatics 2010 : Software Engineering

and Applications (SEA 2010), Marina del Rey, Calif. November 8-10, 2010

CD-ROM S.312-16, Anaheim, Calif. : ACTA Press, 2010

ISBN 978-0-88986-851-9

Schmidt, A.; Fichter, M.; Klein, M.

Transformation von Produkten zwischen verschiedenen Versionen der Regelwelt

eines Produktkonfigurations.

Forschung aktuell Karlsruhe : Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, 2010 S.38-40

Schmitt, Ch.; Lutz, R.; Geiger, W.

The ICT-ENSURE information system on literature in the field of ICT for environmental sustainability.

Addendum to deliverable D 6.1. Project ICT ENSURE

<http://ict-ensure.tugraz.at/en/index.php/ensure/content/download/1025/6542/version/2/file/ICT-ENSURE+D6-1+Addendum+Literature+Database.pdf>

Schneider, H.; Geiger, W.; Lutz, R.
National European research programmes in the field of ICT for environmental sustainability.
Greve, K. [Hrsg.]
Integration of Environmental Information in Europe : 24th Internat.Conf.on
Informatics for Environmental Protection (ENVIROINFO 2010), Köln/Bonn, October 6-8, 2010
Aachen : Shaker Verl., 2010 S.93-103
ISBN 978-3-8322-9458-8

Seifert, R.; Keller, H.B.; Frank, K.; Kohler, H.
Batch-wise mathematical calibration of thermo-cyclically operated gas sensors
and application to CO data.
Wlodarski, W. [Hrsg.]
13th Internat.Meeting on Chemical Sensors (IMCS-13), Perth, AUS, July 11-14, 2010
Technical Digest S.385-86
ISBN 978-1-74052-208-3

Seifert, R.; Keller, H.B.; Matthes, J.
Online-Gasanalyse und Quellenlokalisierung mit innovativen Sensorsystemen.
Lebensmittelmonitoring mit Multigassensoren : 6.Workshop, Berlin, 7.Dezember 2010

Seifert, R.; Keller, H.B.; Frank, K.; Kohler, H.
ProCal - an efficient mathematical procedure for batch-wise calibration of gas sensors.
Wlodarski, W. [Hrsg.]
13th Internat.Meeting on Chemical Sensors (IMCS-13), Perth, AUS, July 11-14, 2010
Technical Digest S.291-92
ISBN 978-1-74052-208-3

Seifert, R.; Keller, H.B.; Matthes, J.; Waibel, P.; Frank, K.; Kohler, H.
ProSens - ein mathematisches Verfahren zur Analyse von N-Stoff-Gemischen bei
periodischer Variation der Arbeitstemperatur.
Tag der Offenen Tür, KIT Campus Nord, Karlsruhe, 25.September 2010

Seifert, R.; Keller, H.B.; Matthes, J.; Waibel, P.; Frank, K.; Kohler, H.
Zinnoxid-Multigassensoren zur chemischen Analyse: Betriebsweise, Wahl der
Additive und numerisches Auswerteverfahren.
Tag der Offenen Tür, KIT Campus Nord, Karlsruhe, 25.September 2010

Sieber, I.; Dickerhof, M.
Robust design approach in micro optics.
Wyrowski, F. [Hrsg.]
Photonics Europe : Optical Modelling and Design ; Proc.of the Conf., Bruxelles, B, April 13-15, 2010
Bellingham, Wash. : SPIE, 2010 Paper 77170H/1-9 (SPIE Proceedings Series ; 7717)
ISBN 978-0-8194-8190-0

Strubel, C.
Eiskühlung für eine Geothermie Bohrlochsonde.
Geothermie Kongress 2010,Karlsruhe, 17.-19.November 2010
Kongressband auf CD-ROM Berlin : Geothermische Ver., 2010
ISBN 978-3-932570-65-0

Valikov, A.; Vogel, K.; Hofmann, C.; Otterstätter, A.; Briesen, M.; Kazakos, W.; Seitz, S.;
Chaves, F.; Eisenla, M.; Usländer, T.; Döpmeier, C.; Greceanu, C.; Steger, C.; Pankow, H.G.;
Luginsland, H.; Ellmenreich, B.; Müller, M.; Schillinger, W.
disy Legato - Übersicht und Einsatzbeispiele für den Web-Mapping-Client im
Umweltinformationssystem Baden-Württemberg.

Mayer-Föll, R. [Hrsg.]

UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10
KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.31-42

Van Dorsselaer, D.

Bohrlochsondenmodul zur Herstellung klarer Sichtverhältnisse für eine Kamerainspektion.
Geothermie Kongress 2010, Karlsruhe, 17.-19. November 2010

Waibel, P.; Matthes, J.; Seifert, R.; Keller, H.B.

Kamerabasierte Messverfahren zur Bestimmung neuartiger Prozesskenngößen bei thermischen Prozessen.
Tag der Offenen Tür, KIT, Karlsruhe, 25. September 2010

Waibel, P.; Matthes, J.; Keller, H.B.

Segmentation of the solid bed in infrared image sequences of rotary kilns.
ICINCO 2010 : Proc. of the 7th Internat. conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics,
Funchal, P, June 15-18, 2010
CD-ROM Vol.1 S.217-20

Weidemann, R.; Grieß, C.; Jeske, U.; Klingele, M.

Das ökologische Baustoffinformationssystem WECOBIS.
Umweltinformationssysteme : Datenanforderungen und Informationsgewinnung zum Themenbereich Umwelt und Gesundheit ; 18. Workshop des Arbeitskreises 'Umweltinformationssysteme' der Fachgruppe Informatik im Umweltschutz, Leipzig, 27.-28. Mai 2010
Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 2010 S.39-47 (Texte / Umweltbundesamt ; 57/2010)

Weidemann, R.; Geiger, W.; Schlachter, T.; Zilly, G.; Ebel, R.; Hahn, R.; Herb, G.; Lehle, M.; Oppelt, A.; Prüeß, A.; Tauber, M.; Witt-Hock, J.; Lautner, P.; Türk, K.; Dombeck, T.; Bamikel, G.
FADO - Funktionale Konsolidierung des Fachdokumentenmanagements im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und Erschließung neuer Themenbereiche.

Mayer-Föll, R. [Hrsg.]

UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen Phase V 2009/10
KIT Scientific Reports, KIT-SR 7544 (August 2010) S.75-84

Werling, M.; Gröll, L.

From flatness-based trajectory tracking to path following.
2009 IEEE Intelligent Vehicles Symp., Xi'an, China, June 3-5, 2009
Piscataway, N.J. : IEEE, 2009 S.1271-75
ISBN 978-1-4244-3504-3
DOI:10.1109/IVS.2009.5164466

Werner, T.; Kargov, A.; Gaiser, I.; Bierbaum, A.; Schill, J.; Schulz, S.; Bretthauer, G.

Eine fluidisch angetriebene anthropomorphe Roboterhand.
at - Automatisierungstechnik, 58(2010) S.681-87
DOI:10.1524/auto.2010.0877

Wissmann, M.; Guttman, M.; Hartmann, M.; Hofmann, A.; Hummel, B.
Alternative mould insert fabrication technology for micromoulding by galvanic replication.
Courtois, B. [Hrsg.]
Collection of Papers Presented at the Symp.on Design, Test, Integration and
Packaging of MEMS/MOEMS (DTIP 2010), Sevilla, E, May 5-7, 2010
Grenoble : EDA Publ., 2010 S.278-83
ISBN 978-2-35500-011-9

Patent- und Offenlegungsschriften

Bergemann, M.; Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Guthoff, R.F.; Koker, T.; Rückert, W.
Künstliches Akkomodationssystem.
DE-OS 10 2005 038 542 (2007.02.22)
EP-OS 1 919 360 (2008.05.14)
CN-OS 101 257 848 (2008.09.03)
CN-PS 101 257 848 (2010.09.15)

Cakmak, H.; Fodor, R.; Klosek, H.
Vorrichtung zur bildgestützten Mammadiagnose und -therapie.
DE-OS 10 2005 048 049 (2007.04.19)
DE-PS 10 2005 048 049 (2010.04.27)

Gengenbach, U.; Koker, T.
Aktor auf der Basis geometrisch anisotroper Nanopartikel.
Actuator based on geometrically anisotropic nanoparticles.
DE-OS 10 2004 025 603 (2005.12.22)
EP-OS 1 748 952 (2007.02.07)
CN-OS 1 960 937 (2007.05.09)
US-PS 7 829 05 (2010.11.09)

Hunsinger, H.; Keller, H.; Matthes, J.
Verfahren zur Dioxinminderung in Verbrennungsanlagen.
DE-PS 10 2009 014 931 (2010.12.16)
WO-OS 2010/108627 (2010.09.30)

Keller, H.; Matthes, J.; Waibel, P.
Verfahren zur Erkennung und Bewertung des Gutbetts in Drehrohrreaktoren.
DE-OS 10 2007 051 546 (2009.05.07)
EP-PS 2 055 376 (2010.05.05)

Keller, H.; Matthes, J.
Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung einer Partikelumwandlungsintensität.
DE-OS 10 2008 027 336 (2009.12.17)
WO-OS 2009/146849 (2009.12.10)
DE-PS 10 2008 027 336 (2010.03.01)

Vorträge, die nicht in gedruckter Form vorliegen

Alshut, R.; Mikut, R.; Legradi, J.; Liebel, U.; Strähle, U.; Reischl, M.
Automated evaluation of images and image sequences for high-throughput screening of zebrafish.
The Zebrafish Embryo Model in Toxicology and Teratology, Karlsruhe, September 2- 3, 2010

Beck, C.; Schulz, B.; Nagel, J.A.; Guth, H.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.
Low duty cycle inter-implant communication of the artificial accommodation system.
3rd Internat.Symp.on Applied Sciences on Biomedical and Communication
Technologies (ISABEL 2010), Roma, November 7-10, 2010

Benner, J.; Geiger, A.; Häfele, K.H.
Concept for building licensing based on standardized 3D geo information.
5th 3D GeoInfo Conf., Berlin, November 3-4, 2010

Häfele, K.H.
Konzept zur Nutzung von IFC Gebäudemodellen zur Bauantragsprüfung.
14.buildingSMART Forum, Berlin, 29.September 2010

Hilpert, K.; Ruden, S.; Hancock, R.; Mikut, R.
Discovery of novel short cationic antimicrobial peptides with therapeutic potential
by combining medium throughput screening and different QSAR approaches.
MipTec Drug Discovery Conf.and Exhibition, Basel, CH, September 20-24, 2010
Journal of Peptide Science, 16(2010) Suppl.1, S.149 (Abstract)

Jakob, W.
A general cost-benefit-based adaptation framework for multimeme algorithms.
Workshop 'Crossing the Chasm for Evolutionary Computation' im Rahmen der LION'4,
Venezia, I, January 18-22, 2010

Keller, H.
Kamerabasierte Technologien zur Optimierung von Drehrohranlagen / Brenner im Zementbereich.
Vortr.: Polysius AG, Beckum, 14.Juli 2010

Keller, H.B.; Matthes, J.; Schönecker, H.
Application of infrared cameras with flame filter for optimization of the
combustion efficiency-control in grate systems.
Energy from Biomass and Waste : Internat.Conf., London, GB, January 26-27, 2010
Book of Abstracts

Keller, H.B.; Matthes, J.; Seifert, R.; Frank, K.; Kohler, H.
Innovative Kalibrier- und Auswerteverfahren für Gassensorsysteme.
Sensorsysteme 2010 : 10th Leibniz Conf.of Advanced Science, Lichtenwalde, October 7-8, 2010
Book of Abstracts S.13

Keller, H.B.; Matthes, J.; Seifert, R.; Gröll, L.; Frank, K.; Kohler, H.
Innovative Kalibrier- und Auswerteverfahren zur Gasanalyse mit thermozyklisch
betriebenen Metalloxid-Gassensoren.
Internet-Präsentation, Leibniz-Institut für interdisziplinäre Studien
http://www.leibniz-institut.de/ss2010/keller_innovative_kalibrier-und_auswerteverfahren.pdf

Keller, H.B.; Matthes, J.; Hunsinger, H.; Schönecker, H.
Optimierung des Abgasausbrands in der thermischen Verwertung von Abfall und sonstigen Brennstoffen.
Waste to Energy 2010 : Internationale Fachmesse und Konferenz für Energie aus Abfall und Biomasse, Bremen, 5.-6.Mai 2010

Martin, Th.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.
Which physical actuation principles are suitable for driving the optics of an implantable mechatronic accommodation system?
World Ophthalmology Congress (WOC 2010), 32nd Internat.Congress of Ophthalmology, 108th DOG Congress, Berlin, June 5-9, 2010, Book of Abstracts

Mikut, R.
Erhöhung der Interpretierbarkeit bei Data-Mining-Projekten in der Biologie.
Vortr.: Universität Dresden, 4.Juni 2010

Nagel, J.; Gengenbach, U.; Guth, H.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.
Simulation of hte accomodation demand to estimate the power consumption of the artificial accommodation system.
World Ophthalmology Congress (WOC 2010), 32nd Internat.Congress of Ophthalmology, 108th DOG Congress, Berlin, June 5-9, 2010, Book of Abstracts S.132

Nagel, J.A.; Sieber, I.; Gengenbach, U.; Guth, H.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Investigation of thermoelectric power supply for the artificial accommodation system.
3rd Internat.Symp.on Applied Sciences on Biomedical and Communication Technologies (ISABEL 2010), Roma, November 7-10, 2010

Nau, K.; Krug, H.F.; Kühnel, D.; Mathes, B.; Richter, V.
Acquisition, evaluation and public orientated presentation of societal relevant data and findings for nanomaterials (DaNa).
Nanotoxicology 2010, Edinburgh, GB, June 2-4, 2010, Book of Abstracts S.113

Obermaier, G.; Kautt, M.; Bittner, K.; Anson, S.; Minev, R.; Axcarate, S.; Brousseau, E.; Dimov, S.
The future of multimaterial nanotechnologies: will it be complex or magic?
Commercialization of Micro and Nano Systems Conf. (COMS 2010), Albuquerque, N.M., August 29 - September 2, 2010

Pfriem, A.; Schulz, S.; Liebel, U.; Gursky, E.; Bretthauer, G.
MARAS - Mehrachs Roboter Automatisierungs System.
Mechatronik Karlsruhe, Karlsruhe, 19.-20.Mai 2010

Pfriem, A.; Pylatiuk, C.; Ziegner, B.; Alshut, R.; Legradi, J.; Hötzel, S.; Gursky, E.; Liebel, U.; Schulz, S.
New high-throughput automation tools for zebrafish analysis.
The Zebrafish Embryo Model in Toxicology and Teratology, Karlsruhe, September 2- 3, 2010

Reischl, M.; Hartmann, K.; Alshut, R.; Liebel, U.; Mikut, R.
Automated detection of zebrafish larvae tissues and morphologies in microscopic images using definiens.
1st Internat.Definiens Symp., Madrid, E, October 7-8, 2010

Reischl, M.; Alshut, R.; Legradi, J.; Strähle, U.; Bretthauer, G.; Mikut, R.; Liebel, U.
Automated readout of zebrafish assays by means of automated microscopy and
image processing.
1st European Zebrafish Meeting, Padova, I, March 18-21, 2010, Book of Abstracts S.36

Reischl, M.; Alshut, R.; Liebel, U.; Strähle, U.; Rudolf, R.; Mikut, R.
Segmentation, feature extraction and data mining of microscopic images.
Bio-Image Analysis Workshop, Karlsruhe, 1. Oktober 2010

Rheinschmitt, L.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guth, H.
Künstliches Akkommodationssystem - Kapselung eines aktiven intraokularen Implantats.
Vortr.: Doktorandenseminar, Friedrich Schiller Universität Jena, 7. Mai 2010

Rheinschmitt, L.; Ritter, F.; Nagel, J.A.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Optimized sensor concept for the artificial accommodation system.
World Ophthalmology Congress (WOC 2010), 32nd Internat. Congress of Ophthalmology,
108th DOG Congress, Berlin, June 5-9, 2010, Book of Abstracts S.132

Sieber, I.
Fehlertolerantes Design mikrooptischer Systeme.
GI/GMM-Fachausschuss EM: Entwurf von Mikrosystemen, Diskussionstagung, Itzehoe, 3. Mai 2010

Tekdal-Emniyeti, E.; Haefele, K.H.; Isele, J.
Preliminary results of semantic 3D modelling of Seddülbahir Fortress using
laser scanning data.
15th Internat. Conf. on Cultural Heritage and New Technologies, Wien, A, November 15-17, 2010
Book of Abstracts S.101-102

Werling, M.; Gröll, L.
Trajektorientierung und -stabilisierung in zeikritischen Verkehrsszenarien.
Tagung des GMA-Fachausschusses 1.40: Theoretische Verfahren der Regelungstechnik,
Anif, A, September 19-22, 2010

Wiegand, R.; Schmitz, B.; Schulz, S.; Bretthauer, G.
Entwicklung eines speziellen Fluidaktors zur Unterstützung der
Ellenbogenfunktion für das OrthoJacket.
Mechatronic Karlsruhe, Karlsruhe, 19.-20. Mai 2010

Wolf, M.A.; Chomkhamsri, K.; Döpmeier, C.; Kusche, O.; Pant, R.; Pennington, D.
International reference life cycle data system (ILCD) data network.
Internat. Conf. on EcoBalance, Tokyo, J, November 9-12, 2010

Zhivov, A.; Winter, K.; aLlgeier, S.; Guthoff, R.; Stachs, O.; Köhler, B.
Quantification of confocal images of the subbasal nerve plexus of the cornea as
a non-invasive staging parameter for diabetic neuropathy.
20th Annual Meeting of the Diabetic Neuropathy study Group of the EASD (Neurodiab XX),
Stockholm, S, September 17-19, 2010

