

KIT SCIENTIFIC REPORTS 7554

Jahresbericht 2009

Institut für Angewandte Informatik

Horst Haffner (Hrsg.)

Horst Haffner (Hrsg.)

Jahresbericht 2009

Institut für Angewandte Informatik

Karlsruhe Institute of Technology
KIT SCIENTIFIC REPORTS 7554

Jahresbericht 2009

Institut für Angewandte Informatik

Horst Haffner
(Hrsg.)

Report-Nr. KIT-SR 7554

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 2010
Print on Demand

ISSN 1869-9669

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung	3
Kurzfassung	4
Programm Atmosphäre und Klima (ATMO)	7
Chemische Budgets und Chemie-Klima-Wechselwirkungen	7
Programm Rationelle Energieumwandlung und –nutzung (REUN)	9
Simulation und Messtechnik	9
Programm Erneuerbare Energien (EE)	13
Effiziente Nutzung geothermischer Energie	13
bioliq Pilotanlage	16
Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft	19
Energiesystemanalyse (TIG/ESA)	19
Effiziente Energieumwandlung und -nutzung	19
Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft	21
Schlüsseltechnologien und Gesellschaft (TIG/ST)	21
Nachhaltige Entwicklung	21
Programm BioInterfaces (BIF)	25
Biologische Schlüssel-moleküle	25
Programm Nano- und Mikrosysteme (NANOMIKRO)	29
Systemintegration	29
Photonische Systeme	37
Programm Wissenschaftliches Rechnen (WIRE)	39
Simulation im Grid	39
Verteiltes Lernen im Grid-System	40
Literaturverzeichnis	45
Publikationen in ISI Journal Citation Reports referierten Zeitschriften	45
Zeitschriftenartikel und Vorträge, die in gedruckter Form vorliegen	46
Patent- und Offenlegungsschriften	58
Vorträge, die nicht in gedruckter Form vorliegen	60

Einführung

Das Institut für Angewandte Informatik (IAI) ist eine Organisationseinheit der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (seit 01. Oktober 2009 Karlsruher Institut für Technologie – KIT –, Campus Nord), die ihrerseits Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. ist. 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 Wissenschaftliches Rechnen (WIRE) erarbeitet. Die FuE-Vorhaben umfassen alle Entwicklungsphasen vom Konzeptentwurf bis zur Prototypenherstellung 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 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 Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik der Universität (TH) Karlsruhe ist.

Am 31.12.2009 waren im Institut für Angewandte Informatik 71 wissenschaftliche Mitarbeiter, 8 sonstige Mitarbeiter, 9 Doktoranden, 23 DHBW-Studenten und 5 Auszubildende beschäftigt.

Nach einem kurzen Überblick über die Arbeiten des Instituts wird über die Ergebnisse im Jahre 2009 berichtet, die Einordnung erfolgt entsprechend der Zuordnung der Vorhaben zu den Programmen des Forschungszentrums. Es schließt sich ein Verzeichnis der im Berichtszeitraum erschienenen Publikationen des Instituts an.

Kurzfassung

Programm ATMO

Für das neue GLORIA-System (GLObal Radiance Limb Imager for the Atmosphere – Air Borne version), das in den nächsten Jahren im Forschungsflugzeug HALO messen wird, wurde für die vorhandene Datenbank-anwendung zur Berechnung von Level-1-Daten das plattformunabhängige Schnittstellenmodul um wesentliche neue Elemente erweitert. Daneben wurden Module für die Visualisierung der Mess- und Ergebnisdaten entwickelt, bei denen einzelne Datensätze auf schnelle Weise interaktiv aus großen Datenblöcken selektiert und zur Validierung einander gegenübergestellt werden können.

Programm REUN

Im Bereich der thermischen Verwertung von Abfällen (**Innovative Prozessführung**) sowie besonders bei technischen Verbrennungsprozessen mit Ersatzbrennstoffen bestehen merkliche Optimierungspotentiale. Durch den Einsatz von Infrarot- und Videokameras als innovative Sensoren und die Entwicklung spezifischer kamerabasierter Auswerteverfahren können neue, den Zustand des Verbrennungsprozesses charakterisierende Kenngrößen berechnet werden. Im Rahmen der Untersuchungen zum Verbrennungsverhalten von Ersatzbrennstoffen wurden umfangreiche Messungen an industriellen Zementanlagen durchgeführt.

Programm EE

Im Vorhaben **Semantische Datenmodelle für die Geothermie und das Bauwesen** wurden die bisher betrachteten Domänen um die Geothermie erweitert. Nach den bisherigen Recherchen erweist sich das semantische Modell GeoSciML für den Bereich der Geologie als geeignet.

Die Arbeiten der BuildingSmart Allianz zum Thema Coordination View, der Definition einer Untermenge von IFC für spezielle Belange, wurden konzeptionell und in der Anwendung maßgeblich gefördert. Die CityGML-ADE (Application Domain Extension) Tunnel wurde vom IAI federführend entwickelt und zur Standardisierung beim OGC eingereicht. Zum Austausch kommunaler Bauleitpläne wurde XPlanung Version 4.0 spezifiziert. Die Softwareanwendung IFCEXplorer wurde an alle neuen Versionen angepasst und um GeoSciML-Funktionen erweitert.

Für den Geothermie Bohrlochsonden Baukasten ergab die Prüfung von Peltierelementen, dass dieses Kühlprinzip wegen des schlechten Wirkungsgrads beim erforderlichen Temperaturhub nicht funktioniert. Außerdem wurden - noch nicht abschließend - Möglichkeiten der Breitbandübertragung aus dem bis zu 200°C heißen Bohrloch untersucht.

Die Pyrolyseanlage im Projekt **bioliq** dient zur Herstellung von Slurry (Gemisch aus Pyrolyseöl und Koks) aus trockener Biomasse. Neben der erfolgreichen Inbetriebnahme der Leit- und der Automatisierungstechnik dieser Anlage bildete im Jahr 2009 die Optimierung der Regelkreise einen Schwerpunkt der Arbeiten. Speziell für die Liftpipe und die Brennkammer wurden hierzu Modelle entwickelt, die ein tieferes Prozessverständnis ermöglichen. Die theoretischen Arbeiten wurden dabei durch Auswertung der experimentellen Arbeiten begleitet, in denen vorwiegend statische nichtlineare Zusammenhänge und niedrigdimensionale lineare dynamische Zusammenhänge teils mit Totzeiten versehen, zwischen ausgewählten Prozessgrößen ermittelt werden konnten.

Programm TIG

In 2009 wurden die Arbeiten zur Kartierung von Rotationskörpern aus Tiefenbildern abgeschlossen, die neuen Algorithmen anhand quantitativer Leistungskriterien verglichen und dokumentiert. Als Hauptziel des Vorhabens **Mobile Inspektion** für die POF-II-Periode wurde die Entwicklung neuer Methoden und IT-Werkzeuge definiert, um die Planung und Überwachung der Energieeffizienz von Gebäuden und Siedlungen zu verbessern. Dies wird in Kooperation mit ITAS, mit Hilfe exergo-ökologischer Modellierung und quantitativer Thermographie auf der Grundlage gemeinsamer semantischer Datenmodelle erfolgen.

Im Vorhaben **Informatik für Lebenszyklusuntersuchungen und Umweltinformationssysteme** werden innovative Wissensverarbeitungs- und Informationsmanagement-Methoden für die bessere Vernetzung und Bereitstellung von Informationen für Lebenszyklusuntersuchungen sowie von Umweltinformationen eingesetzt und weiterentwickelt. U.a. wurde hier das für die EU entwickelte Austauschformat ILCD für LCA-Daten funktional wesentlich erweitert. Zur internationalen Verbreitung des Formats trägt auch die an das neue Format angepasste LCA-Datenhaltungsplattform bei, die bereits von der EU als auch von Malaysia eingesetzt wird. Über einen Kooperationsvertrag mit der EU und dem KIT wurde Brasilien in die Weiterentwicklung von ILCD eingebunden. Im Bereich Umweltinformationssysteme wurden Methoden zur semantischen Informationsmodellierung und zur raumbezogenen Suche entwickelt und erprobt.

Programm BIF

Im Vorhaben **Biosignalanalyse** wurden im Rahmen des Helmholtz-Programms BioGrenzflächen gemeinsam mit dem Institut für Toxikologie und Genetik (ITG) und dem Institut für Biologische Grenzflächen (IBG) Daten aus Hochdurchsatz-Experimenten analysiert. Die Schwerpunkte der Arbeit bilden Verfahren zur High-Throughput-Bildanalyse und zur Analyse von Antibakteriellen Peptiden. In der High-Throughput-Bildanalyse wurden Promoter-Enhancer-Interaktionen beim Zebrafisch untersucht, die in einem Beitrag in der renommierten Fachzeitschrift *Nature Methods* publiziert wurden. Für die Wirksamkeitsanalyse Antibakterieller Peptide wurden regelbasierte und somit interpretierbare QSAR-Modelle (Quantitative Struktur-Aktivitäts-Analyse) entwickelt, die auf molekularen Deskriptoren und Fuzzy-Termen basieren. Mit einer umfassenden statistisch basierten Merkmalsselektion ist es möglich, die Relevanz der Merkmale aufzuzeigen und eine kleine Gruppe relevanter Merkmale auszuwählen. Zudem wird die freie MATLAB-Toolbox Gait-CAD für Data-Mining-Analysen von Einzelmerkmalen und Zeitreihen weiterentwickelt.

Ziel des Projektes **Bio-Analyse-Systeme des BioRobotLab** ist die Entwicklung von Robotersystemen zur wirtschaftlichen Automatisierung von routinemäßigen Analysevorgängen in der Biologie und Genetik. In der zurückliegenden Projektphase konnten bereits zwei Roboter-Systeme ihren Probetrieb aufnehmen: ein vollautomatisches Zebrafisch-Ei-Sortiersystem und ein Multikamerakopf-System zur parallelen und damit beschleunigten Bilddatenerfassung.

Programm NANOMIKRO

Die umfassende Systemsicht ist bei der Konzeption von Maschinen und Montagelinien und der Übertragung der Montageprozesse hierauf unerlässlich. Dies gilt insbesondere im Bereich der Feinwerktechnik über die Mikrosystemtechnik bis hin zur Nanotechnologie. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei der Schnittstelle zwischen Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie zu (Mikro-Nano-Integration). Im Bereich Mikrohandhabung wurde als erstes Beispiel eines hochintegrierten Mikrofertigungsmoduls ein Mikrofingergreifer entwickelt. Dieser ist modular aufgebaut und kann als Technologieträger zur Untersuchung verschiedener Mikrosensor- und -aktorkonzepte verwendet werden. Weiterhin bietet er die Grundlage für die Integration einer lokalen Steuereinheit auf Modulebene, um so neue verteilte Steuerungskonzepte für innovative Montagesystemarchitekturen zu untersuchen.

In der Mikro-Nano-Integration wurde ein Prozess zur Anordnung eines Bucky-Papers aus halbleitenden Kohlenstoff-Nanoröhren auf Elektrodenstrukturen entwickelt.

Im Vorhaben **Digitale Bildverarbeitung** wird in enger Zusammenarbeit mit der Universität Karlsruhe (Institut für Angewandte Informatik / Automatisierungstechnik) das digitale Bildverarbeitungssystem DIPLOM (Digital Image Processing Library for Microstructures) erweitert. Es wurden neue Registrierverfahren zur Erzeugung von Mosaikbildern für scannende hochauflösende Messsysteme im Mikro- und Nanobereich (z.B. AFM, LSM, ...) entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt war die Entwicklung und Evaluierung verschiedener Methoden zur automatischen Segmentierung von speziellen Nano- und Mikrostrukturen.

Ein wichtiger Bestandteil bei der systemtechnischen Umsetzung der Mikro- und Nanotechnologie in Produkte ist die bedarfsgerechte Bewertung bzw. strukturierte Charakterisierung von Nano- und Mikrotechnologien bzw. -komponenten entlang des Produktlebenszyklus. Die Bandbreite reicht dabei von der Entwicklung der Systeme über die Analyse von Markteinführungsbarrieren z.B. der Nanotechnologien bis zur Analyse von Nutzungsrisiken wie der Toxizität von Nanopartikeln. Die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Erfassung, Modellierung, Simulation bzw. Analyse von anwendungs- und prozessbezogenen Daten sowie die Entwicklung von Methoden zur Abstraktion heterogener Informationen aus wissenschaftlichen Quellen bzw. Forschungsprojekten und Studien bildeten die Schwerpunkte der Arbeiten im Vorhaben **Modellierung, Design und Simulation von Nano-Mikrosystemen und -prozessketten**.

Auf dem Gebiet der Optik des Künstlichen Akkommodationssystems wurde 2009 analog zur bekannten Alvarez-Humphrey-Linse eine Linse entworfen und ausgelegt, deren Brechkraft durch Rotation ihrer zwei Linsenteile gegeneinander verändert werden kann. Eine entsprechende Patentanmeldung dazu wurde eingereicht. Weiterhin wurde für eine aktive Triple-Optik im Maßstab 2:1 (im Verhältnis zum Zielsystem) ein Aktorsystem auf der Basis piezoelektrischer Biegeaktoren und Festkörperlagerungen entworfen. Im Rahmen der Untersuchungen zur drahtlosen Energieübertragung wurde eine Testumgebung für das Energiemanagement entwickelt. Für die Häusung des Künstlichen Akkommodationssystems wurde Glas als Gehäusewerkstoff und Laserlöten als Fügetechnologie untersucht. Nach der Fertigstellung von Demonstrator II wurden erste Arbeiten an dem Konzept zum Demonstrator III durchgeführt. Zur entwicklungsbegleitenden Überprüfung der Konzepte wurde eng mit der Universitätsaugenklinik Rostock zusammengearbeitet.

Programm WIRE

Im Vorhaben **Optimierung und Ressourcenmanagement im Grid** standen die Arbeiten 2009 neben wichtigen Ergänzungen zum global optimierenden Resource Broker GORBA im Zeichen der neuen Ziele zur Entwicklung eines adaptiven Resource Brokers und von serviceorientierten Umgebungen. Ein Satz von Kennzahlen zur Beschreibung des Gridzustands und Benchmarktests zu neu implementierten Optimierungsverfahren für das Grid Scheduling sowie die Realisierung einer servicebasierten Kopplung von Optik- und FEM-Simulatoren für eine Anwendung aus der Mikrooptik sind die wesentlichen Ergebnisse in diesen beiden Gebieten.

Ziel der Arbeiten im Vorhaben **Verteiltes Lernen im GRID-System** ist die Simulation und Visualisierung von humanoiden Datenmodellen für verteilte Ausbildungs- und Trainingsnetzwerke in GRID-Umgebungen. Alle Software-Module (Modellierung, Simulation, Segmentierung, Visualisierung), die bisher als Insel-Lösungen und Einzelplatz-Systeme verfügbar waren, wurden für Grid-Architekturen portiert und in GridKA prototypisch installiert.

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM JAHR 2009

Programm ATMO: Atmosphäre und Klima

Chemische Budgets und Chemie-Klima-Wechselwirkung

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 abbildendes Fourier-Spektrometer mit einem Detektorfeld (128 x 128 Pixel) eingesetzt.

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

Neben dem Entwurf der Datenbanken findet die Neu- und Weiterentwicklung von Benutzerprogrammen und -modulen zur Unterstützung der Auswertung der GLORIA-Daten statt. So wurde das plattformunabhängige Datenbank-Schnittstellen-Modul für das vorhandene OLAF-Werkzeug (Optimierte Level-1-Auswertung für die Fernerkundung) um weitere Datenbank-Speicherelemente erweitert.

Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten ist die Visualisierung der Mess- und Ergebnisdaten mittels geeigneter Visualisierungssysteme. Hierfür wurde der prototypische Datenscanner weiterentwickelt, welcher es ermöglicht, die durch die Messung schichtweise dreidimensional vorliegenden Datensätze entweder einzeln oder automatisiert als zeitliche Animation zu durchlaufen und darzustellen. Bei den Daten handelt es sich um Interferogramme, deren Werte von dem Detektorfeld gemessen wurden. Während der Messzeit von 21-40s werden ca. 50.000-100.000 Aufnahmen (Slices) von diesem Detektorfeld geliefert. So entstehen Datenquader mit einer Größe von ca. 1-2GB.

Abbildung 1 zeigt die Benutzungsoberfläche des Datenscanners. Für eine ausgewählte Aufnahme sind die einzelnen Elemente des Detektorfeldes in Form einfacher quadratischer Flächen abgebildet. Jedem Quadrat ist das zugehörige Interferogramm hinterlegt, dessen aktueller Aufnahmewert als Grauwert zu sehen ist. Dunkle Quadrate entsprechen hohen Werten, helle Quadrate niedrigen Werten. Zusätzlich können die Werte mit Farben beliebiger Farbtabelle belegt werden.

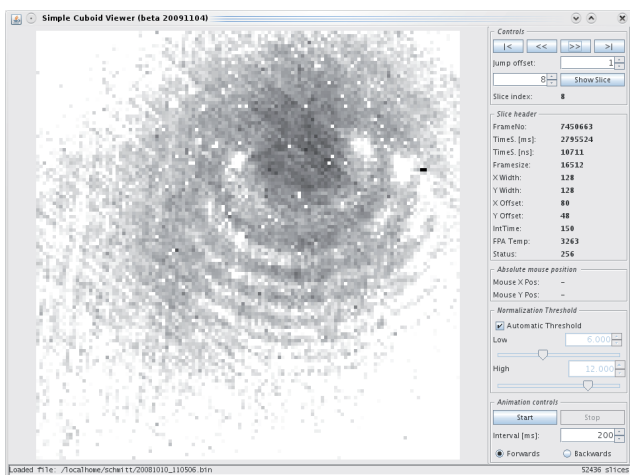


Abb. 1: Datenscanner mit Grauwertdarstellung

insgesamt dunkler. Beide Fälle bieten eine weitere Möglichkeit zur Interpretation der Werte einer Aufnahme, indem die Extremwerte leichter zu erkennen sind.

Die hinterlegten Interferogramme können nach Selektion eines oder mehrerer Quadrate in einem einfachen Linienplot dargestellt und miteinander verglichen werden.

Neben der zweidimensionalen Darstellung einzelner Aufnahmen wurden Untersuchungen zur Visualisierung im Raum durchgeführt. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen denselben Datensatz wie Abbildung 1 als dreidimensionale Visualisierung. In Abbildung 2 werden einfache Flächen im Raum verwendet, welche die aktuellen Werte des zugehörigen Infrarotspektrums durch einen Farbwert und durch die Position in Z-Richtung abbilden. In Abbildung 3 werden die Spektralwerte durch die Position in Z-Richtung, durch einen Farbwert sowie den Radius einer Kugel repräsentiert. Aufgrund der Schattierung der Kugeln erscheinen die Farben

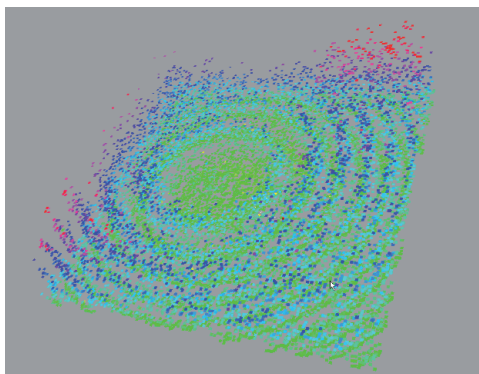


Abb. 2: Werte des Detektorarrays als 3D-Flächen

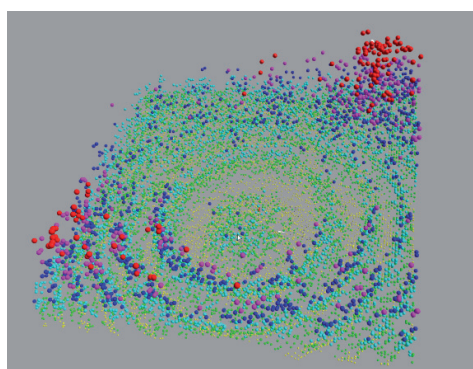


Abb. 3: Werte des Detektorarrays als 3D-Kugeln

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 etc. erfordert bei der Erzeugung von Energie mittels Verbrennungsprozessen eindeutigere Information über den Zustand, um eine gleichmäßige Verbrennung (energetische Effizienz), die Beherrschung von prozess-bedingten Schadstoffen und die Senkung der Betriebs- und Investitionskosten auf Basis berechenbarer Kenngrößen realisieren zu können.



Abb. 4: Ruß-Rost-Klassifikation Abgasausbrandzone (bewegungsbasierte Segmentierung) Integration in das INSPECT-System

Zusätzlich wurde mit Untersuchungen zur spektroskopischen Emission von Rußbelägen begonnen, um dem Zusammenhang zwischen Rußbelagszuständen und den notwendigen Abreinigungszyklen zur Dioxinminderung nachzugehen.

Für das Metallrecycling (Zink) benötigen die Verfahren zur Kenngrößenberechnung eine exakte Segmentierung des Schlackebetts. Hierzu wurden neue Verfahren untersucht und ein Algorithmus zur Gutbettsegmentierung in Drehrohröfen basierend auf Optischem Fluss und geometrischer Entzerrung entwickelt und erfolgreich validiert.

Bei Multi-Fuel-Brennern wurden grundlegende Untersuchungen zum Verbrennungsverhalten durchgeführt. Im Rahmen einer mehrwöchigen Messkampagne an der Versuchsanlage BRENDA (Campus Nord) erfolgte die Analyse des Flammenverhaltens bei Veränderungen von Dralleinstellungen, Luftzufuhr und Kohlezusammensetzung in Kooperation mit ITC. Für die Bildaufnahme wurde eine logarithmisch messende CMOS-Kamera (Loglux) genutzt. Auf der Basis der Bilddaten erfolgte eine Entwicklung von Bildverarbeitungsalgorithmen für eine zuverlässige Flammensegmentierung und die Extraktion bildbasierter Kenngrößen (intensitätsbasierte, geometriebasierte und dynamikbasierte Größen) zur Beschreibung der Flamme bzw. des Brennerzustands. Anschließend erfolgte eine Analyse von Zusammenhängen der bildbasierten Daten mit den Brenneinstellungen und konventionellen Messdaten der Anlage.

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

Vorgehensweise und Konzept werden an industriellen Anlagen als auch an den Anlagen des KIT entwickelt und die Ergebnisse im Rahmen von Kooperationen bei industriellen Anlagen zur Anwendung gebracht.

Die videobasierte Flammenanalyse mit dem INSPECT System konnte zusammen mit einem Industriepartner erfolgreich umgesetzt werden. Weitere Ziele sind die videobasierte energetische Optimierung der Abfallverbrennung im Hauptverbrennungsbereich.

Für das INSPECT System wurden Erweiterungen in Form eines Aufnahmetools und eines Gateways für eine CMOS-Kamera (Loglux) realisiert. Damit konnte die logarithmisch messende CMOS Kamera direkt in das INSPECT System integriert werden.

Das Verfahren zur Gasphasenanalyse (CO) an Anlagen der TAB wurde an der Anlage Schweinfurt im Rahmen von Messkampagnen in Zusammenarbeit mit ITC validiert und weiter entwickelt. Dabei konnte insbesondere die Diskriminierung bzgl. rußender Bereiche und der Durchblick auf den Rost verbessert werden.

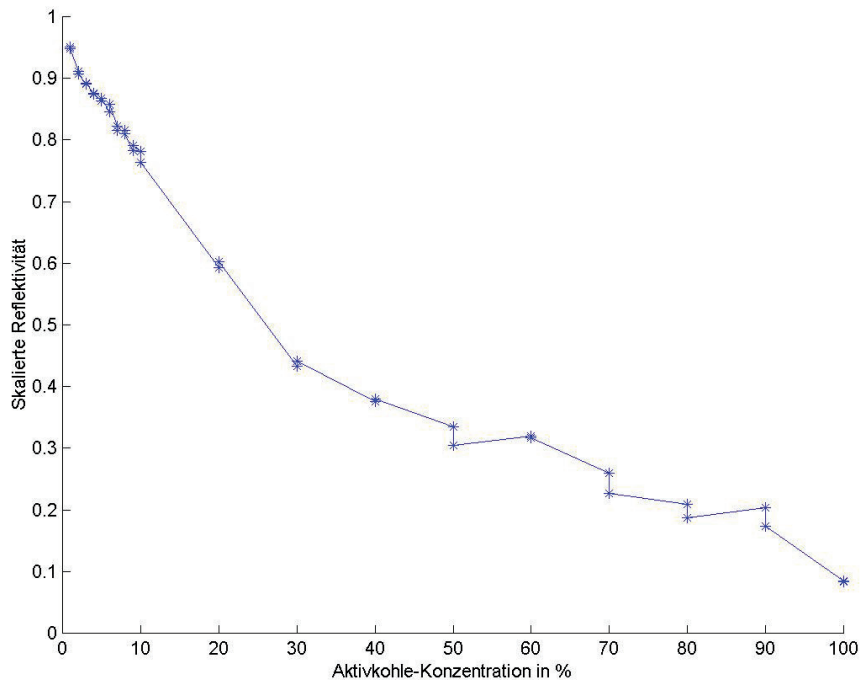


Abb. 5: Online-Beobachtung des Ruß-/Aktivkohlegehalts an Oberflächen im Abgaszug/Gewebefilter von Verbrennungsanlagen für die adaptive Regelung von Abreinigungszyklen zur Dioxin-Minderung mit Video-Kamera (Ergebnisse der Labor-Vorversuche).

Komplexe Prozesszustände bei der Vergasung und Verbrennung erfordern eine gleichförmigere Bewertung der sich dynamisch verändernden Anteile in den Kamera-basierten Informationen. Hierzu wurde mit der Entwicklung neuer Verfahren zur Detektion prozessrelevanter Regionen in Video- und IR-Aufnahmen thermischer Prozesse begonnen. Es erfolgten Untersuchungen zu dynamischen Texturen in Bildsequenzen als zusätzliches Bildmerkmal für die Segmentierung und deren Umsetzung in Form einer Level-Set basierten Segmentierung. Der Vorteil einer Level-Set-basierten Segmentierung im Gegensatz zum schwellwertbasierten Verfahren besteht darin, dass die Länge der Kontur sowie die Fläche als Parameter bei der Segmentierung direkt - durch Integration in ein zu optimierendes Energiefunktional - mit genutzt werden können. Dies bewirkt eine glattere Kontur und unterdrückt „Ausfransungen“. Des Weiteren lässt sich die Information zur Lage der Flamme aus dem vorangegangenen Bild zur Segmentierung im aktuellen Bild nutzen. Die gezeigten Bilder entstammen aus den Untersuchungen an der BRENDA-Versuchsanlage.

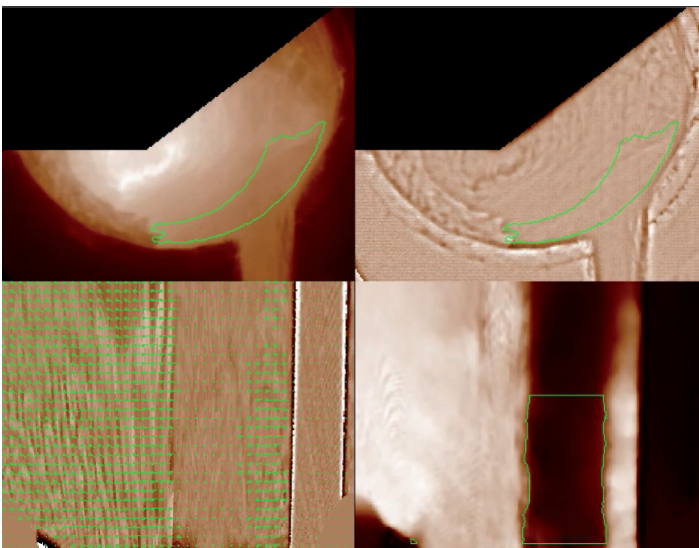


Abb. 6: Schlacke-/Gutbett-Detektion-Drehrohr (bewegungs-basierte Segmentierung)

Es zeigte sich, dass die mathematischen Verfahren teilweise sehr sensitiv auf Veränderungen in realen Kameraaufnahmen reagieren. Zur Verbesserung der Verfahren hinsichtlich einer höheren Robustheit wurden weitere Untersuchungen begonnen.

Für die Bewertung des Transmissionsverhaltens elektromagnetischer Strahlung in Verbrennungsatmosphären hinsichtlich des Kameraeinsatzes in verschiedenen Spektralbereichen wurden auf Basis spektroskopischer Parameter der Datenbank HITRAN (High Resolution Transmission) Berechnungen durchgeführt.

Die Untersuchungen zur Analyse von Gasgemischen im Rahmen der Kooperation mit der Hochschule Karlsruhe wurden weitergeführt und die Ergebnisse international in einer ISI-referenzierten Fachzeitschrift vor-

gestellt und auf einer internationalen Tagung diskutiert.

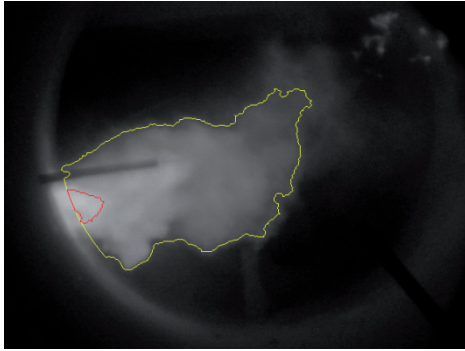


Abb. 7: Schwellwertbasierte Segmentierung (2 Schwellwerte)

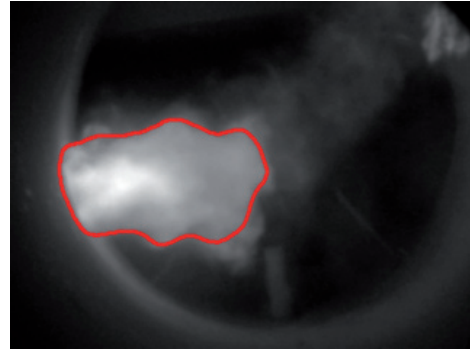


Abb. 8: Levelset-basierte Segmentierung

Für das ebenfalls im Rahmen der Kooperation mit der Hochschule Karlsruhe entwickelte „Verfahren zur Nachkalibrierung von Sensorelementen bzw. zur Kalibrierung weiterer Sensorelemente“ wurde sowohl ein deutscher als auch ein europäischer Patentantrag gestellt. Untersuchungen zur kostengünstigen Kalibrierung von Sensorelementen mit diesem Verfahren wurden mit dem Zielstoff Kohlenmonoxid (CO) durchgeführt und die erfolgreichen Ergebnisse auf einer Konferenz präsentiert.

Mit den Arbeiten des im Rahmen der Untersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Analyse von Gasgemischen erfolgreich beantragten AiF-Projekt mit der Fa. SYSCA AG zur kostengünstigen und effizienten Kalibrierung einer Menge von Gassensoren wurde begonnen und erste positive Teilergebnisse erzielt. So 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 Syscatische Datenstruktur angepasst. Mit diesem Verfahren wurden beispielhaft die Daten bei der Messung von Essigsäure als Zielstoff eines Chips (Chip1) an die Daten eines anderen Chips (Chip2) angepasst, um die

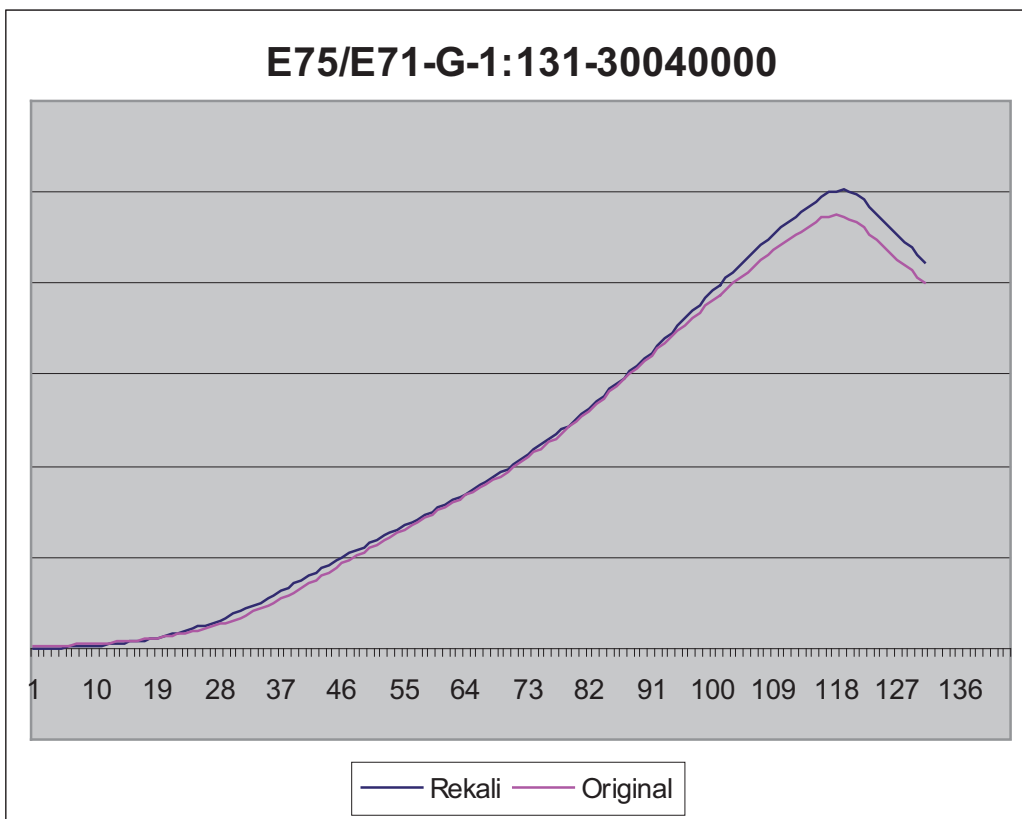


Abb. 9: Vergleich zwischen Original-Daten und mit Rekali angepassten Daten

Anwendbarkeit des Verfahrens zu testen.

Zusätzlich wurde anhand des chipindividuellen Auswertemodells und des mittels Rekali-Verfahrens erhaltenen Feinmodells von Chip2 die Güte des Verfahrens untersucht.

Es zeigte sich, dass die Anpassung der Daten mittels des Rekali-Verfahrens an die originalen Messdaten sehr gut funktioniert, wie Abbildung 9 beispielhaft für die Konzentrationsstufe 300400 zeigt.

Mit Hilfe der durch das Rekali-Verfahren erzeugten Daten verringert sich der Kalibrieraufwand im Wesentlichen um den Faktor 5.

Zugleich konnte nachgewiesen werden, dass die Analyse-Ergebnisse für die Konzentrationsbestimmung mittels den Rekali-Daten nur unwesentlich schlechter waren (bei deutlich verringertem Kalibrieraufwand) als bei Verwendung der Originaldaten, wie Abbildung 10 demonstriert. Die Konzentrationsanalyse wurde mittels eines im Rahmen der Kooperation mit der Hochschule entwickelten und patentierten Verfahrens durchgeführt.

Die Untersuchungen müssen für den Zielstoff Essigsäure noch auf weitere Chips ausgedehnt werden und Leistungsfähigkeit des Verfahrens an weiteren Zielstoffen getestet werden.

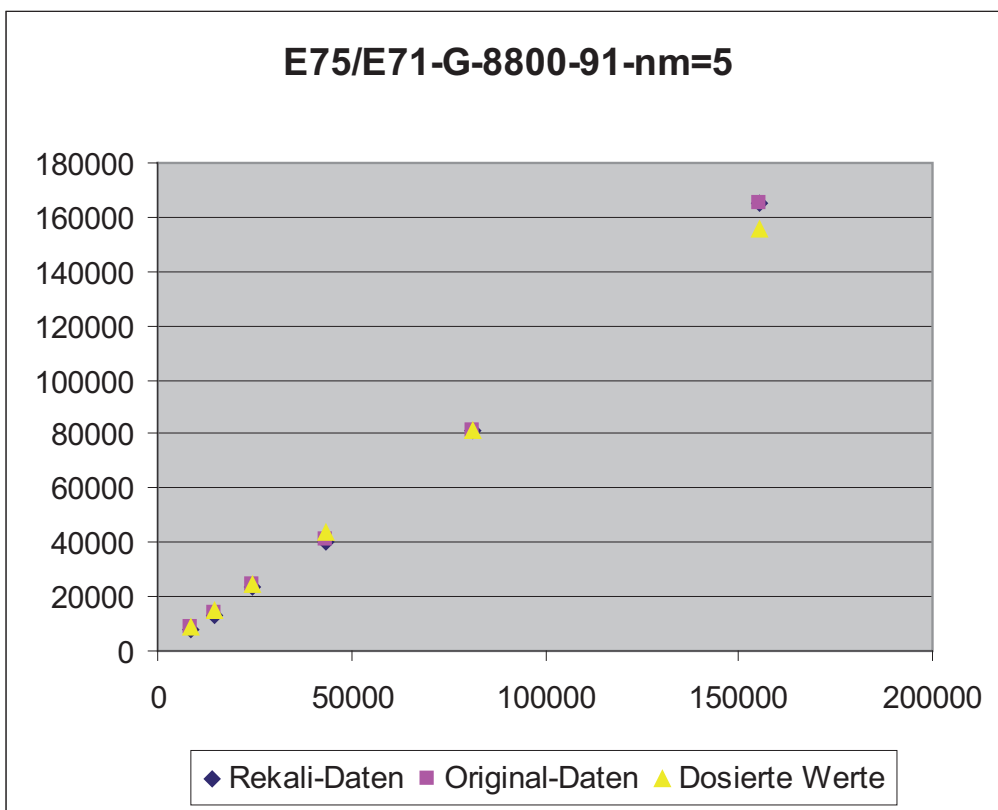


Abb. 10: Analyse Ergebnisse für die ersten 6 Konzentrationsstufen

Programm EE: Erneuerbare Energien

Effiziente Nutzung geothermischer Energie

Semantische Datenmodelle für die Geothermie und das Bauwesen

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

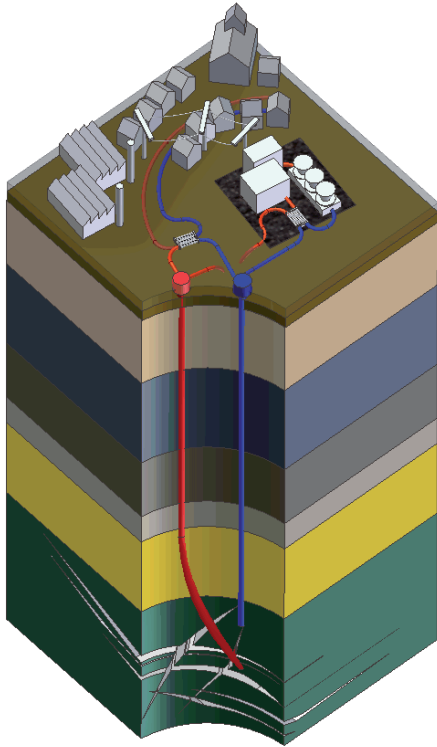


Abb. 11: Prinzipdarstellung eines Enhanced Geothermal Systems (EGS) mit Entnahme- und Reinjektionsbohrung im zerklüfteten Untergrund, sowie einer Doppelnutzung in Form der Stromerzeugung und der Fernwärme

verantwortlich.

Die in IFC verfügbaren Raumbegrenzungsflächen wurden geometrisch und topologisch so transformiert, dass die entsprechenden Ergebnisflächen gemäß der DIN 18599 berechnet werden können.

Das 3D Stadtmodell CityGML (City Geography Markup Language), ein Applikationsschema von GML (Geography Markup Language) des Open Geospatial Consortium (OGC), wurde um Tunnel und Brücken erweitert. Die ADE (Application Domain Extension) Tunnel wurde vom IAI federführend entwickelt und zur Standardisierung beim OGC eingereicht.

Die Entwicklung einer Modellerweiterung für städtebauliche Infrastrukturen (z.B. Versorgungsnetze) wurde begonnen. Neben neuen Geometriemodellen (z.B. Extrusionsflächen/-körpern) steht hier vor allem die Entwicklung eines umfassenden topologischen Modells im Vordergrund.

Im Rahmen des Deutschland-Online Projektes Geodaten / XPlanung wurde eine neue Version 4.0 des Standards XPlanGML zum Austausch kommunaler Bauleitpläne spezifiziert. Er setzt auf Version 3.2.1 des internationalen Standards GML auf. XPlanGML 4.0 beseitigt einige strukturelle Schwächen und Inkonsistenzen der Vorgängerversion und erweitert den Standard insbesondere zur Abbildung weiterer raumbezogener Planwerke. Damit lässt sich XPlanGML zukünftig auch in kommunalen Fachverfahren wie dem Baugenehmigungsverfahren effektiv einsetzen. Die zur automatischen Generierung der XPlanGML Schemadateien aus dem UML-Modell benutzte Software wurde angepasst, um die Konformität mit den GML-Abbildungsregeln sicherzustellen. Weiterhin wurde die am Institut entwickelte Pilotimplementierung XPlanGML-Toolbox für die neue Version des Standards angepasst und funktional erweitert, u. A. um Module

Die Wissensrepräsentation erfolgt heute auf vielen Anwendungsgebieten unter Nutzung von Metadaten in semantischen Datenmodellen wie IFC für die Gebäudebeschreibung, XPlanGML für die Bauleitplanung von Städten und Gemeinden oder CityGML für die Modellierung ganzer Stadtquartiere. Die genannten Modelle repräsentieren Domänen, die in der Betrachtung einer Geothermieanlage große Bedeutung haben, gerade dann, wenn neben der Stromerzeugung auch die Wärmenutzung im Gebäudebestand in den Fokus rückt (s. Abbildung 11).

Im Bereich semantische Datenmodelle für Gebäude (IFC – Industry Foundation Classes) konzentrierten sich die Aktivitäten auf drei Bereiche:

- Qualitätsprüfung
- Definition einer Untermenge von IFC zur Koordinierung unterschiedlicher Gewerke
- Anpassung der Raumbegrenzungsflächen nach DIN 18599 zur Energiebedarfsberechnung

Zur Qualitätsprüfung von IFC Modellen wurde ein Programm (IfcCheckingTool) entwickelt, das neben einer semantischen und syntaktischen Prüfung auch Implementierungsregeln (Implementer Agreements) überprüft. Hierfür wurden über 30 formale Regeln in EXPRESS bzw. EXPRESS-C umgesetzt.

Da IFC mit über 600 Objekten, die nahezu alle Phasen des Lebenszyklus abdecken, in keiner Anwendung vollständig implementiert werden kann, wurde für die Gewerke übergreifende Planungsphase eine Untermenge (Coordination View Version 2.0) definiert. Das Institut war für die Definition, die Dokumentation und die Generierung eines semantisch und syntaktisch korrekten Teilschemas für diese Untermenge ver-

zur geometrisch/topologischen Überprüfung von Plänen und zur maßstabsabhängigen Plandarstellung mit SVG-Vektorgraphik.

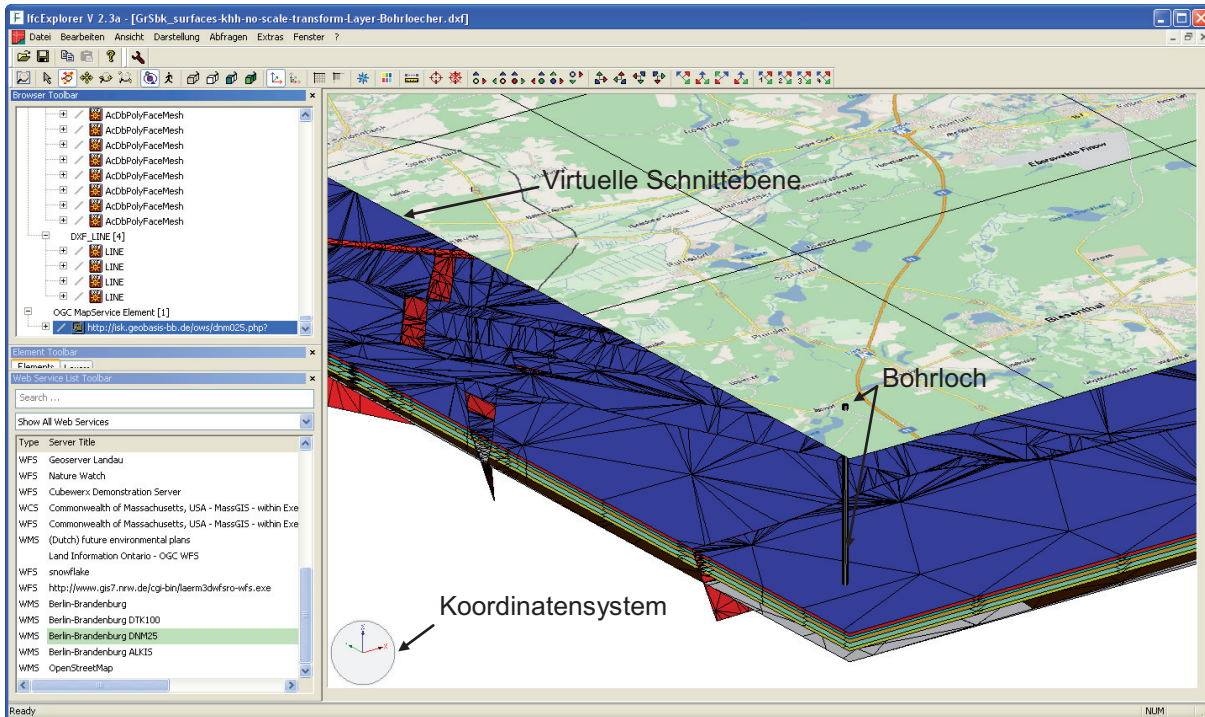


Abb. 12: Dreidimensionales geologisches Modell von Gross Schönebeck (nur Geometrie, Tiefe 4500 m) mit entsprechender Karte von der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB)

Im Bereich Geothermie wurde GeoSciML als neutraler Rahmen zum Austausch von geologischen Daten untersucht. Erste Gespräche für eine Fachschale „Geothermie“ wurden mit dem Geoforschungszentrum Potsdam geführt.

Die am Institut entwickelte Software IfcExplorer wurde an die neusten Versionen von IFC, CityGML (inklusive den ADEs Tunnel und Brücken) und XPlanGML angepasst. Einfache Standardbeispiele von GeoSciML können in den IfcExplorer eingelesen und mit anderen GML Daten zusammen dargestellt werden.

Für die Darstellung von geologischen Daten wurden die 3D Visualisierung um eine szenenunabhängige Darstellung des Koordinatensystems und frei wählbare virtuelle Schnittebenen erweitert (siehe Abbildung 12). Um die Verschmelzung räumlicher Daten mit verschiedenen Referenzkoordinatensystemen zu gewährleisten, werden drei Typen von Koordinatensystemen (geodätisches Koordinatensystem, geographisches Koordinatensystem und lokales Koordinatensystem) berechnet. Hierfür mussten entsprechende Transformationen implementiert werden.

Um Aufschluss über ein Geothermiebohrloch zu gewinnen, werden neben den Verfahren der Vorerkundung hauptsächlich Methoden aus der Öl- und Gasindustrie eingesetzt. Einerseits profitiert die Geothermiebranche dabei von den umfassenden Erfahrungen und der Verfügbarkeit der Geräte. Andererseits zahlt sie aber hohe Preise an die international tätigen Großunternehmen dieser Branche. Technisch gesehen besteht darüber hinaus das Problem, dass die tiefe Geothermie in größere Teufen und zu höheren Temperaturen vordringt, was manche Geräte überfordern wird.

Zur verbesserten Wissensakquisition soll künftig ein Baukasten für Geothermie Bohrlochsonden (ZWERG) beitragen, der es potentiellen Anwendern ermöglichen wird, neue Untersuchungsmethoden des Bohrlochs schnell in die praktische Anwendung zu bringen.

Viele Messprinzipien produzieren eine große Datenmenge, die nur über eine Signalverbindung mit hoher Bandbreite aus dem Bohrloch an die Bohrlochoberfläche übertragen werden kann. Übliche Datenübertragungsstandards, wie beispielsweise Ethernet werden heute durch hoch integrierte Schaltkreise unterstützt, die jedoch schon bei Umgebungstemperaturen von ca. 60 °C ausfallen. 120°C werden von Komponenten mit MIL-Standard erreicht. Wenige Komponenten arbeiten bei höheren Temperaturen zuverlässig.

Die Probleme würden deutlich entschärft, wenn Teilbereiche innerhalb der Bohrlochsonde zuverlässig gekühlt werden könnten. Zunächst wurde die Option geprüft, dazu einen Stapel aus Peltier-Elementen einzu-

setzen. Der Wirkungsgrad von Peltier-Elementen reicht leider nicht aus, um dieses Prinzip für den angestrebten Temperaturhub von 150 °C umzusetzen.

Der Baukasten wird eine Vielzahl genormter Teile enthalten (siehe Abbildung13). So benötigt jedes Anwendungsmodul Schnittstellen zu den Nachbarmodulen. Dafür wurde eine Kupplung entworfen. Alle Module arbeiten im gleichen Bohrloch. Also kann die äußere Hülle standardisiert werden. Neben dem Durchmesser, der aus dem Bohrlochenddurchmesser von 8½ Zoll abgeleitet wird und der Wandstärke, die dem Außen- druck (500 Bar) standhalten muss, stellt sich auch die Materialfrage. Wegen der hohen mechanischen Belastbarkeit und der chemischen Widerstandsfähigkeit wird die Nickelbasislegierung HAYNES 242 Alloy favorisiert. Zu kühlende Bauteile sollten gegenüber der warmen Umgebung möglichst gut isoliert werden. Die beste Isolationswirkung verspricht Vakuum. Die Herstellungsmöglichkeiten und die zu erwartende Isolationswirkung wurden untersucht. Eine Option könnte auch sein, das Innere der Module mit einer neutralen Flüssigkeit zu füllen, die über eine Druckkompensationseinheit im Gleichgewicht mit der Umgebung gehalten wird. Dadurch kann das Eindringen von Bohrlochwasser gut unterbunden werden.

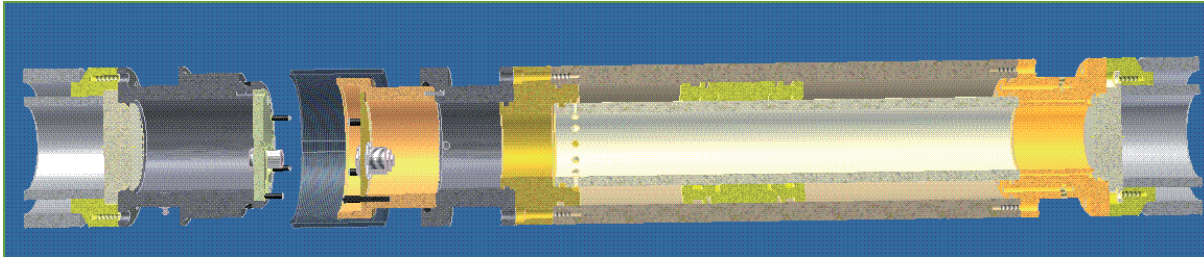


Abb. 13: Entwurf einer standardisierten Kupplung, einer Druckkompensationseinheit und des Modulgehäuses mit Vakuumdämmung

Aus einer Diplomarbeit des Jahres 2008 entwickelte sich ein kleines Projekt mit dem Namen „Energie-Detektive“. Das Projekt soll Schüler für einen bewussten Energiekonsum sensibilisieren. Die Schüler erfassen dazu die Verbrauchsdaten und übernehmen sie in das zum Projekt gehörende Programm, das die Daten aufbereitet und einen verständlichen und ansprechenden Energiereport ausgibt. Die Schüler können die eigenen Daten mit dem Bundesdurchschnitt und dem Klassendurchschnitt vergleichen, um die eigenen Verbrauchszahlen einzuordnen. Die Zahlen können darüber hinaus in anonymisierter Form auf einen FTP-Server geladen werden. Dort entsteht eine Datenbasis, die das Programm EnergiedetektiveKML auswertet und in ein Kartenoverlay (KML-Datei) für GoogleEarth umsetzt. Auf diese Weise kann jeder Hausbesitzer über das Internet auf Daten aus seiner Umgebung zugreifen. So ist denn auch ein Ziel des Projekts, Hauseigentümer quasi über einen nachbarschaftlichen Wettstreit zum energiebewussten Handeln zu motivieren.

Im zweiten Halbjahr des Schuljahres 2008/09 wurde das Projekt probeweise mit freiwilligen Schülern des Otto-Hahn-Gymnasiums aus Karlsruhe (OHG) gestartet. Das Ergebnis des Betatests war die Einführung des Projektes in das Curriculum des NWT-Unterrichts (Naturwissenschaft und Technik) des OHG. Wegen des G8-Sondereffekts werden im Schuljahr 2009/10 insgesamt 5 Klassen der Klassenstufen 10 und 11 an diesem Projekt teilnehmen.

bioliq Pilotanlage

Modellgestützte Prozessautomation der Pilotanlage bioliq

Die Versuchsanlage bioliq zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe aus trockener Biomasse dient der Erforschung von Verfahrensschritten aus chemischer und prozesstechnologischer Sicht. Durch ihre Komplexität stellt die Anlage eine Herausforderung an den Einsatz neuartiger Zugänge der theoretischen und der experimentellen Modellierung dar. Ziel ist es, Modelle für Teilkomponenten der Anlage zu erstellen, um ein tieferes Prozessverständnis zu erhalten und somit den Prozess besser führen zu können. Hierzu sind eine Vielzahl von Messungen und Experimenten erforderlich, was eine leit- und informationstechnische Unterstützung der Experimentatoren und des Bedienpersonals erfordert.

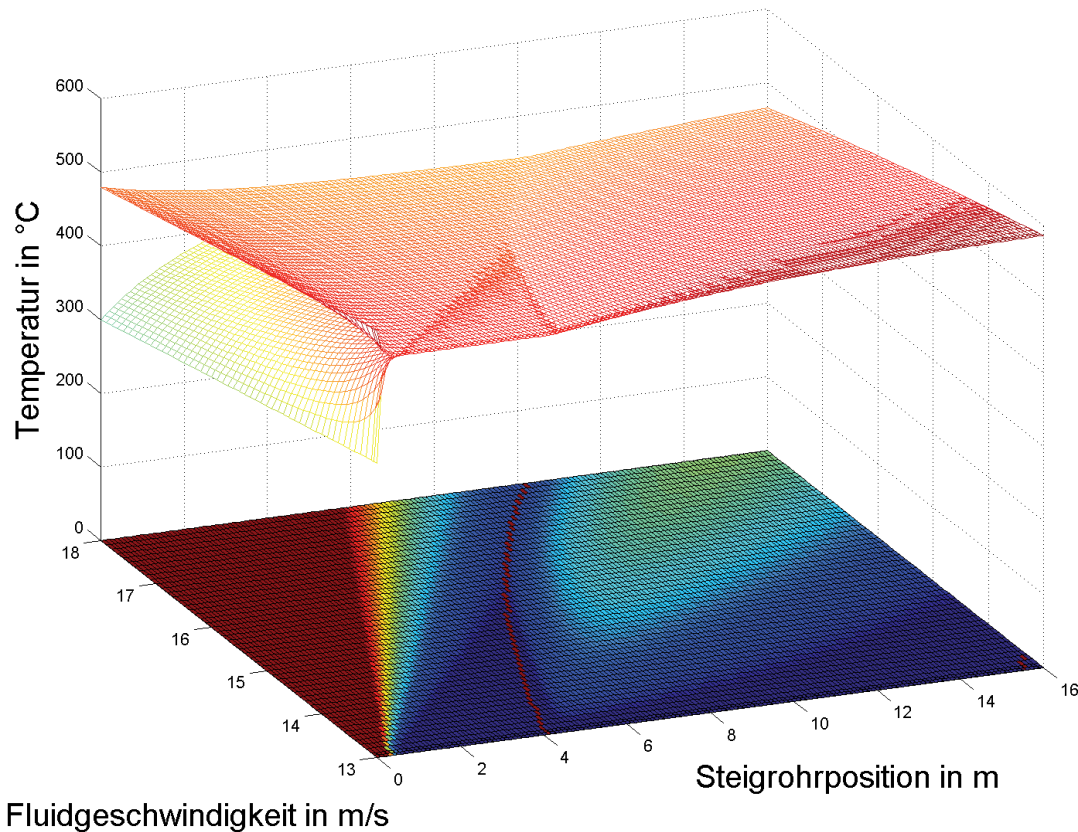


Abb. 14: Temperaturprofil von Fluid und Solid

In 2009 wurden die Arbeiten zur Modellierung der Steigleitung fortgesetzt. Im entsprechende Leittechnikbild (Abbildung 15) ist die Steigleitung in gelb deutlich als Bestandteil des Wärmeträgerkreislaufs (in der Anlage mittels Sand) zu erkennen.

Durch mathematische Umformungen gelang es, die partielle Differenzialgleichungsbeschreibung in ein System gewöhnlicher nichtlinearer Differenzialgleichungen zu überführen. Die aus der Simulation dieses Systems abgeleiteten Simulationsergebnisse sind in Abbildung 14 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, wie sich die Temperatur des Solids (Sand) in der Steigleitung der Temperatur des Fluids (oberes Profil) annähert. Je nach Fluidgeschwindigkeit geschieht dies früher oder später, wie an der von 4m bis 8m verlaufenden Trennkurve in der Ebene ersichtlich ist. Die danach auftretenden dunkelblauen Bereiche resultieren aus der Verbrennung von Kohlenstoffanteilen im Solid. In Abhängigkeit von Konzentrationen und vom Sauerstoffgehalt ergeben sich abweichend vom Abbildung 14 andere Darstellungen, die eine gute Einsicht in die ablaufenden Prozesse vermitteln.

Weiterhin wurde mit der Modellierung der Brennkammer (Abbildung 16) begonnen, um auf Basis dieser Modelle die Einzelregelkreise der Erdgasbrennkammer zu optimieren. Dazu wurden Modelle zur Simulation der Rauchgastemperatur-, Rauchgasvolumenstrom- und Sauerstoffkonzentrationsregelung entwickelt. Exemplarisch sei hier die Abhängigkeit der Sauerstoffkonzentration von Wasser- und Sekundärluftstrom gezeigt (Abbildung 17).

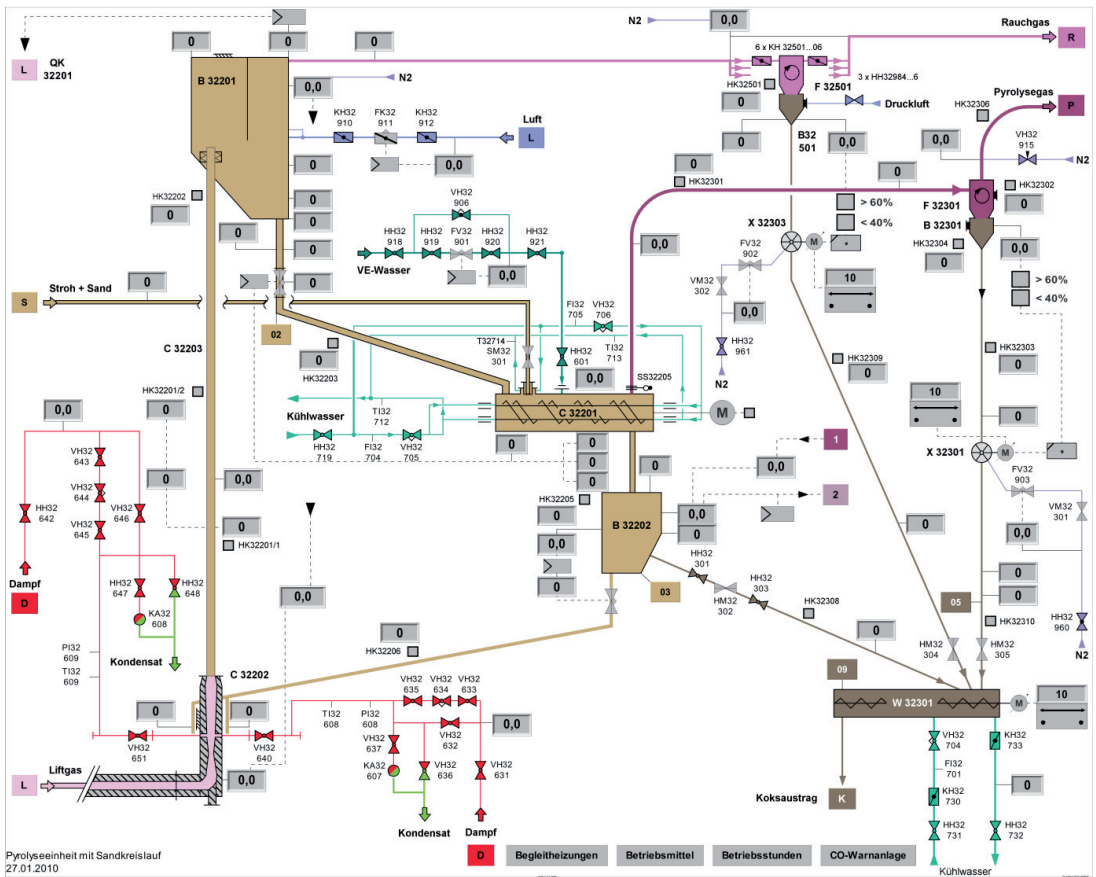


Abb. 15: Steigleitung

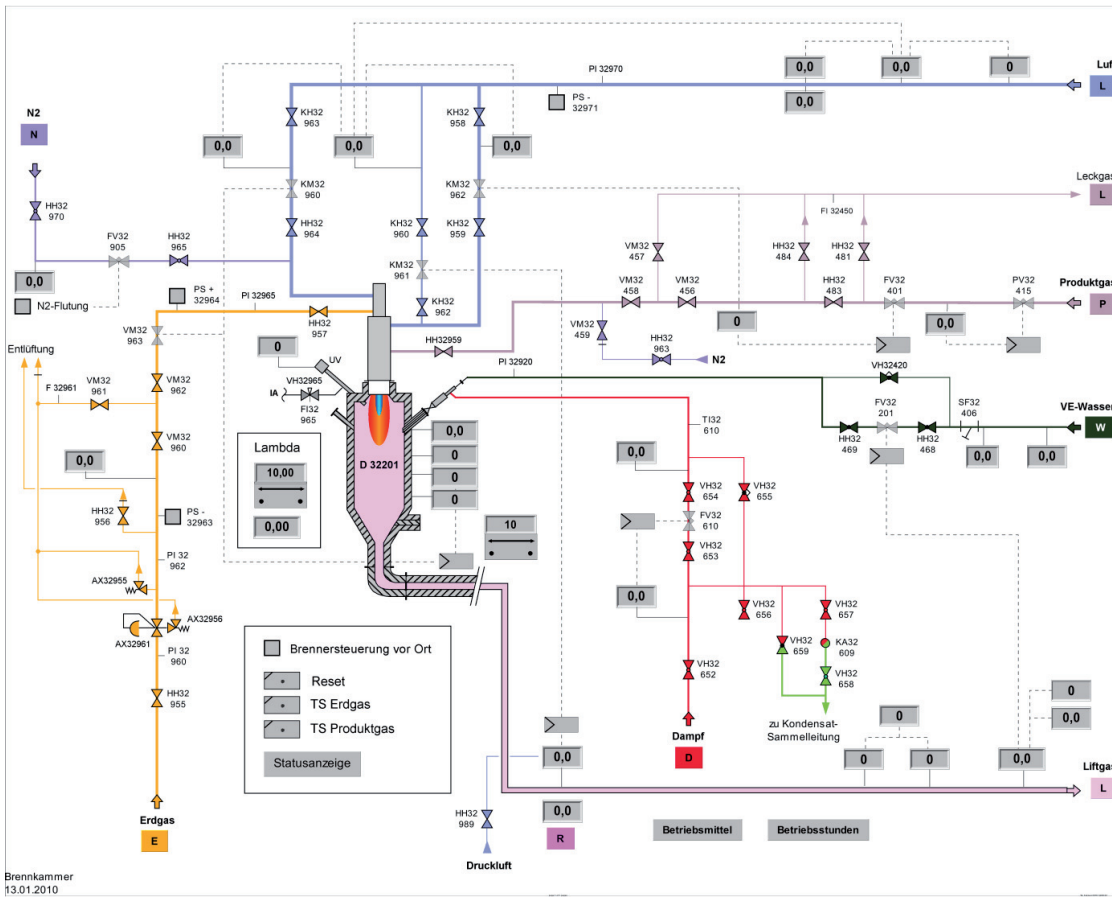


Abb. 16: Brennkammer

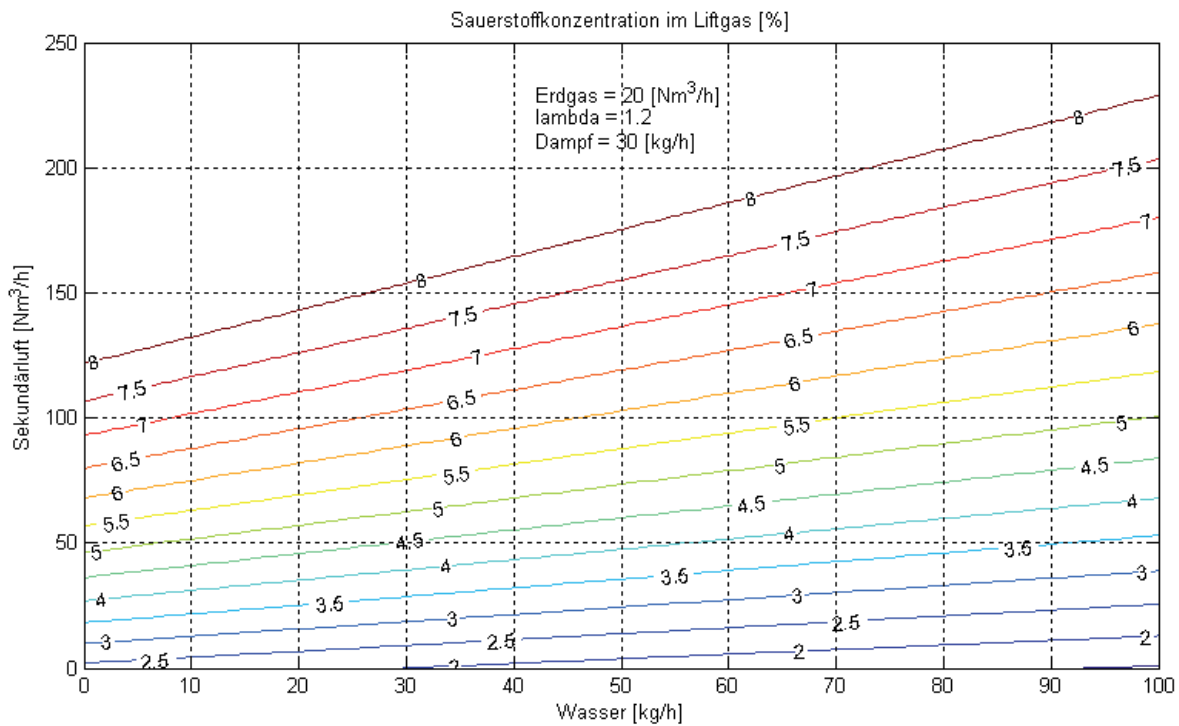


Abb. 17: Sauerstoffkonzentration im Liftgas

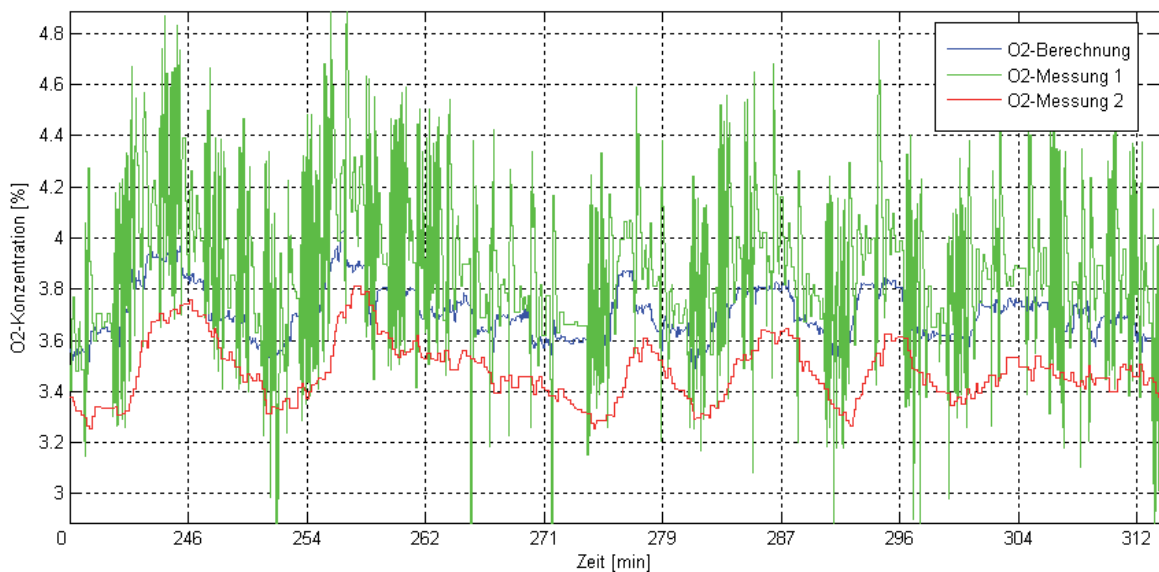


Abb. 18: Berechnete und gemessene Sauerstoffkonzentration (siehe Text)

Die Simulationsmodelle haben Hinweise auf geeignete Reglerparameter geliefert.

Es zeigte sich aber, dass einige Kopplungen von Prozessgrößen so stark sind, dass eine weitere Verbesserung der Regelung nur über einen Mehrgrößenreglerentwurf gelingen kann. Deutlich wird dies in Abbildung 18 am Beispiel der Sauerstoffkonzentration. Der an sich guten Übereinstimmung steht ein Offset gegenüber, der aus unberücksichtigten Kopplungen herrührt. Deshalb wurden die genaue Untersuchung der Kopplungen und der Entwurf einer Mehrgrößenentkopplung als wichtige Aufgaben für das Jahr 2010 herausgearbeitet.

Neben den Arbeiten zur Modellierung und Verbesserung der Regelungen wurde das Leitsystem bioliq den umfangreichen verfahrenstechnischen und betrieblichen Änderungen der Versuchsanlage zur Pyrolyse angepasst und während der Versuchskampagnen betreut. Zudem beteiligte sich das IAI auch an der Planung der Leitechnik für die zweite Verfahrensstufe zur Erzeugung von Synthesegas aus den Pyrolyseprodukten.

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.

Das Ökologische Baustoffinformationssystem WECOBIS wurde im Forschungsprogramm „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) entwickelt. WECOBIS ist ein Web-basiertes Informationssystem, das Architekten und Bauherren Informationen zu den Eigenschaften von Bauproduktgruppen bereitstellt. Im Januar 2009 wurde eine erste Produktionsversion (<http://www.wecobis.de>) fertiggestellt und vom damaligen Bundesminister Tiefensee auf der BAU 2009 der Öffentlichkeit präsentiert. Die am Projekt beteiligten Fachexperten verschiedener Institutionen ergänzten und erweiterten über die dafür entwickelte Redakteurskomponente die Inhalte des Systems einschließlich deren Vernetzung mit den Systemen WINGIS (Stoffdaten) und Ökobau.dat (Informationssystem zu Umweltindikatoren für Bauprodukte). Basierend auf den Einsatzerfahrungen sowohl der Nutzer- als auch der Redakteurskomponente wurde WECOBIS abgerundet und optimiert. Außerdem wurden Optionen für eine funktionale Weiterentwicklung zu einer Version 2 erarbeitet. Eine wesentliche Rolle spielt dabei der Einsatz semantischer Methoden zur flexibleren Vernetzung mit weiteren Planungs- und Bewertungsinstrumenten im Bauwesen. In diesem Zusammenhang wurde analysiert, welche Chancen und Möglichkeiten sich für WECOBIS durch die Verwendung von Ontologien eröffnen.

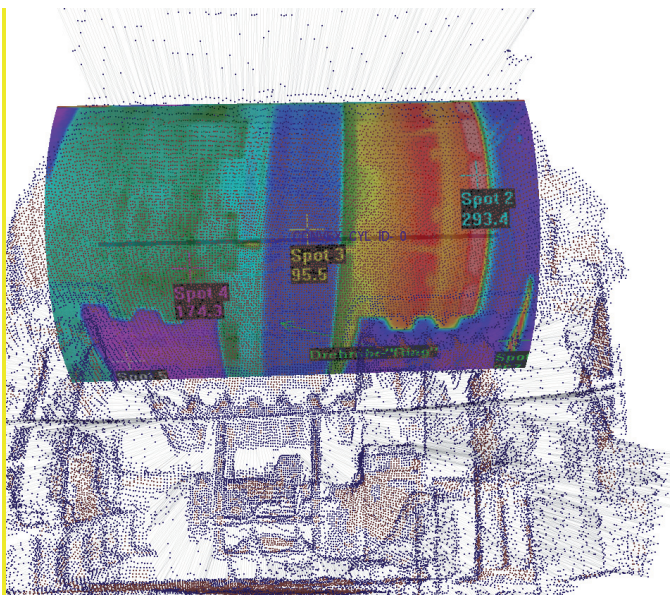


Abb. 19: Wärmetextur projiziert auf Tiefenbild (Zylindermodell Drehrohrofen) der THERESA-Anlage

Für die räumlich-dynamische Analyse von Kohlenstoffmanagementstrategien ist geplant, in Kooperation mit ITAS das Materialflussmodell CarboMoG (Kohlenstoffkreislauf in Deutschland) zu regionalisieren. Damit sollen künftig z.B. Nutzungskonkurrenzen bei der Verwendung von Biomasse und Sekundär-brennstoffen aus Abfällen in Bezug auf die Kohlenstoffbilanz besser beurteilt werden können. Für dieses in 2010 beginnende Projekt wurden erste Vorarbeiten geleistet.

Semantische Datenmodelle für Gebäude und Siedlungen bilden die gemeinsame Basis zur Prognose und zur Überwachung (Messung und Bewertung) der Energieeffizienz im Bausektor. Um diese effizient zu gewinnen und über den gesamten Lebenszyklus aktuell und konsistent zu halten, sind neue Methoden zur autonomen Kartierung aus Tiefen- und Wärmebildsequenzen wichtig (geo-referenzierte 3D Thermographie, Abbildung 19).

Im Bereich geometrischer Kartierung wurde die Parameterschätzung rotationssymmetrischer Objekte als häufigste Komponenten in verfahrenstechnischen Anlagen abgeschlossen und dokumentiert. Die Verarbeitungskette der Tiefenbilder umfasst die Merkmalsextraktion, Generierung von Starthypothesen, Hypothesenoptimierung mittels EM(Expectation-Maximization)-Algorithmus und Verifikation der Hypothesen. Die Algorithmen wurden anhand von Tiefenbildserien aus der Versuchsanlage THERESA gründlich erprobt und quantitativ verglichen. Wichtigste Bewertungskriterien waren die Stabilität der Schätzverfahren unter verschiedenen Störeinflüssen, das Konvergenzverhalten des EM-Algorithmus und die Laufzeiten (Abbildung 20). Aus der Stabilitätsanalyse wurde auch die für die Fehlerfortpflanzung wichtige Unsicherheit der Parameterschätzung (Kovarianzmatrizen) gewonnen. Als zuverlässigstes Verfahren zeigte sich die rekursive Regionenzerlegung in linienförmige SoR-Segmente (surface of revolution) mit Methoden der algebraischen Liniengeometrie (Plücker-Koordinaten). Ferner wurde gezeigt, dass die Rechenzeiten linear in der Punktanzahl wachsen und mit der Tiefenbilderfassung Schritt halten (unter 1s auf 3.3 GHz PC), und die Verfahren somit in Echtzeit einsetzbar sind.

Die SoR-Geometriemodelle wurden in das bestehende Kartierungs-Framework integriert; dazu wurden geeignete Ähnlichkeitsmaße für die Objekte und Objektbeziehungen (z.B. mehrere koaxiale Flansche einer Rohrleitung) entwickelt und erprobt. Der Ähnlichkeitsvergleich dient der automatischen Zuordnung (feature association) und Lageschätzung.

Für die kommende Forschungsperiode (POF-II) planen ITAS und IAI, quantitative thermografische Auswertungen von Gebäuden und Siedlungen mit thermodynamischen Modellen und exergo-ökonomischer Analysen zu kombinieren. Damit werden eine verbesserte Kalibrierung und Validierung der Parameter von Energiesimulationen, ein nahtloser Übergang zwischen Planungs- und Nutzungsphase sowie eine systematische und umfassende Bewertung des Gebäudebestands angestrebt. Mit einer tabellarischen Erfassung der zahlreichen Eingangsparameter für Energiebedarfsrechnungen und der Analyse ihrer Querbezüge zur Thermographie wurde begonnen.

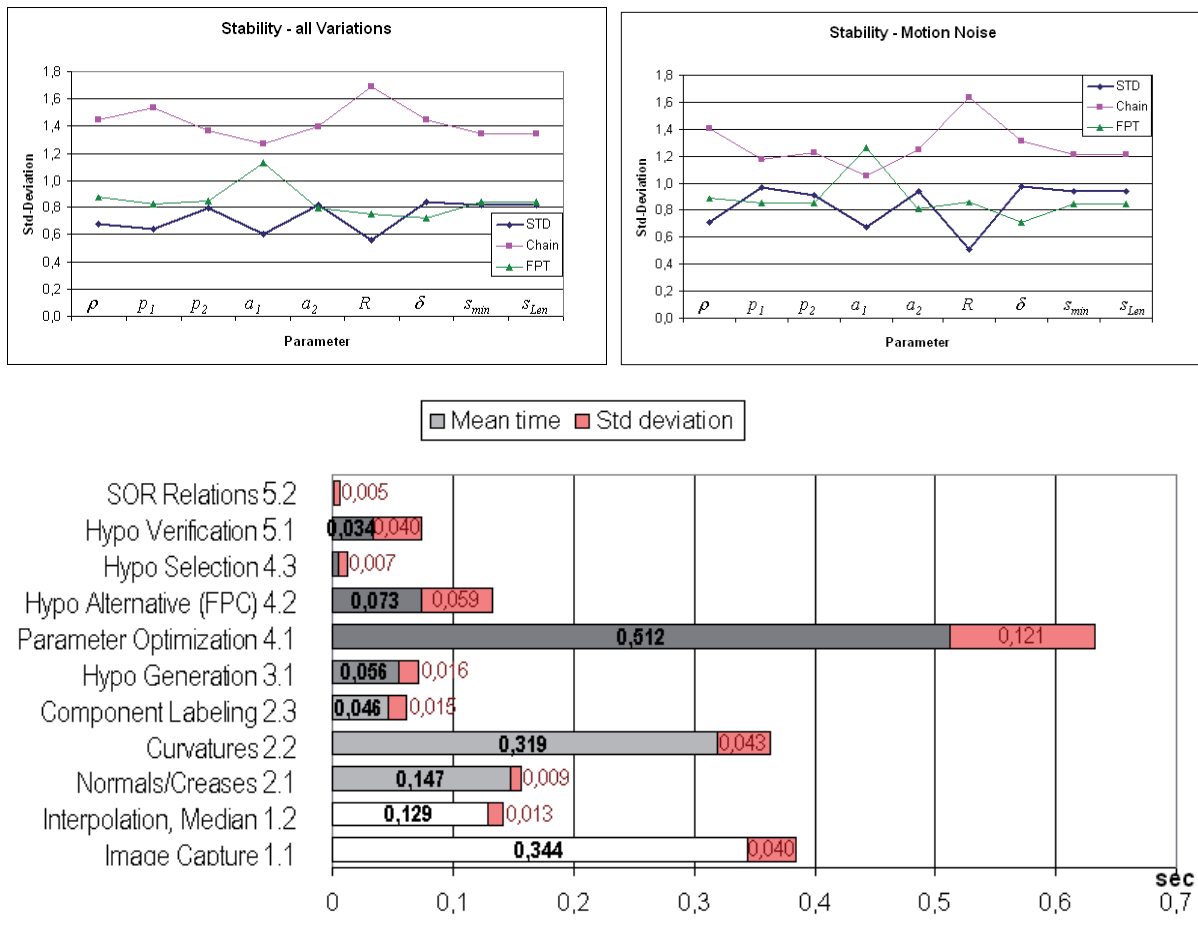


Abb. 20: Ergebnisse der Stabilitätsanalyse (oben) und der Laufzeitmessungen (unten) bei der Modellierung rotationssymmetrischer Körper

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 sowie in anderen Umweltbereichen. Hierbei werden sowohl neue Methoden und Werkzeuge als auch konkrete neuartige Portale und Informationssysteme entwickelt.

In Kooperation mit dem JRC Ispra wurde 2009 das LCA-Datenaustauschformat ELCD (European Life Cycle Data Exchange Format) weiterentwickelt. Das vom IAI für die European Platform on Life Cycle Assessment (LCA Information Hub) der EU entwickelte Austauschformat Version 1.0.1 wurde zum International Life Cycle Data (ILCD) Format erweitert und mit internationalen Partnern abgestimmt. Das Austauschformat soll als Grundlage für ein internationales ILCD-Datennetzwerk dienen, das weltweit länderspezifische Datenplattformen für LCA-Daten miteinander verknüpft, um globale Ökobilanzierungsstudien effizient durchführen zu können. Hierfür wurden vom DG-JRC (Directorate-General Joint Research Centre) im Auftrag der EU (DG Environment) eine Reihe von Partnerstaaten (EU-Staaten wie Frankreich, aber auch aufstrebende Länder wie China, Thailand, Malaysia und Brasilien) gewonnen, die zurzeit eigene nationale LCA-Datenplattformen auf Basis des ILCD-Formates aufbauen. Die neue ILCD-Version enthält neben Funktionen zur besseren Internationalisierbarkeit auch wichtige funktionale Erweiterungen, die basierend auf einer Evaluation der ersten Formatversion von Softwareherstellern und anderen Nutzern gewünscht wurden. So kann ein Prozessdatensatz jetzt neben Life Cycle Inventory (LCI) Flussdaten auch Life Cycle Impact Assessment (LCIA) Ergebnisdaten speichern. Weiterhin wurden die Möglichkeiten zur Angabe des Referenzflusses flexibilisiert.

Auf einem internationalen, von der EU organisierten Workshop wurde das Format mit Experten von LCA-Softwareherstellern und Fachleuten nationaler Datenbereitstellungsplattformen diskutiert. Dabei wurde von verschiedenen dieser Softwarehersteller Interesse an der Nutzung des ILCD-Formates bekundet. Einige der Softwarehersteller haben mittlerweile das Format in ihre Produkte integriert oder arbeiten an einer Integration. Um die Kompatibilität des ILCD-Formates mit dem zweiten gängigen Austauschformat für LCA-Daten, dem EcoSpold-Format, zu erhöhen, wurden mehrere Treffen zwischen dem Ecoinvent Center der ETH-Zürich (zuständig für das EcoSpold-Format), DG-JRC, IAI und der Fa. GreenDelta (Entwickler eines Konverters zwischen den Formaten) durchgeführt. Ziel der Gespräche war bzw. ist eine weitgehende semantische Kompatibilität des EcoSpold 2 Formates (zurzeit im Betastadium) mit dem ILCD-Format, die in wesentlichen Teilen auch erreicht wurde.

Die für die EU vom IAI entwickelte Datenhaltungsplattform (LCA Information Hub) wurde an die neue Datenformatversion ILCD 1.0 angepasst und stellt nun die Basisplattform der EU zur Bereitstellung der ELCD-Datensätze (der European LCI-Basisdatensätze) dar. Die Datenhaltungsplattform wurde daneben gemeinsam mit der Fa. PE als nationale Datenhaltungsplattform von Malaysia, als zweitem ILCD-Netzwerkknoten, etabliert. Zurzeit laufen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, um die Datenhaltungsplattform zu einer Service-orientierten (SOA-basierten) Grundinfrastruktur für das ILCD-Netzwerk auszubauen. Weitere Länder, wie Frankreich, haben Interesse an dieser Plattform als Basis für eigene nationale LCA-Datenplattformen bekundet. Im Rahmen eines BMU-Projektes soll die Plattform auch in Deutschland für die Datenhaltung von Bioenergiedatensätzen eingesetzt werden.

Im Bereich Umweltinformationssysteme (UIS) wurden die Arbeiten zu innovativen Konzepten für Landes-Umweltportale (Projekt LUPRO) fortgesetzt. Landes-Umweltportale versuchen, die behördlichen Umweltinformationen eines Bundeslandes mit übergreifenden Such- und Navigationsfunktionen möglichst umfassend zu erschließen, um den Bürgern einen zentralen Einstiegspunkt und damit den vom Umweltinformationsgesetz geforderten „leichten Zugang“ zu diesen Informationen bereitzustellen, aber auch um behörden-interne Arbeitserleichterungen zu schaffen. Die entwickelten Methoden und Werkzeuge werden in den Landes-Umweltportalen von Baden-Württemberg (<http://www.umwelt-bw.de/>), Sachsen-Anhalt (www.umwelt.sachsen-anhalt.de) und Thüringen (<http://www.umweltportal.thueringen.de>) praktisch erprobt. Seit 2009 ist auch das Portal des Landes Thüringen öffentlich verfügbar. Schwerpunkte der Arbeiten im Jahr 2009 bildeten die Entwicklung von Verfahren zur Einbindung von Geodaten in die Suche und zur Vernetzung mit anderen Portalen und Anwendungen. Als Basiswerkzeug für die Suche wird die Google Search Appliance (GSA) verwendet.

Die Einbindung von Geodaten in die Suche umfasst i.W. das Auffinden raumbezogener Informationsobjekte, wie fertige Karten, Kartendienste, lokalisierbare Datenobjekte (z.B. Messstellen) oder räumlich zuordenbare Fachdokumente, die Erzeugung eines geeigneten Kartenlayers (z.B. kontextbezogene Bounding-Box) und die Einbindung eines Webmapping-Clients in die Ergebnisseite der Suche. Um Objekten konkrete Ko-

ordinaten zuordnen zu können, müssen teilweise zuerst beschreibende Daten (Adresse) auf Koordinaten abgebildet werden. Diese Aufgabe übernehmen Geolokationsdienste (Gazetteer Services). Im Rahmen des Projekts wurden entsprechende Dienste der Umweltverwaltung Baden-Württemberg und von Google getestet und praktisch erprobt. Ein Webmapping-Client hat die Aufgabe, Geodaten aus unterschiedlichen Quellen zu laden, als aufeinander ausgerichtete Kartenlayer darzustellen und Basisfunktionen für deren Handling anzubieten (Zoom, Verschieben, Ein-/Ausblenden von Layern, Anzeigen einer Legende, Anzeigen von Detailinformationen zu einzelnen Objekten). Erprobt wurden die Clients Google Maps, OpenLayers und disy Legato. Weiterhin werden Basiskarten benötigt, über die die Suchergebnisse gelegt werden können und die den Nutzern erst den räumlichen Bezug eröffnen. Auch hier wurden mehrere Alternativen analysiert und praktisch erprobt. Die ausgewählten Dienste wurden entsprechend den Anforderungen im Kontext der Landes-Umweltportale angepasst und in die Gesamtfunktionalität integriert. Wesentliche Kriterien bei der Auswahl der Dienste sind auch Fragen der Nutzungsrechte, des Datenschutzes und der Datensicherheit.

Bezüglich der Vernetzung von Landes-Umweltportalen wurden zwei unterschiedliche Aspekte bearbeitet. Zum einen soll über eine Dezentralisierung der Suche die Belastung von Informationsangeboten durch die Crawler von Suchmaschinen vermindert werden, zum anderen sollen spezielle, für die Umweltportale besonders relevante Anwendungen in den normalen Suchablauf integriert, aber separat verarbeitet werden können. Zur Dezentralisierung wurde ein Konzept auf der Basis des Quasi-Standards OpenSearch entwickelt und bei der Kopplung der Landes-Umweltportale von Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit PortalU, dem deutschen Umweltportal, praktisch erprobt. PortalU muss nun die Informationsquellen der genannten Länder nicht mehr selbst indizieren, sondern kann Suchanfragen an LUPO delegieren und die in standardisierter Form erhaltene Ergebnisliste mit der eigenen oder weiteren zusammenführen. In Baden-Württemberg wird der Index des Landesumweltportals darüber hinaus zur Realisierung der Volltextsuchfunktionen auf Websites mehrerer Behörden (Umweltministerium, LUBW, Gewerbeaufsicht) genutzt. Zur Vernetzung der Landes-Umweltportale mit speziellen Informationsangeboten wurde in einer ersten Stufe die dafür von der GSA angebotene Schnittstelle (OneBox-Mechanismus) verwendet, um Lösungen für unterschiedliche Typen von Angeboten zu entwickeln. Es wurden beispielsweise Datenbank-Anwendungen (Naturschutzgebiete, Luftmessstellen), eigenständige Web-Sites (Statistisches Landesamt BW) und Web-Applikationen (Semantic Network Services des Umweltbundesamtes) integriert.

Ein allgemeinerer Ansatz wurde in dem separaten Projekt SUI (Semantische Suche nach Umweltinformationen) verfolgt, das gemeinsam mit dem Forschungszentrum Informatik (FZI) und dem Fraunhofer IITB bearbeitet wurde. Es wurde untersucht, wie sich semantische Informationsmodellierung nutzen lässt, um existierende Informationssysteme und Suchschnittstellen besser auffindbar und zugreifbar zu machen und wechselseitig zu verlinken. Durch eine ontologiebasierte Modellierung von Themenfeldern zu Lebenslagen, Themenbezug, Ortsbezug und Anfragemodalitäten von Informationsquellen sowie von Zusammenhängen umweltbezogener Themenfelder können einfachere Informationszugänge und -navigationen angeboten werden. Dadurch wird der Nutzer von der Notwendigkeit enthoben, Details der Informationslandschaft zu kennen. Die untersuchten Konzepte wurden in einen Demonstrator umgesetzt und das Front-End (Nutzerschnittstelle) in LUPO integriert.

Der Themenpark Umwelt (<http://themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de/>) ist im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (UIS BW) als zentrales System für Umweltinformationen für die interessierte Öffentlichkeit sowie als Plattform zur Entwicklung und Erprobung neuartiger Webtechnologien positioniert. Schwerpunkte der methodischen Arbeiten sind dabei die Vernetzung von Systemen in Dienstarchitekturen (unter Nutzung von Web-Services und Mashups), innovative Konzepte zur Informationsbereitstellung (multimediale Inhalte) sowie die kollaborative Erarbeitung wiederverwendbarer Inhaltsbestandteile. Im Jahr 2009 wurde die auf der Google Search Appliance basierende Volltextsuche ausgebaut und optimiert. Durch die Anreicherung der Themenparkseiten mit geeigneten Metadaten können nun die Einzeltreffer auf den Ergebnisseiten der Volltextsuche kategorisiert, gruppiert und mit Vorschaubildern versehen werden. Als neue multimediale Inhaltobjekte werden Panoramabilder in der Themenpark-Autorenumgebung und in der Nutzersicht unterstützt (siehe Abbildung 21). In der Autorenumgebung werden dabei Bilder unterschiedlicher Formate und Projektionen in Flash-Dateien konvertiert, sodass der Nutzer als Browser-Erweiterung lediglich das relativ weit verbreitete Flash-Plug-In benötigt. Maßnahmen zur Systemsicherheit und zur Fehlertoleranz, z.B. die möglichst benutzerfreundliche Behandlung fehlerhafter Adressen (URLs), dienen zur Abrundung des Themenparks Umwelt. Der durch Fachleute der Umweltverwaltung Baden-Württembergs kontinuierlich erfolgende inhaltliche Ausbau wurde weiter unterstützt. Derzeitige Überlegungen zielen darauf, den Themenpark so zu erweitern, dass dieser auch als Werkzeug zur Vermittlung des Nachhaltigkeitsgedankens in der Öffentlichkeit dienen kann.

Für den Bereich Fachdokumenten-Management entwickelte Methoden und Werkzeuge werden im System FADO (Fachdokumente Online) für das UIS BW zur Verwaltung von Fachberichten, Urteilen und Informationen zu Forschungsprojekten eingesetzt. FADO ist seit Ende 2008 im Produktionseinsatz (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/>) und wird inhaltlich durch CMS-Autoren über die Autorenkomponente kontinuierlich ausgebaut. Funktional stand die Konsolidierung und Abrundung des

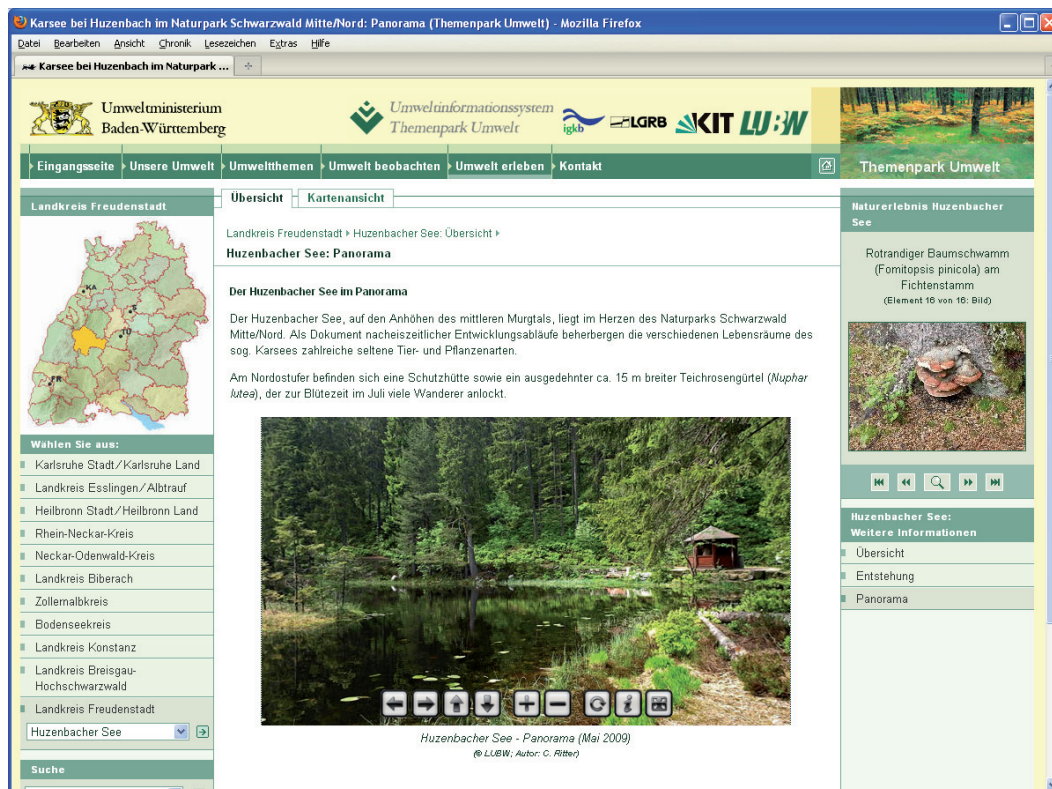


Abb. 21: Panoramabilder geben den Themenpark-Nutzern neue Möglichkeiten zur interaktiven visuellen Erkundung von Umweltobjekten (Beispiel: Huzenbacher See)

Systems im Vordergrund. Zur Vernetzung mit dem Shop-System der LUBW, das Optionen zum Bestellen der Druckversionen und zum Herunterladen der PDF-Versionen enthält, wurden Funktionen implementiert, welche den Austausch und den Abgleich der Metadaten zu den Fachdokumenten und des Berichtstextes als PDF-Datei erlaubt. Zusätzlich zu den bestehenden fünf Fachportalen in FADO (Atlanten, Boden, Chemikalien und Arbeitsschutz, Natur und Landschaft, Umweltforschung) wurden zwei neue Fachportale für UIS Medien und für Umweltbeobachtung eingerichtet. Die Autorenkomponente bewährte sich hierbei auch insofern, als dass in kürzester Zeit die neuen Systeme angelegt sowie Nutzer- und Autorensicht konfiguriert werden konnten. Nach Schulung der CMS-Autoren wurden durch diese die Inhalte eingestellt, die Beziehungsstrukturen definiert und anschließend die neuen Portale in FADO veröffentlicht. Die Erfahrungen aus der Einrichtung der neuen Portale und aus dem rund einjährigen Betrieb der übrigen Portale wurden ausgewertet und zur Systemoptimierung verwendet, z.B. zur Verbesserung des Laufzeitverhaltens, zur Flexibilisierung verschiedener Darstellungsmöglichkeiten (Sortierreihenfolge von Suchergebnissen) und zur Generalisierung der Druckfunktion. Die funktionale Entwicklung von FADO ist damit abgeschlossen. Kleinere Restarbeiten können sich noch aus dem laufenden Betrieb oder bei gravierenden, durch das Supportteam der LUBW nicht abdeckbaren Problemen, ergeben.

Neben den genannten fachlichen Arbeiten wurde auch im Jahr 2009 das Projektmanagement und die Federführung auf Seiten der Forschungsinstitute im FuE-Verbundprojekt 'Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche' (KEWA) des Umweltministeriums Baden-Württemberg mit Partnern bei Bund, Ländern, Gemeinden, Wissenschaft und Wirtschaft wahrgenommen.

Daneben führt das IAI gemeinsam mit den Partnern TU Graz und ISEP Wien das EU-Projekt ICT-ENSURE durch. Ziel dieses Projekts ist die Schaffung eines europäischen Forschungsraums im Bereich „Informations- und Kommunikations-Technologien für ökologische Nachhaltigkeit“. In ICT-ENSURE ist das IAI insbesondere für die Entwicklung zweier Web-basierter Informationssysteme verantwortlich: eines Informationssystems zu Literatur im Forschungsbereich IuK für ökologische Nachhaltigkeit sowie eines Informationssystems über nationale Forschungsprogramme in Europa in diesem Bereich. Für beide Informationssysteme wurde 2009 auf der Basis von Java-Frameworks und entsprechend der MVC-Architektur eine erste Betriebsversion entwickelt, siehe <http://lit.ict-ensure.eu> und <http://is.ict-ensure.eu>. Das Literatur-Informationssystem enthielt Ende 2009 über 800 wissenschaftliche Papers (sowohl die Metadaten als auch die Volltexte) aus dem Bereich der EnviroInfo-Konferenzen. Das Forschungsprogramme-Informationssystem stellte zu diesem Zeitpunkt bereits Metadaten über mehr als 110 Forschungsprogramme und -projekte aus dem EU-Raum im Internet bereit, die von nationalen Experten ermittelt und mit Hilfe der web-basierten Autoren-Komponente des Systems erfasst wurden.

Programm BIF: BioInterfaces
Biologische Schlüssel-moleküle
Bild- und Datenanalyse

Der Schwerpunkt der Arbeiten im Rahmen des im Aufbau befindlichen Programms BioInterfaces der Helmholtz-Gemeinschaft liegt in der Bild- und Datenanalyse für Hochdurchsatzexperimente.

Die Larve des Zebrafährlings bietet die einmalige Möglichkeit, mit modernen Hochdurchsatz-Mikroskopen detaillierte in vivo Informationen zu gewinnen. Um die riesigen Datenmengen zu verarbeiten, müssen der Zustand, die Gewebe und Gewebsaktivitäten in der Zebrafährlingslarve automatisch erkannt und quantifiziert werden. Die im Vorjahr entwickelten Bildverarbeitungs-algorithmen für Zebrafährlingslarven wurden so erweitert, dass sie für Bilder von unterschiedlichen Aufnahmequellen einsetzbar sind und somit eine wesentlich höhere Robustheit aufweisen. In einem Artikel in der Fachzeitschrift „Nature Methods“ wurden die Algorithmen mittlerweile beschrieben und eingesetzt, um regulatorische Elemente in der Gentranskription zu evaluieren (siehe Abbildung 22).

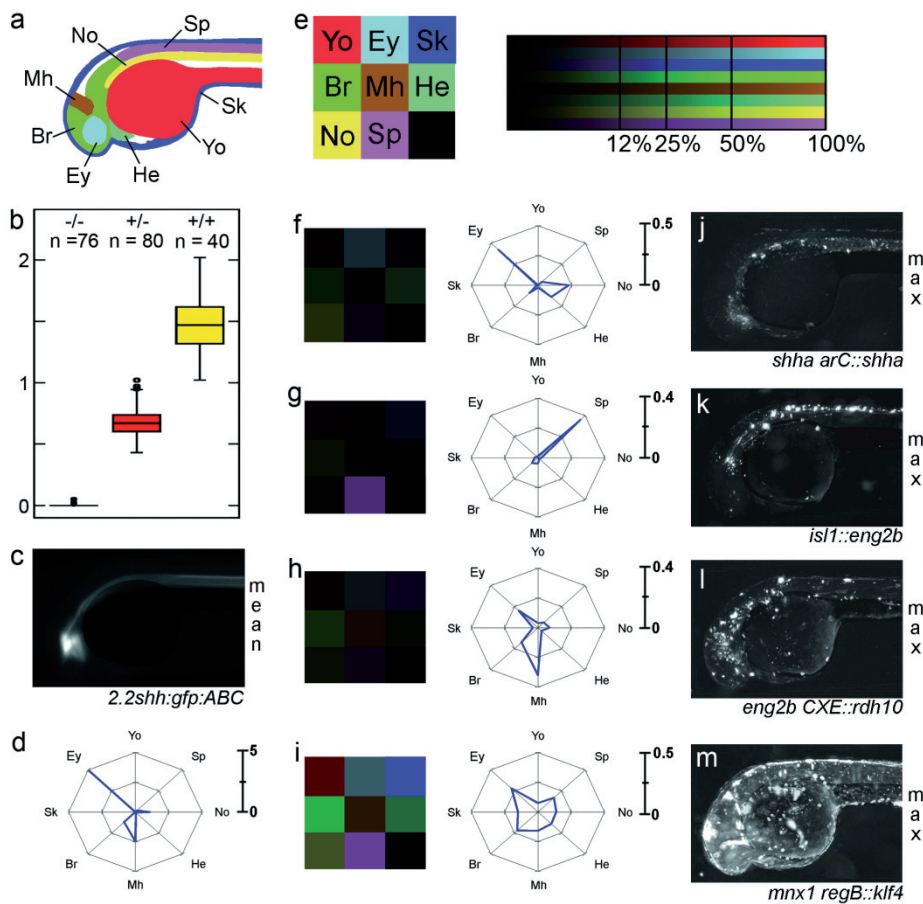


Abb. 22: a-e Unterteilung einer Larve in Gewebstypen und Darstellung der Fluoreszenz in den Gewebstypen in Radarplots und Farbquadraten, f-i Überlagerung der Fluoreszenzen von bis zu 96 Larven für jeweils vier unterschiedliche regulatorische Elemente

In Kooperation mit den AG Liebel und Strähle aus dem Institut für Toxikologie und Genetik wurde ein automatisiertes System entwickelt, das anhand morphologischer Merkmale einer Larve im Ei erkennt, ob diese Wachstums- oder andere Störungen aufweist. Mit dem Verfahren soll es möglich werden, Chemikalien auf deren Toxizität zu überprüfen.

Zusammen mit dem industriellen Kooperationspartner Definiens AG, München, werden derzeit die entwickelten Algorithmen in eine leicht bedienbare Schnittstelle überführt, um mittelfristig eine Bildverarbeitungs-Toolbox für beliebige Zebrafährlingsexperimente zu etablieren.

Außerdem wurden tensorbasierte Algorithmen entwickelt, die die Rechenzeiten insbesondere bei mehrdimensionalen Filteroperatoren drastisch verkürzen.

In Zusammenarbeit mit der AG Hilpert vom Institut für Biologische Grenzflächen wurden Daten aus Hochdurchsatzexperimenten zur Bestimmung der Wirksamkeit antibakterieller Peptide analysiert. Der Schwerpunkt der Methodenentwicklung lag auf einer Steigerung der Interpretierbarkeit, was durch eine regelbasierte Beschreibung der Designregeln für besonders wirksame Peptide und neuartige Fuzzy-Terme für molekulare Deskriptoren erreicht wurde. Zudem wurde ein standardisiertes Protokoll zur Auswertung von Lumineszenzdaten, zur Merkmalsextraktion und zur Klassifikation publiziert und als Erweiterungspaket "Peptide" für die Open-Source-MATLAB-Toolbox Gait-CAD zur Verfügung gestellt.

Der aktuelle wissenschaftliche Stand in der Biologie ist in einer Vielzahl von Zeitschriftenartikeln, Webseiten, Bildern und Datensatzbeschreibungen verstreut. Dabei kommen täglich neue Beiträge dazu, so dass die Verfolgung dieses Standes bereits bei kleinen Fachgebieten einen großen Aufwand erfordert. Der Aufbau freier Suchmaschinen mit einer offenen Indizierung eröffnet mittelfristig Perspektiven, Suchtechniken zu verbessern und insbesondere die Ergebnispräsentation stärker auf Biologen als Nutzergruppe zuzuschneiden. Allerdings sind bislang die Kernprobleme einer einheitlichen Dokumentrepräsentation und einer verständlichen semantisch orientierten Visualisierung der Suchergebnisse ungelöst. Deswegen wurde gemeinsam mit der AG Liebel vom Institut für Toxikologie und Genetik eine neue Methode entwickelt und getestet, die alle Dokumente in einem zweidimensionalen Hash-Bild codiert. Somit werden alle enthaltenen Wörter unabhängig von der Sprache und der Bekanntheit des Worts auf genau ein Hash-Element abgebildet. Daraus berechnete graduelle Zugehörigkeiten erleichtern insbesondere das Auffinden von Dokumenten mit interdisziplinären Arbeiten, bei denen mehrere Teilgebiete einfließen. Außerdem wurden Visualisierungstechniken vorgeschlagen, die auf Scatterplots der graduellen Zugehörigkeiten basieren.

Entwicklung von Automatisierungslösungen für Hochdurchsatzverfahren in der Bio-Analyse-Technik

Zebrafische wurden in den letzten Jahren als Modellorganismen für biologische Untersuchungen etabliert. Die Zebrafischlarven haben diverse Vorteile, durch die sie als Modellorganismus besonders geeignet sind. Einer der Hauptvorteile ist, dass die Zebrafische im Larvenstadium transparent sind. Die Vorgänge innerhalb des Organismus können daher in jedem Stadium von außen betrachtet werden.

Im Rahmen von biologischen Untersuchungen an Zebrafischen wird zur Zeit der überwiegende Teil der nötigen Arbeiten manuell durchgeführt. Ambitionierte Forschungsvorhaben mit Zebrafischen als Modellorganismus sind jedoch heutzutage oft wegen zu großer Probenumfänge nicht realisierbar. Fehlende Automatisierungslösungen für die Probenpräparation und die automatische Durchführung der Untersuchungen sind Gründe dafür. Für verschiedene biologische Untersuchungen mit Zebrafischen wie Toxscreens und Genuntersuchungen müssen große Mengen Fischeier gehandhabt werden. Da die Larven sich schnell entwickeln, sind die Zeitfenster für die Vorbereitung und Durchführung der Versuche nur sehr kurz. Für eine aktuelle Fragestellung müssen beispielsweise 15 000 Embryos innerhalb von 3 Stunden in Standard-Mikrotiterplatten sortiert werden. Für diese Aufgabe müssten 10 technische Angestellte gleichzeitig drei Stunden lang Fischeier pipettieren. Der dringende Bedarf an Automatisierungstechnik zum Handhaben großer Mengen von Fischeiern wird deutlich.

Im Bio Robot Lab des Instituts werden Automatisierungslösungen entwickelt, die speziell auf die Anforderungen von Biologen zugeschnitten sind. Mit diesen Robotern können die Probendurchsätze signifikant erhöht werden und bisher nicht realisierbare Aufgabestellungen wirtschaftlich möglich gemacht werden. Zwei dieser entwickelten Tools sind ein Roboter zum Sortieren von Fischeiern und ein Multikamera-Parallelmikroskop.

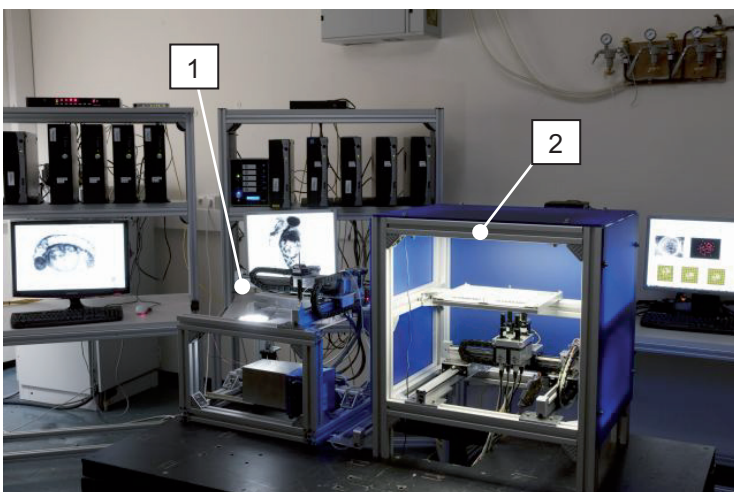


Abb. 23: neue Hochdurchsatz-Automatisierungstools (1: Fischeisortierer, 2:Multikamera-Parallelmikroskop)

Der Fischeisortierer dient dazu in einer Petrischale wahllos verteilte Fischeier in Standard Well-Plates zu sortieren. Das Multikamera-Parallelmikroskop ist ein Screeningtool mit dem biologische Proben in Standard Well-Plates mikroskopiert werden können.

Diese Entwicklungen sind erste Schritte auf dem Weg zu einem vollautomatischen Prozess, der Einzelschritte beinhaltet, die von der Präparation der Probe, über die Transportprozesse zwischen den einzelnen Einheiten bis hin zur automatischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse

gehen. Dies ermöglicht einen vollautomatischen Analyseprozess.

Der Fischeisortierer sammelt automatisiert Fischeier aus einer Petrischale und sortiert je ein Ei in ein Well einer Standard-Well-Plate. Es können sowohl 96er als auch 384er Well-Plates bestückt werden. Die Fischeier können aus dem Aquarium direkt in eine Standard Petrischale gegeben werden. Der Roboter kann Fischeier von Kot und Futterresten unterscheiden, sodass das Aquariumwasser nicht vorbehandelt werden muss. Somit können die Wellplates ohne manuellen Aufwand für die darauffolgenden Untersuchungen vorbereitet werden. Der Fischeisortierer ist damit ein leistungsfähiges Tool zur automatisierten Vorbereitung von biologischen Untersuchungen an Zebrafischen.

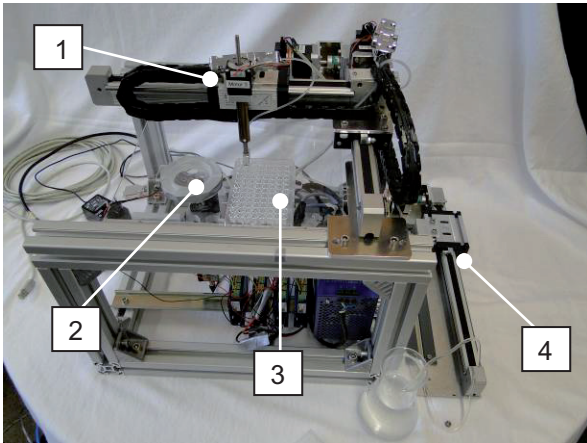


Abb. 24: Fischeisortierer (1: Drei-Achs-Roboter, 2: Petrischale, 3: Mikrotiterplatte, 4: Pumpe)

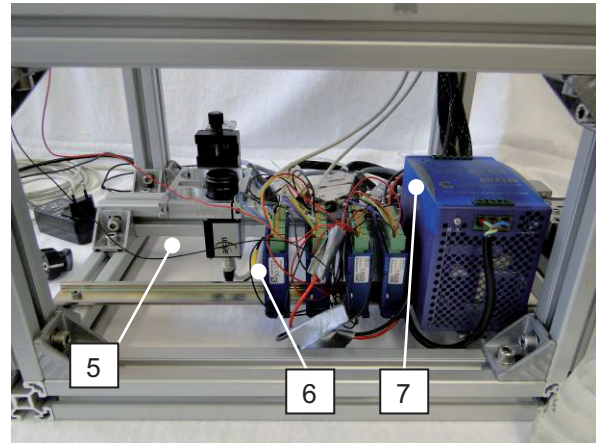


Abb. 25: Technik des Fischeisortierers (5: Kamera, 6: Robotersteuerung, 7: Netzteil)

Der Grundgedanke zum Multikamera-Parallelmikroskop ist es hohe Probendurchsätze durch parallelisiertes Arbeiten zu erreichen. Der Roboter, der die Kameras bewegt, kann flexibel programmiert werden und ermöglicht daher diverse Scanmodi. Damit eignet sich das Parallelmikroskop unter anderem für Heartbeat-Assays, Spontaneous-Movement-Assays und zur Unterscheidung zwischen koagulierten und nicht koagulierten Eiern. Die vier Kameras sind in einem gemeinsamen Halter angeordnet und werden parallel bewegt. Im Gegensatz zu anderen kommerziellen Mikroskopen wird nicht die Mikrotiterplatte bewegt, sondern die Kameras werden bewegt, wodurch die Embryobewegung in den Wells reduziert wird. Mit dem Roboter werden die Kameras schnell bewegt, sodass der Wechsel von einem Well zum nächsten in 0,1 s realisiert werden kann.

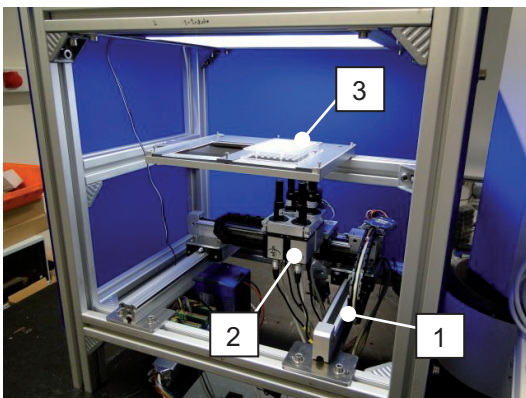


Abb. 26: Multikamera-Parallelmikroskop (1: Drei-Achs-Roboter, 2: vier CCD Kameras, 3: Mikrotiterplatte)

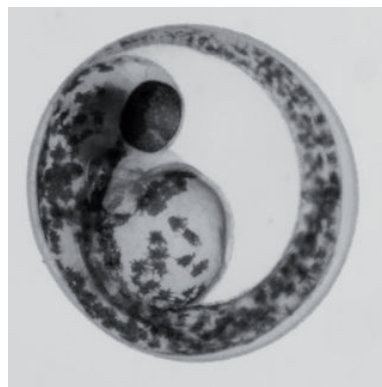


Abb. 27: Foto eines Zebrafisches (48h alt)

Programm NANOMIKRO: Nano- und Mikrosysteme

Systemintegration

Automatisierungstechnik und Wissensmanagement

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 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 produktionstaugliche Fertigungs- und Prüfprozesse (Karlsruhe Nano/Micro Facility).

Modellbildung und Simulation im Entwurf optischer Nano-/Mikrosysteme

Im Schwerpunkt „Modellbildung und Simulation im Entwurf optischer Nano-/Mikrosysteme“ liegt der Fokus der Arbeiten 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.

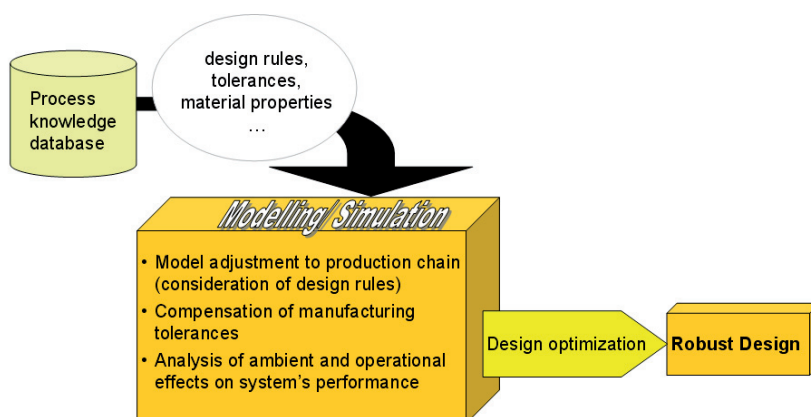


Abb. 28: Konzept der realitätsnahen Modellbildung

Die realitätsnahe Modellierung wird erreicht, indem sowohl fertigungsbezogene als auch umgebungs- und betriebsspezifische Einflüsse bei der Modellerstellung im Entwurfsprozess mit einbezogen werden (siehe Abbildung 28). Bezüglich dieser Zielsetzung lag im zurückliegenden Jahr das Hauptaugenmerk auf der vertikalen Simulatorkopplung. Hierunter ist eine Kopplung der optischen Simulationswerkzeuge mit strukturmechanischen Simulatoren zu verstehen. Ziel dieser Integration von Simulationswerkzeugen unterschied-

licher physikalischer Domänen ist, umgebungs- und betriebsspezifische Einflüsse auf die optischen Leistungsdaten simulieren und analysieren zu können.

Hinsichtlich dieser Zielsetzung wurde ein Konzept zur Kopplung optischer Simulationswerkzeuge mit strukturmechanischen Simulatoren entwickelt. Die Vorgehensweise wurde beispielhaft für die Werkzeuge ZEMAX (Optik) und ANSYS (Strukturmechanik (FEM)) umgesetzt.

In Zusammenarbeit mit dem Vorhaben Optimierung und Ressourcenmanagement im GRID wurde in einer serviceorientierten Arbeitsumgebung ein Workflow für die Simulatorkopplung entwickelt und realisiert.

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

Ziel der Arbeiten in diesem Bereich ist die Entwicklung von Konzepten zur ganzheitlichen Modellierung und zum Design von Mikrosystemen auf der Basis von Nano- und Mikrotechnologien.

Ausgehend von der Feststellung, dass eine bedarfsgerechte Bewertung der Mikro- und Nanotechnologien im Spannungsfeld zwischen technischen Entwicklungen und Anwendungsanforderungen erfolgen muss, lag ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten in diesem Bereich im Jahre 2009 zunächst auf der Identifikation von Zusammenhängen zwischen Anwendungsanforderungen und den technischen Möglichkeiten bzw. Limitierungen von Mikrokomponenten, Nanomaterialien oder nanostrukturierten Oberflächen (Abbildung 29).

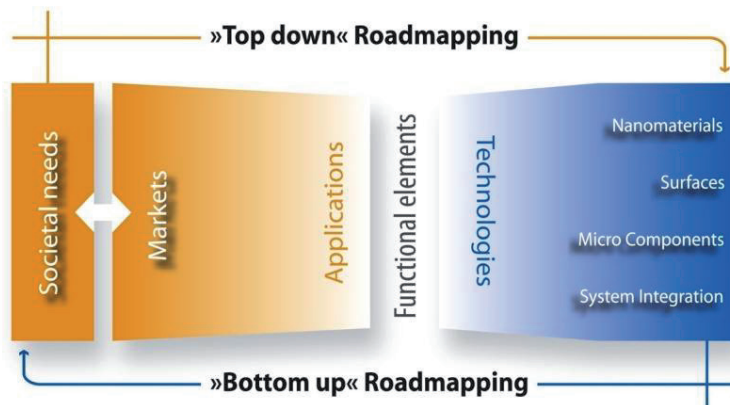


Abb. 29: PIA Konzept zur Beschreibung der Abhängigkeiten zwischen Anwendungsanforderungen und technologischen Möglichkeiten

Im Jahr 2009 wurden im Rahmen der Vorbereitung Durchführung und der Analyse von Inhaltsanalysen und Umfragen im Rahmen der Projekte Microsapient und GlobeMST folgende Teilergebnisse erzielt:

Unter Verwendung einer am IAI im Jahr 2008 entwickelten komplexen webbasierten Datenbankanwendung wurden 250 Teilnehmer zu den Abhängigkeiten zwischen Anwendungsanforderungen und technischen Möglichkeiten der Nano-Mikrosystemtechnik, heute, in fünf und in zehn Jahren befragt. Das Ergebnis führte zu einer Erfassung und Bewertung der Technologiebedarfe in 12 Anwendungsfeldern. Umgekehrt wurden 2009 für über 80 Technologiefelder potentielle Anwendungsbereich bzw. die Schlüsselfunktionen identifiziert, zu deren Umsetzung die Technologie beiträgt/beitragen könnte (Abbildung 30).

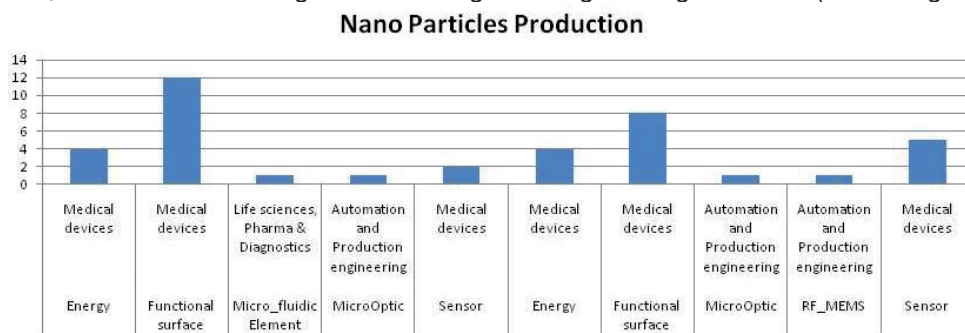


Abb. 30: Beispiel für die Auswertungen einer datenbankbasierten Webumfrage zu potentiellen Anwendungsfeldern der Nano- Mikrotechnologien

Die Ergebnisse finden z.B. Eingang in die weitergehenden strategische Planungen der EU Förderprogramme.

Eine konzeptionell ähnliche Analyse wurde in weit umfassenderen Maße im Hinblick auf den Ist-Stand der Mikrosystemtechnik in Deutschland, Europa und weltweit durchgeführt. Mit Hilfe eines interdisziplinären Teams aus verschiedenen Instituten des Programm NanoMikro sowie weiteren eingeladenen Experten wurde auf der Basis von 400 Studien zum Thema ein komplexes Netz von Abhängigkeiten zwischen Technologien, Mikrosystem-Funktionselementen, Anwendungen und Zielmärkten identifiziert und in einem Zwischenbericht dem BMBF, dem Strategiekreis Mikrosystemtechnik sowie ausgewählten Experten zur Verfügung gestellt (Die Veröffentlichung des Endberichts ist für April 2010 geplant) Das Ergebnis führte zu „Wissenslandkarten“ für mehr als 20 Anwendungsfelder, wobei einige Anwendungsfelder aufgrund ihre Umfangs in weitere Unterkategorien untergliedert wurde (Beispiel Automotive, Unterkategorie Fahrkomfort (Abbildung 31).

Die Auswertung der Inhalte von über 400 Studien erfolgte dabei unter Verwendung zweier am IAI entwickelten Werkzeuge und Wissensontologien zur inhaltlichen Analyse der über 400 ausgewerteten Dokumente.

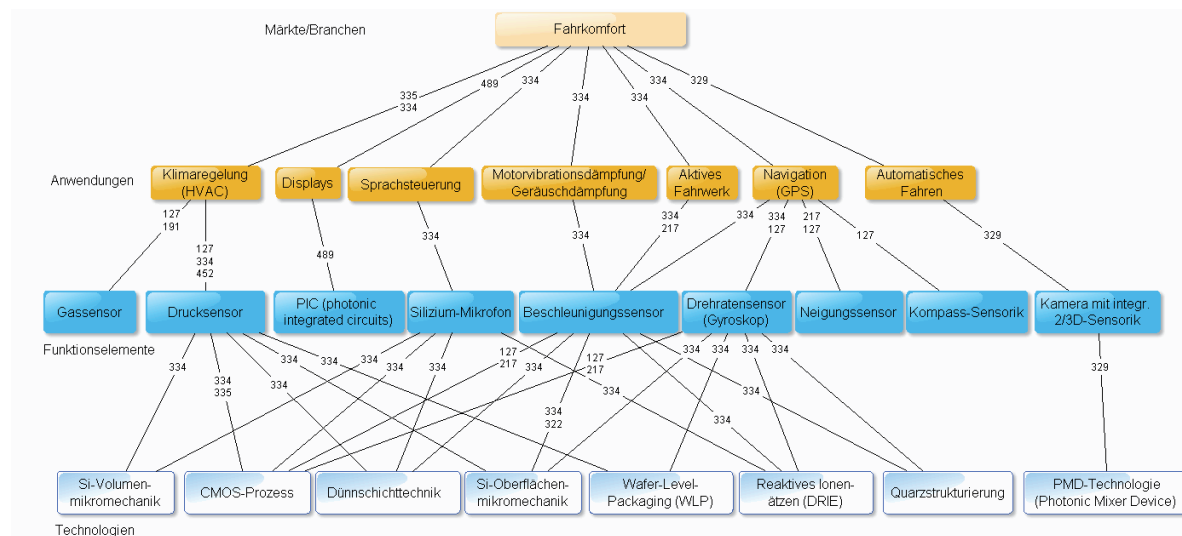


Abb. 31: Beispiel einer Wissenslandkarte für den Bereich Mobilität/Automotive/Fahrkomfort

Im Rahmen des im Jahre 2009 gestarteten EU Projekts EUMINAFab wurden zusammen mit den Partnern IPA, Univ. Cardiff die Entwicklung von Konzepten zur Erfassung und Bewertung von Nano- und Mikrotechnologien begonnen. Ziel der Arbeiten ist es, neben einer Strukturierung der Technologien im Hinblick auf ihre technischen Möglichkeiten auch eine Bewertung der Technologien hinsichtlich ihres „Technologiereifegrads“ vorzunehmen. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen werden in die am Institut entwickelte Prozeswissensdatenbank ProWiDa überführt. Erste konzeptionelle Erweiterungen wurden dazu bereits implementiert.

Ebenfalls im Jahr 2009 abgeschlossen wurde das BMBF Verbundprojekt NanoCare, das eine Koordination der verschiedenen nationalen Aktivitäten zur Bewertung der Toxizität von Nanopartikeln zum Ziel hatte. Die Arbeiten des Instituts bezogen sich hierbei auf die Unterstützung des Informationsflusses innerhalb des Projekts bzw. der Kommunikation der Ergebnisse über ein Webportal. Das NanoCare Projekt bildete zugleich die Ausgangsbasis für das neue, im Jahr 2009 gestartete Projekt DaNa, das zum Ziel hat, Ergebnisse aus 14 wissenschaftlichen Projekten zum Thema inhaltlich zu begleiten und informationstechnisch aufzubereiten (Abbildung 32) .

Die Entwicklung von Softwaremethoden zur Akquisition und Präsentation von Nano- und mikrosystemtechnischem Wissen unterstützt bzw. ermöglicht die strukturierte Auswertung auch größerer Datenmengen zu den voranstehend erwähnten Themenfeldern. Neben den bereits erwähnten Softwarewerkzeugen zur Dokumentenanalyse und –bewertung sowie verschiedenen Werkzeugen zur Erfassung von Expertenwissen soll im Folgenden vor allem auf die prozessorientierte Wissensdatenbank ProWiDa eingegangen werden, die im Rahmen von EUMINAFab und KNMF zu einer umfassenden Mikrosystemtechnik-Ontologie ausgebaut werden soll.

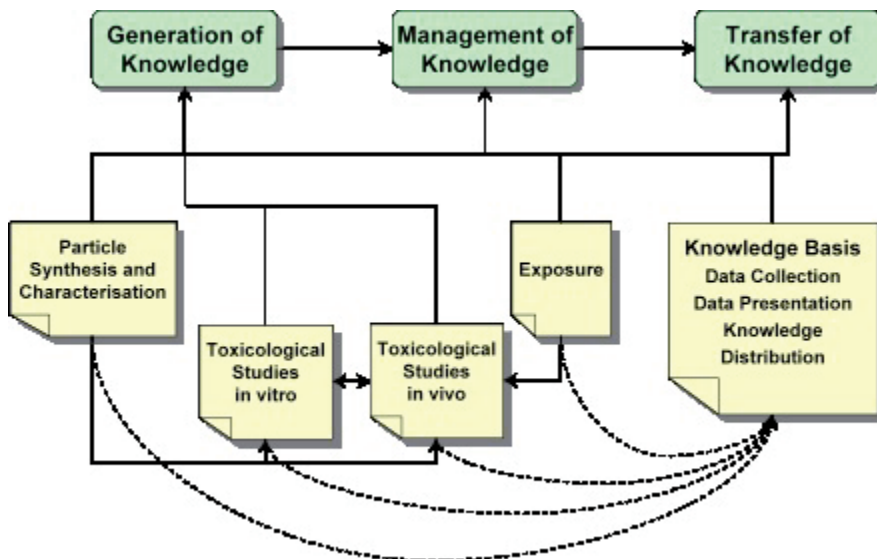


Abb. 32: Wissensgenerierung und -speicherung im NanoCare-Projekt

Im Jahr 2009 wurde das Redesign der prozessorientierten Wissensdatenbank ProWiDa abgeschlossen. Mit dem neuen Softwarewerkzeug steht dem Benutzer nun ein wesentlich intuitiver zu bedienendes Werkzeug zur Verfügung, das aufgrund seiner konzeptionellen Überarbeitung nun auch hinsichtlich der Integration der Ergebnisse laufender wissenschaftlicher Arbeiten zur Bewertung des Technologiereifegrads, der Modellierung komplexerer Nano- Mikrosystem-Prozessketten einfacher erweitert werden kann (Abbildung 32).

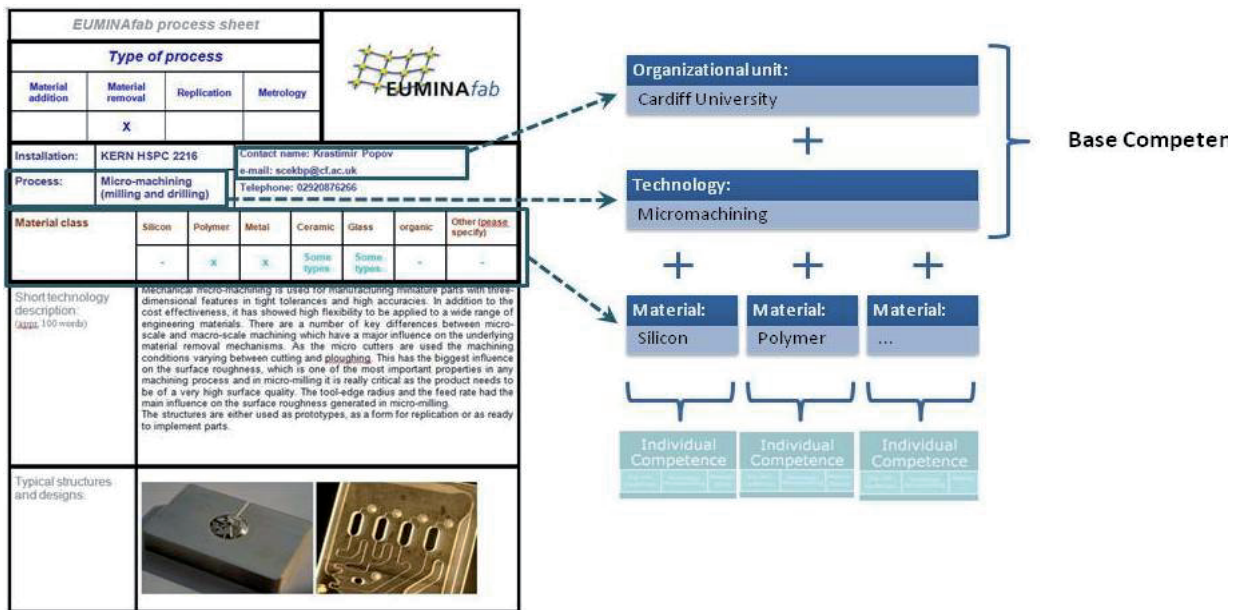


Abb. 33: Überführung und Erweiterung von Prozessdaten zu Kompetenzen in der ProWiDa

Im Rahmen des EUMINAFab Projekts wird das ProWiDa Konzept darüber hinaus auch in ein Gesamtsystem zur bedarfsgerechten Informationsbereitstellung in einem europäischen Forschungsnetzwerk eingebettet (Abbildung 33).

Mikro- und Nanohandhabung

Ausgehend vom oben vorgestellten umfassenden Ansatz zur Beschreibung von Prozessketten der Mikro- und Nanotechnologie liegt der Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich der Handhabung zum einen in der Umsetzung dieser Konzepte in Systeme aber auch in der Gewinnung von Prozesswissen, das durch die praktische Umsetzung erarbeitet wird. Die Arbeiten in 2009 lassen sich in folgende Bereiche aufteilen:

- Konzeption und Realisierung einer Systemarchitektur zur Montage mechanischer Mikrosysteme,
- Aufbau modularer, intelligenter Prozessmodule für die Mikrofertigungstechnik und als Beitrag zur Verbreitung der Ergebnisse die
- Etablierung eines Kooperationsnetzwerks (Verwertung EUPASS-Projektergebnisse)

Modular aufgebaute Montagesysteme bilden die Basis für flexibel adaptierbare Lösungen, die in der Lage sind, die unterschiedlichen Anforderungen zu erfüllen, die bei der Umsetzung von Fertigungsprozessen der Mikrotechnik in industrietaugliche Anlagen bestehen. Parallel steigen zunehmend die Anforderungen an derartige Fertigungsmodule. Dies erfolgt vor allem im Hinblick auf Konfigurierbarkeit, Fernwartung oder auch Fähigkeit zur Selbstdiagnose. Um das zu erfüllen, werden die Module mehr und mehr mit integrierten Steuermodulen ausgestattet und kommunizieren selbstständig mit den übergeordneten Steuerungsebenen. Diese Anforderungen lassen sich auf Grund der Größenbedingungen bei Fertigungsmitteln der Makrotechnik relativ einfach umsetzen. Auf Grund der reduzierten Größe der Mikrofertigungsmodule steigen hier jedoch die Anforderungen an die Integration. Der Bauraum und das zulässige Gewicht sind deutlich reduziert. U.a im Rahmen des Projekts EUPASS wurden in den Jahren 2004-2008 erste Arbeiten hierzu durchgeführt. Vor allem der Bereich der Programmierung (Modulbeschreibung und –adressierung innerhalb der Steuerungsarchitektur) war hier Schwerpunkt der Tätigkeiten, aber auch beim modularen Aufbau des eigentlichen Montagemoduls wurden erste Lösungen erarbeitet. Die Ergebnisse dieser Arbeiten flossen ein in die Realisierung eines modularen Fingergreifsystems für die Mikrotechnik mit dem Ziel, einen Technologieträger bereit zu stellen, mit dem unterschiedliche Modultriebskonzepte, aber auch unterschiedliche Sensoren getestet werden können. Basis des Konzepts ist die Integration einer Kontrolleinheit zur Ansteuerung der Aktuatoren und der Encoder mit der Option zur Anbindung weiterer Sensoreinheiten. Des Weiteren ist es mit Hilfe dieses Fingergreifers möglich, Tests der mechanischen Integrationsmöglichkeiten und der weiteren Miniaturisierung durchzuführen. Aus diesem Grund wurde die interne Integration der Aktoren so ausgeführt, dass es möglich ist, die Aktoreinheit zu wechseln und beispielsweise einen anderen Aktortyp (Wechsel von elektromotorisch auf pneumatisch) zu betreiben. Diese Arbeiten bilden die Basis für Erweiterungen im Bereich der Kommunikation und Ansteuerung und der weitergehenden Integration von Steuerungsintelligenz direkt in das Mikrofertigungsmodul. Sie fließen ein in das zukünftige EU-Projekt IDEAS. Die Umsetzung und Verbreitung der methodischen Arbeiten erfolgt in geförderten Projekten aber auch in bilateralen Kooperationen mit der Industrie. Hierdurch erfolgt eine Validierung der erarbeiteten Methoden.

So wird im Rahmen eines Industrieauftrags aus der Uhrenindustrie in Zusammenarbeit mit weiteren externen Partnern eine Fertigungssystemarchitektur entwickelt. Dem ganzheitlichen Ansatz entsprechend wurde in 2009 eine Analyse des zu erwartenden Teilespektrums durchgeführt. Über 80 unterschiedliche Bauteile wurden hinsichtlich Kriterien, wie z.B. Masse, Abmessungen, geometrische Einhüllende, Ähnlichkeitskategorie, Greifprinzip, etc. analysiert. Diese Analyse bildete die Basis für die Optimierung des Konzepts für das Montagesystem dahingehend, dass ein Großteil der zu erwartenden Handhabungs- und Montageaufgaben im Standardausbau durchgeführt werden können bei gleichzeitiger Reduktion der Handhabungsgewichte und Handhabungsgrößen (siehe Abbildung 34).

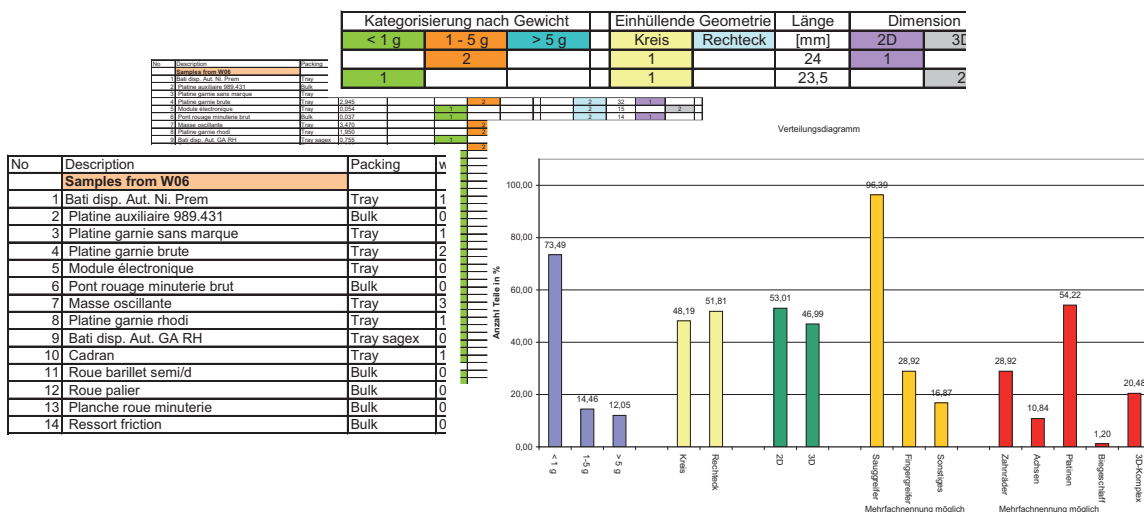


Abb. 34: Analyse und Kategorisierung von Uhrenbauteilen nach handhabungsspezifischen Kriterien

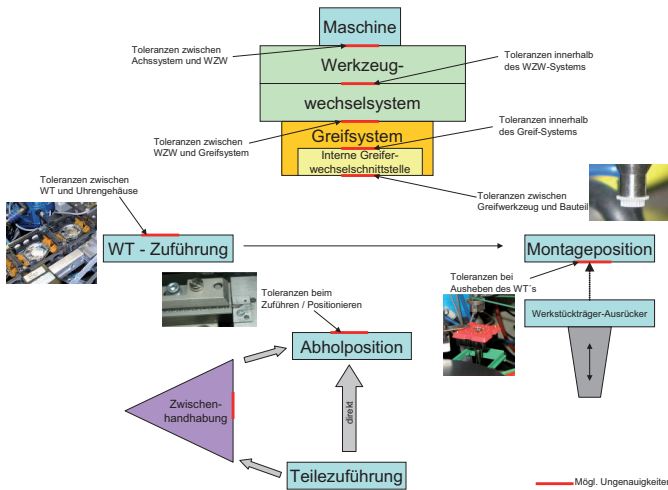


Abb. 35: Analyse der Toleranzketten des Greiferwechselsystems im Prozessbereich: Teilezuführung, Registrierung, Handhabung

lichten die umfassende Abstimmung mit den am Gesamtprozess beteiligten Teilsystemen der Montagelinie (siehe Abbildung 35).

Des Weiteren wurde gezeigt, dass trotz reduziertem Greifergewicht die geforderten Eigenschaften wie z.B.



Abb. 36: Greiferprototypen zum Greifen unterschiedlicher Bauteile des Teilespektrums

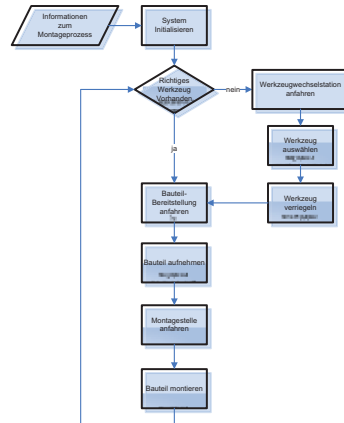


Abb. 37: Anforderungen an das Montagesystem zur Integration des Greiferwechselmoduls

horizontale Beweglichkeit der Greiffläche zur passiven Nachführung während des Greifvorgangs und gleichzeitig hohe Genauigkeit der Teileausrichtung im gegriffenen Zustand sicher gestellt werden kann. Die exemplarische Umsetzung erfolgte am Beispiel zweier Referenzbauteile (siehe Abbildung 36). Ausgehend von diesen Arbeiten wurde ein Lastenheft erstellt, das die Anforderungen an ein derartiges Montagesystem im Bezug auf das Greiferwechselsystem und den Greifer umfasst (siehe auch Abbildung 37).

Neben der Unterstützung bei der Montage des Mikro-Mach-Zehnder-Interferometersystems wurde zusammen mit dem Institut für Mikrostrukturtechnik im Rahmen der KNMF Aktivitäten ein Fügeprozess für die Universität Warschau entwickelt mit dem Ziel der optimierten Klebstoffdosierung und Montage strukturierter Kunststoffbauteile (siehe Abbildungen 38 und 39).

Im Laufe der Verlängerung des EU-Projekts EUPASS in das Jahr 2009 hinein wurde eine Webplattform (<http://www.eas-env.org>) realisiert, über die die EUPASS Projektergebnisse verbreitet werden und die als Kommunikations- und Kooperationsplattform zur Verfügung steht. Hierzu wurden einzelne Angebote integriert: ein Wiki als Möglichkeit, Informationen abrufbar zu halten, als direktes Kommunikationsangebot ein VOIP-Modul (Skype) sowie ein Forum. Zukünftig wird diese Webpräsenz im Rahmen des EU-Projekts IDEAS als zusätzlicher Kanal zur Verbreitung der Projektergebnisse zur Verfügung stehen.

Weitere Arbeiten wurden im Bereich der Mikrobauteilzuführung durchgeführt. Hier stand vor allem die Vereinzelung und Zuführung von Schüttgut unter Ausnutzung überlagerter, niedrig bis mittelfrequenter Schwingungen im Focus. Für die ersten grundlegenden Untersuchungen wurde ein erster Aufbau realisiert. Dieser basiert auf einer flexiblen Unterlage mit der Möglichkeit zur Schwingungsanregung. Diese Arbeiten fließen zukünftig in die Entwicklung einer Zuführeinheit für Mikrobauteile ein.

Zum Beispiel liegt das Teilgewicht bei über 85% der Bauteile unter 5 g und mit Sauggreifern lassen sich über 96% der Handhabungsaufgaben bewältigen. Ziel ist es, für das Montagesystem einen ressourcenschonenden und raumoptimierten Ansatz umzusetzen. Außerdem fließen diese Ergebnisse in die Entwicklung der Handhabungsmodulare des Gesamtsystems ein. Sie bilden die Basis z.B. die Greiferwechselschnittstelle und das modular aufgebaute Greifsystem. Diese Aufgaben wurden ebenfalls im Rahmen des Projekts bearbeitet. Es wurde hierzu ein Konzept für ein Greiferwechselsystem mit Werkzeugmagazin erstellt. Basis war die Analyse der Toleranzketten in den Bereichen Bauteilzuführung, Bauteilpräsentation, Bauteilregistrierung und Handhabung. Die Ergebnisse flossen nicht nur ein in die Konzeption des Greiferwechselsystems sondern ermöglichen die umfassende Abstimmung mit den am Gesamtprozess beteiligten Teilsystemen der Montagelinie

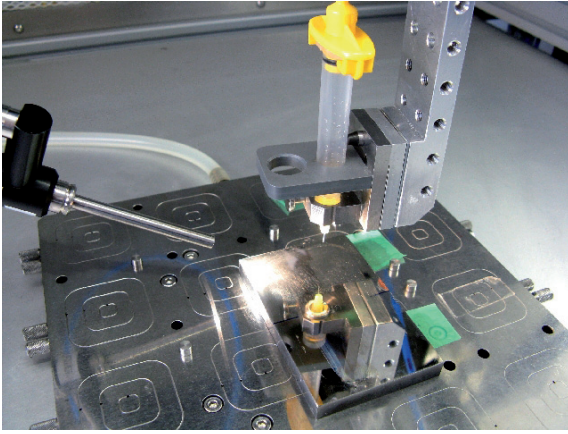


Abb. 38: Klebstoffapplikation mit dem Montagesystem MIMOSE

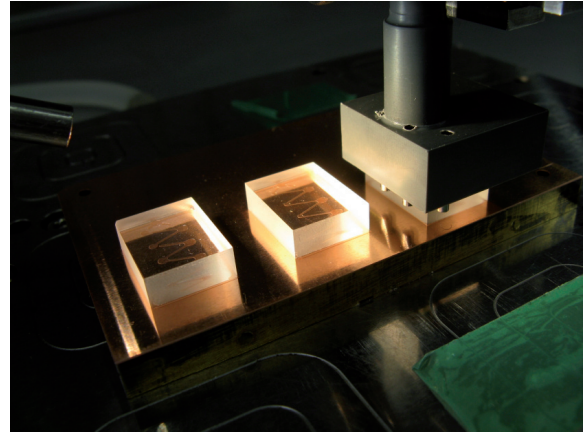


Abb. 39: Definiertes Absetzen von Probeteilen

Kleinere Aktivitäten waren die Erstellung einer Recherche mit Machbarkeitsstudie im Rahmen eines Industrieauftrags (Innovationsgutschein A des Landes Baden-Württemberg) und die Überarbeitung der Steuerung des KNMF-Exponats in Absprache mit PKM und dem Institut für Nanotechnologie mit dem Ziel, das Modell als Dauerexponat in der Ausstellung des INT einzusetzen.

Optische Mess- und Prüftechnik

Es wurden grundlegende Untersuchungen durchgeführt zur Erzeugung von Mosaikbildern für scannende hochauflösende Messsysteme im Mikro- und Nanobereich (z.B. AFM, LSM, ...). Als Ergebnis dieser Untersuchung wird ein vierstufiges Verfahren mit den Schritten Grobregistrierung, Feinregistrierung, Justierung und Bildmontage vorgeschlagen. Bei der Grobregistrierung werden die Überlappungsbereiche der einzelnen Aufnahmen bestimmt. Der Rechenzeitbedarf für diese Registrierung beträgt pro Bild ca. 30 ms; somit kann der Aufbau des Mosaikbildes für Systeme mit Aufnahmezeiten von bis zu 30 Hz in Echtzeit erfolgen. Bei der Feinregistrierung werden die zeitlich aufeinander folgenden Bilder subpixelgenau registriert. Abhängig vom Aufnahmesystem und dem aufzunehmenden Objekt müssen dabei die Registrierungsparameter angepasst werden. Während bei starren technischen Objekten im Allgemeinen lediglich Translationen und Rotationen auftreten, müssen bei deformierbaren Objekten elastische Registrierungsverfahren eingesetzt werden. Beim Schritt Justierung werden alle auftretenden Überlappungsbereiche der Bilder analysiert und angepasst. Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass für die Justierung ein statistischer Ansatz mit Minimierung der mittleren Fehlerquadratsumme geeignet ist. Bei der Bildmontage können zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden. Die Bildfusion verwendet alle registrierten Bilder zur Bildmontage; der Farb- bzw. Grauwert jedes einzelnen Pixels berechnet sich als Mittelwert aus allen, an dieser Position verfügbaren Bildpunkten. Bei der Bildkomposition werden dagegen nur ausgewählte Bilder verwendet. Ziel ist es dabei, den erfassten Bereich aus möglichst wenigen Einzelbildern zusammenzusetzen. Somit erfolgt nur in den überlappenden Bereichen eine Mittelwertbildung aus zwei Bildern. Ein mit der Bildkomposition erstelltes Mosaikbild hat im Allgemeinen eine höhere Bildschärfe während die Bildfusion das Signal-/Rauschverhältnis im Mosaikbild erhöht.

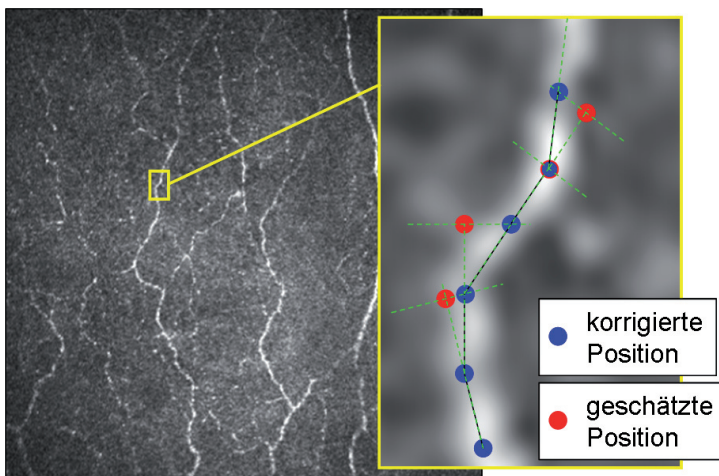


Abb. 40: Tracing-Algorithmus

Zur automatischen Segmentierung von Nano- und Mikrostrukturen – speziell langen, dünnen, fadenförmigen Strukturen – wurden verschiedenartige Ansätze untersucht. Die Entwicklung und Evaluierung verschiedener Methoden fand in einer MATLAB-Umgebung statt.

Bei Tracing-Algorithmen wird der Verlauf der Strukturen, ausgehend von einer Menge von Startpunkten, schrittweise verfolgt. Vor jedem Schritt wird die weitere Verlaufsrichtung der Struktur aus dem bisherigen Verlauf abgeschätzt, nach dem Schritt geprüft und korrigiert (siehe Abbildung 40). Da diese Tracing-Algorithmen ausschließlich die Bildregionen betrachten,

in denen die relevanten Strukturen abgebildet sind, arbeiten sie insbesondere in großen Bildern mit nur wenigen Strukturen sehr effizient. Stark gekrümmte und stark verzweigte Strukturen können dabei aber zu Segmentierungsfehlern führen. Das Segmentierungsergebnis hängt in jedem Fall in starkem Maß von der korrekten Auswahl der Startpunkte ab, da nur solche Strukturen erfasst werden können, auf denen ein Startpunkt liegt.

Einen anderen Ansatz zur Segmentierung bieten Klassifikationsverfahren auf der Basis des überwachten Lernens. Die Idee ist dabei die Zuordnung jedes Bildpunkts zu einer der Klassen „Vordergrund“ oder „Hintergrund“ durch Verallgemeinerung zuvor präsentierter Beispiele. Das Klassifikationsverfahren läuft in zwei Phasen ab (siehe Abbildung 41). In der Lernphase wird anhand von vorklassifizierten Positiv- und Negativbeispielen (Vordergrund- respektive Hintergrundpixel einer manuellen Segmentierung) ein Klassifikator trainiert. Dazu werden aus jedem vorgegebenen Bild mehrere Merkmalsbilder berechnet und auf diese Weise für jedes Pixel ein Merkmalsvektor generiert. Der Klassifikator lernt die Zuordnung vieler verschiedener Merkmalsvektoren zu den vorgegebenen zugehörigen Klassen. Durch Verallgemeinerung kann der trainierte Klassifikator in der Anwendungsphase in neuen Bildern, wiederum durch Berechnung der Merkmalsbilder, für jedes Pixel eine Klassifikationsentscheidung treffen. Für die Segmentierung dünner Strukturen sind zur Erzeugung der Merkmalsbilder Bildfilter auf der Grundlage von 2D-Gabor-Wavelets geeignet, da sie eine gute Detektion mit einer inhärenten Glättung kombinieren. 2D-Gabor-Wavelets werden im Ortsraum über ihre Breite und ihre Ausrichtung definiert; für die Segmentierung verschieden breiter und beliebig orientierter Strukturen müssen somit Filterbänke mit unterschiedlich parametrisierten 2D-Gabor-Filtern verwendet werden.

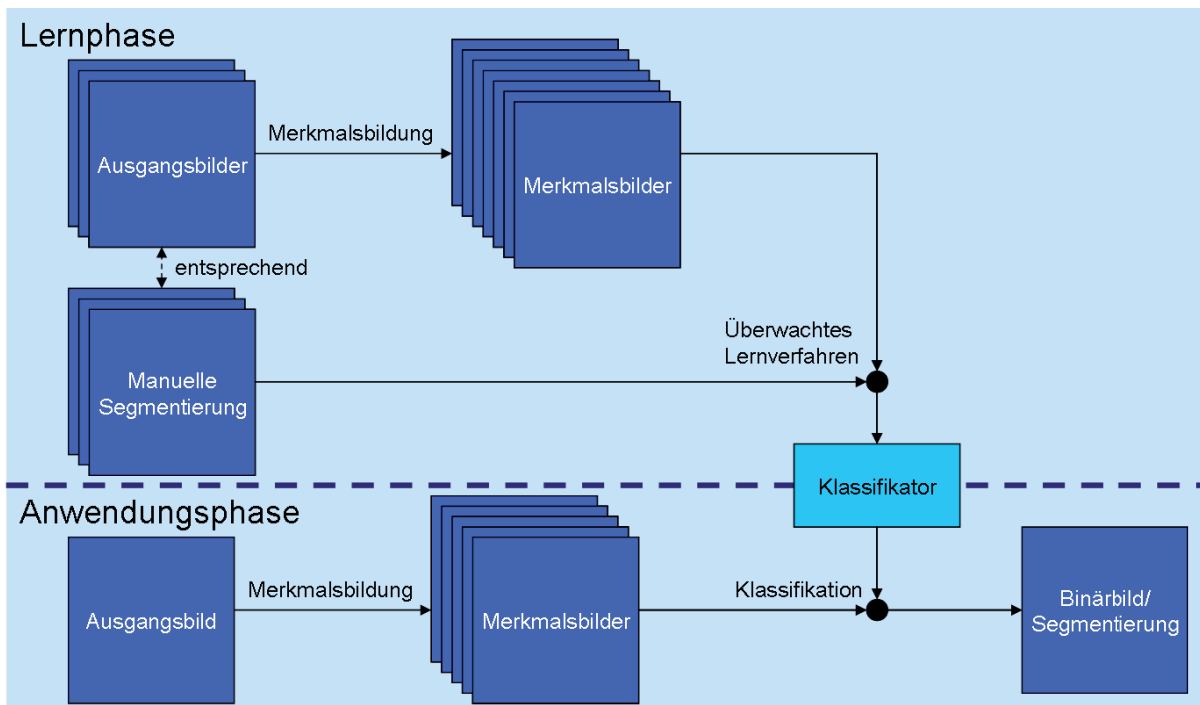


Abb. 41: Ablaufdiagramm eines Klassifikationsverfahrens zur Segmentierung

Ein weiteres untersuchtes Segmentierungsverfahren ist die Wasserscheidentransformation, bei der die Grauwerte eines Bildes als Höhenstufen eines Gebirges interpretiert werden, woraus die Wasserscheidenlinien berechnet werden. Mit der Wasserscheidentransformation können selbst feinste Strukturen mit geringem Kontrast vom Hintergrund getrennt werden; das Verfahren führt aber in den untersuchten Beispielen bei nicht geglätteten Bildern zu starker Übersegmentierung. Mit zunehmender Glättung der Bilder nimmt der Grad der Übersegmentierung ab. Dadurch verringert sich aber sowohl die Erkennungsrate bei feinen Strukturen als auch die Qualität der Lokalisierung der segmentierten Wasserscheiden. Ein Hochpassfilter als Vorverarbeitungsschritt verbessert bei den getesteten Beispielen die Segmentierungsergebnisse deutlich, die Übersegmentierung bleibt jedoch bestehen. Die Wasserscheidentransformation als eigentlicher Segmentierungsansatz erscheint für die untersuchte Problemstellung als ungeeignet; eine kombinierte Anwendung mit anderen Segmentierungsalgorithmen könnte aber vorteilhaft sein.

Alle untersuchten Segmentierungsmethoden stehen in einer MATLAB-Implementierung zur Verfügung.

Photonische Systeme

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.

Auf dem Gebiet der Optik wurde 2009 analog zur bekannten Alvarez-Humphrey-Linse eine Linse entworfen und ausgelegt, deren Brechkraft durch Rotation ihrer zwei Linsenteile gegeneinander verändert werden kann. Durch optische Simulation auf der Basis von Strahlenverlaufsberechnungen konnte nachgewiesen werden, dass die Abbildungsqualität durchaus mit der einer Alvarez-Humphrey-Linse vergleichbar ist. Eine entsprechende Patentanmeldung dazu wurde eingereicht. Weiterhin wurde für eine aktive Triple-Optik im Maßstab 2:1 (im Verhältnis zum Zielsystem) ein Aktorsystem auf der Basis piezoelektrischer Biegeaktoren und Festkörperlagerungen entworfen, das auch im geplanten Demonstrator III eingesetzt werden kann. Die Auslegung erfolgte analytisch und unter Durchführung von FEM-Simulationen. Nach Konkretisierung des Fertigungsverfahrens für die Festkörperlagerung (planarer Trockenätzprozess in Silizium) wurde ein Redesign von Lagerung und Getriebe durchgeführt, dabei die Festkörpergelenkstrukturen optimiert und erste Funktionsmuster hergestellt (Abbildung 42).

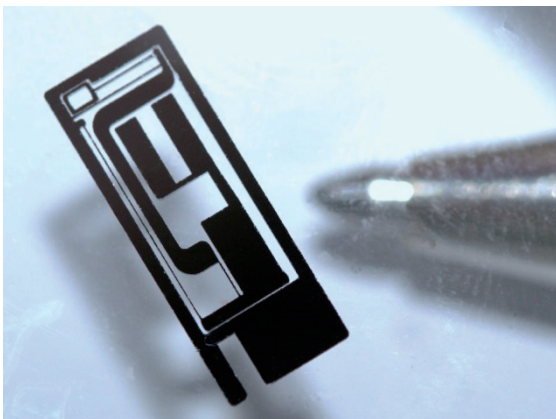


Abb. 42: Funktionsmuster des Aktorgetriebes der Triple-Optik

Funktionsmuster hergestellt. Zum hermetischen Fügen des Gehäusedeckels wurden in Zusammenarbeit mit dem IMT und dem IMF II Klebeversuche mit anschließendem Besputtern der Kleberaupe durchgeführt. Als weiteres Verfahren zum hermetisch dichten Fügen wurde (in Zusammenarbeit mit dem FhG-IOF Jena) Laserlöten untersucht. Für beide Varianten wurden Dichtigkeitstests durchgeführt. Weiterhin wurde ein Verfahren für beschleunigte Alterungstests entwickelt.

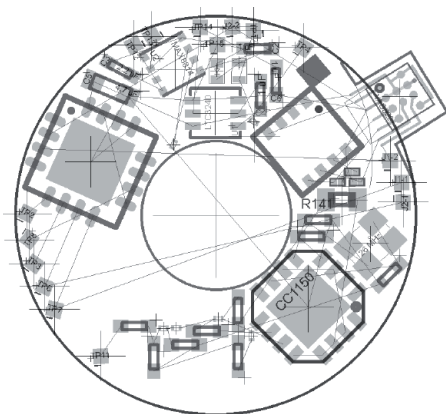


Abb. 43: Schaltungslayout für den Demonstrator III des Künstlichen Akkommodationssystems

Im Rahmen der Untersuchungen zur Energieübertragung für ein Implantat wurde eine Testumgebung für das Energiemanagement entwickelt. Durch das modulare Konzept können die Untersuchungen zur Kommunikation sehr einfach in diese Testumgebung integriert werden. Es wurde ein Prüfstand für die induktive Energieübertragung aufgebaut und entsprechende Software zur Evaluierung des Energieverbrauchs verschiedener Hardwareplattformen erstellt, um Effizienzmessungen der induktiven Übertragungsstrecke durchführen zu können. Außerdem wurden Arbeiten zur Entwicklung einer drahtlosen (intern) Kommunikation zwischen Implantaten und zur externen Kommunikation gestartet.

Für die Häusung des Künstlichen Akkommodationssystems wurde Glas als Gehäusewerkstoff untersucht.

Mittels Ultraschallbearbeitung wurden Gehäusefunktionsmuster hergestellt. Zum hermetischen Fügen des Gehäusedeckels wurden in Zusammenarbeit mit dem IMT und dem IMF II Klebeversuche mit anschließendem Besputtern der Kleberaupe durchgeführt. Als weiteres Verfahren zum hermetisch dichten Fügen wurde (in Zusammenarbeit mit dem FhG-IOF Jena) Laserlöten untersucht. Für beide Varianten wurden Dichtigkeitstests durchgeführt. Weiterhin wurde ein Verfahren für beschleunigte Alterungstests entwickelt.

Ferner wurden Voruntersuchungen zur Eignung des Pupillennahreflexes für die Erfassung des Akkommodationsbedarfs durchgeführt.

Hinsichtlich Wissensverarbeitung (Wissensakquisition, Strukturierung und Formalisierung von kausalen Zusammenhängen zwischen patientenspezifischen Merkmalen und Implantatauswahl) wurde aus Konferenzbeiträgen von DOG, DOC und DGII, welche die Kataraktchirurgie betreffen, Wissen akquiriert und in semantisch verschiedene Wissensdomänen kategorisiert. Die Wissensdomänen wurden in semantische Netze strukturiert und kausale Zusammenhänge zwischen prächirurgischer Situation und postoperativer Situation und weiterhin zwischen postoperativen Hypothesen erarbeitet. Zudem wurde eine Modellierung von unsicheren Zusammenhängen erarbeitet.

Nach der Fertigstellung von Demonstrator II wurden erste Arbeiten an dem Konzept zum Demonstrator III durchgeführt.

Danach sollen in einem Implantat in einem Maßstab von ca. 2:1 zunächst die Komponenten Sensorik, Optik und Aktorik mit der entsprechenden Steuerung integriert werden. Das Implantat kann dann um die Komponenten für die Energieversorgung und Kommunikation erweitert werden. Als aktive Optik wird eine

Triple-Optik eingesetzt, deren zentrale Linse durch die oben erwähnte Aktorik eingestellt werden kann. Als Sensorik dient ein gekoppeltes System aus zweiachsigen Kompasssensoren und dreiachsigen Beschleunigungssensoren, das auf der Basis des Vergenzwinkels die Erfassung des Akkommodationsbedarfs übernimmt. Die Elektronik des Demonstrators wurde ein Schaltungslayout erstellt (Abbildung 43).

Zur entwicklungsbegleitenden Überprüfung der Konzepte wurde eng mit der Universitätsaugenklinik Rostock zusammengearbeitet. In diesem Zusammenhang wurde in 2009 ein gemeinsamer Workshop abgehalten. Außerdem wurde zusammen mit den Rostocker Kollegen ein wissenschaftliches BMBF-Vorprojekt akquiriert und Ende des Jahres gestartet.

Programm WIRE: Wissenschaftliches Rechnen

Simulation im Grid

Optimierung und Ressourcenmanagement im Grid

Der global optimierenden Resource Broker GORBA erhielt eine Reihe von ergänzenden Eigenschaften. Dazu gehören die Umplanung von bereits verplanten Ressourcen unter Nutzung von Vorwissen, die Realisierung eines Installationspaketes für den Applikationsdesigner, die Entwicklung von Werkzeugen zur automatischen Benchmarkgenerierung sowie Verbesserungen der Ergebnisdarstellung. Zusätzlich wurde das Verhalten des evolutionären Optimierungsalgorithmus GLEAM (General Learning Evolutionary Algorithm and Method) bei wachsender Last untersucht. Es erfolgte eine Installation des Systems auf dem Benchmarkcluster des IAI.

Das im Jahr 2009 erweiterte und verfeinerte Konzept für einen adaptiven optimierenden Resource Broker (siehe Abbildung 44) sieht vor, einen Pool von Optimierungsverfahren zur Verfügung zu stellen. Für das Scheduling wird der aktuelle Zustand des Grids berücksichtigt. Ein erweiterbarer Satz von Kennzahlen beschreibt in seiner Gesamtheit diesen Zustand, abhängig von Anzahl und Art anstehender Anwendungen, von der Größe des Ressourcenpools und der Art der Ressourcen sowie von der momentanen Lastsituation im Grid. Eine Komponente zur Metaoptimierung ist vorgesehen. Dabei handelt es sich um ein adaptives Vorgehen, um für den jeweiligen Gridzustand geeignete Optimierungsverfahren, einzeln oder in Kombination, und eine geeignete Parametrisierung der Verfahren festzulegen. Zu Forschungs- und Entwicklungszwecken und wegen der Größe des Zustandsraumes und der sehr hohen Anzahl an Optimierungsverfahren, Kombinations- und Parametrisierungsmöglichkeiten sind erste Lernphasen auf der Basis automatisch generierter Benchmarks vorgesehen. Neben dem Einsatz des eigenen Benchmarkclusters, das aus mehreren Multicore-Rechnern besteht, ist für die Zukunft auch die Nutzung von Ressourcen von Kooperationspartnern vorgesehen.

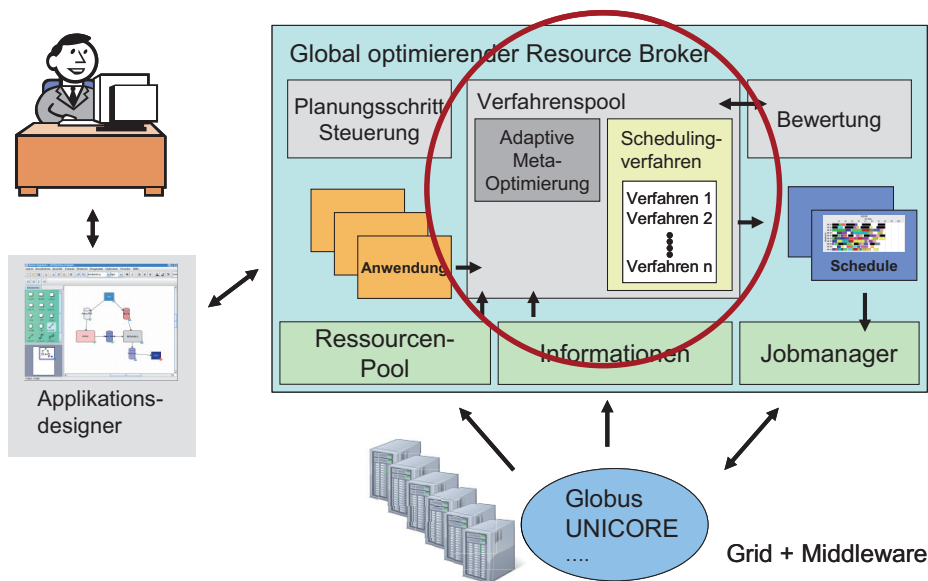


Abb. 44: Konzept eines global optimierenden Resource Brokers mit adaptiver Metaoptimierung

Der Aufbau des Verfahrenspools startete mit der Implementierung und Untersuchung neuer Heuristiken in GORBA, darunter List Scheduling, Shifting Bottleneck, Tabu Search und GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure), sowie mit neuen lokalen Suchverfahren in Kombination mit GLEAM.

Die ersten Schritte hin zu einer serviceorientierten Arbeitsumgebung in der Mikrooptik wurden in Zusammenarbeit mit dem Vorhaben Modellbildung und Simulation im Entwurf optischer Nano-/Mikrosysteme eingeleitet. Die Kopplung von Optik- und FEM-Simulatoren ist über Services für ANSYS, Mathematica und verschiedene anwendungsspezifische administrative Programme realisiert. Die Installationen erfolgten auf dem Benchmarkcluster und unter Einsatz einer virtuellen Maschine, die auf einem VMWare-Cluster des IAI eingerichtet ist. Derzeit laufen Untersuchungen zu Besonderheiten bei der serviceorientierten Ansteuerung kommerzieller Software wie beispielsweise dem Optiksimulator Zemax und zum Bedarf sowie möglichen Nutzen an serviceorientierten Anwendungen in der Mikrosystemtechnik.

Verteiltes Lernen im Grid-System

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag 2009 in der Erstellung paralleler Algorithmen für Rechencluster und in der Implementierung der Simulator-Software auf dem KIT-CampusGrid im Rechenzentrum (SCC).

Der elastostatische Deformationsalgorithmus wurde zunächst mit der MPI (Message Passing Interface) Spracherweiterung parallelisiert und auf dem Opus-Cluster im CampusGrid-KIT getestet. Da das Starten und Beenden eines Jobs gewöhnlich manuell mit dem Job-Management Tool LoadLeveler erfolgt, wurde ein Client-Server-Interface erstellt, mit dem Jobs aus beliebigen, plattformunabhängigen Anwendungen an den Cluster verschickt werden können (siehe Abbildung 45). Der Client wird hierzu in die Benutzer-Applikation eingebunden und übermittle das ausführbare MPI-Programm sowie Daten und Parameter an den Server, der daraus ein Skript für den LoadLeveler erzeugt und den Job im Cluster startet. Die Ergebnisse werden vom Server an den Client und somit an die Applikation zurück geliefert. Die neue Schnittstelle wurde zur Berechnung einer FFEM-Steifigkeitsmatrix der Größe 1,37GB auf 32 Rechenknoten im Opus-Cluster eingesetzt. Diese benötigt mit 3.800 Sekunden nur 8% der Rechenzeit einer sequentiellen Berechnung mit 47.108 Sekunden. Der Datentransfer vom Opus-Cluster auf den lokalen Rechner benötigt jedoch 240 Sekunden.

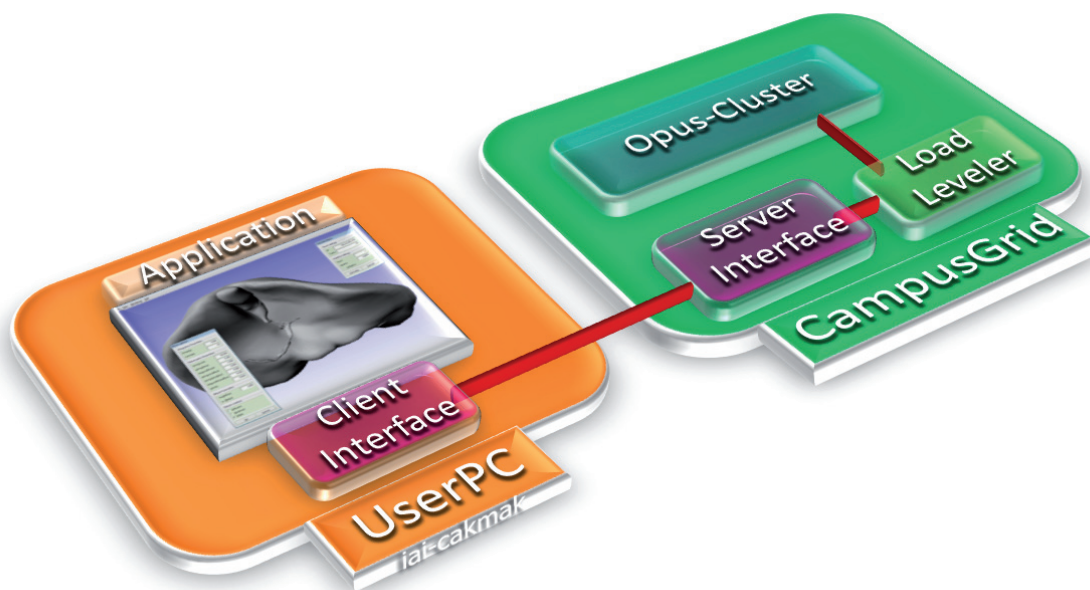


Abb. 45: Client-Server-Interface zur Anbindung von Applikationen an das CampusGrid

Weiterhin wurde die Client-Server Schnittstelle für die grafische Ausgabe von 3D Volumendaten mittels RayTracing in die Segmentierungssoftware VolEditor integriert. Dabei wird eine Szene-Beschreibungsdatei zusammen mit einem MPI basierten RayTracer sowie den Volumendaten an den Cluster geschickt und die Ergebnisse im VolEditor visualisiert. Die Berechnungsdauer eines Bildes auf dem Opus-Cluster variiert je nach Volumendatengröße, Bildgröße und Bildfüllung im Sekundenbereich, denn ein erhöhter Aufwand für die Datenverwaltung im Cluster (Datentransfer, -verteilung und -synchronisation) muss stets in Kauf genommen werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten lag in der Erarbeitung von parallelen Algorithmen, die direkt auf der Grafikkarte ausgeführt werden (GPU-based Parallel Processing). Hierzu wurde die Nvidia CUDA-Technologie (Compute Unified Device Architecture) auf einer GPU-Workstation mit einer GTX285 Grafikkarte für die Grafikdarstellung und 2 Tesla C1060-Boards für die GPGPU eingesetzt. Zur Einarbeitung wurden 3D-Filteralgorithmen aus der Bildverarbeitung für Volumendatensätze implementiert. Die entwickelte Bibliothek CudaPP erleichtert dabei als C++-Wrapper Klasse die Entwicklung und die Integration bestehender C/C++ Projekte in CUDA. Als weitere Anwendung wurde die Volumendeformation von chirurgischen Simulationsmodellen mit CUDA untersucht. Dabei werden zunächst beliebige Oberflächenmodelle in volumetrische Deformationszellen mit beliebiger Auflösung zerlegt und die Deformation mit Feder-Masse-Modellen berechnet. Gegenüber der sequentiellen CPU-basierten Berechnung liefert die Parallelisierung mit CUDA eine Leistungssteigerung um den Faktor 30. Die Gesamtperformance wird durch den notwendigen Datentransfer zwischen Haupt- und Grafikkartenspeicher etwas gemindert. Es konnte verifiziert werden, dass die CUDA Technologie für die Berechnung von komplexen Echtzeitsimulationen auf der Grafikkarte hervorragend geeignet ist.

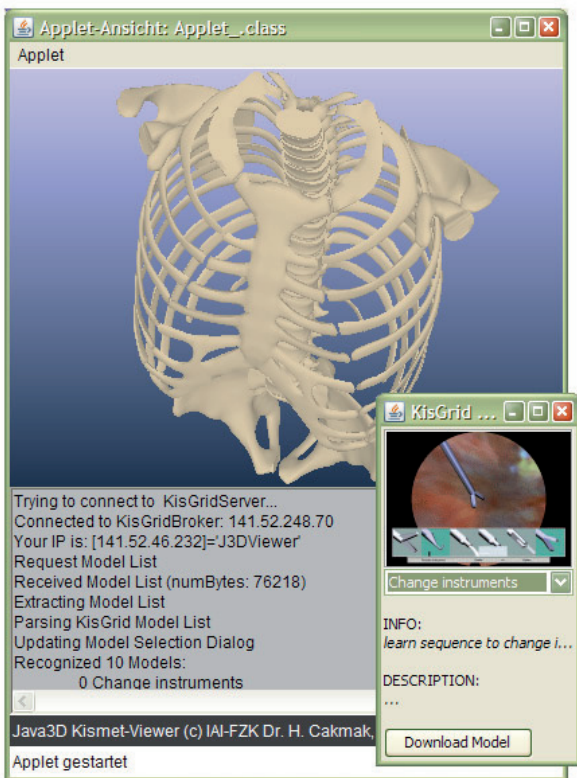


Abb. 46: Java-Applet zur Vorschau von Simulationsmodellen in KisGrid

geometrien Artefakte an den Gelenken aufwiesen. Als Lösung wurde die CG-Technik der Skeletal Animation implementiert. Diese erlaubt die geometrische Deformation einer einzigen Geometrie anhand einer unterlagerten kinematischen Struktur durch Interpolation von Transformationsmatrizen (siehe Abbildung 47). Die Zuordnung der Oberflächenpunkte auf die kinematischen Gelenke erfolgt automatisch, soll jedoch mittels 3D-Painting in naher Zukunft variabel gestaltet werden können. Die Berechnung der Deformation und die grafische Ausgabe werden wahlweise auf der CPU oder mittels OpenGL-Shader auf der GPU durchgeführt. Die Algorithmen wurden in die Simulationssoftware KISMET eingebunden, wobei auch die Methode der Instanziierung von 3D-Modellen mitberücksichtigt wurde. Hierbei wird ein 3D-Modell beliebig oft dupliziert und geometrisch transformiert, wodurch redundante kinematische oder Interpolations-Berechnungen vermieden werden. Im Rahmen des Projektes wurden die mittels Datenhandschuh erfassten Bewegungen der einen Hand mit der Methode der Instanziierung auf eine gespiegelte Kopie des 3D-Modells übertragen.

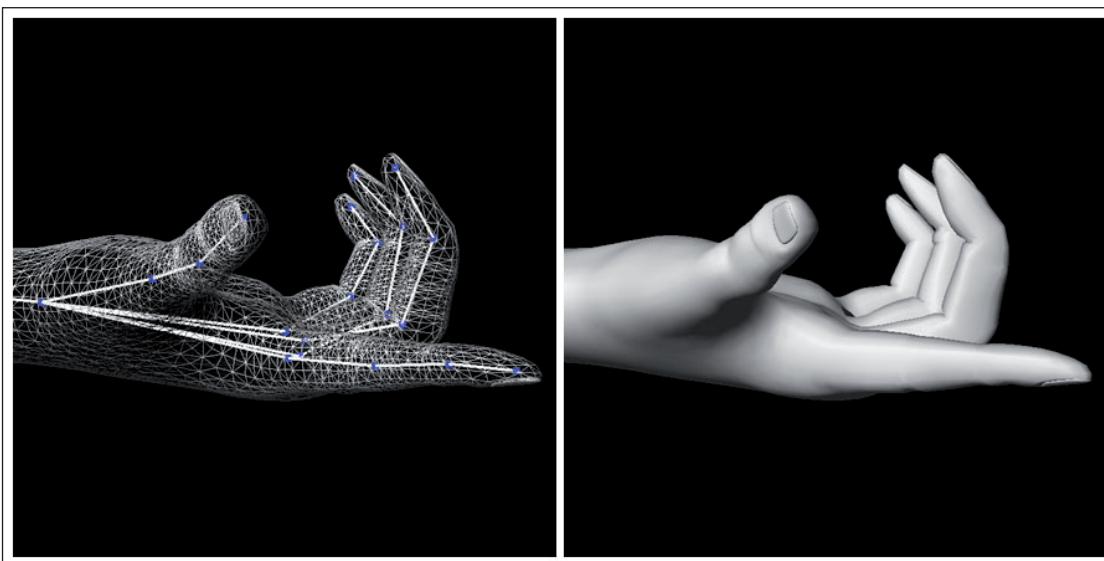


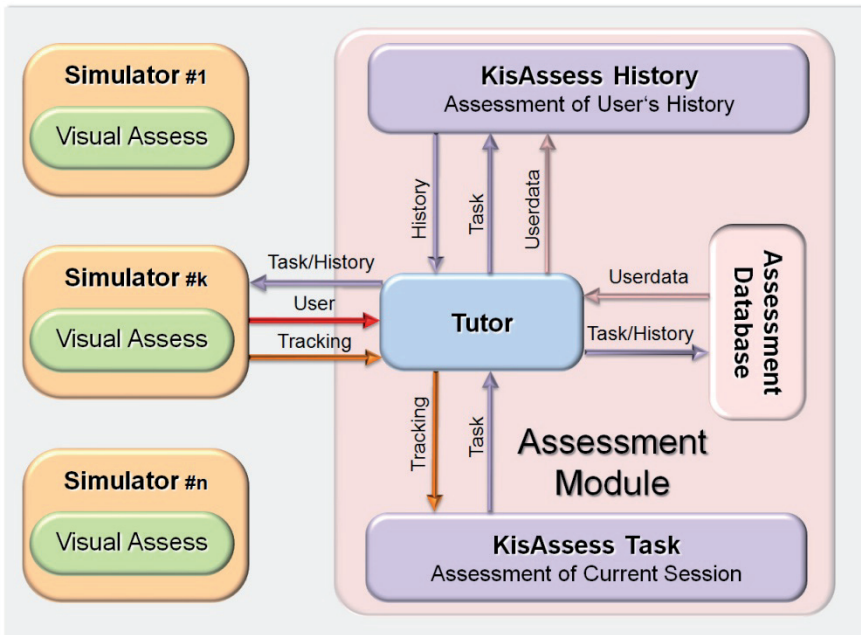
Abb. 47: Geometrische Deformation mittels Skeletal Animation für ein 3D-Handmodell

Für das am IAI entwickelte KisGrid wurde der Java-basierte 3D-Viewer erweitert, so dass beliebige Simulationsmodelle vom KisModelServer abgerufen und vorab visualisiert werden können (siehe Abbildung 46). Zudem wurde das neu entwickelte KisGrid Computing Service mit der Entwicklung einer geeigneten XML-basierten Skript-Schnittstelle mit dem VolEditor getestet. Worker-Applikationen werden hierzu mittels einer Skript-Steuerung über den KisGridCustomer zum KisGridBroker transferiert, der wiederum zur Verfügung stehende Recheneinheiten für die parallele Verarbeitung der Daten ausnutzt und die Ergebnisse an den Client zurückschickt.

Das KisGrid ist durch ein Remote-Job-Management erweitert worden. Die Steuerung erfolgt entweder durch eine direkte Befehlschnittstelle am KisGridCustomer oder durch ein Servicesystem auf Basis des REST (REpresentational State Transfer) Architektur-Modells. Dabei werden entsprechende Anfragen als Url codiert an den KisGridBroker gestellt und als Http-Antwort wieder empfangen. Der KisGridCustomer sowie das KisGridJob-Management wurden dazu zusätzlich auf Linux portiert und auf Clusterrechnern des SCC erfolgreich ausgeführt.

Im Rahmen der begleitenden F&E-Arbeiten zum EU-Projekt PhantomMind (in Zusammenarbeit mit dem ZI-Mannheim) wurden mehrere Modelle der menschlichen Hand erstellt, die jedoch trotz des Einsatzes von Hilfs-

Zur Vorbereitung der Regelungsoptimierung für die Steuerung von kraftreflektierenden Eingabegeräten über Netzwerke wurden Regelstrecken- sowie Hardwareanalysen durchgeführt. Ein neu entwickeltes Störungsempfindungsmodell ermöglicht prädikative Aussagen über eine durch den Anwender gefühlte Unzuverlässigkeit bei Netzwerkübertragungsfehlern. Das Modell liefert darüber hinaus Strategien zu deren Reduktion.



Weiterhin wurde ein Konzept entwickelt um geeignete Merkmale und Aspekte zur Bewertung von Fertigkeiten an einem VR-Simulator auszuwählen. Der Ansatz basiert auf der Analyse von Lernkurven von Trainierenden mit unterschiedlichem Leistungsniveau, die mehrere Übungen am Simulator durchgeführt haben. Außerdem wurden Klassifikatoren zur Bewertung der Übungen basierend auf den berechneten Merkmalen und Aspekten entwickelt. Diese Ansätze wurden für drei Grundlagenübungen in Matlab implementiert. Um eine Durchführung direkt auf dem Simulator zu bewerten, wurde ein Konzept für die Implementierung in GRID-

Abb.48: Modul KisAsses zur Bewertung von Simulator-Übungen (Schema)

Umgebungen erarbeitet (Abbildung 48). Der Ansatz wurde für drei Grundlagenübungen mit C++ für die Bewertung auf dem Simulator realisiert.

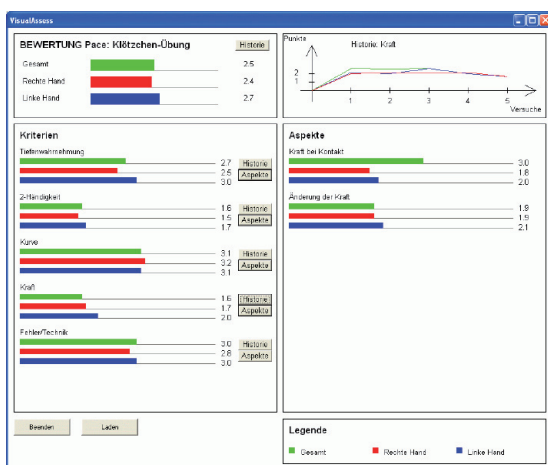


Abb. 49: Visualisierungsmodul „VisualAssess“

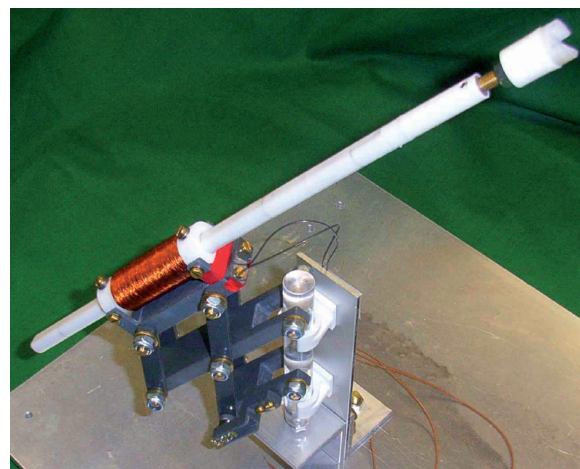


Abb. 50: Bediengerät mit induktiver Positions-Sensoren

Die automatisierte Bewertung einer gesamten Prozedur (z.B. Cholezystektomie) stellt besondere Anforderungen an das Bewertungssystem. So ist die Vorgehensweise sehr variabel und die Anzahl der auszuwertenden Informationen wesentlich höher als bei einer Grundlagenübung. Um unter solchen Bedingungen eine nachvollziehbare Bewertung zu ermöglichen, wurden verschiedene Konzepte entwickelt. Zur Identifikation der Anforderungen bei einer komplexen Übung wird eine Strukturierung der Übung basierend auf Zustandsdiagrammen und verschiedenen Abstraktionsniveaus eingeführt. Hierbei werden auch die Entscheidungen berücksichtigt, die innerhalb der Simulation getroffen werden müssen. Diese Einteilung einer Übung ist die Grundlage für die Definition von nachvollziehbaren Merkmalen und Aspekten. So werden die Merkmale auf Aktionsniveau bestimmt, um dann auf die gesamte Übung zurück schließen zu können. Um die Merkmale und Aspekte auch innerhalb der Simulation zu bestimmen, muss die Simulation in verschiedene Abschnitte eingeteilt werden. Dieses basiert auf der Analyse des Öffnens und Schließens der Instrumente. Die Konzepte zur Bewertung auch von komplexen Übungen wurden soweit in Matlab implementiert, dass verschiedene Merkmale automatisiert bestimmt werden können.

Es wurden Kommunikationsmodule für die Bewertung von Trainingsfähigkeiten in die KisGrid-Software integriert. Dabei wurde ein zweistufiges Verfahren implementiert, durch das komplexe, rechenintensive Methoden von zeitnahen Echtzeitberechnungen getrennt, verteilt und die Daten entsprechend ausgetauscht werden können. Für eine visuelle Darstellung der Bewertungsergebnisse ist das Visualisierungstool „Visual-Assess“ (Abbildung 49) entstanden. Darin werden sämtliche Ergebnisse aller Teilauswertungen übersichtlich und als Historie graphisch aufbereitet.

Für eine verschleißarme, kostengünstige Konstruktion von Eingabegeräten wurde ein Geber auf Basis berührungsloser, induktiver Sensortechnik für einen translatorisch beweglichen Schaft entwickelt (Abbildung 50). Zusammen mit bereits abgeschlossenen Arbeiten zu berührungslosen Miniaturdrehgebern wurde eine entsprechende Parallelkinematik ausschließlich mit diesen neuen Sensoren aufgebaut.

Literaturverzeichnis

Publikationen in ISI Journal Citation Reports referierten Zeitschriften

Cakmak, H.; Maaß, H.; Trantakis, C.; Strauß, G.; Nowatius, E.; Kühnapfel, U.
Haptic ventriculostomy simulation in a grid environment.
Computer Animation and Virtual Worlds, 20(2009) S.25-38
DOI:10.1002/cav.272

Frank, K.; Magapu, V.; Schindler, V.; Kohler, H.; Keller, H.B.; Seifert, R.
Chemical analysis with tin oxide gas sensors: choice of additives, method of
operation and analysis of numerical signal.
Sensor Letters, 6(2008) S.908-11
DOI:10.1166/sl.2008.527

Gehrig, J.; Reischl, M.; Kalmar, E.; Ferg, M.; Hadzhiev, Y.; Zaucker, A.; Song,
C.; Schindler, S.; Liebel, U.; Müller, F.
Automated high-throughput mapping of promoter-enhancer interactions in zebrafish embryos.
Nature Methods, 6(2009) S.911-16
DOI:10.1038/nmeth.1396

Mikut, R.; Hilpert, K.
Interpretable features for the activity prediction of short antimicrobial peptides using fuzzy logic.
International Journal of Peptide Research and Therapeutics, 15(2009) S.129-37
DOI:10.1007/s10989-009-9172-5

Retzlaff, B.; Bauernschmitt, R.; Malberg, H.; Brockmann, G.; Uhl, C.; Lange, R.;
Kurths, J.; Bretthauer, G.; Wessel, N.
Depression of cardiovascular autonomic function is more pronounced after mitral
valve surgery: evidence for direct trauma.
Philosophical Transactions of the Royal Society A, 367(2009) S.1251-63
DOI:10.1098/rsta.2008.0272

Riedl, M.; van Leeuwen, P.; Suhrbier, A.; Malberg, H.; Grönemeyer, D.; Kurths, J.; Wessel, N.
Testing foetal - maternal heart rate synchronization via model-based analyses.
Philosophical Transactions of the Royal Society A, 367(2009) S.1407-21
DOI:10.1098/rsta.2008.0277

Wessel, N.; Suhrbier, A.; Riedl, M.; Marwan, N.; Malberg, H.; Bretthauer, G.; Penzel, T.; Kurths, J.
Detection of time-delayed interactions in biosignals using symbolic coupling traces.
EPL, 87(2009) S.10004/1-5
DOI:10.1209/0295-5075/87/10004

Yang, L.; Ho, N.Y.; Alshut, R.; Legradi, J.; Weiss, C.; Reischl, M.; Mikut, R.;
Liebel, U.; Müller, F.; Strähle, U.
Zebrafish embryos as models for embryotoxic and teratological effects of
chemicals.
Reproductive Toxicology, 28(2009) S.245-53
DOI:10.1016/j.reprotox.2009.04.013

Sonstige Zeitschriftenartikel und Vorträge, die in gedruckter Form vorliegen

- Abecker, A.; Bock, J.; Kleb, J.; Wissmann, J.; Bügel, U.; Chaves, F.; Henß, J.;
Düpmeyer, C.; Schlachter, T.; Weidemann, R.; Ebel, R.; Tauber, M.
SUI - Ein Demonstrator zur semantischen Suche im Umweltportal 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 IV 2008/09
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.157-66
- Alshut, R.; Legradi, J.; Yang, L.; Strähle, U.; Mikut, R.; Reischl, M.
Robust identification of coagulated zebrafish eggs using image processing and
classification techniques.
Hoffmann, F. [Hrsg.]
Proc.19.Workshop Computational Intelligence, Dortmund, 2.-4.Dezember 2009
Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2009 S.9-21
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ; Bd.29)
ISBN 978-3-86644-434-8
- Banach, U.; Boeker, P.; Hübert, T.; Krage, R.; Krüger, U.; Koronczi, I.;
Schmidt, F.; Scholze, M.; Seifert, R.; Simpfendorfer, D.; Wagner, F.J.; Walte, A.
Multigassensoren. Begriffe, Aufbau und Arbeitsweise, Klassifizierung.
VDI/VDE-Richtlinien 3518, Blatt 1, Entwurf (Dezember 2009)
Enthalten in: VDI/VDE-Handbuch Mess- und Automatisierungstechnik, Bd.1:
Prozesstechnisches Messen
VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Bd.2: Raumluftechnik
VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Bd.5: Spezielle Verfahrenstechniken
Auch online publ.
Berlin : Beuth-Verl., 2009
- Benner, J.; Dietze, S.; Isele, J.
Construction kit for geothermal borehole probes.
Gründungsveranstaltung des KIT Arbeitskreises Geothermie, Karlsruhe, 24.Juni 2009
- Benner, J.; Krause, K.U.; Sandmann, S.
Ein neuer Standard in der Bauleitplanung.
Stadt und Gemeinde, (2009) Nr.3, S.82-84
- Benner, J.; Geiger, A.; Häfele, K.H.; Isele, J.
Geothermal semantic data models.
Gründungsveranstaltung des KIT Arbeitskreises Geothermie, Karlsruhe, 24.Juni 2009
- Benner, J.; Eichhorn, T.; Geiger, A.; Häfele, K.H.; Krause, K.U.
Public participation and urban planning supported by OGC web services.
Schrenk, M. [Hrsg.]
REAL CORP 2009 :Proc.of the 14th Internat.Conf.on Urban Planning and Regional
Development in the Information Society, Sitges, E, April 22-25, 2009
Wien-Schwechat : CORP, 2009 S.431-38
ISBN 978-39502139-7-3
Auch als CD-ROM und im Netz verfügbar

Benner, J.; Geiger, A.; Häfele, K.H.; Isele, J.
Semantische Datenmodelle für die Geothermie.
Gründungsveranstaltung des KIT Arbeitskreises Geothermie, Karlsruhe, 24.Juni 2009
Folien auf CD-ROM
Karlsruhe : Karlsruher Institut für Technologie, 2009
ISBN 978-3-923704-70-5

Benner, J.; Krause, K.U.
XPlanung - ein standardisiertes Datenformat zum verlustfreien Datenaustausch.
Planerin - Fachzeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesplanung, (2009) Nr.5, S.20-22

Benra, J.; Keller, H.B.; Schiedermeier, G.; Tempelmeier, T.
Synchronisation und Konsistenz in Echtzeitsystemen.
Benra, J.T. [Hrsg.]
Software-Entwicklung für Echtzeitsysteme
Berlin [u.a.] : Springer, 2009 S.49-65
ISBN 978-3-642-01595-3

Bimüller, E.; Benner, J.
Konzepte zur kommunalen Implementierung von XPlanung.
Mitteilungen des DVW-Bayern e.V., 61(2009) S.593-609

Bittner, K.
Methodik zur qualitativen Inhaltsanalyse relevanter Studien der Mikrosystemtechnik.
Master Thesis, Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft 2009

Boll, M.T.; Maaß, H.; Cakmak, H.K.; Kühnapfel, U.
A new approach for assessing the success of training on a minimal access surgery VR-Simulator.
KIT PhD Symp., Karlsruhe, 18.März 2009

Boll, M.T.; Maaß, H.; Cakmak, H.K.; Kühnapfel, U.G.
First results of using new assessment methods in minimal access surgery VR- training.
CARS 2009 : Computer Assisted Radiology and Surgery, Berlin, June 23-27, 2008
International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 4(2009) Suppl.1, S.S135-S137

Bretthauer, G.; Köhler, B.
Adaptive Prüfwelle zur Inline-Qualitätsüberwachung von 3D-Innen- und Außenprofilen,
Oberflächen sowie Montagevollständigkeit an hybriden Mikrosystemen - μ Prüfwelle.
Schlussbericht zum Teilvorhaben 'Bildverarbeitungssystem', im Rahmen des
Förderprogramms Mikrosysteme 2004-2009 des BMBF
Hannover : TIB, 2009
Publ.online

Bruszauskas, G.
Fertigungstechnische Untersuchung eines Metall-Gehäusekonzeptes für das
künstliche Akkomodationssystem.
Diplomarbeit, Universität Karlsruhe 2009

Burmeister, O.
Entwicklung von Klassifikatoren zur Analyse und Interpretation zeitvarianter
Signale und deren Anwendung auf Biosignale.
Dissertation, Universität Karlsruhe 2009
Karlsruhe : Universitätsverl.Karlsruhe, 2009
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Universität Karlsruhe (TH) ; Bd.26)
ISBN 978-3-86644-347-1

Dickerhof, M.
Ein neues Konzept für das bedarfsgerechte Informations- und Wissensmanagement
in Unternehmenskooperationen der Multimaterial-Mikrosystemtechnik.
Dissertation, Universität Karlsruhe 2008
Karlsruhe : Universitätsverl.Karlsruhe, 2009
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Universität Karlsruhe (TH) ; Bd.27)
ISBN 978-3-86644-371-6

Dickerhof, M.; Parusel, A.; Bittner, K.; Anson, S.; Kautt, M.; Gengenbach, U.; Kaufmann, U.; Voges, U.
GLOBE MST - Metastudie zum Stand der Mikrosystemtechnik auf der Basis
inhaltsanalytischer Methoden.
MikroSystemTechnik Kongress 2009, Berlin, 12.-14.Oktober 2009
Proc.auf CD-ROM Paper P12.2
Berlin [u.a.] : VDE-Verl., 2009
ISBN 978-3-8007-3183-1

Dombeck, T.; Bamikel, G.; Tauber, M.; Ebel, R.; Schlachter, T.; Weidemann, R.;
Chaves, F.; Weissenbach, K.
UIS Media. Ausbau des Medienarchivs über das Umweltinformationssystem Baden-
Württemberg und Integration in das FADO-Portal.
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 IV 2008/09
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.185-90

Düpremer, C.; Geiger, W.; Greceanu, C.; Weidemann, R.; Ebel, R.; Lehle, M.;
Linnenbach, M.; Mayer-Föll, R.; Urban, G.
Themenpark Umwelt. Optimierung der Volltextsuche und Integration von
Panoramabildern und Live-Videos.
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 IV 2008/09
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.167-74

Ebel, R.; Schlachter, T.; Geiger, W.; Weidemann, R.
Integration of environmental information in federal states' environmental portals.
Wohlgemuth, V. [Hrsg.]
Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection : Concepts,
Methods and Tools ; Proc.of the 23rd Internat.Conf.on Informatics for
Environmental Protection (Enviroinfo 2009), Berlin, September 9-11, 2009
Aachen : Shaker Verl., 2009 S.363-68
ISBN 978-3-8322-8397-1

Figueroa, C.; Gapelyuk, A.; Suhrbier, A.; Riedl, M.; Penzel, T.; Kurths, J.; Wessel, N.
Investigation of an automatic sleep stage classification by means of multiscorer hypnogram.
Chon, K. [Hrsg.]
6th Internat. Workshop on Biosignal Interpretation, New Haven, Conn., June 24-26, 2009
Proc. S.5-8
ISBN 978-4-9902682-5-1

Frick, S.; Kranz, S.; Saadat, A.; Huenges, E.; Schmidt, K.; Kuhn, D.; Isele, J.; Boukis, N.
Reliability and efficiency of geothermal energy provision.
Gründungsveranstaltung des KIT Arbeitskreises Geothermie, Karlsruhe, 24. Juni 2009

Geiger, W.; Lutz, R.; Maurer, L.; Pillmann, W.; Schmitt, C.; Schreiber, M.; Tochtermann, K.
Information systems for building an ERA in the field of ICT for environmental sustainability.
Hrebicek, J. [Hrsg.]
Proc. of the European Conf. Towards eEnvironment : Opportunities of SEIS and
SISE: Integrating Environmental Knowledge in Europe, Praha, CZ, March 25-27, 2009
CD-ROM S.438-44
Brno : Masaryk University, 2009
ISBN 978-80-210-4824-9

Geiger, W.; Lutz, R.; Maurer, L.; Pillmann, W.; Schmitt, C.; Tochtermann, K.
The ICT-ENSURE European research area project in the field of ICT for
environmental sustainability and its research programmes information system.
Internat. Symp. on Environmental Software Systems (ISESS 2009), Venezia, I, October 6-9, 2009
Proc. on CD-ROM
Guelph : Computing Research Laboratory for the Environment, Univ. of Guelph, 2009

Gengenbach, U.; Sieber, I.; Wallrabe, U.
Design for LIGA and safe manufacturing.
Saile, V. [Hrsg.]
LIGA and its Applications
Weinheim [u.a.] : Wiley VCH, 2009 S.143-88
(Advanced Micro and Nanosystems ; Vol.7)
ISBN 978-3-527-31698-4

Gengenbach, U.; Dickerhof, M.
Distributed development and fabrication in microsystems technology.
Transregio 29 - Industrial Product-Service Systems :
Dynamic Interdependency of Products and Services in the Production Area ;
Proc. of the 2nd Internat. Seminar on IPS², Berlin, March 23-24, 2009
Aachen : Shaker Verl., 2009 S.21-24
ISBN 978-3-8322-8473-2

Götz, M.; Matthes, J.; Keller, H.B.; Seifert, R.
Analyse und Entwicklung einer μ -Controller-basierten Echtzeit-Steuerung für
Sensorsysteme mit Ada-Raven.
Workshop 'Entwicklung zuverlässiger Software-Systeme', Regensburg, 18. Juni 2009
Folien online veröff.
Softwaretechnik-Trends, 29(2009) Nr.3, S.36-40

Greceanu, C.; Döpmeier, C.; Ebel, R.
Nutzung von Ontologien zur Informationsstrukturierung im Themenpark Umwelt.
Umweltinformationssysteme : Suchmaschinen und Wissensmanagement - Methoden und Instrumente ;
Workshop 'Umweltdatenbanken/Umweltinformationssysteme', Dessau-Roßlau, 5.-6.Juni 2008
Berlin : Umweltbundesamt, 2009 S.59-67
(Texte / Umweltbundesamt ; 01/09)
Publ.online

Guth, H.; Gengenbach, U.; Hellmann, A.; Scharnowell, R.; Scherer, K.P.; Sieber, I.; Stiller, P.
Demonstrator zur Veranschaulichung der Wirkungsweise eines künstlichen Akkommodationssystems.
107.Kongress der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (DOG), Leipzig, 24.-
27.September 2009

Haffner, H.; [Hrsg.]
Jahresbericht 2008 Institut für Angewandte Informatik.
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7539 (September 2009)

Hofmann, A.
A comprehensive micro-assembly process oriented methodology supporting the
realisation of evolvable micro production systems.
6th Internat.Conf.on Digital Enterprise Technology (DET 2009),
Hongkong, China, December 14-16, 2009

Irlé, P.; Gröll, L.; Werling, M.
Zwei Zugänge zur Projektion auf 2d-Kurven für die Bahnregelung autonomer Fahrzeuge.
at - Automatisierungstechnik, 57(2009) S.403-10
DOI:10.1524/auto.2009.0785

Jakob, W.; Quinte, A.; Stucky, K.U.; Süß, W.
Schnelles Rescheduling von Gridjobs mit Heuristiken und dem Evolutionären Algorithmus GLEAM.
Hoffmann, F. [Hrsg.]
Proc.19.Workshop Computational Intelligence, Dortmund, 2.-4.Dezember 2009
Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2009 S.75-86
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ; Bd.29)
ISBN 978-3-86644-434-8

Jakob, W.; Hahnenkamp, B.; Quinte, A.; Stucky, K.U.; Süß, W.
Schnelles Scheduling mit Hilfe eines hybriden Evolutionären Algorithmus.
at - Automatisierungstechnik, 57(2009) S.106-14
DOI:10.1524/auto.2009.0759

Keller, H.; Matthes, J.
Aspekte der Zuverlässigkeit und Sicherheit softwarebasierter Funktionen mit
zeitlichen Randbedingungen.
12.IFF-Wissenschaftstage,, Magdeburg, 17.-18.Juni 2009
Tagungsbeiträge online veröff., Password erforderlich

Keller, H.B.; Seifert, R.
AIF-Projekt: Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur on-line-fähigen und
effizienten Auswertung, Kalibrierung und Defekterkennung von Sensorarrays.
1.Zwischenbericht 11.Februar 2009
Zeitraum 2.Juni 2008 bis 11.Februar 2009
VERTRAULICH!

Keller, H.B.; Seifert, R.
AIF-Projekt: Verfahrens- und Werkzeugentwicklung zur on-line-fähigen und effizienten Auswertung, Kalibrierung und Defekterkennung von Sensorarrays.
2.Zwischenbericht 12.November 2009
Zeitraum 12.Februar 2009 bis 12.Novemebr 2009
VERTRAULICH!

Keller, H.B.
Entwicklung zuverlässiger Software-Systeme.
Einführungsvortrag zum Workshop, Regensburg, 18.Juni 2009
Folien online veröff.

Keller, H.B.; Dencker, P.
Entwicklung zuverlässiger Software-Systeme. Workshop, 18.Juni 2009, Hochschule Regensburg.
Softwaretechnik-Trends, 29(2009) Nr.3, S.1-4

Keller, H.B.; Müller, R.; Schiedermeier, G.; Tempelmeier, T.
Programmierung.
Benra, J.T. [Hrsg.]
Software-Entwicklung für Echtzeitsysteme
Berlin [u.a.] : Springer, 2009 S.129-70
ISBN 978-3-642-01595-3

Kimmig, D.
Prozessmodellierung für die Prozesswissensdatenbank ProWiDa auf Basis semantischer Technologien.
Master Thesis, Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft 2009

Klinge, M.; Jeske, U.; Weil, M.; Geiger, W.; Weidemann, R.; Starzner, S.; Schnell, M.; Wurmer-Weiß, P.; Kasser, U.; Linden, W.
WECOBIS - A harmonized building product information system on application health and environment.
Transitions Toward Sustainability : 2009 ISIE Conf., Lisboa, P, June 21-24, 2009

Klinge, M.; Geiger, W.; Hoffmann, G.; Jeske, U.; Kasser, U.; Linden, W.; Schebek, L.; Schnell, M.; Starzner, S.; Weidemann, R.; Wurmer-Weiß, P.
WECOBIS. Web-based ecological building product information system for planners.
SETAC Europe 19th Annual Meeting, Göteborg, S, May 31 - June 4, 2009

Kohlhepp, P.
Real-time mapping of rotationally symmetric objects for mobile inspection.
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7523 (Oktober 2009)

Kroll, A.; Mikut, R.
Computational intelligence (Fortsetzung).
at - Automatisierungstechnik, 57(2009) S.105
DOI:10.1524/auto.2009.9064

Kuhlbusch, T.A.J.; Krug, H.F.; Nau, K.; [Hrsg.]; Nau, K.; Krug, H.F.; Kusche, O. ; Dickerhof, M.; Quendt, C.; Fleischer, T.; Mühlhopt, S.; Paur, H.R.; [FZKA-Autoren]; U.A.
NanoCare : Health related aspects of nanomaterials.
Final Scientific Report
Frankfurt : DECHEMA e.V., 2009
ISBN 978-3-89746-108-6

Kusche, O.

International Reference Life Cycle Data Format - Stand und Perspektiven für eine verteilte Datenhaltung.

Feifel, S. [Hrsg.]

Ökobilanzierung 2009 : Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit ; Tagungsband der 5.Ökobilanz-Werkstatt, Campus Weihenstephan, Freising, 5.-7. Oktober 2009

Karlsruhe : KIT Scientific Publ., 2009 S.231-37

ISBN 978-3-86644-421-8

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

Proposed methodology for generation of building information model with laserscanning.

Tsinghua Science and Technology, 13(2008) Suppl.1, S.138-44

DOI:10.1016/S1007-0214(08)70140-8

Lu, J.; Chen, J.; Cakmak, H.; Maass, H.; Kühnapfel, U.; Bretthauer, G.

A knee arthroscopy simulator for partial meniscectomy training.

Proc.of 2009 7th Asian Control Conf. (ASCC 2009), Hong Kong, China, August 27- 29, 2009

Asian Control Association ACA, 2009

USB Stick S.763-67

ISBN 978-89-956056-9-1

Also publ.online (IEEE Xplore)

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

The ICT-ENSURE information system on national research programmes in EU member states.

Wohlgemuth, V. [Hrsg.]

Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection : Concepts,

Methods and Tools ; Proc.of the 23rd Internat.Conf.on Informatics for

Environmental Protection (Enviroinfo 2009), Berlin, September 9-11, 2009

Aachen : Shaker Verl., 2009 S.205-12

ISBN 978-3-8322-8397-1

Maaß, H.; Cakmak, H.K.; Kühnapfel, U.G.

Haptik in der Chirurgiesimulation - von den Gewebeeigenschaften zum Force-Feedback.

Innovationsforum Anwendung der Haptik in der robotergestützten Chirurgie,

Magdeburg, 29.-30.Oktober 2009

Tagungsband S.19-21

Malberg, H.; Siebig, S.; Suhrbier, A.; Bretthauer, G.; Schölmerich, J.; Wrede, C.E.

Cardiovascular regulation in unselected intensive care patients.

22nd Ann. Congress of the European Soc. of Intensive Care Medicine, Wien, A, October 11-14, 2009

Intensive Care Medicine, 35(2009) Suppl.1, S.282 (Abstract)

Malberg, H.; Bauernschmitt, R.; Wessel, N.

Risk prognosis of cardiosurgical patients applying biosignal analysis.

Chon, K. [Hrsg.]

6th Internat.Workshop on Biosignal Interpretation, New Haven, Conn., June 24-26, 2009

Proc. S.160-61

ISBN 978-4-9902682-5-1

Martin, H.; Bahlke, U.; Guthoff, R.; Rheinschmitt, L.; Schmitz, K.P.
Determination of inertia forces at an intraocular lens implant during saccades.
Dössel, O. [Hrsg.]
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, München, September 7-9, 2009
13 Vol.on DVD
Vol. 25/XI: Biomedical Engineering for Audiology, Ophthalmology, Emergency and
Dental Medicine S.100-103
Berlin [u.a.] : Springer, 2009
(IFMBE Proceedings ; 25)
ISBN 978-3-642-03897-6

Martin, Th.; Pinner, T.; Gengenbach, U.; Guth, H.; Sieber, I.; Bretthauer, G.
Active triple-optics for the restoration of the accommodative ability of the human eye.
Dössel, O. [Hrsg.]
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, München, September 7-9, 2009
13 Vol.on DVD
Berlin [u.a.] : Springer, 2009
(IFMBE Proceedings ; 25)
ISBN 978-3-642-03897-6

Mayer-Föll, R.; Ebel, R.; Geiger, W.
Ausblick KEWA V. Ausblick auf die geplanten F+E-Aktivitäten in der Phase V.
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 IV 2008/09
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.191-99

Mayer-Föll, R.; Keitel, A.; Geiger, W.; [Hrsg.]
UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher
Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen.
Phase IV 2008/09.
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009)

Mikut, R.; Liebel, U.
Visualisierungstechniken zum Information Retrieval für Textdokumente in der Biologie.
Hoffmann, F. [Hrsg.]
Proc.19.Workshop Computational Intelligence, Dortmund, 2.-4.Dezember 2009
Karlsruhe : KIT Scientific Publishing, 2009 S.34-49
(Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ; Bd.29)
ISBN 978-3-86644-434-8

Nagel, J.; Gengenbach, U.; Guth, H.; Martin, T.; Rheinschmitt, L.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Fortschritte bei der Entwicklung eines künstlichen Akkomodationssystems.
107.Kongress der Deutschen Ophthalmologischen Ges. (DOG), Leipzig, 24.- 27.September 2009

Nagel, J.A.; Martin, T.; Rheinschmitt, L.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.; Guthoff, R.F.
Progress in the development of the artificial accommodation system.
Vander Sloten, J. [Hrsg.]
4th European Conf.of the Internat.Federation for Medical and Biological Engineering, Antwerpen, B,
November 23-27, 2008
Berlin [u.a.] : Springer, 2009 S.2405-08
(IFMBE Proceedings ; 22)
ISBN 978-3-540-89207-6

Nagel, K.; Oser, B.; Eberhard, M.
Beschreibung von Verweilzeitmessungen mit Hilfe von Diffusion-Advektion.
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7473 (September 2009)

Nau, K.
Nanotoxicology and in vitro studies.
Risk Governance of Nanotechnologies : Possible Health Effects of Manufactured Nanomaterials ;
3.Nanotrust Herbsttagung, Wien, A, 24.September 2009
Folien online

Pfeiffer, S.; Mai, M.; Globke, W.; Calliens, J.
On generalized separation and the speedup of local operators on multi-dimensional signals.
Karampetakis, N. [Hrsg.]
Proc.of the 2009 Internat.Workshop on Multidimensional (nD) Systems, Thessaloniki, GR,
June 29 - July 1, 2009
Piscataway, N.J. : IEEE Operations Center, 2009 S.78-85
Also publ.online
ISBN 978-1-4244-2798-7

Pylatiuk, C.; Müller-Riederer, M.; Kargov, A.; Schulz, S.; Schill, O.; Reischl, M.; Bretthauer, G.
Comparison of surface EMG monitoring electrodes for long-term use in
rehabilitation device control.
IEEE 11th Internat.Conf.on Rehabilitation Robotics (ICORR 2009), Kyoto, J, June 23-26, 2009
Proc.on USB-Stick S.300-04
Piscataway, N.J. : IEEE, 2009
ISBN 978-1-4244-3789-4
Also publ.online

Pylatiuk, C.; Fodor, R.; Bretthauer, G.
Concept and design of a quick charge commuter.
3rd Internat.Renewable Energy Storage Conf.(IRES 2008), Berlin, November 24-25, 2008
Proc.on CD-ROM
EUROSOLAR, 2009

Pylatiuk, C.; Kargov, A.; Gaiser, I.; Werner, T.; Schulz, S.; Bretthauer, G.
Design of a flexible fluidic actuation system for a hybrid elbow orthosis.
IEEE 11th Internat.Conf.on Rehabilitation Robotics (ICORR 2009), Kyoto, J, June 23-26, 2009
Proc.on USB-Stick S.167-71
Piscataway, N.J. : IEEE, 2009
ISBN 978-1-4244-3789-4
Also publ.online

Rheinschmitt, L.; Sieber, I.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.
Comparison of different approaches for the packaging of the artificial accomodation system.
Gessner, T. [Hrsg.]
Smart Systems Integration : European Conf. and Exhibition on Integration Issues of Miniaturized
Systems - MEMS, MOEMS, Ics and Electronic Components, Bruxelles, B, March 10-11, 2009
Proc.on CD-ROM
Heidelberg : AKA Verl., 2009
ISBN 978-3-89838-616-6

Rheinschmitt, L.; Bruszauskas, G.; Gengenbach, U.; Bretthauer, G.
Concepts and manufacturing technologies for the encapsulation of the artificial accomodation system.
Dössel, O. [Hrsg.]
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, München, September 7-9, 2009
13 Vol.on DVD
Berlin [u.a.] : Springer, 2009
(IFMBE Proceedings ; 25)
ISBN 978-3-642-03897-6

Rupp, R.; Eck, U.; Schill, O.; Reischl, M.; Schulz, S.
OrthoJacket - an active FES-hybrid orthosis for the paralyzed upper extremity.
Technically Assisted Rehabilitation (TAR 2009) : 2nd European Conf., Berlin, March 18-19, 2009
Proc.on CD-ROM
Berlin : Zentrum für Innovative Gesundheitstechnologie (ZiG), 2009

Scherer, K.P.; Guth, H.; Graf, T.
Hypothesis generation in the context of an ophthalmic application.
Revetria, R. [Hrsg.]
Recent Advances in Applied Computer Science : Proc.of the 9th WSEAS
Internat.Conf., Genova, I, October 17-19, 2009
WSEAS Press, 2009 S.130-33
ISBN 978-960-474-127-4

Scherer, K.P.
Knowledge based support for IOL destination. A conceptual approach.
Recent Advances in Systems : Proc.of the 13th WSEAS Internat.Conf.on Systems,
Rhodos, GR, July 22-24, 2009
WSEAS Press, 2009 S.53-56
ISBN 978-960-474-097-0

Schill, O.; Rupp, R.; Pylatiuk, C.; Schulz, S.; Reischl, M.
Automatic adaptation of a self-adhesive multi-electrode array for active wrist
joint stabilization in tetraplegic SCI individuals.
2009 IEEE Toronto Internat.Conf. Science and Technology for Humanity (TIC-STH 2009),
Toronto, CDN, September 26-27, 2009
Proc.on CD-ROM S.708-13
Piscataway, N.J. : IEEE, 2009
ISBN 978-1-4244-3878-5

Schlachter, T.; Ebel, R.; Weidemann, R.
Erschließen von Datenbank-Inhalten durch die Volltextsuche in Landes- Umweltportalen.
Umwelthinformationssysteme : Suchmaschinen und Wissensmanagement - Methoden und
Instrumente ; Workshop 'Umweltdatenbanken/Umwelthinformationssysteme', Dessau-Roßlau,
5.-6.Juni 2008
Berlin : Umweltbundesamt, 2009 S.1-7 (Texte / Umweltbundesamt ; 01/09)

Schlachter, T.; Geiger, W.; Weidemann, R.; Zilly, G.; Ebel, R.; Tauber, M.; Sawade, A.;
Mayer-Föll, R.; Zetzmann, K.; Bachmann, V.; Köther, B.; Keil, D.; Sattler, T.; Trumpler, M.
LUPO - Fortgeschrittene Suchfunktionen in den Landesumweltportalen von Baden-Württemberg,
Sachsen-Anhalt und Thüringen.
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 IV 2008/09
Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.149-56

- Schmidt, A.
Supporting the development of web-based applications with lightweight software generators.
Cunningham, S. [Hrsg.]
Proc.of the 3rd Internat.Conf.on Internet Technologies and Applications (ITA 09), Wrexham, GB, September 8-11, 2009
Wrexham : Glyndwr Univ., 2009 S.600-03
ISBN 978-0-946881-65-9
- U.; Rupp, R.
Design of a hybrid powered upper limb orthosis.
Dössel, O. [Hrsg.]
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, München, September 7-9, 2009
13 Vol.on DVD
Vol. 25/IX: Neuroengineering, Neural Systems, Rehabilitation and Prosthetics S.468-71
Berlin [u.a.] : Springer, 2009
(IFMBE Proceedings ; 25)
ISBN 978-3-642-03897-6
- Seifert, R.; Keller, H.B.; Frank, K.; Kohler, H.
Efficient calibration and recalibration of metal oxide gas sensors by a new mathematical procedure.
Sensor and Test 2009 : 14th Internat.Conf.on Sensors, Technologies, Electronics and Applications, Nürnberg, May 26-28, 2009
Proc.Vol II S.393-97
Wunstorf : AMA Service GmbH, 2009
ISBN 978-3-9810993-5-5
- Sieber, I.; Dickerhof, M.; Schmidt, A.
Tolerance compensation in micro-optics.
Sasian, J. [Hrsg.]
Optical System alignment, Tolerancing, and Verification III : Proc.of SPIE Optics and Photonics 2009, San Diego, Calif., August 2-3, 2009
Bellingham, Wash. : SPIE, 2009 S.74330G/1-10
(SPIE Proceedings Series ; 7433)
ISBN 978-0-8194-7723-1
- Soto, J.P.; Vizcaino, A.; Portillo, J.; Piattini, M.; Kusche, O.
A two-layer multi-agent architecture to facilitate knowledge sharing within communities of practice.
Inteligencia Artificial, 42(2009) S.46-54
DOI:10.4114/ia.v13i42.1045
- Vizcaino, A.; Portillo-Rodriguez, J.; Soto, J.P.; Piattini, M.; Kusche, O.
A recommendation algorithm for knowledge objects based on a trust model.
Research Challenges in Information Science (RCIS 2009) : 3rd Internat.Conf., Fes, MA, April 22-24, 2009
Publ.online
IEEE, 2009 S.93-102
ISBN 978-1-4244-2864-9
DOI:10.1109/RCIS.2009.5089272

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

Kamerabasierte Messverfahren zur Bestimmung neuartiger Prozesskenngößen bei thermischen Prozessen.

Verbrennung und Feuerung : 24.Deutscher Flammentag, Bochum, 16.-17.September 2009

Düsseldorf : VDI-Verl.GmbH, 2009 S.543-46

(VDI-Berichte ; 2056)

ISBN 978-3-18-092056-6

inkl.CD-ROM

Weidemann, R.; Geiger, W.; Greceanu, C.; Schlachter, T.; Zilly, G.; Lautner, P.; Türk, K.; Ebel, R.; Hahn, R.; Lehle, M.; Tauber, M.; Theis, M.; Weiß, W.; Witt- Hock, J.; Zimmermann, R.

FADO - Ablösung der XfaWeb-Systeme durch Fachdokumente Online, das neue Fachdokumentenmanagement 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 IV 2008/09

Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009) S.175-84

Wögerer, Ch.; Dickerhof, M.

The technology platforms MINAM - an instrument to strengthen Europes position in micro- and nanomanufacturing.

3rd Vienna Internat.Conf.on Nano-Technology (Viennano'09), Wien, A, March 18-20, 2009

Proc. S.201-06

Wien : Österreichische Tribologische Gesellschaft, 2009

Auch auf CD-ROM

ISBN 978-3-901657-32-0

Patent- und Offenlegungsschriften

Bergemann, M.; Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Guthoff, R.F.; Klink, S.; Koker, T.; Rückert, W.
Implantierbares System zur Bestimmung des Akkomodationsbedarfs durch optische
Messung des Pupillendurchmessers und der Umfeldleuchtdichte.

DE-PS 10 2007 008 375 (2008.10.16)

EP-OS 2 117 418 (2009.11.18)

Bergemann, M.; Bretthauer, G.; Gengenbach, U.; Guthoff, R.F.; Klink, S.; Koker, T.; Rückert, W.
Implantierbares System zur Bestimmung des Akkomodationsbedarfs durch Messung
der Augapfelorientierung unter Nutzung eines externen Magnetfeldes.

DE-OS 10 2007 008 374 (2008.08.28)

DE-PS 10 2007 008 374 (2008.11.20)

EP-OS 2 117 467 (2009.11.18)

Eppler, W.; Mikut, R.; Voges, U.; Stotzka, R.; Breitwieser, H.

Verfahren zur sicheren automatischen Nachführung eines Endoskops und Verfolgung
(Tracking) eines chirurgischen Instrumentes mit einem elektrisch angetriebenen
und gesteuerten Endoskopführungssystem (EFS).

DE-OS 19 961 971 (2001.07.26)

DE-PS 19 961 971 (2009.05.19)

Fodor, R.

Kondensatorenblock aus miteinander verschaltbaren Kondensatoren und Verfahren
zum Be- und Entladen desselben.

DE-OS 10 2007 060 329 (2009.07.02)

WO-OS 2009/077040 (2009.06.25)

Fodor, R.

Verfahren zum Laden und Entladen eines Kondensatorenblocks sowie Ladestation
zum Laden und Verbraucher zum Entladen desselben.

WO-OS 2009/127377 (2009.10.22)

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

Verfahren zur Charakterisierung der Abgasausbrandqualität in Verbrennungsanlagen.

DE-OS 10 2006 044 114 (2008.03.27)

WO-OS 2008/034508 (2008.03.27)

EP-OS 2 064 490 (2009.06.03)

US-OS 2009/0190799 (2009.07.30)

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

Verfahren zur Erkennung und Bewertung des Gutbetts in Drehrohrreaktoren.

DE-OS 10 2007 051 546 (2009.05.07)

Keller, H.; Seifert, R.

Verfahren zur Nachkalibrierung von Sensoren und zur Kalibrierung weiterer Sensoren.

DE-OS 10 2008 015 145 (2009.10.01)

WO-OS 2009/115214 (2009.09.24)

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)

Nolte, M.; Eberhard, M.; Oser, B.; Kolb, T.; Seifert, H.; Gramling, H.; Kerpe, R.
Verfahren zur Erhöhung des Gebindedurchsatzes in Drehrohranlagen.
DE-OS 10 2005 008 893 (2006.08.31)
DE-PS 10 2005 008 893 (2007.04.19)
EP-OS 1 851 481 (2007.11.07)
CN-OS 101 128 698 (2008.02.20)
US-PS 7 600 997 (2009.10.13)

Schulz, S.
Fluidischer Antrieb.
DE-OS 10 345 587 (2005.05.12)
EP-OS 1 519 055 (2005.03.30)
US-PS 7 086 322 (2006.08.08)
EP-PS 1 519 055 (2009.01.14)

Vorträge, die nicht in gedruckter Form vorliegen

Anson, S.; Bittner, K.; Dickerhof, M.; Gengenbach, U.; Kaufmann, U.; Kautt, M.; Voges, U.
Linking microtechnologies with emerging applications - a meta analysis of
publicity available studies in the field.
4M/ICOMM 2009 : The Global Conf.on Micro Manufacture, Karlsruhe, September 23-
25, 2009

Bauer, C.; Mikut, R.; Bretthauer, G.
Movement generation and safety strategies for humonoid robots - acceptance
issues from an engineers point of view.
Conf.on Autonomous Systems: Inter-Relations of Technical and Societal Issues,
Lisboa, P, November 5-6, 2009

Bittner, K.; Dickerhof, M.; Gengenbach, U.; Parusel, A.; Anson, S.; Voges, U.; Kaufmann, U.; Kautt, M.
GlobeMST. Trends der Mikrosystemtechnik aus einer Metaanalyse.
20.FIF-Workshop, Karlsruhe, 26.-27.März 2009

Boll, M.T.; Maaß, H.; Cakmak, H.K.; Kühnapfel, U.G.
Erste Ergebnisse eines neuen Bewertungsansatzes für einen VR-Simulator in der
minimal invasiven Chirurgie.
Workshop 'Gestaltung sicherheitskritischer Systeme im OP' im Rahmen der Mensch-
und-Computer Tagung 2009, Berlin, 7.September 2009

Dickerhof, M.; Gengenbach, U.; Parusel, A.; Anson, S.; Bittner, K.; Kautt, M.
GlobeMST - Zweiter Zwischenbericht. Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse.
Strategiekreis Mikrosystemtechnik, Bonn, 11.September 2009

Dickerhof, M.; Woegerer, C.; Schmidt, A.
Roadmapping for MicroNanoProduction in Europe. Results of the 2008/2009 MINAM survey.
Commercialization of Micro and Nano Systems Conf. (COMS 2009), Copenhagen, DK,
August 30 - September 4, 2009

Düpmeyer, C.; Schlachter, T.
What's in my backyard? Wie können semantische Webtechnologien die Suche nach
Umweltinformationen vereinfachen?
Umweltgoogle - Landesumweltportale heute und morgen : Workshop, Karlsruhe, 24.-
25.Juni 2009

Gehrmann, H.J.; Nolte, M.; Kolb, T.; Seifert, H.; Waibel, P.; Matthes, J.; Keller, H.
Biomass combustion in power plants.
Bioenergy NoE Final Seminar, Bruxelles, B, November 2-3, 2009

Hahn, L.; Schwartz, G.; Saile, V.; Schulz, J.
First automated production line for X-ray-LIGA (FELIG) is brought on line.
8th Internat.Workshop on High-Aspect-Ratio Micro-Structure Technology (HARMST
2009), Saskatoon, CDN, June 25-28, 2009
Book of Abstracts S.247-48

Hilpert, K.; Mikut, R.
Short cationic host defense peptides. Determination of sequence requirements
for killing Pseudomonas Aeruginosa.
Vortr.: Universität Leipzig, 24.Juni 2009

Keller, H.B.
Embedded Software Engineering - Herausforderungen und methodisches Vorgehen.
2.Regensburger Automotive Summer School, Regensburg, September 24-29, 2009

Keller, H.B.; Matthes, J.; Schönecker, H.; Krakau, T.
Kamerabasierte Technologien zur Optimierung von Verbrennungsprozessen.
Votr.: ERC, Hamburg, 3.Juli 2009

Keller, H.B.; Matthes, J.; Schönecker, H.; Krakau, T.
Kamerabasierte Technologien zur Optimierung von thermischen Prozessen.
Votr.: Outotec, Oberursel, 10.Juli 2009

Keller, H.B.
Sicherheitskonzepte für technische Systeme und für softwarebasierte Funktionen.
Sitzung des GMA-Fachausschusses 4.15 Mechatronik, Frankfurt, 6.Februar 2009

Li, S.
CAD/CAM-automatisierte Wandvorfertigung.
Votr.: ABB Forschungszentrum Ladenburg, 7.Mai 2009

Li, S.
Research activities on advanced robotics and automation.
Votr.: ABB Forschungszentrum Ladenburg, 9.April 2009

Malberg, H.; Wessel, N.; Bonnemeier, H.
Altersabhängiger Verlauf der spontanen Barorezeptorsensitivität bei normotonen Probanden.
33.Wissenschaftlicher Kongress 'Hypertonie 2009', Tagung der Deutschen Hochdruckliga, Lübeck, 19.-21. November 2009
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 134(2009) Suppl.7, S.S281 (Abstract)

Malberg, H.; Bauernschmitt, R.; Wessel, N.
Kardiovaskuläre Variabilität zur Risikoprognostik herzoperierter Patienten.
33.Wissenschaftlicher Kongress 'Hypertonie 2009', Tagung der Deutschen Hochdruckliga, Lübeck, 19.-21. November 2009
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 134(2009) Suppl.7, S.S280-S281 (Abstract)

Reischl, M.; Röder, I.V.; Petersen, Y.; Sieckmann, F.; Liebel, U.; Mikut, R.; Rudolf, R.
Towards high-throughput dissection of synaptic plasticity.
European Light Microscopy Initiative, Glasgow, GB, June 9-12, 2009
Book of Abstracts S.76

Reischl, M.
Wissensgenerierung aus medizinischen und biologischen Datensätzen.
Votr.: Universitätsklinik Tübingen, 3.April 2009

Ruden, S.; Hilpert, K.; Mikut, R.; Ulrich, A.S.
Sequence requirements for highly active peptides using peptide libraries.
CFN Summer School on Nano-Biology, Bad Herrenalb, September 8-11, 2009

Schlachter, T.
Planungen und Weiterentwicklungen im Kooperationsprojekt Landesumweltportale.
Umweltgoogle - Landesumweltportale heute und morgen : Workshop, Karlsruhe, 24.- 25.Juni 2009

Schlachter, T.
Technische Konzeption und Funktionalität der Landesumweltportale.
Umweltgoogle - Landesumweltportale heute und morgen : Workshop, Karlsruhe, 24.- 25.Juni 2009

Seifert, R.; Keller, H.B.
ProSens - an efficient mathematical procedure for calibration and evaluation of tin oxide gas sensor data.
8th Asian Conference on Chemical Sensors (ACCS 2009), Daegu, Korea, November 11- 13, 2009
Book of Abstracts S.97

Siltala, N.; Hofmann, A.F.; Tuokko, R.; Bretthauer, G.
Emplacement and blue print - an approach to handle and describe modules for evolvable systems.
9th IFAC Symp.on Robot Control (SYROCO'09), Gifu, J, September 9-12, 2009
Book of Abstracts S.49

Wessel, N.; Malberg, H.; Stepan, H.; Riedl, M.; Suhrbier, A.; Kurths, J.
Nichtlineare Kopplungsanalyse kardiovaskulärer Signale. Respiratorischer Einfluss auf die Herzrate bei der Entstehung von Präeklampsie.
33.Wissenschaftlicher Kongress 'Hypertonie 2009', Tagung der Deutschen Hochdruckliga, Lübeck, 19.-21. November 2009
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 134(2009) Suppl.7, S.S286 (Abstract)

